Traces et fonction
les gestes retrouvés

VOLUME 1

Liège 1993

ERAUL 50

Photographie de couverture : Meules « en place » sur affleurements de granite, écrasage du mil. Noter les boules de quartz (au fond) qui servent à re-boucharder la roche.
Est du Tchad, Monts du Guéra. Ethnie Dionkor (cliché J. Courtin, décembre 1963)

Traces et fonction : les gestes retrouvés

Traces et fonction : les gestes retrouvés

Actes du colloque international de Liège

8-9-10 décembre 1990

Sous la direction de :

Patricia C. ANDERSON
Sylvie BEYRIES
Marcel OTTE
Hugues PLISSON

Volume 1

Centre de Recherches Archéologiques du CNRS
Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège

n° 50

1993

Tous droits réservés

© Service de Préhistoire, Université de Liège
7 place du XX Août, Bât. 1,
B-4000 Liège, Belgique

Dépôt légal D/92/0480/8

à Irene Levi-Sala

Sommaire

Volume 1

1 M. Otte
Avant-Propos

3 L. R. Owen
Materials worked by hunter and gatherer groups of northern North America : implications for use-wear analysis

Acquisition et transformation des matières animales tendres

15 H. Plisson
Le travail des matières animales tendres : de l'outil vers le processus

21 J. J. Shea
Lithic use-wear evidence for hunting in the Levantine Middle Paleolithic

31 A. Broglio, G. Chelidonio, L. Longo
Analyse morphologique et fonctionnelle des pointes à cran de l'Épigravettien ancien

41 D. Nuzhnyi
Projectile weapons and technical progress in the Stone Age

55 P. Morel
Impacts de projectiles sur le gibier : quelques éléments d'une approche expérimentale

59 O. Dutour
Les marqueurs d'activités sur l'os humain fossile. Une tracéologie paléoanthropologique ?

67 S. Grimaldi, C. Lemorini
Retouche spécialisée et/ou chaîne de ravivage ? Les « racloirs » moustériens de la Grotta Breuil (Monte Circeo, Italie)

79 H. Kazaryan
Butchery knives in the Mousterian sites of Armenia

87 L. Hurcombe
The restricted function of Neolithic obsidian tools at grotta Filiestru, Sardinia

97 J. E. González Urquijo, J. J. Ibáñez Estévez
Utilización del instrumental lítico y funcionalidad del asentamiento en el yacimiento de Berniollo (Alava, España)

105 F. Collin, P. Jardón-Giner
Travail de la peau avec des grattoirs emmanchés. Réflexions sur les bases expérimentales et ethnographiques

119 B. HAYDEN
Investigating status with hideworking use-wear : a preliminary assessment

131 S. PHILIBERT
Quelle interprétation fonctionnelle pour les grattoirs ocrés de la Balma Margineda (Andorre) ?

139 N. N. SKAKUN
New implements and specialization of traditional industries in the Eneolithic of Bulgaria

147 I. SIDÉRA
Outillages d'os et de silex à Cuiry-lès-Chaudardes et à Darion, une consécration aux matières animales

Matières dures animales et minérales

161 V. ROUX
Travail des matières dures animales et minérales : réflexions sur la description des gestes techniques

165 A. SCHOUMACKER
Apports de la technologie et de la pétrographie pour la caractérisation des meules

177 F. D'ERRICO
Identification des traces de manipulation, suspension, polissage sur l'art mobilier en os, bois de cervidés, ivoire

189 B. GASSIN avec la collaboration d'Y. GARIDEL
Des outils de silex pour la fabrication de la poterie

205 E. DANIELCZYK
Chipped flints as tools for processing hematite grains. Example from Rydno (central Poland)

211 A. PAWLICK
Horn experimentation in use-wear analysis

225 J. J. IBÁÑEZ ESTÉVEZ, J. E. GONZÁLEZ URQUIJO, R. RUIZ IDARRAGA, E. BERGANZA GOCHI
Huellas de uso en sílex en el yacimiento de Santa Catalina. Consideraciones sobre la manufactura del utillaje óseo y la funcionalidad del asentamiento

235 R. W. YERKES
Methods of manufacturing shell beads at prehistoric Mississippian sites in southeastern North America

243 F. D'ERRICO, P. JARDÓN-GINER, B. SOLER-MAYOR
Critères à base expérimentale pour l'étude des perforations naturelles et intentionnelles sur coquillages

255 Y. TABORIN
Traces de façonnage et d'usage sur les coquillages perforés

269 T. GAM
Glass bead making : some wound bead experiments

VOLUME 2

Le travail du bois

283 S. BEYRIES, B. HAYDEN
L'importance du travail du bois en Préhistoire

287 S. LEWENSTEIN
Experimentation in the formation and variability of lithic use-wear traces on obsidian and chert implements

295 A. C. RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ
Analyse fonctionnelle d'outils lithiques en basalte de l'île de la Palma (îles Canaries) : premiers résultats

303 N. N. SKAKUN
New implements and specialization of traditional industries in the Eneolithic of Bulgaria

309 V. E. Shchelinskij
Outils pour travailler le bois et l'os au Paléolithique inférieur et moyen de la Plaine russe et du Caucase

317 M. D. Meneses Fernández
Reconstrucción técnica, experimentación y estudio comparativo de los « tensadores textiles » de hueso del Neolítico y Calcolítico en Andalucía (España)

Les activités agricoles

327 P. C. Anderson
Interpretation of agricultural activities

331 R. Fullagar
Flaked stone tools and plant food production : a preliminary report on obsidian tools from Talasea, West New Britain, PNG

339 Y. Koda
Wooden farming tools from the South Coast of Peru

361 N. N. Skakun
Agricultural implements in Neolithic and Eneolithic cultures of Bulgaria

369 G. F. Korobkova
La différenciation des outils de moisson d'après les données archéologiques, l'étude des traces et l'expérimentation

Méthodologie

385 R. Grace
New methods in use-wear analysis

389 R. Grace
The use of expert systems in lithic analysis

401 I. Lévi-Sala
Use-wear traces : processes of development and post-depositional alterations

417 K. Hardy
Post-analysis replication of use-wear traces on stone tools from the Mesolithic site of Thatcham (England)

423 K. Aoyoma
Experimental microwear analysis on Maya obsidian tools : case study of the La Entrada Region, Honduras

433 S. Yamada
The formation process of « use-wear polishes »

447 S. Yamada, A. Sawada
The method of description for polished surfaces

459 A. Vila, F. Gallart
Caracterización de los micropulidos de uso : ejemplo de aplicación del análisis de imágenes digitalizadas

467 J. Kaminska, E. Mycielska-Dowgiallo, K. Szymczak
Postdepositional changes on surfaces of flint artifacts as observed under a scanning electron microscope

477 C. Gutiérrez Sáez
L'identification des activités à travers la tracéologie

489 F. d'Errico, P. Jardón-Giner
Quelle fonction pour ces outils ? Éléments pour un débat sur l'avenir de la discipline

Actualité

495 A. Pawlik
A microscope mount for artefact analysis

497 M. Winiarska-Kabacinska
A comparative study of the models of environmental adaptation of the Final Palaeolithic societies of the Polish Lowland

501 M. E. Mansur, A. Vila i Mitja
L'analyse du matériel lithique dans la caractérisation archéologique d'une unité sociale

513 I. CLEMENTE, X. TERRADAS
Matières premières et fonctions : l'exemple de l'outillage lithique des Yamanas (Terre de Feu)

523 I. BOJ, E. CARBONELL, A. OLLÉ, R. SALA, J.-M. VERGÈS
Mise en contraste de l'efficacité d'une chaîne opératoire

529 A. BIETTI
Supervised pattern recognition and experimental archaeology

539 L. KEELEY, M. OTTE
Conclusions

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Avant-propos

Marcel OTTE

Huitième rencontre internationale de tracéologie depuis le « First CLUW » de Vancouver (1979), cette réunion de Liège (décembre 1990) a suivi celle d'Uppsala, où avait été exprimée la nécessité d'élargir le champ de réflexion de la discipline. Elle se devait donc de proposer un thème de rencontre qui serait inscrit dans une optique archéologique concrète tout en s'adressant à l'ensemble des chercheurs de la spécialité.

Au-delà d'un titre séduisant – Traces et fonction : les gestes retrouvés –, la volonté des organisateurs fut de rassembler les communications selon un découpage privilégiant les principaux domaines techniques d'action des outils. Depuis la reconnaissance des gestes et des formes instrumentales, en passant par les étapes des processus de réalisation et jusqu'à la notion de système technique, le registre des approches possibles était suffisamment large pour permettre à chacun de présenter ses données archéologiques dans la perspective lui convenant le mieux et d'accéder, le cas échéant, à une dimension économique ou sociale des outillages.

Ce colloque est le premier à avoir réuni les chercheurs formés à l'école de Semenov et ceux des différentes écoles occidentales. Il s'est déroulé dans une atmosphère stimulante et chaleureuse.

Les organisateurs expriment leur reconnaissance à l'équipe liégeoise pour la parfaite préparation de ces trois journées et à tous les participants qui, par leur personnalité et la diversité de leurs approches, ont fait le succès de la rencontre. Ils tiennent, enfin, à remercier en particulier M. Clatot (CRA du CNRS), qui a mis en forme, avec beaucoup de patience, les textes qui suivent.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Materials worked by hunter and gatherer groups of northern North America : implications for use-wear analysis

*Linda R. OWEN**

Résumé

Les comptes rendus ethnographiques sur les Inuit, Aleuts et Indiens du nord de l'Amérique du Nord montrent que ces peuples exploitaient un spectre beaucoup plus vaste de matières organiques que ne le représentent la plupart des programmes expérimentaux d'usure à « fort grossissement ». Les matières qui se dégradent rapidement et sont donc rarement conservées en contexte archéologique sont souvent négligées ou complètement oubliées. De même, les éventuels usages non alimentaires des substances animales et végétales couramment étudiées sont fréquemment ignorés.

Abstract

Ethnographic reports on the Inuit, Aleuts and Indians of northern North America show that they used a much larger spectrum of organic materials in the production of goods than is represented in most « high-power » use-wear experimental programs. Materials that decay rapidly and are thus seldom preserved in archeological contexts are often neglected or overlooked entirely. Possible non-food uses of commonly studied animal and plant substances are also frequently ignored.

Introduction

During the last two decades, there has been an ever increasing amount of research into microscopic use-wear traces on stone tools. The earliest work, which concentrated on the traces left by working different materials with flint in a variety of actions (Semenov, 1964 ; Tringham *et al.*, 1974 ; Keeley, 1980), has been followed by studies of raw materials other than flint, specific tool types and tasks.

The methods employed in functional analyses range from low magnification studies of edge damage through high magnification analyses of use-wear polishes to SEM studies of tool surfaces. The majority of use-wear analysts today work with incident light and stereomicroscopes at

magnifications up to 550x, inferring use by the comparison of the texture, intensity and distribution of polishes, as well as striations, edge damage, edge morphology and tool morphology of prehistoric tools with those of experimental ones.

Since the interpretation of microwear traces is based on comparisons with the traces on experimental tools, a comprehensive program of experiments is of the utmost importance for functional studies. Despite the number of use-wear studies that have been carried out on archeological assemblages, many analysts still limit their research to working common materials such as bone, antler, meat, hide, wood and grasses with simple motions or in a limited number of tasks. A number of materials known to have been used prehistorically or documented in ethnographic reports have been neglected or ignored completely in many studies.

Knowledge about worked materials and tool use can be obtained from studies of recent tool use, practical experience, ethnographic sources and archeological finds. The extent of this knowledge and the experiments based upon it influence all use-wear interpretations and are a major restricting factor in functional reconstructions of archeological artefacts. Correct determination of a tool's use depends upon the analyst's awareness that such a task may have been carried out and familiarity with the traces it could leave. It is thus of essential importance that a broad research framework exist.

Ethnographic data

Ethnographic studies of recent hunters and gatherers give insights into the possible spectrum of materials worked prehistorically, the ways in which they could be worked and the products which could be produced from them. A survey was thus undertaken of ethnographic reports on the use of different organic materials by hunter and gatherer groups of northern North America, including the Inuit (Eskimos), the Aleuts and the Indians of the Subarctic, Woodlands and Northwest Coast. A summary of the ethnographic data is presented here, along with a discussion of prehistoric finds and « high power » use-wear experimentation. The survey covers organic materials used in the production of goods, with little attention paid to food collecting and processing. Emphasis was placed on lesser-known animal and plant materials which have been neglected in use-wear studies and on new ways of using more commonly studied substances.

It should be noted that ethnographic accounts are often quite frustrating when one is searching for technological data. Precise information about the type of materials used, the manner in which they were worked and tool production is only rarely available. This is especially true of women's tasks and possessions in northern North America, where most of the reports were written by men and concentrate on male activities. Descriptions may also be ambiguous, *e. g.* the use of the term horn to refer to both horn and antler, or whalebone for baleen and the bones of whales. Ethnographic specimens purchased from native peoples may also be misleading as they were sometimes made specifically for the collectors and may differ in material, quality or workmanship from comparable private possessions. Due to the limited number of accounts, it is at times difficult to determine to what extent specific native crafts were influenced by contact situations. In so far as possible, an attempt was made to only discuss non-ambiguous, authentic, pre-contact objects.

Animals

Animals were a very important source of raw materials for the hunter and gatherer groups of northern North America. In addition to food, they provided a number of utilized substances, such as skin, fur, inner organs, sinew, bone, antler, ivory, teeth, horn, hooves, feathers, quills, beaks, claws and baleen.

Skin, Fur, Inner Organs, Sinew

Throughout northern North America, many different types of animal skins, treated in various ways, were used for the production of clothes, shelters, bedding, containers and thongs. There has been considerable microwear experimentation with skins, including different tanning processes, most of it limited to the skins of large mammals (Owen *et al.*, 1984 ; Juel Jensen, 1988a). Although

caribou and deer skins were the most commonly used by northern peoples, the skins of fish and birds also played a considerable role. According to Hatt (1969 : 7), « if one were to mention the sorts of skin used in arctic clothing in a sequence based on their importance and the geographic distribution of their use, then reindeer skin ought to be mentioned first, followed by bird skins and fishskins, and only then sealskins... Dog skins are fifth in importance, followed by a great number of other fur-bearing animals, the majority of which have only been of secondary importance to arctic clothing, though in another way, through the fur trade, they have come to play an important economic role ».

According to Hatt (1969 : 9), the use of fish skin by northern peoples « is apparently much greater than it appears from the museum collections. The little decorated fishskin clothing has only barely attracted the attention of collectors ». Clothing of fish skins was especially important for peoples who lived from river fishing. The western Inuit and Indians of Alaska used them to make waterproof capes and parkas (see for example Nelson, 1983, plate XIX), as well as moccasins, leggings, mittens and women's aprons. Throughout the Arctic (Damas, 1984) and Subarctic (Helm, 1981), they were made into waterproof bags and containers, mostly for liquids such as blood and oil. The skins of salmon, burbot and sturgeon were utilized most frequently. Drucker (1955 : 61) also reports that the Indians of the Northwest Coast used sharkskin to finely sand wooden articles.

The Inuit frequently used bird skins for clothing, especially undergarmets, but also for warm winter parkas, pants and hats (Hatt, 1969 ; Damas, 1984). They also made containers, sleeping mats and blankets from them. The skins of seawater birds, such as eider duck, puffins, cormorant and murre, were preferred for the production of clothes. Nelson (1983 : 150) illustrates a lancepoint wrapper from Cape Darby made of swan's neck skin with the feathers still on it. The lanceheads were wrapped so that a layer of skin lay between each of them. Bird skins were apparently of less importance for the northern Indians, although there are reports that the western Déné wore clothes of bird skin in earlier times (Hatt, 1969 : 10).

The use of bird skins in the Arctic is not a recent development as shown by finds of well preserved pieces of seal and bird skin – some with fine sewing – in the permafrost at the ca. 4 000 year old Sarqaq site of Qeqertaussuk in Greenland (Gronnow and Meldgaard, 1988 : 437).

The coastal Inuit and Aleuts made waterproof clothing of intestines for protection against rain and against seawater during boating (Hatt, 1969 : 52-55). Neckhigh suits of sea-mammal intestine were also worn by the Bering Strait Eskimo while setting salmon traps in deep water (Ray, 1984 : 289). Normally seal, walrus or sea lion gut were used although Hatt (1969 : 11) also mentions whale intestines, mucous membranes, liver membranes and tongue skin. Pieces of these were soaked, scraped, inflated and dried in the sun, which gave them an opaque quality (Hughes, 1984 : 266). Boot legs, men's pants and sometimes heavy parkas were also made from the pharynx and oesophagus of seals and sea lions (Hatt, 1969 : 11).

In addition, the internal organs (bladders, stomachs and intestines) of larger animals were used for bags, containers (especially for liquids), floats and drums. The sinew of large animals was made into sewing thread and bow strings. Sinew thread is not only durable and strong, but also swells when it becomes moist, which helps keep seams waterproof (Hatt, 1969 : 21). When sinew was not available, the Inuit of Quebec substituted dried sea gull oesophagus or guillemot (*Uria lomvia*) wing tendons (D'Anglure, 1984 : 481).

Although there has been extensive use-wear experimentation with hides, it has been directed towards mammal skins. The use of fish skins, bird skins and inner organs for clothes and containers has been neglected. The working of fish, for example, has centered on butchering (Gijn, 1986).

Horn and Similar Materials

Horn is an outgrowth of the epidermis formed by layers of hard protein (Hodges, 1964 : 153-155). The main component of horn, keratin, has a high sulfur content. Hooves, baleen, feathers, quills, hair, beaks and claws are also made of keratin and it is a major component of the epidermis of the skin. All of these materials decay rapidly and are seldom preserved in archeological contexts.

Horn is widely available. Both sexes of the Bovidae, *e. g.* antilopes, bison, cattle, goats, musk

ox and sheep, have horns. It is a soft, flexible and fibrous material which tends to exfoliate when partially decayed (Hodges, 1964 : 153-155). Horn is relatively easy to work and can be formed when heated. While fresh, horns can be cut off relatively easily. This may have been carried out to gain horn or, for example with musk ox, in the process of skinning (Münzel, 1987 : 85). Slightly decayed horns can simply be twisted off as the connective tissue decays relatively quickly, for example within a few days or weeks in the sun. However, the horn itself also rots somewhat and begins to flake at the base (see Pawlik, this volume).

A review of the ethnographic literature shows that horn was used by North American hunting and gathering groups, although not as extensively as bone, antler or hide. Its natural shape was often utilized for containers, scoops, ladles and spoons. Its flexibility also made it ideal for producing parts of composite bows (Hodges, 1964 : 155).

The Inuit appear to have employed horn more extensively than many other peoples, perhaps because of the scarcity of wood in the Arctic. The Netsilik Inuit (Taylor, 1974), for example, used muskox horn for bow splints, grip sections and staves, ladles, dippers, ice scoops, powder horns, knife handles, blubber pounders, breathing hole searchers, wound pins, side prongs of fish leisters, dog trace swivels and loops for kayak frames. The Indians of North America often made spoons and ladles from horn, as well as combs, pendants, musical instruments, noise makers and rattles.

Due to its poor preservation qualities, horn artefacts are almost unknown from Paleolithic sites. It was, however, undoubtedly used, as is shown by the Venus relief of Laussel, France. The natural shape of horns makes them suitable as containers for either solids or liquids. They can also be worked into a number of other forms.

Hooves are chemically identical to horns and often the two materials cannot be distinguished. The Indians of North America often used hooves or pieces of hoof for their rattles and noise makers (Miles, 1963 : 196, 199). A caribou hoof pendant needle case is known from the Eskimo of the Bering Strait region (Nelson, 1983 : plate XLIV 26), as are a pair of snow goggles made from either hoof or sheep horn (Nelson, 1983 : plate LXIV).

As they decay rapidly, hoof artefacts are unknown from Paleolithic contexts. However, cut marks on the third phalanges of the horses from the Magdalenian site of Pekarna Cave, Czechoslovakia, show that hooves were utilized (Berke, 1989 : 18).

Baleen or whalebone is the elastic material made of keratin which forms the plates or strips in the upper jaw of baleen whales. The plates are used to filter small crustacea, krill, from the water. « They are positioned vertically downwards in the huge arched mouth, and can be almost 5 m in length, although this depends on the position in the mouth ; they are several cm wide. The outer edge is smooth and straight and the inner edge has a hairy fringe to trap the food as the water is expelled (Coffey, 1977 : 16) ». The baleen whales include the blue whale, the right whales, the rorquals, the California grey whale and the humpback whale.

The coastal Inuit used baleen most frequently for lashings and bindings, but there are also examples of bowls, combs, fishing lines, snares, nets, net gauges and shuttles (see *e.g.* Damas, 1984 ; Nelson, 1983). The Inuit of Point Barrow peeled off thin strips of baleen with small ulu-like implements known as whalebone shaves (Murdock, 1892 : 173-4 cited in Mathiassen, 1927, I : 61).

Baleen artefacts have been found preserved in the permafrost of many Arctic sites. Among the oldest findings are tool lashings from the ca. 4 000 year old Sarqaq site of Qeqertaussuk in Greenland (Gronnow, Meldgaard, 1988 : 436). They are very common in the more recent Thule sites. Mathiassen (1927 II : 127) reports that Thule sites in the central Eskimo region of « Naujan, Ponds Inlet and Comer's Midden are extraordinarily rich in objects of baleen, so rich that there has been talk of a baleen culture ». Among the baleen objects he describes are bows, sledge shoes, nets, fish traps, snow beaters, cups and bowls, platform coverings, weapon points, knives, knife handles and lashings for tools, kayaks and sledges.

Feathers were used throughout northern North America as decoration for clothing, bags, etc. The Indians also substituted feather spines for porcupine quills in their quillwork. On the Northwest Coast, robes were even produced from duck or geese down and bark fiber (Drucker, 1955 : plate 16).

They were also used in the production of arrows. The feathers (usually wing and tail feathers of large birds such as eagles or turkeys) were split

down the spines, trimmed and lashed to the shafts. Feathers, such as those of the ptarmigan, are absorbent and were also used by the Eskimo for cleansing purposes and in diapers (Ray, 1984 : 289).

The Indians of North America used porcupine quills for decorating their clothing and other items. Ritzenhaler (1978 : 749) writes of the southwestern Chippewa : « Before European glass beads were introduced, quillwork was the most important decorative applicative. Porcupine quills were dyed, flattened, and sewed in floral designs on buckskin clothing and Mide bags, medicine bags presented to Midewiwin initiates. Floral designs were added to birchbark boxes by inserting the quills into holes punched by awls. Geometric designs were achieved by loom weaving, the panels then attached to clothing, knife sheaths, and Mide bags ».

Bird beaks, animal claws, hair and turtle shells were also employed on occasion. In addition to quillwork and beads, the Indians used twisted strands of moose and deer hair to decorate clothes and other items. Animals claws, bird beaks, *e. g.* from puffins, and even bird feet were used to decorate clothing and necklaces. Puffin beaks were also used as noise makers on rattles (Drucker, 1955 : plate 24). The natural shape of turtle and tortoise shells was utilized for spoons, cups and rattles and the shell worked into combs.

Microwear research with horn and similar materials has been generally neglected, despite the general availability of such products and the number of ways in which they can be used. A few experiments have been carried out with horn (Plisson, 1985 : 28, 59) and feathers (Sussman, 1988 : 108). In conjunction with this ethnographic work, a new series of experiments with horn has been undertaken (Pawlik, this volume).

Bone, Antler, Ivory and Teeth

Bone is composed of hydroxyapatite (bone mineral), collagen and water, whereby the proportion of calcium to phosphorous varies from bone to bone. Antlers are an outgrowth of the bones of the skull on various species of deer which are shed each year. During growth they are covered with skin (velvet). According to Hodges (1964 : 153), « structurally antler is somewhat similar to a long bone. There is an outer cortex of compact, bone-like material, although the inner cavity is not marrow-filled, but instead is a spongy structure rather similar to cancellous bone ». The proportions of cortex and cancellous antler vary considerably between species.

The elongated teeth of elephants, walruses, wild boar, peccaries and narwhals are referred to as tusks. In elephants, these are the upper incisors (Hodges, 1964 : 154). They differ from other teeth in that only the tips of young tusks are covered with enamel. With the exception of a relatively small pulp-cavity at the base, they are composed almost entirely of dentine, referred to as ivory. It is comprised of 50-60 % calcium bound by collagen (Hahn, 1986 : 54).

The term ivory is also used in the broad sense to describe the tusks or upper canines of both sexes of the walrus (*Odobenus rosmarus*). These are also « without enamel, but the dentine is laid down in two distinct layers. The outer dentine is homogeneous, but the inner secondary dentine has a marbled, and at times almost crystalline, appearance and is translucent. Normally the inner dentine was avoided (Hodges,1964 : 154) ». The tusks of adult males can reach lengths of more than 90 cm and weights of 6.35 kg (Coffey, 1977 : 155). Like the walrus, the tusks of wild boars and peccaries are elongated canines. In the narwhal (*Monodon monceros*), one or occasionally both of the two upper teeth grow twistingly forward and may reach a length of 3 m (Coffey, 1977 : 106).

Bone, antler and ivory (walrus tusks, narwhal tusks and some fossil ivory) were of special importance in the Arctic where wood was scarce. They were used, among other things, for the production of weapon points, harpoons, leisters, arrowshaft straighteners, composite bows, wrist guards, fishhooks, net gauges, handles, hafts, foreshafts, polishers, chisels, wedges, picks, scrapers, needles, snow knives and shovels, snow goggles, ice scoops, ice creepers, sled runners, harness toggles, spoons, combs, small boxes and needle cases, figurines, pendants and ornaments (see *e. g.* Damas, 1984).

Bone and antler were used less frequently in the Subarctic, Woodlands and Northwest Coast, where wood was more readily available. Since they are sturdier than wood, they were an important raw material for the production of tools and weapons which were subjected to great stress, *e. g.*

spear points. Common products of bone and antler include weapon points, flakers, punches, woodworking chisels and wedges, scrapers, awls, combs, pendants and ornaments. Similar objects of bone, antler and ivory are known from archeological contents (*e. g.* projectile points and figurines from the European Paleolithic).

Throughout the area of study, bone, antler and ivory were used interchangeably for a number of objects, depending on their relative availability. In some instances, their material characteristics made one or the other more suitable for specific objects. For example, the fine structure, strength and homogeneity of the compact sections of ivory combined with its bright color and ability to be shined made it a highly valued material for carving (Hodges, 1964 : 154 ; Hahn, 1986 : 55). In contrast, the size and material characteristics of antler restricted its importance for figurines, but its greater elasticity made it more suitable for other types of tools, *e. g.* spear throwers (Hahn, 1986 : 55).

Teeth, present in most vertebrates, have a core of soft pulp surrounded by a hard layer of calcareous dentine that is coated with cement or enamel at the crown. Throughout the area of study, perforated teeth were used as pendants, ornaments or on rattles. In the Subarctic, beaver incisors were also hafted and used as gouges and chisels for woodworking and bark removal (Helm, 1981 ; Nelson, 1983 : 89-90). Goddard (1978 : 217) also mentions arrowheads of fish and animal teeth.

Teeth withstand decay well and are thus often preserved in archeological contexts. Perforated teeth, some with simple engraved decoration, have been found in numerous Paleolithic sites (Jelinek, 1975 : 419-428). The discovery of a spoon made from a sperm whale tooth at the Sarqaq site of Qeqertaussuk in Greenland (Gronnow and Meldgaard, 1988 : 435) shows that larger teeth were used in other manners. The teeth of the sperm whale can be up to 20 cm long.

Bone and antler have been a major focus of use-wear analysis (see Owen *et al.*, 1984 ; Juel Jensen, 1988a). Although the importance of ivory prehistorically has been recognized, research has been limited by the scarcity of the material. Experiments with ivory have been described briefly by Plisson (1985 : 55) and Symens (1988 : 178) and in detail by Unrath *et al.* (1986 : 126 ff) and Pawlik (1991).

Plants

Plants were valuable for the hunter and gatherer groups of northern North America. They not only provided food, but also a number of other raw materials, such as wood, bark, roots, fibers, seeds.

Trees

Wood was one of the most important materials in the Subarctic, Woodlands and Northwest Coast, where it was readily available. The large assortment of products made from wood on the Northwest Coast includes spears, harpoon foreshafts, bows and arrows, quivers, handles, housing, canoes, paddles, bailers, fishhooks, storage vessels, dishes, cooking utensils, boxes, wedges (hardwood), bark working tools, cradles, pillows, ornaments, armor, combs, rattles, drums and whistles (Drucker, 1955).

Despite the relative scarcity of wood in the Arctic, it was nonetheless a highly valued material. Driftwood, the main source of wood, was quite abundant in many areas, *e. g.* along much of the coast of Alaska and in northern Greenland. In areas where driftwood was scarce, such as Quebec, people were known to travel long distances to obtain wood (D'Anglure,1984 : 480).

Throughout the Arctic, wood was especially important for the production of long implements, *e. g.* weapon shafts and tent poles, and for kayak frames, handles and plates. In the Netsilik area, where driftwood was extremely scarce, « sections of driftwood were pieced together to make spear shafts, kayak frames and tent poles (Balikci, 1984 : 417) ». Where wood was abundant, there was a larger spectrum of goods. According to Lantis (1984b : 215) the Nunivak Eskimo of the Bering Sea used wood « for dishes, trays, cups, buckets, and boxes, the dishes varying in size from the child's personal dish (every person had his own) to very large storage and feast dishes, for dolls, for wooden hats, eyeshades, and snow-goggles, and for elaborate masks. These were added to the usual Eskimo requirement for wood shafts and handles, net floats, boat frames and house frames, and other uses ».

Wooden artefacts are known from many prehistoric Arctic sites. Finds from the Dorset (ca.

2500 BP-1000 BP) include wooden handles for stone tools (*e. g.* blades, burins, adzes and scrapers), shafts, spoons, spatulas, pieces interpreted as kayak parts, drum rims, carvings, figurines and masks (see *e. g.* Maxwell, 1985).

Bark was employed extensively by the Indians of the Subarctic, Woodlands and Northwest Coast. Sheets of bark (*e. g.* from birch, elm, chestnut, basswood, ash, cedar, fir and spruce) were utilized for shelters, roofing, canoes, diverse containers (*e. g.* dishes, cooking vessels, boxes and buckets), infant carriers and temporary raincoats. The inner bark or bast (*e. g.* of basswood, swamp ash) was used to produce cordage, coiled baskets, and was woven to make mats, bags, baskets, nets, tumplines and clothes. Food, medicine, seasoning and hide tanning and coloring agents were obtained from the inner bark or cambium of spruce, pine, birch, poplar and willow (see *e. g.* Eidlitz, 1969).

The importance of bark for the Indians of the Northwest Coast was described by Drucker (1955 : 61-62) : « One could very nearly describe the life of the individual Indian in terms of cedarbark : as an infant, he was swaddled in the bark, shredded and haggled to a cottony consistency ; his pillow and head-presser were pads of the same material ; woven robes and rain capes of shredded bark protected him from rain and cold throughout his life ; checkerwork mats of red cedarbark were his principal household furnishings, serving as tablecloths at mealtimes, as upholstery for seats, and as mattresses for his bed. ...old worn-out mats served to protect his canoe from the checking effects of the sun on bright days. On ceremonial and festive occasions he wore turbans and arm and leg bands twisted and woven of shredded bark. ... And when he died, the chances were that unless he were a chief and entitled to special treatment, his body would be wrapped in a cedarbark mat for burial ».

Since bark decays rapidly, prehistoric finds are rare. Stringwork of lime and willow bast has been recovered from Late Mesolithic and Early Neolithic sites in Denmark (Juel Jensen, 1988b : 248). Pieces of small, cut and rolled birch bark, interpreted as tinder for starting fires, have been found in a number of Dorset and Thule sites on Baffinland (Maxwell, 1973 : 180).

The Indians of northern North America used split tree roots (most commonly spruce and cedar) to sew birchbark containers and canoes, for decoration and to make twined baskets and nets. Prehistorically, split pine roots were used in the Danish Mesolithic and Neolithic to bind twigs for fish traps (Juel Jensen, 1988b : 248).

Extensive experimentation directed toward « high power » use-wear analysis has been carried out with wood (Owen *et al.* 1984 ; Juel Jensen, 1988a : 82). It has included soft and hard woods, in both fresh and seasoned conditions (although not specifically driftwood). With the exception of the de-barking of wood, functional analyses of Paleolithic assemblages have tended to ignore bark and roots despite their numerous possible uses.

Other plants

The Indians of northern North America used a variety of fibrous plants (Helm, 1981 ; Trigger, 1978). For example, cordage was produced from the fibers of nettle, milkweed, wild flax and Indian hemp in the northeast and kelp on the Northwest Coast. Coiled baskets were made from rushes, coarse grass, maize husks, silk grass and wild hemp. Rushes were used to weave baskets, bags and mats for various purposes (*e. g.* flooring, covers for shelters). The fibers of Indian hemp and other plants were also woven into mantles and used to make nets.

Fibrous plants were also an important material for the Eskimos. Lantis (1984b : 215) writes of the Nunivak Eskimo that « the great use of grass, for kayak mats, matting on house benches and walls, coarse mats over drying fish to keep off flies, carrying and storage baskets, trinket baskets, socks and boot insoles, rope, and ceremonial ornamentation, was a characteristic shared with other Yupik, especially those on the Pacific coast, and with Aleuts ». Nelson (1983 : 43, 202-205) also discusses and illustrates Eskimo objects of grass, *e. g.* mats, baskets, bags, socks and boot pads. Grass was commonly used in boots as protection against cold, moisture and pressure (see *e. g.* Hatt, 1969 : 23-24). Remains of shoe grass were even found in an inner sock of skin recovered from the permafrost at the ca. 4 000 year old Sarqaq site of Qeqertaussuk in Greenland (Gronnow and Melgaard, 1988 : 437).

The Aleuts most often used the fiber of dune grass (*Elymus arenarius, subspecies mollis*) for their

baskets, mats, etc. (Lantis, 1984a : 169-170). It was split into fine strands and worked with a two strand twining technique while wet to prevent breaking. Colored designs were made with feathers and other materials.

Other types of plants were used regionally. In the northeast gourds were made into bowls, dishes, ladles and water bottles (Goddard, 1978 : 217). One account also mentions the use of locust thorns as needles (Goddard, 1978 : 227). The Indians also decorated their clothes with plant materials. Throughout the area of study, dried fruits and seeds were made into beads for necklaces and the ornamentation of clothing. Plant dyes were also produced and used to color quills, moose hair, etc.

Remains of objects produced from plants are seldom preserved in archeological contexts. Finds of prehistoric basketry are known from the Great Basin region of North America. According to Adovasia (1986 : 194), « controlled excavations in the abundant dry caves and rockshelters in nearly all sections of this area have yielded basketry collections that span more than 10,000 years of occupation ». Materials varied locally and included tule (*Scirpus* sp.), cattail (*Typha latifola*), sagebrush (*Artemisia tridentata*), true rush (*Juncus* sp.), willow (*Salix* sp.), cane (*Phragmites* sp.), Indian hemp (*Apocynum* sp.), milkweed (*Asclepias speciosa*), cedar (*Juniperus osteosperma*), cliff rose (*Cowania mexicana*), white sage (*Eurotia lanata*) and squaw bush (*Rhus trilobata*) (Adovasia, 1986 : 203).

Although there have been numerous experiments with grasses and reeds (see Owen *et al.*, 1984 ; Juel Jensen, 1988a : 82), analysts working with material from the Upper Paleolithic of Europe have often overlooked the non-food value of plants. In her functional analysis of the lithic artefacts from the French sites of Pincevent and Pont d'Ambon, Moss (1983 : 73) writes : « Plant working experiments were minimal because I felt that even if plants formed a significant part of the final Palaeolithic diet, stone tools would not be used to procure them». The use of plant materials by hunters and gatherers of the Arctic and the age of archeological finds from the Great Basin show that the working of plant materials with lithic tools in the Upper Paleolithic should not be excluded without further investigation.

Conclusions

This survey of ethnographic reports on the Inuit, Aleuts and Indians of northern North America has shown that they used a much larger spectrum of organic materials in the production of goods than is represented in most « high-power » use-wear experimental programs. Materials that decay rapidly and are thus seldom preserved in archeological contexts are often neglected or overlooked entirely. Some of these, such as horn and bark, have numerous possible uses, whereas others, *e. g.* beaks, claws and quills, have more limited applications. Experimentation is also restricted in the ways that materials are worked. Possible non-food uses of commonly studied animal and plant substances, *e. g.* fish and bird skins, inner organs, grasses and seeds, are often ignored. Archeological finds demonstrate that some of these materials were employed in similar ways prehistorically.

Functional studies may also underestimate the possible uses of plant materials in Arctic environments. The Inuit and Aleuts used fibrous plants to make mats, baskets, bags, socks and boot pads. Although scarce, wood was a highly valued material throughout the Arctic. It was of especial importance for the production of long implements, *e. g.* weapon shafts and tent poles, kayak frames, handles, plates and containers.

Since the interpretation of microwear traces on archeological artefacts is based on comparisons with the traces on experimental tools, a comprehensive program of experiments is of the utmost importance for functional studies. Despite the number of use-wear studies that have been carried out on archeological assemblages, research is still limited in many aspects. This study has revealed several materials and tasks previously neglected or overlooked entirely in use-wear analyses. The need for more fundamental research is also shown by finds of undeterminable polishes on archeological artefacts. New experiments increase not only the number of materials and tasks that can be recognized, but also the accuracy with which previously studied materials and tasks can be reconstructed.

* *Institut für Urgeschichte, Universität Tübingen, Schloß, 7400 Tübingen, Germany.*

Bibliography

ADOVASIO (J. M.), 1986.– Prehistoric Basketry. *In* : W. L. D'Azevedo (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 11, *Great Basin*, p. 194-205.

BALIKCI (A.), 1984.– Netsilik. *In* : D. Damas (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 5, *Arctic*, p. 415-430.

BERKE (H.), 1989.– Archeozoology and Site Catchment in the Magdalenian : Solutré, Petersfels, Pekarna Cave, Kniegrotte - A Preliminary Report. *Early Man News*, 14, p. 15-31.

COFFEY (D. J.), 1977.– *Dolphins, Whales and Porpoises : An Encyclopedia of Sea Mammals*. Macmillan Publishing Co., New York.

DAMAS (D.), (Ed.), 1984.– *Handbook of North American Indians*, vol. 5, *Arctic*. Smithsonian Institution, Washington, D. C.

D'ANGLURE (B. S.), 1984.– Inuit of Quebec. *In* : D. Damas (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 5, *Arctic*, p. 476-507.

D'AZEVEDO (W. L.), (Ed.), 1986.– *Handbook of North American Indians*, vol. 11, *Great Basin*. Smithsonian Institution, Washington, D. C.

DRUCKER (P.), 1955.– *Indians of the Northwest Coast*. Natural History Press, Garden City, New York.

EIDLITZ (K.), 1969.– *Food and Emergency Food in the Circumpolar Area*. Almquist & Wiksells Boktryckert AB, Uppsala.

FENTON (W. N.) 1978.– Northern Iroquoian Culture Patterns. *In* : B. G. Trigger (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 15, *Northeast*, p. 296-321.

GIJN (A. van), 1986.– Fish Polish, Fact and Fiction. *In* : L. Owen, G. Unrath (Ed.), BAR International Series, 411, p. 13-28.

GODDARD (I.), 1978.– Delaware. *In* : B. G. Trigger (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 15, *Northeast*, p. 213-239.

GRONNOW (B.) and MELDGAARD (M.), 1988.– Boplads i dybfrost. *Naturens Verden*, 11-12, p. 409-440.

HAHN (J.), 1986.– *Kraft und Aggression. Die Botschaft der Eiszeitkunst im Aurignacien Süddeutschlands ?* Archaeologica Venatoria, Tübingen.

HATT (G.), 1969.– Arctic Skin Clothing. *Arctic Anthropology*, vol. 2.

HELM (J.), 1981.– *Handbook of North American Indians*, vol. 6, *Subarctic*. Smithsonian Institution, Washington, D.C.

HODGES (H.) 1964.– *Artifacts. An Introduction to Early Materials and Technology*. Academic Press, London.

HUGHES (C. C.), 1984.– Saint Lawrence Island Eskimo. *In* : D. Damas (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 5, *Arctic*, p. 262-277.

JELINEK (J.), 1975.– *Das große Bilderlexikon des Menschen in der Vorzeit*. Bertelsmann, Gütersloh.

JUEL JENSEN (H.), 1988a.– Functional Analysis of Prehistoric Flint Tools by High-Power Microscopy : A Review of West European Research. *Journal of World Prehistory*, 2, 1, p. 53-88.

JUEL JENSEN (H.), 1988b.– Microdenticulates in the Danish Stone Age : A Functional Puzzle. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie*, t. 1, Aspects archéologiques, BAR International Series, 411, p. 231- 252.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental Determination of Stone Tool Uses*. University of Chicago Press, Chicago.

LANTIS (M.), 1984a.– Aleut. *In* : D. Damas (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 5, *Arctic*, p. 161-184.

LANTIS (M.), 1984b.– Nunivak Eskimo. *In* : D. Damas (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 5, *Arctic*, p. 209-223.

MATHIASSEN (T.), 1927.– *Archaeology of the Central Eskimos* I & II. Report of the Fifth Thule Expedition 1921-1924, vol. IV. Nordisk Forlag, Copenhagen.

MAXWELL (M. S.) 1973.– *Archaeology of the Lake Harbour District, Baffin Island*. National Museum of Man, Mercury Series, Archaeological Survey of Canada, Paper n° 6. Ottawa.

MAXWELL (M. S.) 1985.– *Prehistory of the Eastern Arctic*. Academic Press, London.

MILES (C.), 1963.– *Indian and Eskimo Artifacts of North America*. American Legacy Press, New York.

MOSS (E. H.), 1983.– *The Functional Analysis of Flint Implements - Pincevent and Pont d'Ambon : Two Case Studies from the French Final Palaeolithic*. BAR International Series, 177, Oxford.

MÜNZEL (S.), 1987.– *Umingmak, ein Moschusochsenjagdplatz auf Banks Island, N.W.T., Canada. Archäozoologische Auswertung des Areals ID*. Urgeschichtliche Materialhefte 5, 2. Archaeologica Venatoria, Tübingen.

MURDOCK (J.) 1892.– *Ethnological Results of the Point Barrow Expedition*. 9th Annual Report of the Bureau of Ethnology, Washington.

NELSON (E. W.) 1983.– (originally published 1899). *The Eskimo About Bering Strait*. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.

OWEN (L. R.), UNRATH (G.), (Ed.) 1986.– Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools. *Early Man News 9.10.11*, Archaeologica Venatoria, Tübingen, p. 11-12.

OWEN (L. R.), UNRATH (G.), VAUGHAN (P.), 1984.– Register of Microwear Analysts and Their Research. *Early Man News 7.8*, Archaeologica Venatoria, p. 30-89.

PAWLIK (A.) 1991.– *Experimente an einigen gebräuchlichen Werkstoffen in der paläolithischen Kleinkunst und die mikroskopische Funktionsanalyse der verwendeten Steingeräte*. Unpublished M.A. Thesis, Institut für Urgeschichte, Universität Tübingen.

PLISSON (H.) 1985.– *Étude fonctionnelle des outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures ; recherche méthodologique et archéologique*. Thèse de doctorat en sciences humaines, Université de Paris I (Panthéon Sorbonne).

RAY (D. J.) 1984.– Bering Strait Eskimo. *In* : D. Damas (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 5, *Arctic*, p. 285-302.

REYNOLDS (B.) 1978.– Beothuk. *In* : B. G. Trigger (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 15, Northeast, p. 101-108.

RITZENTHALER (R. E.) 1978.– Southwestern Chippewa. *In* : B. G. Trigger (Ed.), *Handbook of North American Indians*, vol. 15, Northeast, p. 743-759.

SEMENOV (S. A.) 1964.– *Prehistoric Technology*. Moonraker Press, London.

SUSSMAN (C.), 1988.– *A Microscopic Analysis of Use-Wear and Polish Formation on Experimental Quartz Tools*. BAR International Series, 395, Oxford.

SYMENS (N.), 1988.– Funktionsanalyse der Aurignacien Steingeräte. *In* : *Die Geißenklösterle-Höhle im Achtal bei Blaubeuren. Band 1 : Fundhorizontbildung und Besiedlung im Mittelpaläolithikum und Aurignacien*, J. Hahn (Ed.), p. 177-201. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart.

TAYLOR (J. G.) 1974.– *Netsilik Eskimo Material Culture*. Universitetsforlaget trykningssentral.

TRIGGER (B. G.) (Ed.) 1978.– *Handbook of North American Indians*, vol. 15, *Northeast*. Smithsonian Institution, Washington, D. C.

TRINGHAM (R.), COOPER (G.), ODELL (G.), VOYTEK (B.), WHITMAN (A.), 1974.– Experimentation in the Formation of Edge Damage : A New Approach to Lithic Analysis. *Journal of Field Archaeology*, 1, p. 171-196.

UNRATH (G.), OWEN (L.), GIJN (A.) van, MOSS (E. H.), PLISSON (H.), VAUGHAN (P.), 1986.– An Evaluation of Use-Wear Studies : A Multi-Analyst Approach. *In* : L. Owen, G. Unrath (Ed.), *Early Man News* 9.10.11, Archaeologica Venatoria, p. 117-176.

VAUGHAN (P.), 1985.– *Use-Wear Analysis of Flaked Stone Tools*, University of Arizona Press, Tucson.

Acquisition et transformation des matières animales tendres

Coordinateur
H. Plisson

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Le travail des matières animales tendres : de l'outil vers le processus

*Hugues PLISSON**

« L'outil n'existe que dans le cycle opératoire ; il en est un bon témoin car il en porte généralement des traces significatives, mais au même titre qu'un squelette de cheval porte l'empreinte de l'être herbivore à course rapide dont il a été un jour la charpente. »

(Leroi-Gourhan, 1965 : 35)

Durant la Préhistoire, les produits d'origine animale ont constitué des ressources d'une grande importance pour les sociétés humaines. Cette importance transparaît, au-delà des éléments de faune trouvés sur les sites, dans la diversité des moyens mis en œuvre pour leur exploitation. De ces moyens, il nous reste des débris d'outils ou d'instruments, des déchets ou des produits en matières non périssables, des associations ou organisations de vestiges.

L'archéozoologie contribue à faire connaître les espèces exploitées et certaines modalités du traitement de leurs carcasses, plus particulièrement en ce qui concerne leur partage, c'est-à-dire leur mise en pièces. Cependant, au-delà de la boucherie, elle nous dit peu sur le traitement des parties molles et n'évoque les techniques de capture ou d'abattage qu'au travers des sélections d'âges ou de sexes. Les opérations techniques survenant en amont ou en aval du corps ou des quartiers de l'animal ne sont pas ou peu documentées par les seules analyses ostéologiques. Il y a à cela deux raisons. Les produits organiques ne se sont pas conservés dans les sédiments, à l'exception de l'os, du bois de cervidé ou de l'ivoire, tandis que les traces des actions de l'homme enregistrées par ces parties dures ne sont pas interprétables indépendamment des instruments qui les ont produites. Il faut donc, pour prétendre à certaines reconstitutions techniques, rechercher, au-delà des restes de faune, les vestiges ayant conservé la mémoire de telles opérations.

Les opérations dont il est question participent à des processus de réalisation technique ; elles s'inscrivent fonctionnellement dans un système qui à partir d'une matière naturelle génère un ou plusieurs produits finalisés. Elles interviennent à des moments définis dans l'organisation de ce

système et peuvent être groupées en deux phases majeures distinguant l'acquisition de la matière de sa transformation, préalablement à sa consommation.

Pour ce qui est des ressources animales, les méthodes et les techniques d'acquisition sont multiples : elles dépendent de l'animal considéré (invertébré ou vertébré ; aquatique, terrestre ou aérien ; herbivore ou carnivore, etc.), des produits qui en sont attendus (ramure, lait, sang, fourrure, viande, etc.) et de ses rapports avec l'homme (à un premier niveau de distinction : sauvage ou domestique). L'abattage précède généralement le traitement du corps des vertébrés, les cas d'exception pour les mammifères étant la traite, la saignée et la tonte. La mort résulte le plus souvent, pour les formes sauvages, de leur mode de capture. L'acquisition s'achève alors par la production d'un cadavre.

La transformation de ce corps commence par une séparation des parties anatomiques, organes et tissus, dont sont tirés divers produits parmi lesquels la peau, la viande, les graisses, les tendons, la corne et l'os. Lorsqu'elles ne sont pas consommées crues ou rejetées, les parties molles subissent des traitements destinés à leur faire acquérir certaines qualités et généralement à les conserver en les rendant moins putrescibles grâce à des moyens mécaniques, chimiques ou thermiques. La variété des méthodes de transformation peut apparaître moindre que celles des méthodes d'acquisition du fait du registre plus limité des techniques mises en œuvre : la diversité des comportements du vivant ne se retrouve pas dans la structure des tissus physiologiques. Néanmoins, une complexité équivalente sinon supérieure des schémas opératoires peut être développée, en particulier dans le domaine de la tannerie.

Archéologiquement, ces notions de diversité et de complexité technologiques sont exploitables. Il est tentant de les plaquer sur les vestiges préhistoriques pour expliquer leur propre variabilité au travers d'une démarche visant à interpréter en termes « culturels » tout ce qui ne paraît pas relever d'adaptations fonctionnelles spécifiques. La validité de l'approche peut être acceptée ou contestée selon la définition donnée aux termes de son énoncé et le niveau de lecture auquel on se place. En tout état de cause, la prise en compte de ces notions nécessite la mise en place d'une méthodologie adaptée.

Si la diversité des vestiges d'activité humaine est la base même des sciences préhistoriques, elle ne fut d'abord appréhendée que de manière classificatoire, sous la forme de catalogues de plus en plus détaillés, auxquels contribuèrent de nombreuses méthodes d'analyses (dont la tracéologie). Les moteurs de cette diversité sont longtemps demeurés obscurs. Aujourd'hui, sous l'impulsion en particulier des recherches en technologie lithique, commencent à être étudiées les relations synchroniques ayant existé entre les vestiges archéologiques, au sein de mêmes catégories d'objets ou entre catégories différentes. Progressivement, ne sont plus analysés des objets ou des faits isolés, mais des systèmes techniques dont on cherche à caractériser les structures, les fonctionnements et les fonctions (Geneste, 1991). La notion de complexité, hors de propos lorsqu'il s'agissait de procéder à des inventaires, vient au premier plan. Elle permet de considérer une autre diversité, à la définition de laquelle elle participe, non plus celle des objets mais celle des processus de réalisation. L'évaluation de la complexité est à la fois quantitative et qualitative : selon son degré, sa nature et sa répartition entre les différentes étapes des processus de réalisation.

En distinguant ainsi des manières de faire les choses, on peut, dans une certaine mesure, distinguer leurs auteurs (de l'individu à l'ethnie) et reconnaître le cas échéant, à partir de modèles expérimentaux et théoriques, des structurations particulières de l'espace (habitat, territoire), du temps (par ex. saisonnier) et des groupes (par ex. tâches collectives, tâches spécialisées). On contribue à une interprétation de la variabilité des ensembles archéologiques en définissant leurs niveaux d'interrelations et la part d'interaction des facteurs environnementaux. Les limites de la démarche sont fixées par la valeur sociale et symbolique des actes techniques (Lemonnier, 1983), évidemment peu accessibles à l'archéologue. En ce qui concerne l'outil, on traite plus souvent de la fonction technique, lorsque ce n'est pas simplement du fonctionnement (Sigaut, 1991), que de la fonction, qui inclut à la fois le fonctionnement, la fonction technique et la fonction symbolique.

L'outil analytique fondamental de toute approche technologique est celui de la chaîne opératoire. Le concept de la chaîne opératoire permet d'identifier et d'ordonner les étapes nécessaires dans le processus de réalisation et d'en caractériser

les composantes. Partant de la matière brute prélevée dans le milieu naturel pour aboutir au produit consommable, la chaîne opératoire met en œuvre, à partir d'un schéma conceptuel de réalisation :

« – un ou des agents,
– une ou plusieurs matières d'œuvres (...),
– un ou des outils (...),
– des ressources (au minimum de l'énergie, mais l'eau pour laver, le vent pour sécher, le sable pour abraser, etc., sont des ressources),
– un espace et un temps. » (Sigaut F., 1985 : 10)

« L'idée maîtresse contenue dans la notion de chaîne opératoire est fondée sur une conception générale, validée par une possibilité de contrôle par un référent actualiste et issue des premières recherches des expérimentateurs préhistoriens, à savoir que toute réalisation technique est un processus dont les étapes techniques peuvent être distinguées en théorie et par l'observation. » (Geneste, *op. cit.*).

En situation archéologique, nous disposons de vestiges parmi lesquels peuvent être reconnus, dans un lieu donné, des matières d'œuvre non périssables à divers stades de leur transformation (brut, ébauche, déchet, produit fini) et des outils. Nous sont *a priori* inconnus : les agents, les ressources, le temps et les schémas opératoires.

En ce qui concerne le thème de la présente session, l'exploitation des matières animales tendres, il ne reste généralement des matières d'œuvre archéologiques que des déchets osseux, souvent très fragmentés, ou des coquilles.

Les outils sont d'abord définis, mécaniquement, selon leur action sur la matière (Leroi-Gourhan, 1971). A un premier niveau de lecture, cette action est évaluée à partir de la morphologie et de l'endommagement des parties actives (Broglio *et alii*, ce vol. : 31).

Les outils et les matières d'œuvre sont mis en relation à partir des stigmates résultant de leurs effets réciproques en cours de travail : l'outil porte des traces caractéristiques de la matière pénétrée tandis que celle-ci montre la signature de cet outil. Les signatures d'outils sont ici dans les formes d'éclatement des os, les stries de décarnisation et, domaine encore peu exploré, les impacts de projectiles (Morel, ce vol. : 55) : on touche dans ce cas aux techniques de chasse. Quant à l'usure des outils, elle témoigne non seulement d'actions sur les matières dures, mais aussi du travail de matières molles disparues. Elle autorise, sous certaines réserves (Hayden, ce vol. : 119 ; Collin et Jardon, *ibidem* : 105), une détermination de l'état (ex. frais, sec, humide) ou de la nature de celles-ci (ex. viande, peau, écailles de poisson). Certaines ressources sont directement déduites de l'état de ces matières molles, tel l'emploi de l'eau ou de l'ocre (Philibert, ce vol. : 131).

« Les outils dans leur partie agissante sont étroitement solidaires du geste qui les anime » (Leroi-Gourhan, *op. cit.* : 43). Ce geste sous-entend un agent dont dépend la mise en œuvre d'une énergie motrice. L'énergie peut être transmise à la partie active de l'instrument par l'intermédiaire d'un système destiné à la démultiplier ou à en contrôler l'application. On aborde là les questions de l'emmanchement des outils et des armatures et du mode de propulsion des projectiles. Différents indices morphologiques et tracéologiques sont invoqués dans les reconstitutions d'emmanchement. Selon les cas, on accède à la position du manche par rapport à l'extrémité active, au fonctionnement particulier de l'instrument concerné, parfois à sa structure (Skakun, ce vol. : 139). L'identification des systèmes de lancer des projectiles n'est guère plus aisée. Elle pourrait toutefois bénéficier des recherches menées en paléoanthropologie sur les lésions osseuses résultant des surfonctionnements musculaires (Dutour, ce vol. : 59). Les investigations fonctionnelles gagneraient à intégrer ce type d'approche, dont le champ d'application n'est pas limité aux techniques de lancer : on connaît déjà à Telarmachay, dans les Andes, les restes d'une jeune femme au coude déformé par l'usage, inhumée avec des outils à travailler la peau (Lavallée *et alii*, 1985).

Que nous apporte la mise en évidence d'instruments, de matières d'œuvre, de ressources et, dans certains cas, de gestes ou d'agents ? Insuffisante en soi pour prétendre à la reconstitution de schémas opératoires détaillés, elle n'en donne pas moins des informations technologiques qui ont une valeur contextuelle. L'absence ou la présence de certaines techniques ou le type de matière d'œuvre traitée deviennent des marqueurs spatiaux ; ils peuvent aussi apparaître propres à certaines époques. On a déjà souligné la rareté du travail du bois à la fin du Paléolithique, où l'ensemble des activités semble tourné vers l'exploitation des matières animales ; cela contraste avec les observations faites sur les périodes plus

anciennes (Beyries, Hayden, ce vol. : 283). Certains instruments, caractéristiques dans leur usure ou leur forme d'abandon de l'un des stades d'une chaîne opératoire, participent à la définition stratégique des lieux fouillés (González Urquijo *et alii*, ce vol. : 97). Ils permettent de les situer en amont ou en aval d'autres espaces où se sont déroulés les stades antérieurs et postérieurs de la chaîne opératoire. Les armatures de projectile, dont la fonction implique une discontinuité dans le temps et l'espace entre leur fabrication, leur utilisation et leur abandon, sont à cet égard un bon exemple. L'absence d'écharnoirs sur les sites magdaléniens et épipaléolithiques de plein air où le travail des peaux est attesté est peut-être aussi à considérer sous cet angle. Enfin, des techniques peuvent avoir un rôle fondamental dans l'organisation des systèmes de subsistance : c'est le cas des armatures de projectile, qui prennent une large place dans les systèmes de production lithique à partir du Paléolithique supérieur (Nuzhny, ce vol. : 41) et dont les plus anciennes formes sont maintenant recherchées au Paléolithique moyen (Shea, ce vol. : 21).

La notion de complexité, abordée en préambule, est déjà accessible à ce stade de notre approche. Même sans entrer dans le détail des chaînes opératoires, la complexité peut être évaluée sur le nombre des instruments dévolus au travail d'une même matière. Ainsi, le Paléolithique supérieur se distingue du Paléolithique moyen par la plus grande diversité des outils dédiés au travail de la peau, ainsi que par celle de leurs usures, ce qui conduit à envisager des procédures de tannage plus élaborées susceptibles de s'accompagner de statuts sociaux particuliers (Hayden, ce vol. : 119).

L'identification fonctionnelle des outils permet, parallèlement, de poser l'étude de leur chaîne de fabrication en termes de prédéterminations opératoires, depuis le choix de leur matériau (Sidéra, ce vol. : 147) jusqu'à leur forme, en passant par le degré d'investissement technologique relatif à leur production (Hurcombe, ce vol. : 87). La nécessité de cette approche est particulièrement ressentie avec les industries du Paléolithique moyen, qui relèvent de concepts de production originaux, distincts de ceux des périodes postérieures. Le rôle de la retouche (Grimaldi et Lemorini, ce vol. : 67) ou la notion d'outil spécialisé (Kazarian, ce vol. : 79) sont alors considérés avec d'autant plus d'attention.

Prétendre reconstituer, à partir des données acquises jusqu'ici, des schémas opératoires précis revient à imaginer le motif d'un puzzle sur la base d'une poignée de pièces éparses. Hors du domaine de la taille des roches dures, où chaque produit, sous-produit et déchet tiré du bloc de matière apparaît caractéristique d'un stade particulier d'une chaîne opératoire identifiable, la reconstitution des processus de réalisation technique ne peut se fonder le plus souvent que sur des ensembles de témoins incomplets ou de valeurs inégales. Lorsque la matière d'œuvre n'est pas conservée, comme c'est le cas pour les tissus organiques tendres, les activités ne se trouvent appréhendées que par l'intermédiaire des outils – situation inverse de celle de la taille –, et ceux ci ne couvrent pas nécessairement toute la chaîne opératoire. Les lacunes sont parfois considérables. Les outils en matières périssables font défaut, ainsi, virtuellement, que tous ceux, lithiques ou osseux, qui ne sont pas reconnus faute d'avoir été nettement façonnés (ex. percuteurs, râpes et autres spatules). A ce déficit s'ajoutent les opérations effectuées sans outils. Aussi, selon le schéma opératoire employé, l'essentiel de la chaîne de traitement de la peau postérieure à l'écharnage peut ne laisser à l'archéologue aucun outil caractéristique. Enfin, la liste des restrictions serait incomplète si on ne mentionnait les instruments qui sont communs à des séquences opératoires bien distinctes : les arts du cuir en comptent un certain nombre.

Pour aller au-delà de l'évidence selon laquelle la présence de pointes de projectiles suppose des actions de chasse, ou l'emploi de grattoirs sur de la peau sèche implique qu'il y a eu dépouillement d'animaux, puis écharnage de leurs peaux, il est nécessaire de cerner les paramètres technologiques relatifs aux moments stratégiques des chaînes opératoires. Dans ces moments sont exécutées des opérations irréversibles qui engagent la suite du processus de réalisation. Elles relèvent d'adaptations fonctionnelles particulières et reposent sur le respect de critères opératoires stricts ; elles font généralement l'objet d'investissements prononcés. Les paramètres qui conditionnent de telles opérations ont valeur de marqueurs d'activité. Ils sont à rechercher à la fois dans le mode de fonctionnement, la capacité opératoire et le contexte d'emploi des outils archéologiques. Leur mise en évidence ne dépend pas seulement des données

fonctionnelles déjà acquises. Elle repose sur la parfaite connaissance du domaine technique abordé et sur la constitution d'un corpus de références précisément adapté à la situation archéologique. Ces deux exigences se traduisent par une investigation documentaire préalable faisant une large place à l'ethnographie et par un recours important à l'expérimentation. En raison de l'investissement considérable d'une telle approche, visant à reconstituer dans leur spécificité opératoire les activités du passé, les travaux engagés sont encore pour la plupart au stade de l'élaboration des modèles ou de la confrontation des données archéologiques et expérimentales.

Nous suivrons, au travers des différents articles de la session sur les matières animales tendres, le parcours (interdisciplinaire) qui mène de traces ou de vestiges archéologiques ingrats et *a priori* peu explicites à la reconstitution non seulement de gestes, mais aussi d'éléments d'organisations techniques et économiques.

* *ERA 28 du CRA-CNRS,*
Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France.

Bibliographie

GENESTE (J.-M.) 1991.– Systèmes techniques de production lithique : variations techno-économiques dans les processus de réalisation des outillages paléolithiques. *Techniques et Culture*, n° 17-18, janvier-décembre, p. 1-35.

LAVALLÉE (D.), JULIEN (M.), WHEELER (M.), KARLIN (C.) 1985.– *Telarmachay, chasseurs et pasteurs préhistoriques des Andes.* Éditions Recherches sur les civilisations, Paris, 461 p.

LEMONNIER (P.) 1983.– L'étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle. *In : Actes de la table ronde « Technologie culturelle »*. Ivry, novembre 1982. Techniques et Culture, vol. 1, p. 11-26.

LEROI-GOURHAN (A.) 1965.– *Le geste et la parole : la mémoire et les rythmes.* Albin Michel, Paris, t. 2, 285 p.

LEROI-GOURHAN (A.) 1971.– *L'Homme et la matière.* Albin Michel, Paris, 2e édition, 348 p.

SIGAUT (F.) 1985.– Ethnoscience et technologie : les tâches de la technologie. *Techniques et Culture*, vol. 5, n° janvier-juin, p. 1-17.

SIGAUT (F.) 1991.– Un couteau ne sert pas à couper mais en coupant. Structure, fonctionnement et fonction dans l'analyse des objets. *In : 25 ans d'études technologiques en Préhistoire. Bilan et perspectives.* Actes des XIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, 18-20 octobre 1990, Éd. APDCA, Juan-les-Pins, p. 21-34.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Lithic use-wear evidence for hunting in the Levantine Middle Paleolithic

*John J. SHEA**

Résumé

Des traces caractéristiques d'impact (lance ou pieu), de boucherie et d'emmanchement ont été observées sur des pointes provenant d'outillages moustériens du Levant. Le fait que ces « traces d'impact » apparaissent aussi bien dans les assemblages associés aux hommes modernes que dans ceux qui sont associés aux Néandertaliens suggère que ces deux hominidés pratiquaient les mêmes stratégies prédatoires.

Abstract

Use-wear patterns characteristic of projectile impact, butchery and haft contact occur on pointed artifacts from Levantine Mousterian assemblages. That such « impact wear » appears in both the assemblages associated with early modern humans and those associated with Neandertals suggests these hominids practiced similar predatory strategies.

Introduction

The hunting of large animal prey has long been viewed as a key force in shaping the social and biological characteristics of modern humans. This paper explores the lithic evidence for the capture and processing of animal prey in the Levantine Mousterian and the implications of this evidence for understanding Upper Pleistocene hominid behavior and evolutionary ecology. Analysis of Levantine Mousterian collections indicates stone projectile armatures were employed both by Neandertals and by early anatomically-modern humans living in Southwest Asia between 45-100,00 BP.

Background

The use of stone armatures on wooden spears is a clear indication, not just of hunting, but also that such predatory activity occurred with sufficient

regularity for there to have been an energetic « payoff » for enhancing the lethality of spear points beyond that which can be obtained by a sharpened wooden point. Recent interpretations of the Middle Paleolithic record have inferred that archaic/Neandertal populations lacked the ability or the incentive to devise such lithic projectile armatures (Binford, 1985 : 200 ; Gamble, 1986 ; 385 ; Dibble, 1987 : 187-189 ; Chase, 1989 : 332 ; Holdaway, 1989 ; Mellars, 1989 : 351). Instead, such lithic projectile armatures are thought to have appeared during or after the Middle-Upper Paleolithic transition about 35-40,00 BP with the appearance of anatomically-modern humans.

In the Levant, however, between 45-100,00 BP both archaic/Neandertal humans and early anatomically-modern humans are associated with the same Levantine Mousterian industry (Trinkaus, 1984 ; Vandermeersch, 1989 ; Bar-Yosef, 1989). Most Levantine Mousterian assemblages are executed on fine-grained and highly-siliceous flints that are eminently suitable for use-wear analysis (Shea, 1988, 1989a, 1989b, 1991). If, as recent interpretations of the European record have suggested, the use of stone-tipped projectile weapons in hunting was indeed a fundamental behavioral contrast between archaic/Neandertal humans and early modern humans, or one between Middle and Upper Paleolithic populations in general, then one should expect stone projectile points either (in the first case) to be associated only with early modern humans, or (in the second case) to be absent entirely from Levantine Mousterian contexts.

Experiments, microscopy, and pattern recognition

Many European Middle Paleolithic and African Middle Stone Age artifacts are described as « points » (Bordes, 1961). Because such artifacts are well-suited for a variety of cutting tasks, however, the morphology of pointed artifacts is not necessarily a reliable indicator of the acutal uses to which they were put. Only lithic use-wear analysis can provide a secure basis for inferring whether or not Middle Paleolithic « points » were used as projectile armatures.

In order to provide an empirical basis for the recognition and interpretation of Levantine Mousterian stone tool functions from patterned variation in use-wear traces, lithic artifacts replicating Middle Paleolithic forms were made and used by the author in 1279 experiments replicating projectile use, butchery, hide-working, carving bone and antler, cutting soft plant matter, woodworking and digging (Shea, 1991). In this experimental program, 98 flint artifacts were lashed to hafts and both thrust and thrown into animal targets, including domestic cow (*Bos familiarus*), horse (*Equus caballus*), donkey (*Equus asinus*), white-tailed deer (*Odocoilianus virginianus*) and gazelle (*Gazella gazella*). Most points were lashed to a foreshaft approximately 10-20 cm in length that was inserted into a hole in a main spear shaft about 2 m in length and 3-5 cm in diameter. Melted beeswax and pine pitch were applied to these lashing traces in order to make a durable bond. These experimental points were used until damage impaired their ability to penetrate the skin of target, the point at which it seems reasonable to suppose that prehistoric stone projectile points would have been discarded.

Following use, each worn experimental tool was scrubbed in soap and warm water then washed with acetone to remove animal fats and finger grease. All tools were examined for use-wear traces (polish, edge-rounding, striation, and microfractures) initially under direct lighting with an Olympus SZTR 4060 stereomicroscope (6-160x) and subsequently under incident lighting with an Olympus BHM metallurgical microscope (70-300x).

These experiments provided a comparative basis for interpreting use-wear patterns resulting from a wide range of activities. In general, the direction of tool motion can be identified from the alignment of microfractures and striations and from the distribution of edge-rounding and polish (Odell, 1981 ; Odell and Odell-Vereecken, 1980). The resistance characteristics of the worked material can be inferred from both the size and morphology of microfractures (larger = harder), and the extent to which abrasive wear extended over these microfractures (more extensive = soft, less extensive = hard). Matte-reflecting polishes resulted mainly from the incision of animal tissues ; bright polishes from the incision of wood ; and vitreous polishes from the incision of soil and highly-siliceous plant matter (Keeley, 1980 : 63).

« Impact damage » manifests itself primarily (or at least less ambiguously) in terms of microfracturing

traces. The most diagnostic wear pattern resulting from projectile use that was also sufficient to terminate the use-life of a tool was a broad macrofracture that extended from the tip of the projectile generally onto the ventral surface of the tool (fig. 1). Occasionally such fractures propagated obliquely, creating a scar similar to that resulting from a burin blow (fig. 2). Such large fractures did not occur in any of the other experimentally-replicated activities. Similar wear patterns have been observed on experimental projectile points by other use-wear analysts (Ahler, 1971 ; Bergman, Newcomer, 1983 ; Moss, 1983 ; Fischer *et al.*, 1984 ; Odell, Cowan, 1986). The results of these experiments suggest that such macrofractures were likely to be the most reliable criterion for identifying projectile impact among Levantine Mousterian archaeological collections.

Fig. 1. Experimental impact wear- ventral scar (width of field = 32 mm).

A second common result of stone projectile use was a lateral snap fracture that truncated the tool across the axis perpendicular to its trajectory at impact. Unfortunately, such lateral snaps also result from a wide range of processes, including trampling, laterally-directed force during use, « end-shock » in flintknapping, and soil pressure. This degree of equifinality suggests lateral snapping is not likely to be useful for identifying projectile impact in archaeological collections.

Worn projectiles were also inspected for such abrasive wear traces as striations and polish. Such striations as were observed usually trailed away from the distal tip of the projectile and were mainly visible on points that had missed the animal target

Fig. 2. Experimental impact wear- burination (width of field = 25 mm).

and had instead embedded themselves in soil. Polish was barely visible on the distal tips of impact-damaged projectiles. This absence probably reflects several factors, including the relatively slow loading speeds involved in spear use, the relatively brief duration of incision during impact, the yielding character of many of the materials, such as hide, muscle and viscera, against which projectile points make contact, and the loss of polished edges and surfaces near the distal tip when this fractures from dynamic contact with harder tissues, such as bone.

The results of these experiments suggest that, while polish and striation remain useful clues to many other stone tool uses (*e. g.* Keeley, 1980), microfractures are of equal or greater diagnostic value for identifying projectile impact.

The Levantine Mousterian samples

Twenty Levantine Mousterian assemblages from five sites were identified in which stone tool edges and surfaces were sufficiently well-preserved on a large percentage of implements (> 80 % of a random sample of 100 tools) for use-wear analysis to be conducted. These included Kebara Cave Units IX-XIII (1983-1986 excavations ; see

Bar-Yosef, *et al.*, 1986), Tabun Cave Units I, II, and IX (Jelinek, 1982), Hayonim Cave Level E (Bar-Yosef, 1979), Qafzeh Cave « Vestibule » Units XV, XVII-XXIV (Vandermeersch, 1981), all of which are located in Israel, and Level C of Tor Faraj Rockshelter, which is located in southern Jordan (Henry, 1986). All of the artifacts larger than 25 mm were examined for use-wear traces using the microscopic techniques previously described for the experimental program. Of the 29,206 artifacts examined, 2,309 (7.9 %) were identified as visibly worn from use (tab. 1).

	Artifacts	Use-Worn	Artifacts	EUs	EUs Referable Impact %
Assemblages	n	n	%	n	%
Kebara IX	2449	162	6.6	233	8.5
KebaraX	3258	433	13.3	676	10.1
Kebara XI	4169	363	8.7	537	9.1
Kebara XII	393	63	9.2	104	14.4
Kebara XIII	101	7	6.9	12	25.0
Tabun I-B	431	19	4.4	29	13.8
Tabun I-C	3985	139	3.4	184	2.2
Tabun II-D	1500*	59	3.9	90	13.3
Tabun IX-D	1642	209	12.7	338	6.3
Hayonim E	2185	271	12.4	414	6.8
Qafzeh XV	5872	334	5.7	486	12.8
Qafzeh XVII	1370	61	4.4	91	3.3
Qafzeh XVIII	82	11	13.4	17	0.0
Qafzeh XIX	397	40	10.1	44	2.2
Qafzeh XX	20	5	25.0	6	0.0
Qafzeh XXI	310	23	7.4	30	0.0
Qafzeh XXII	151	15	10.1	16	0.0
Qafzeh XXIIV	67	2	3.0	2	0.0
Tor Faraj C	824	93	11.2	169	16.0
Total	29,206	2309	7.9	3478	9.2

* estimate only, actual total not yet published.

Tab. 1. Sample sizes of Levantine Mousterian assemblages and frequencies of various functional indices related to hominid predatory activity.

Because almost one third of the use-worn tools in these assemblages exhibited more than one discrete concentration of use-wear traces on their perimeter, the occurrence of wear in these assemblages was quantified in terms of « employed units » (EUs), concentrations of wear whose morphological characteristics were referable to a single tool motion and worked material combination. 3478 EUs were identified in the Levantine Mousterian sample. Functional inferences/hypotheses about these EUs were made by systematically comparing the numerically-encoded values for nine use-wear variables recording aspects of edge-rounding, polishing, striation, and microfracturing for experimental reference collection with those for the archaeological databases.

Most EUs in the Levantine Mousterian sample were assessed as resulting from woodworking (1219 EUs or 35.1 %), an interpretation that replicates the results of several studies of European Mousterian assemblages (Beyries 1987b, Plisson 1988). Other frequently-represented activities included butchery (658 EUs or 18.9 %), haft contact (519 EUs or 14.9 %), hide-scraping (288 or 8.2 %), and « bone contact » – a category that could equally well include the results of heavy-duty butchery and/or the carving of bone/antler objects (257 EUs or 7.4 %). 319 EUs (9.2 %) replicated the wear patterns resulting from experimental projectile impact.

Such « impact wear » was identified in fifteen of the twenty assemblages, all except the relatively small collections from Qafzeh XVIII, XX-XXII, and XXIV. Wear traces referable to projectile impact occurred mainly on Levallois points, pointed blades, and triangular flakes that were generally less than 10 cm long (fig. 3), however, wear referable to impact was rarely the only EU on a tool (tab. 2).

Functional Parameters	n	%
Total Artifacts Examined	791	100.0
Use-worn Artifacts Identified	520	65.7
Total EUs	1098	100.0
Retouched EUs	177	16.1
Inferred Motions (EUs)		
cut	401	36.5
shave	25	2.3
scrape	58	5.3
pierce/impact	251	22.9
awl	29	2.4
haft contact	324	29.5
unknown/other	10	0.1
Inferred context of use (EUs)		
impact	251	22.9
butchery	283	25.8
hide-scraping	54	4.9
bone contact	47	4.3
soft plant processing	6	0.6
woodworking	115	10.5
haft contact	324	29.5
unknown/indeterminate	18	1.6
Total EUs referable to :		
prey capture and processing(1)	905	82.4
tool manufacture and repair(2)	169	15.4
indeterminate(3)	24	2.2

(1) Prey capture and processing = impact, butchery, bone contact, haft contact.
(2) Tool manufacture and repair = hide-scraping, woodworking.
(3) Indeterminate = soft plant processing, unknown.

Tab. 2. Functional parameters of pointed artifacts from Levantine Mousterian contexts.

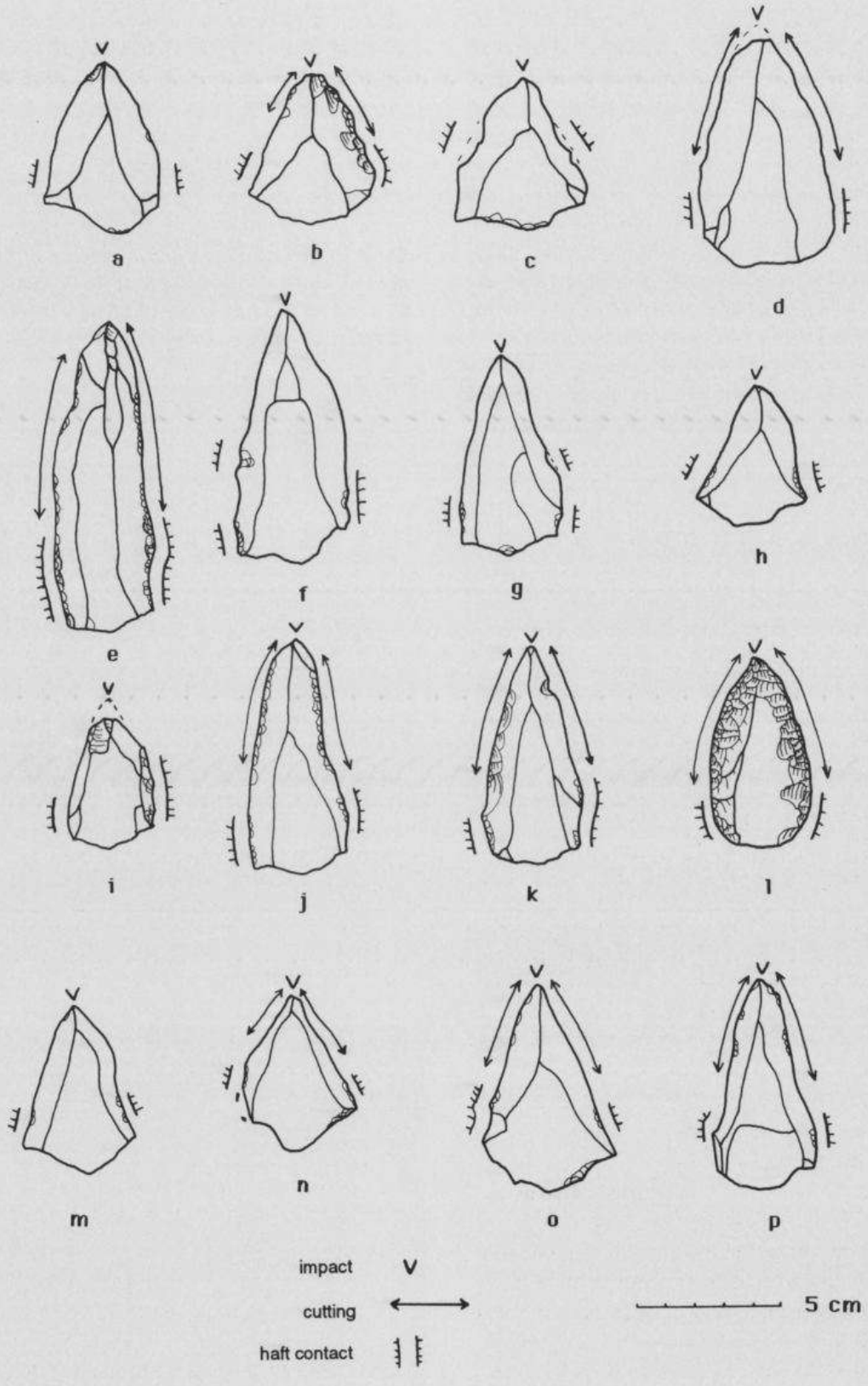


Fig. 3. Pointed Levantine Mousterian artifacts with notes on inferred uses (a-d : Kebara IX-XI ; e-g : Tabun IX ; h-l : Hayonim E ; m-n = Qafzeh XV ; o-p = Tor Faraj C).

The nature and distribution of associated wear traces (fig. 4) suggest the concavity near the proximal half of the point's dorsal surface was usually lashed to a notch cut into a wooden haft (or foreshaft) and possibly secured by some kind of mastic, perhaps bitumen or vegetal resin. Impact fractures replicated both kinds identified in the experimental program (fig. 5-6). The lateral edges trailing away from the distal tip often featured bifacially-distributed microfractures propagating obliquely to the edge covered by a matte-reflecting polish. In the experimental program, such wear results almost exclusively from edge-longitudinal cutting in butchery, hide-working, and bone carving (fig. 7-8). Small clusters of microfractures located near the proximal part of lateral edges (fig. 9) and localized abrasion of dorsal scar ridges near the proximal part of the tool (fig. 10) were interpreted as resulting from sliding contact between the tool and its handle and lashings (see also Beyries, 1987a ; Anderson-Gerfaud, Helmer, 1987). These observations suggest projectile weapons from Levantine Mousterian contexts were often multi-functional, having been used as combination projectiles and general-purpose butchery tools, much like the metal arrows and spears used by

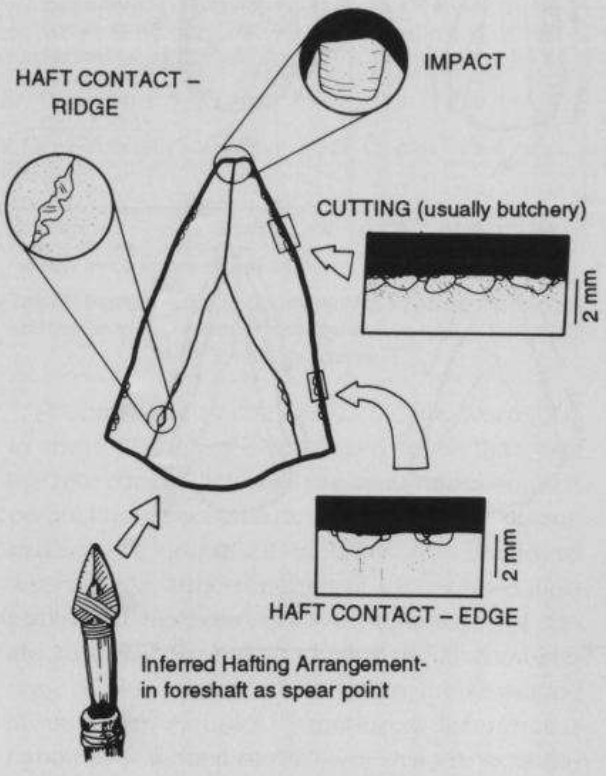


Fig. 4. Spatial relationship of wear traces on a model Levantine Mousterian Levallois point.

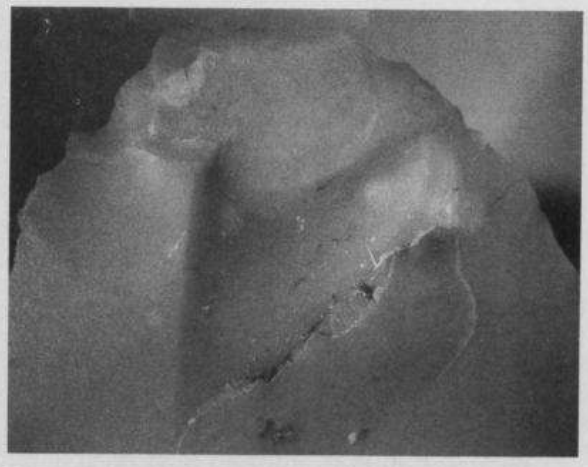


Fig. 5. Archaeological impact wear (ventral scar) on Levallois point from Kebara (see fig. 3 : d ; width of field = 32 mm).

Fig. 6. Archaeological impact wear (burin-like scar) on Levallois point from Hayonim E (width of field = 25 mm).

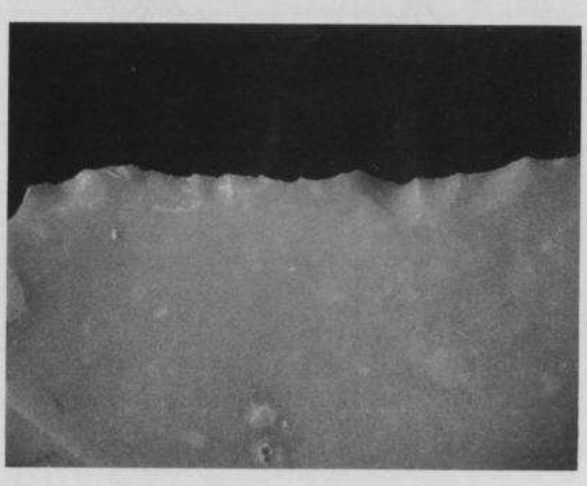


Fig. 7. Archaeological butchery microfracturing traces on left lateral edge of fig. 3 : d (width of field = 16 mm).

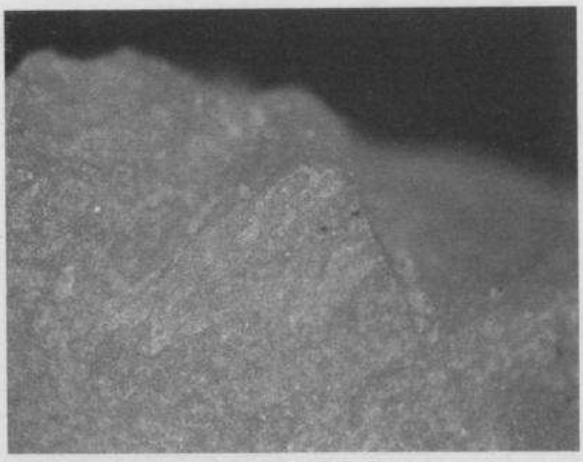


Fig. 8. Archaeological butchery abrasive traces on left lateral edge of fig. 3 : d (width of field = 2 mm).

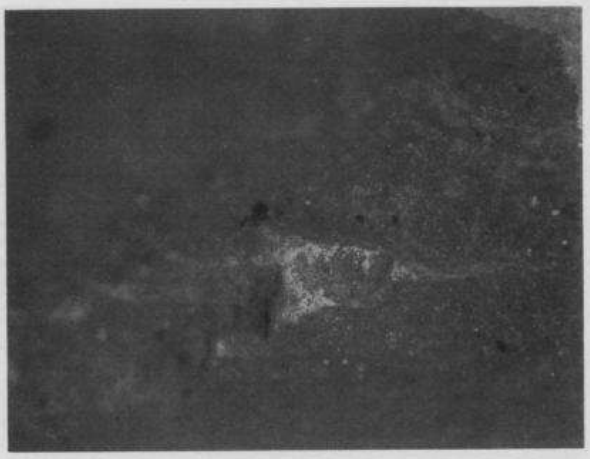


Fig. 10. Archaeological haft contact - abrasion on dorsal ridge of fig. 3 : d (width of field = 2 mm).

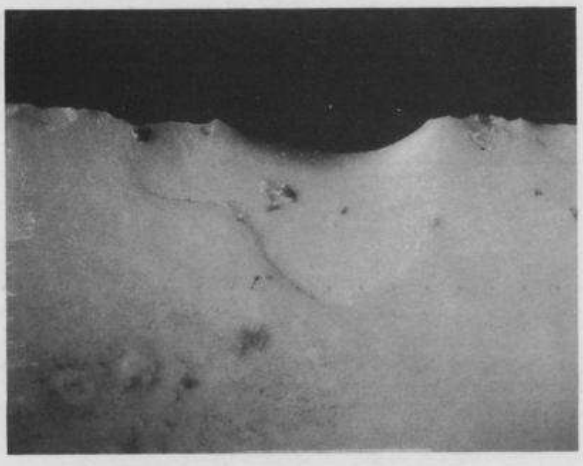


Fig. 9. Archaeological haft contact - microfractures on edge of fig. 3 : d (width of field = 16 mm).

living forager groups such as the !Kung San of the Kalahari Desert (Lee, 1979 : 139) and the Efe of the Ituri Forest in Zaire (Gregory T. Laden, pers. comm., 1990).

Not all use-worn pointed artifacts were worn from impact, but EUs referable to « prey capture and processing », that is, to impact, butchery, and bone contact (which, in the general absence of carved bone artifacts from Levantine Mousterian contexts, is most plausibly interpreted as resulting from heavy-duty butchery), together with haft contact, account for as much as 905/1098 or 82 % of the EUs on points. Wear traces referable to use in tool manufacture and repair, such as hide preparation and woodworking, are far less common among points (15.4 %) than they are in the Levantine Mousterian use-wear sample overall (45.9 %), suggesting that the number of points in an assemblage may be useful as a general indicator of Middle Paleolithic hominid predatory activity.

Discussion : hunting in the Levantine Mousterian

Clearly, use-wear traces are not the sole evidence, nor even perhaps the best evidence, for hominid predatory activity in the Middle Paleolithic. A more thorough assessment of the predatory strategies of Levantine Mousterian hominids will obviously require further study of the associated archaeofaunal assemblages. Nevertheless, the use-wear evidence can contribute answers to some important questions about prey capture and processing in the Levant between 45-100,00 BP and to the role of technologically-assisted hunting in Upper Pleistocene human evolution.

How were Levantine Mousterian stone projectile points delivered and what were their likely targets ?

The most likely scenario for the use of these points is for them to have been either thrust or thrown into their targets by hominids hunting from ambush, either solely or in groups. The presence of these points in cave deposits probably reflects the repair of damaged hunting equipment at sites where new tools were knapped.

Most of the large (> 20 kg) vertebrate faunal remains associated with Levantine Mousterian assemblages are those of smaller ungulates, such as *Dama mesopotamica*, *Gazella gazella*, and *Capra*

ibex that were woodland or steppe-margin dwellers (Bar-Yosef, 1989). Spears tipped with broad Levallois points would have been advantageous to hominids hunting such animals because they inflict large slashing wounds that create a blood trail, allowing prey to be tracked through thick Mediterranean woodland vegetation. Animals such as *Dicerorhinus mercki, Dicerorhinus hemitoechus, Bos primigenius, Alcelaphus bucephalus, Equus asinus/hydruntinus, Cervus elaphus, Ursus arctos,* and *Sus scrofa,* were probably sufficiently large, dangerous, and thick-skinned as to require hominids to have used stone-tipped spears to hunt them effectively.

The difficulty of concealing oneself after thrusting or throwing a spear at a target suggests the use of these weapons on terrestrial carnivores and against other hominids is rather unlikely. The association of impact-damaged points and the remains of large carnivores such as *Felis leo, Felis pardus, Hyaena hyaena, Crocuta crocuta* and *Canis lupus,* at many Levantine Mousterian sites, probably reflects shifts in the occupation of the same caves and rockshelters by hominids and by carnivores.

The association of worn stone spear points with hominid remains probably reflects the burial, and, in some cases, subsequent disturbance by carnivores, of human remains in sediments containing the residues of previous human occupations. There is no direct evidence from the Levant that stone spear points were used by hominids in interpersonal combat. At Shanidar Cave in Iraq, however, a deep linear groove lined by exostic bone growth on the ninth left rib of Shanidar hominid 3 appears to be a partially-healed wound inflicted by an edged object (Trinkaus, 1983 : 414-415).

Did the use of stone projectile points differ between Neandertals and early modern humans ?

Impact-damaged points occur in the assemblages associated with early modern human fossils in Qafzeh Units XV, XVII, XIX, and in assemblages associated with archaic/Neandertal human fossils in Kebara Units IX-XII. If this stratigraphic association is a behaviorally-meaningful one, then the use-wear evidence suggests stone-tipped spears were employed both by robust modern humans and by Neandertal populations in the Levantine Mousterian. The ability to make and use complex projectile weapons, therefore, does not appear to have been a major behavioral contrast between these hominids.

What is the ecological and evolutionary significance of Middle Paleolithic stone projectile technology ?

Acquiring high-quality sources of protein and fats that are critical to brain growth during maturation would have been of vital importance to the relatively large-brained hominids of the Middle and Upper Pleistocene. Wooden spears from Clacton and Lehringen indicate that Middle Pleistocene hominids were familiar with the use of simple projectile weapons ; and stone artifacts worn from haft contact have now been identified in Middle Paleolithic assemblages from Europe (Anderson-Gerfaud, Helmer, 1987), Africa (Beyries, 1987a) and the Levant (Shea, 1988, 1989a, 1989b, 1991) ; indicating the assembly of compound tools was within the technical abilities of Middle Paleolithic hominids. Attaching stone armatures to projectile weapons would have been a logical extension of these pre-existing technological strategies and may have been one of many ways in which hominid groups attempted to increase their access to large animal meat and fat resources. Because foraging success is directly related to reproductive success, as has been repeatedly established by numerous socio-ecological studies both of recent human foragers and of non-human species, there would have been a powerful socio-biological incentive for hominids to devise and to use such weapons.

Conclusion

Without question, there were many bio-behavioral differences between Neandertals and early modern humans (Trinkaus, 1986). The association of both hominids with the same industry in the early Upper Pleistocene of the Levant provides a unique opportunity to assess their shared behavioral characteristics. While differences in hunting strategies may have played a key role in the origin of modern humans, or in the extinction of Neandertals, lithic use-wear analysis of Levantine Mousterian assemblages suggests the ability to make and use hafted stone projectile points was a common behavioral characteristic of both these hominids.

* *Harvard University, Department of anthropology, Peabody Museum, 11 Divinity Avenue, Cambridge, MA 02138, USA.*

Bibliography

AHLER (S. A.), 1971.– *Projectile point form and function at Rodgers Shelter, Missouri.* Columbia : Missouri Archaeological Society Research Series 8.

ANDERSON-GERFAUD (P.), HELMER (D.), 1987.– L'emmanchement au Moustérien. *In* : D. Stordeur (Éd.), *La Main et l'outil : manches et emmanchements préhistoriques.* Lyon, Travaux de la Maison de l'Orient, 15, p. 37-54.

BAR-YOSEF (O.), 1979.– Excavations in Hayonim Cave (1975-1979) *Mitekufat Haeven*, 16, p. 88-100 (in Hebrew).

BAR-YOSEF (O.), 1989.– Upper Pleistocene Cultural Stratigraphy in Southwest Asia. *In* : E. Trinkaus (Ed.), *The Emergence of Modern Humans.* Cambridge, Cambridge University Press, p. 154-180.

BAR-YOSEF (O.), VANDERMEERSCH (B.), ARENSBURG (B.), GOLDBERG (P.), LAVILLE (H.), MEIGNEN (L.), RAK (Y.), TCHERNOV (E.) AND TILLIER (A.-M.), 1986.– New data on the origin of modern man in the Levant. *Current Anthropology*, 27, fasc. 1, p. 63-64.

BERGMAN (C.), NEWCOMER (A. and M. H.), 1983.– Flint arrowhead breakage : Examples from Ksar Akil, Lebanon. *Journal of Field Archaeology*, 10, fasc. 2, p. 238-243.

BEYRIES (S.), 1987a.– Quelques exemples de stigmates d'emmanchements observés sur des outils du Paléolithique Moyen. *In* : D. Stordeur (Éd.), *La Main et l'outil : manches et emmanchements préhistoriques.* Lyon, Travaux de la Maison de l'Orient, 15, p. 55-62.

BEYRIES (S.), 1987b.– *Variabilité de l'industrie lithique au Moustérien : Approche fonctionnelle sur quelques gisements français.* Oxford, British Archaeological Reports, International Series 328.

BINFORD (L. R.), 1985.– *Faunal Remains from Klasies River Mouth.* New York, Academic Press.

BORDES (F.), 1961.– *Typologie du Paléolithique ancien et moyen.* Bordeaux, Delmas.

CHASE (P. G.), 1989.– How different was Middle Palaeolithic subsistence ? A zooarchaeological perspective on the Middle to Upper Palaeolithic transition. *The Human Revolution : Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans.* Edinburgh, Edinburgh University Press, p. 321-337.

DIBBLE (H. L.), 1987.– Typological Aspects of Reduction and Intensity of Utilization of Lithic Resources in the French Mousterian. *In* : H. L. Dibble, A. Montet-White (Ed.), *Upper Pleistocene Prehistory of Western Eurasia*, vol. 1, p. 181-197. Philadelphia, University of Pennsylvania Museum Monograph 54.

FISCHER (A.), RASMUSSEN (P. V. H. and P.), 1984.– Macro and microwear traces on lithic projectile points : Experimental results and prehistoric examples. *Journal of Danish Archaeology*, 3, p. 19-46.

GAMBLE (C.), 1986.– *The Palaeolithic Settlement of Europe.* Cambridge, Cambridge University Press.

HENRY (D. O.), 1986.– The prehistory and paleoenvironments of Jordan : An overview. *Paléorient*, 12, fasc. 2, p. 5-26.

HOLDAWAY (S.), 1989.– Were There Hafted Projectile Points in the Mousterian ? *Journal of Field Archaeology*, 16, fasc. 1, p. 79-86.

JELINEK (A.), 1982.– The Tabun Cave and Paleolithic Man in the Levant. *Science*, 216, fasc. 4553, p. 1369-1375.

KEELEY (L. H.), 1980.– *The Experimental Determination of Stone Tool Uses.* Chicago, University of Chicago Press.

LEE (R. B.), 1979.– *The !Kung San : Men, Women, and Work in a Foraging Society.* Cambridge, Cambridge University Press.

MELLARS (P. A.), 1989.– Technological Changes at the Middle-Upper Palaeolithic Transition : Economic, Social, and Cognitive Perspectives. *In* : P. A. Mellars and C. B. Stringer (Ed.), *Human Revolution : Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans.* Edinburgh, Edinburgh University Press, p. 338-365.

MOSS (E. H.), 1983.– *The Functional Analysis of Flint Implements : Pincevent and Pont d'Ambon, Two Case Studies from the French Final Palaeolithic.* Oxford, British Archaeological Reports International Series 177.

ODELL (G. H.), 1981.– The mechanics of use-breakage of stone tools : some testable hypotheses. *Journal of Field Archaeology*, 8, fasc. 2, p. 197-210.

ODELL (G. H.), COWAN (F.), 1986.– Experiments with spears and arrows on animal targets. *Journal of Field Archaeology*, 13, fasc. 2, p. 195-212.

ODELL (G. H.), ODELL-VEREECKEN (F.), 1980.– Verifying the reliability of lithic use-wear assessments by « blind tests » : the low power approach. *Journal of Field Archaeology*, 7, fasc. 1, p. 87-120.

PLISSON (H.), 1988.– Technologie et tracéologie des outils lithiques moustériens en Union Soviétique : les travaux de V. E. Shchelinskii. *In* : M. Otte (Éd.), *L'Homme de Néandertal*, t. 4, La Technique. Liège, Université de Liège, p. 121-168.

SHEA (J. J.), 1988.– Spear points from the Middle Paleolithic of the Levant. *Journal of Field Archaeology*, 15, fasc. 4, p. 441-456.

SHEA (J. J.), 1989a.– A functional study of the lithic industries associated with hominid fossils in the Kebara and Qafzeh caves, Israel. *In* : P. Mellars, C. Stringer (Ed.), *The Human Revolution : Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans.* Edinburgh, Edinburgh University Press, p. 589-610.

SHEA (J. J.), 1989b.– Tool use in the Levantine Mousterian of Kebara Cave, Mount Carmel. *Mitekufat Haeven*, 22, p. 15-20.

SHEA (J. J.), 1991.– The Behavioral Significance of Levantine Mousterian Industrial Variability. Doctoral Dissertation, Anthropology Department, Harvard University, Cambridge, Massachusetts.

TRINKAUS (E.), 1983.– *The Shanidar Neandertals*. New York, Academic Press.

TRINKAUS (E.), 1984.– Western Asia. *In* : F. Smith and F. Spencer (eds.), *The Origins of Modern Humans : A World Survey of the Fossil Evidence*. New York, Alan R. Liss.

TRINKAUS (E.), 1986.– The Neandertals and modern human origins. *Annual Review of Anthropology*, 15, p. 193-218.

VANDERMEERSCH (B.), 1981.– *Les hommes fossiles de Qafzeh (Israël)*. Paris, CNRS Institut de paléontologie humaine.

VANDERMEERSCH (B.), 1989.– The evolution of modern humans : Recent evidence from South-west Asia. *In* : P. Mellars, C. Stringer (Ed.), *The Human Revolution : Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*. Edinburgh, Edinburgh University Press, p. 155-164.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Analyse morphologique et fonctionnelle des pointes à cran de l'Épigravettien ancien

Alberto BROGLIO,*
Giorgio CHELIDONIO, Laura LONGO**

Résumé

Les auteurs illustrent les résultats de l'analyse technique, typologique et tracéologique de deux séries de pointes à cran de l'Épigravettien ancien italique (grotte de Paina et grotte Paglicci), utilisées comme projectiles.

Abstract

The authors present the preliminary results of techno-typological and use-wear analysis applied to two series of shouldered points belonging to the Italian late Epigravettian (Grotta di Piana and Grotta Paglicci), utilized as projectile points.

Introduction

Dans la vaste aire comprenant la Plaine du Pô, la Péninsule italienne et la Sicile, G. Laplace (1964) a reconnu, dans la séquence gravettienne-post-gravettienne, une phase caractérisée par la présence de pièces à cran, qui se situe chronologiquement entre le Pléniglaciaire würmien et le début du Tardiglaciaire. C'est également à cette phase que doivent être attribuées des trouvailles provençales (Escalon de Fonton, 1968 ; Onoratini, 1978), slovènes (Osole, 1979) et croates (Malez, 1979). Deux séries de pièces à cran, l'une provenant de la grotte de Paina (Vénétie), l'autre de la grotte Paglicci (Pouilles), sont examinées dans cette étude sous un aspect morphologique et fonctionnel.

En ce qui concerne la morphologie, nous rappelons que différents auteurs ont proposé des classifications de pièces à cran sur des bases morphologiques et métriques, soit de caractère général (Laplace, 1964b ; Leroi-Gourhan, 1964 ; Brézillon, 1971 ; Onoratini, 1978), soit limitées à des complexes déterminés. Pour ces classifications ont été adoptés (bien que différemment hiérarchisés) les caractères suivants :

a. Localisation de la retouche. Elle peut être

limitée au cran, ou bien s'étendre également à l'extrémité de la pointe et au fût, ou alors concerner toute la pièce, de l'extrémité de la pointe à la base. La retouche peut s'étendre sur un seul côté (sur celui où est situé le cran, ou bien sur le côté opposé) ou sur les deux côtés. L'examen des pièces à cran que nous avons conduit a mené à l'identification de types qui se différencient par la morphologie de la pointe. Nous distinguons huit types (fig. 1) :

1. pointe avec extrémité naturelle (non retouchée) ;

2. pointe avec retouche abrupte partielle du même côté que le cran ;

3. pointe avec retouche abrupte unilatérale opposée au cran ;

4. pointe avec retouche abrupte partielle bilatérale ;

5. pointe avec retouche abrupte continue adjacente au cran ;

6. pointe avec retouche abrupte continue unilatérale opposée au cran ;

7. pointe avec retouche abrupte continue bilatérale ;

8. pointe avec gibbosité.

Les quatre premiers présentent un fût non fuselé par la retouche, tandis que pour les quatre autres la largeur du fût est déterminée par la retouche.

Le cran se présente avec deux formes principales :

1. cran proprement dit ;

2. cran tendant au pédoncule sur lequel à un cran (proprement dit) est associée, sur le côté opposé une retouche abrupte profonde qui restreint la partie basale du cran. Sur un exemplaire celle-ci s'achève en pointe.

b. Caractéristiques des retouches, comme G. Laplace (1964) les a définies : mode (d'après

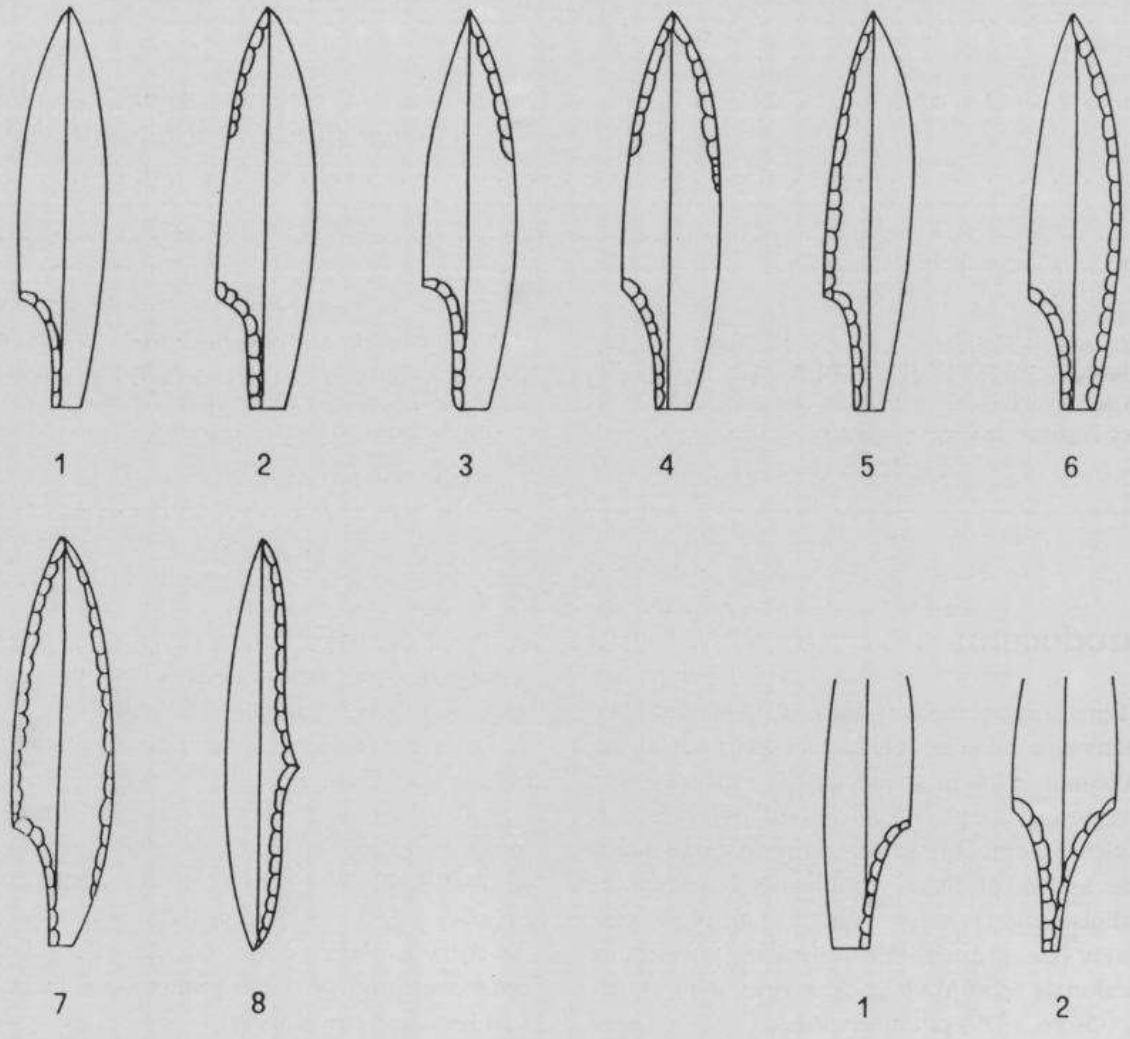


Fig. 1. Morphologie de la pointe à cran.

lequel l'on distingue une retouche simple, abrupte, plate ou surélevée) ; ampleur (retouche marginale ou profonde) ; orientation (retouche directe, inverse, biface).

c. Présence d'une retouche complémentaire, généralement limitée à l'extrémité de la pointe ou à la base de la pièce.

d. Rapport longueur/largeur de la pièce, d'après lequel on distingue des pièces fuselées et des pièces trapues.

e. Rapport longueur du cran/longueur de la pièce, d'après lequel on distingue des pièces à cran court et des pièces à cran long.

f. Position du cran par rapport à la pièce (pièces à cran gauche et pièces à cran droit).

g. Position de l'extrémité de la pointe par rapport au support (extrémité de la pointe distale ou extrémité de la pointe proximale).

Pour évaluer convenablement la fonctionnalité des pièces à cran, il est opportun de considérer également la morphologie du profil, qui résulte de la ligne des deux faces le long de l'axe. La ligne de la face ventrale est particulièrement significative. Elle peut théoriquement prendre les formes suivantes :

1. subrectiligne ;
2. concave ;
3. concave-convexe ;
4. sinueuse.

Rarement une pièce à cran se présente intacte ; généralement elle est mutilée ou bien réduite à un fragment. Dans certains cas, peu fréquents, la pièce a été cassée en cours de fabrication et porte une surface de fracture caractéristique (*cone fracture* ou fracture de façonnage). Dans les autres cas, par contre, la fracture est due à l'usage : le cran est inséré dans la tige d'une arme, et, en touchant la cible, l'armature se casse. La fragmentation a, dans ces cas-là, une signification fonctionnelle et pour cette raison, il est intéressant d'établir quel fragment de la pièce primitive nous est parvenu. Nous avons ainsi adopté le schéma proposé par J.-M. Geneste et H. Plisson (1989), pour les pièces à cran solutréennes, en subdivisant un modèle de pièce à cran en sept secteurs, parmi lesquels quatre constituent la « pointe », les autres le « pédoncule » (fig. 2).

« pointe »
- g. partie apicale de la pointe
- f. partie supérieure du fût
- e. partie inférieure du fût
- d. base du fût

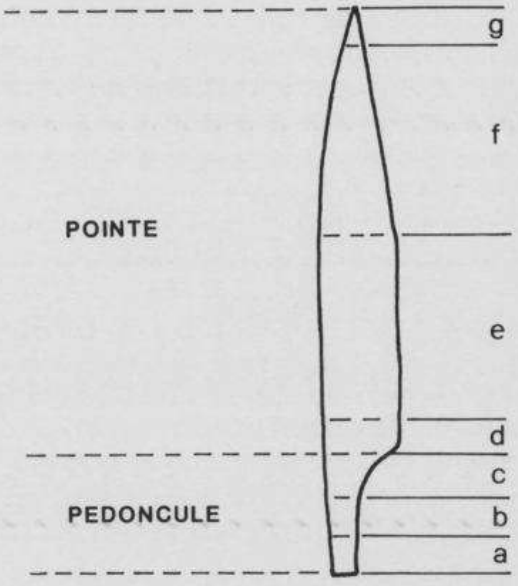


Fig. 2. Subdivision d'un modèle de pièce à cran en sept parties, quatre desquelles constituent la « pointe », les autres le « pédoncule ».

« pédoncule »
- c. partie supérieure du pédoncule
- b. partie mésiale du pédoncule
- a. base du pédoncule

La fragmentation due à l'impact avec la cible détermine des surfaces de fracture décrites par différents auteurs et classifiées morphologiquement par A. Fischer, P. Venning Hansen et P. Rasmussen (1984) :

a. fracture « en plume » ;

b. fracture « en charnière » ;

c. fracture « en marche » ;

d. fracture droite et fracture courbée avec orientation droite au niveau de la partie terminale ;

e. fracture avec présence des enlèvements burinants.

L'étude fonctionnelle a été fondée sur l'analyse du type de fragmentation et du type de fracture.

Pièces à cran de la grotte de Paina

Il s'agit d'une petite série de pièces à cran, provenant de différents secteurs de la grotte (Bartolomei et autres, 1985, 1988). Dans le dépôt intact de la Grottina Azzurra (une niche à l'intérieur

de la grotte) toutes les pièces à cran proviennent de la couche 6, constituée par du loess déposé dans un milieu steppique sans arbres, au cours d'une phase de climat aride et froid attribuée au II Pléniglaciaire würmien. La couche inférieure, attribuée au Gravettien, et celle supérieure, attribuée à l'Épigravettien, n'ont pas donné de pièces à cran.

L'outillage lithique de la couche 6 de la Grottina Azzurra est représenté presque exclusivement par des armatures : 9 pièces à cran (y compris les fragments) ; 6 petites pointes à dos, dont deux entières, avec la pointe située à la partie proximale du support et dos subrectiligne, légèrement courbé en direction de la pointe ; 4 fragments de base avec retouche complémentaire, qui peuvent provenir de gravettes ou microgravettes ; 16 fragments lamellaires de dos ; 5 fragments appartenant probablement à des dos en cours de fabrication. Cet ensemble, fortement déséquilibré en faveur des armatures, a suggéré que la grotte a pu être utilisée pendant l'Épigravettien ancien comme camp durant les battues de chasse.

De même que les pièces à cran de la Grottina Azzurra, nous avons examiné également celles provenant des autres secteurs de la grotte, qui ont été retrouvées dans de vieilles fouilles et dans des dépôts d'attribution incertaine ou bien remaniés.

Pour la fabrication des armatures de l'Épigravettien ancien de la Grotte de Paina, du silex rouge ou rosé a presque toujours été employé ; le silex provient de la « Scaglia Rossa ». Le petit nombre de pièces ne comprend ni nucleus, ni lames ou lamelles dont l'extrémité proximale serait intacte. Des supports laminaires obtenus à partir de silex de très bonne qualité, à grain fin, ont été employés pour les armatures de dimensions majeures. Une lame[1] cassée au niveau de la partie proximale peut bien représenter ces supports : dimensions relativement grandes (L > 91 mm, l = 21,2 mm) ; section trapézoïdale plate (e = 7 mm) ; bords latéraux subparallèles ; face ventrale plate, très régulière.

Cette lame paraît être particulièrement indiquée, tant pour la forme que pour les dimensions, comme support à transformer en pointe à cran, tel que proposé à la figure 3, en utilisant la partie distale du support, plus fine (comme cela s'est effectivement passé dans 88 % des cas).

Les supports utilisés sont caractérisés par une section trapézoïdale régulière, un profil rectiligne, sans courbures ventrales accentuées, avec de légères concavités au niveau de la partie mésio-distale, une surface dorsale avec des nervures dues à de

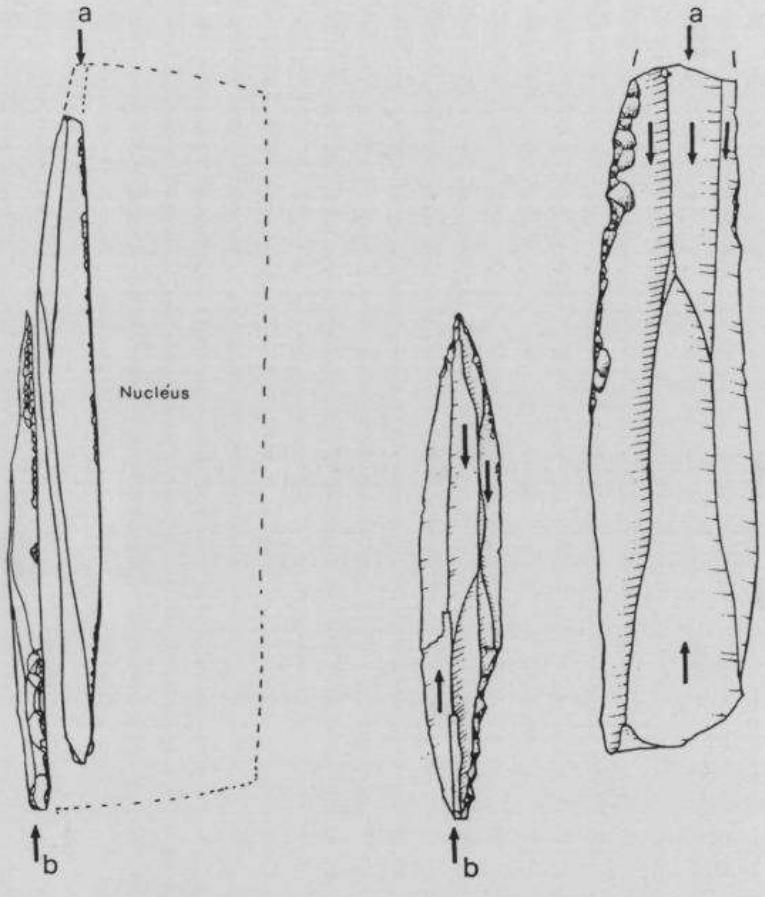


Fig. 3. Hypothèse préliminaire pour le débitage des lames allongées et régulières à partir d'un nucléus à deux plans de frappe opposés (chasse-lames). Le choix de ces lames pourrait être intentionnel, afin d'utiliser des supports réguliers à transformer en pointes à cran.

(1) Il s'agit d'une pièce retrouvée dans un dépôt remanié au niveau du secteur inférieur de la Grottina Azzurra : nous croyons pouvoir attribuer la lame à l'Épigravettien ancien tant pour la qualité du silex que pour la couleur de la pièce, qui correspondent exclusivement à l'ensemble lithique de cet horizon.

précédents détachements de lames régulières (type flûté) et une face ventrale plate. On peut obtenir ces supports à partir de nucleus prismatiques à deux plans de frappe opposés par percussion indirecte. Ce procédé de débitage semble particulièrement indiqué pour obtenir des lames longues et régulières (Bordes, Crabtree, 1969). Pour les exemplaires intacts de pièces à cran ou dans ceux reconstituables, la longueur varie de 55 à 92 mm, la largeur de 10,5 à 14,5 mm, l'épaisseur de 4 à 6 mm, l'index l'allongement de 4,2 à 6,5 et l'index de carénage de 2,2 à 3,0).

Les caractéristiques morphologiques permettent d'identifier deux formes principales :

a. pointes à cran pour la fabrication desquelles ont été utilisés des supports plus réguliers, symétriques et moins larges. L'extrémité de la pointe a été obtenue par retouche abrupte marginale bilatérale, qui, quelquefois, devient une retouche simple le long du fût (fig. 4 : type 1, 2, 3 et 4).

b. pointes à cran obtenues à partir de supports semblables à ceux du type « a », ou même moins réguliers (surtout pour les ondulations de la face ventrale), sur lesquelles l'extrémité de la pointe est élaborée par une retouche abrupte unilatérale (ou même bilatérale, mais pas équivalente), continue de l'extrémité de la pointe à la base de la pièce.

Pour 9 pièces le dos est opposé au cran, pour 5 pièces il se situe du même côté que le cran (fig. 5 : type 7).

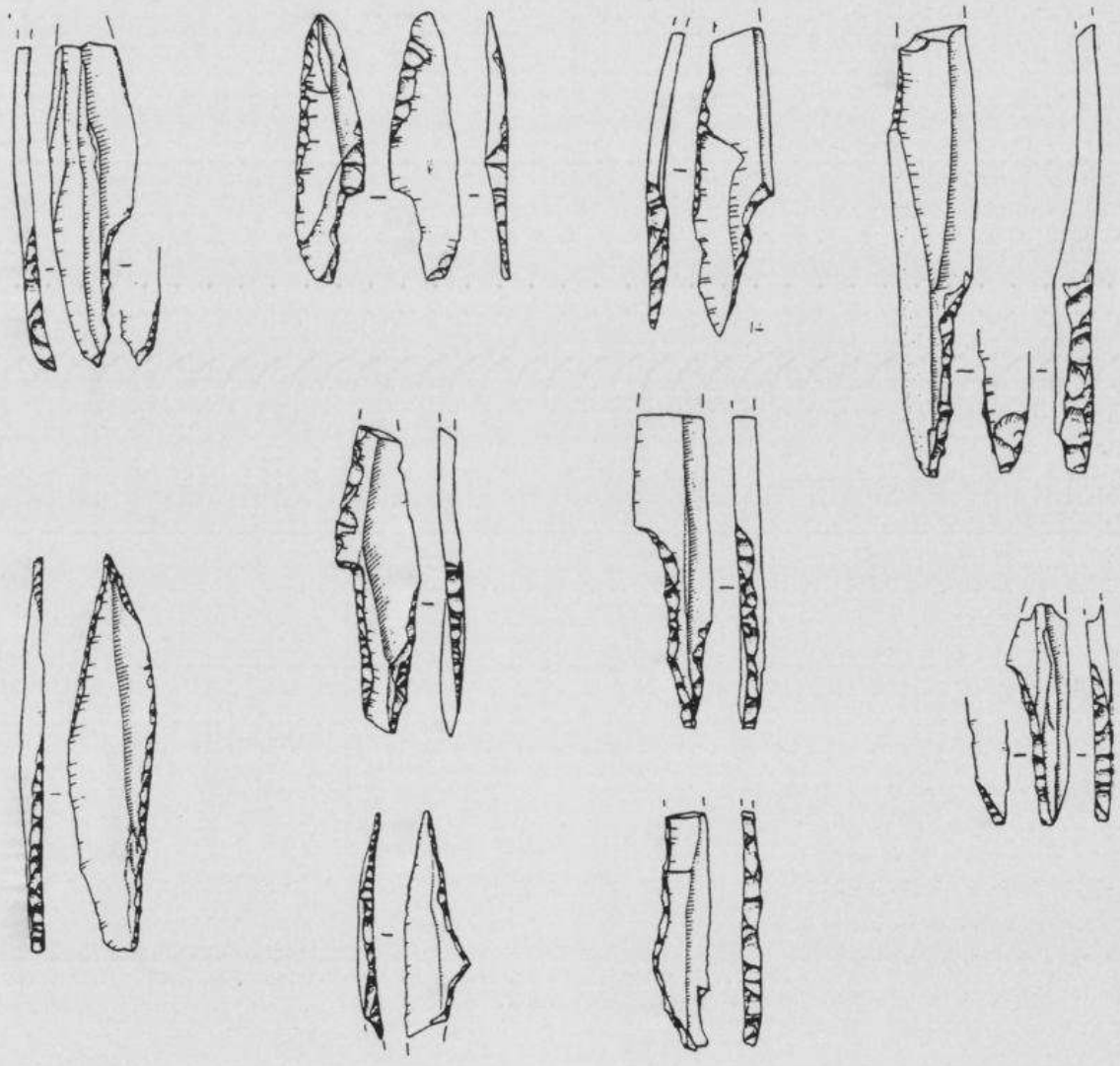


Fig. 4. Pièces de la grotte de Paina. Lame du type utilisé comme support des pièces à cran n° 1. Pointes à cran. Type 1 : n° 2. Type 2 : n° 3 et 4. Type 3 : n° 5 et 6. Type 4 : n° 7, 8 et 9. Provenance des pièces : lame n° 1 : remaniée. Pointes : n° 2, 3, 6 et 7 : couche 6 ; n° 4 : couche 9 ; n° 8 : couche A4 et n° 5 et 9 fouilles 1957-58. Grandeur naturelle (dessins G. Almerigogna).

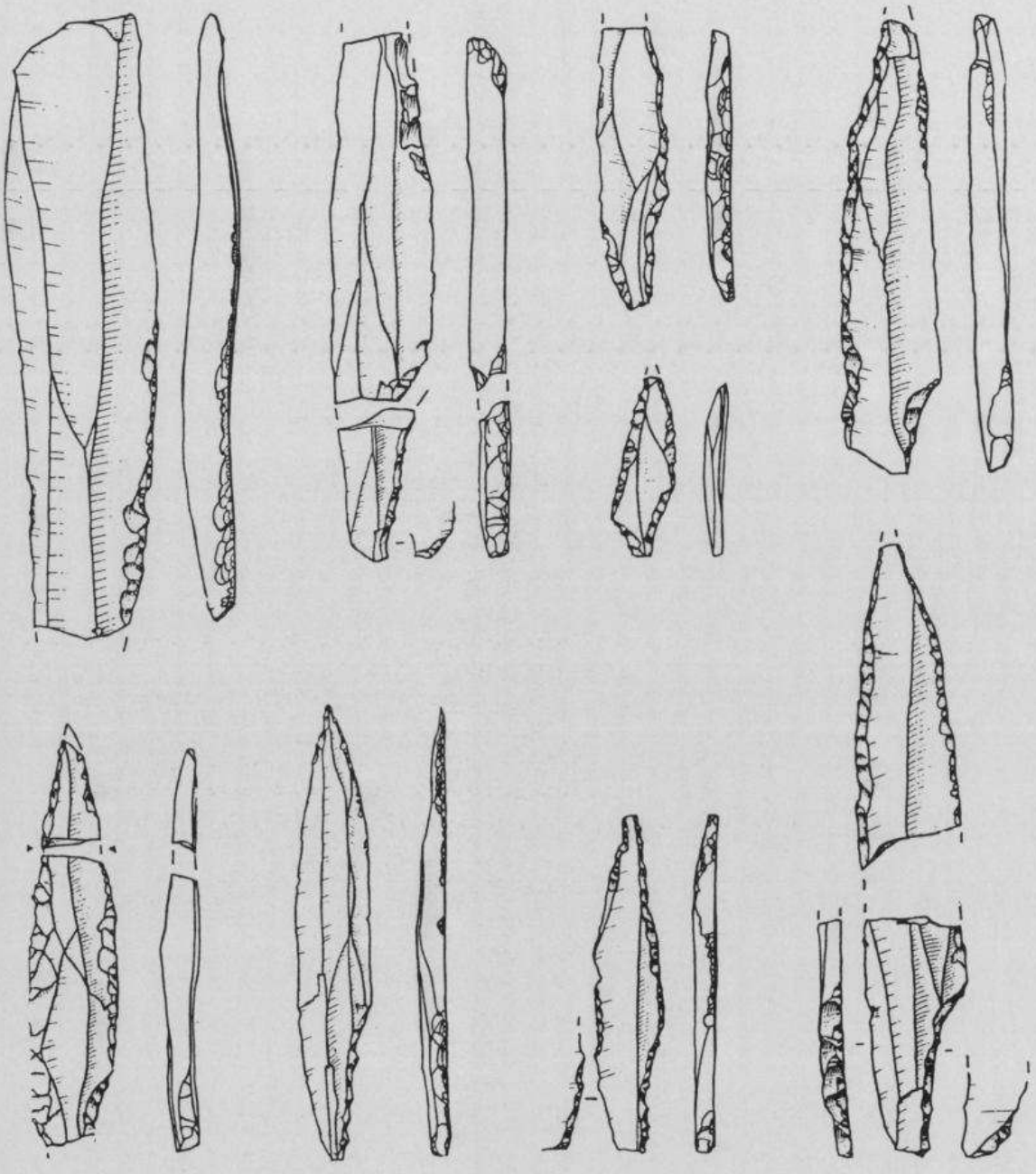


Fig. 5. Pièces de la grotte Paglicci. Pointes à cran. Type 2 : n° 1. Type 3 : n° 2, 3 et 4. Type 4 : n° 5. Type 5 : n° 6. Type 8 : n° 7 et 8. Cran. Type 2 : n° 9 et 10. Provenance des pièces : n° 2, 3, 7, 8 et 10 : couche 15 ; n° 1, 4, 6 et 9 : couche 16 ; n° 5 : couche 17. Grandeur naturelle (dessins G. Almerigogna).

Pièces à cran de la grotte Paglicci

La plus riche collection de pièces à cran de l'Épigravettien ancien provient de la grotte Paglicci dans les Pouilles (Mezzena et Palma di Cesnola, 1967). Dans la série gravettienne-épigravettienne de la grotte Paglicci, les pièces à cran[2] sont absentes des niveaux gravettiens. Elles apparaissent dans la couche 17 (Épigravettien ancien avec « pointes à face plane » : ir crans = 10.2) ; elles sont nombreuses au niveau des couches 16 et 15 (Épigravettien ancien à pièces à cran : ir crans = 28.9, 33.1) et diminuent ensuite (couches 14-12 : 14.8 <ir crans< 16.0). Elles maintiennent des indices de pure présence (ir crans< 3) au niveau des couches supérieures, attribuées à l'Épigravettien évolué-final. Les nouvelles datations radiométriques indiquent des âges de 19600 ± 300 et 17900 ± 300 ans BP pour la couche 17, 17200 = 300 et 17100 ± 300 pour les couches 16 et 15 (Palma di Cesnola, comm. pers., 1991).

Nous avons examiné seulement 42 pièces de la série de la grotte Paglicci provenant des couches 17, 16 et 15, conservées dans la collection des fouilles Zorzi auprès du Muséum d'Histoire Naturelle de Vérone[3]. Pour cette raison, nos observations revêtent une signification relative.

Les armatures de la grotte Paglicci ont été obtenues à partir de supports laminaires ou lamellaires en silex à grain moyen-fin, de différentes couleurs, du gris au marron clair, très abondant dans la zone, qui est le même que celui employé pour la fabrication de toutes les autres catégories d'outils. Les supports sont représentés par des lames qui ne sont pas très longues mais plutôt larges et par des lamelles allongées et minces, avec des bords subparallèles ; ils présentent une section trapézoïdale irrégulière avec des nervures subparallèles sur la face dorsale, un profil de ligne irrégulière ayant une légère concavité (ligne de la face ventrale concave-convexe 25 %, sinueuse 34,5 %). La surface dorsale a des négatifs d'enlèvements de forme presque régulière et de direction opposée (cela suggère l'exploitation de nucléus à plans de frappe opposés). Les pièces entières ou reconstituables ont une longueur comprise entre 29,8 et 72 mm, une largeur entre 7 et 17,7 mm et une épaisseur entre 1,5 et 7,1 mm. Il faut noter que la longueur des crans est comprise entre 9 et 34,5 mm[4].

Du point de vue morphologique l'on distingue :

a. pointes à cran du type 1 (extrémité distale naturellement pointue) (18 %) ;

b. pointes à cran des types 2-4, élaborées par retouche unilatérale ou bilatérale (55 %) ;

c. pointes à cran avec dos continu des types 5 et 8 (18 %).

La distinction de deux silhouettes, une plus fuselée (correspondant aux types 2-4) et une plus trapue (correspondant aux types 5 et 8), ne semble pas aussi marquée que celle de la série de Paina.

Les crans, indifféremment à droite ou à gauche, sont généralement plus longs que ceux de la série de Paina (de 1/3 à 1/2 de la longueur totale de l'armature) et sont obtenus par une retouche abrupte profonde quelquefois bifaciale. Il faut noter, en outre, la présence de deux crans tendant vers le pédoncule, obtenus par une retouche abrupte profonde bilatérale.

La position de l'extrémité de la pointe est principalement distale (84 %).

Les retouches complémentaires, presque toujours abruptes, intéressent principalement le cran, mais sont également présentes sur la soie et concernent rarement l'extrémité de la pointe.

---

(2) Nous signalons que F. Mezzena et A. Palma di Cesnola classifient parmi les pièces à cran également les pointes à dos partiel concave, ou pointes-cran (PD3 dans le système typologique de G. Laplace, 1964), qui, à notre avis, doivent en être exclues, car il s'agit d'une forme différente, vraisemblablement de pièces en cours de fabrication. Les faibles indices des crans (qui expriment le rapport entre les pièces à cran et le nombre total des pièces abruptes différenciées) sont donc plus bas que ceux indiqués par F. Mezzena et A. Palma di Cesnola.

(3) A. Bietti (1980) a effectué une analyse sur 92 pièces à cran de la grotte Paglicci, présentes dans la collection de ces même fouilles.

(4) Pour ces mesures nous avons considéré également des pièces dessinées et publiées (F. Mezzena et A. Palma di Cesnola, 1967 : 66-67, fig. 9 et 10), non retrouvées dans la collection.

Comparaison des deux séries. Supports et morphologie

Les supports des pointes à cran de Paina sont des lames obtenues par un procédé particulier de débitage, de forme très régulière, avec une face ventrale à ondulations peu accentuées.

En ce qui concerne les dimensions, les pointes à cran de Paina sont plus longues et fuselées que celle de Paglicci.

Du point de vue typologique, les deux séries sont assez homogènes, même si les types 5 et 8 sont représentés uniquement dans la série de Paglicci, qui est aussi plus importante en nombre. Les types 1, 2, 3 et 4 existent dans les deux séries avec des fréquences différentes.

Les crans proprement dits sont représentés dans les deux ensembles ; ceux de Paina sont tous situés à gauche, tandis que dans ceux de Paglicci le pourcentage des droits et des gauches est égal. Les crans tendant au pédoncule sont représentés seulement à Paglicci.

Localisation des fractures

Sur les pointes à cran de la grotte de Paina, la plupart des fractures sont localisées entre les segments g et f (10 sur 19) et c et d (4 sur 19). Dans trois des cas, deux fragments peuvent être attribués à la même pointe à cran.

De plus, parmi les pointes à cran de Paglicci, la plupart des fractures sont localisées entre les segments g et f (19 sur 57) et c et d (12 sur 57). Cette localisation des fractures est considérée comme caractéristique de l'usage des pointes à cran comme pointes de projectile (Geneste, Plisson, 1989).

Types de fractures

Le type de fracture le plus représenté à Paina, est celui défini comme : fracture « en charnière », représenté dans toutes les positions environ avec la même proportion. La fracture « en marche » est représentée uniquement entre les segments g et f.

Sur les pointes à cran de la grotte Paglicci, la fracture « en plume » est la plus fréquente (35 %), soit dans l'ensemble, soit au niveau des différents points de fracturation, sauf un cas. Les fractures « en charnière » et « en marche » sont représentées avec la même fréquence (17-20 %). Même la morphologie des fractures suggère l'utilisation des pointes à cran comme pointes de projectiles.

Les fractures avec détachement d'un petit éclat sont représentées au niveau du point g/f tant à Paina (2 cas) qu'à Paglicci (5 cas).

Expérimentation

Des expériences ont été réalisées, en fabriquant des armatures à cran type Paina et en les montant sur des tiges en bois ayant un diamètre de 8-10 mm, d'après les suggestions d'un expert archer, M. Volpones. Pour cette expérimentation ont été utilisés des arcs en bois de frêne, de 1,60 m de hauteur, qui ont permis une portée maximale de 40 m environ, avec des flèches à tiges légères et empennées. Les armatures ont été fixées avec de la résine et des boyaux d'animaux, en donnant des résultats remarquables en ce qui concerne la solidité et l'efficacité.

Pour permettre des tests initiaux de plus grande force et précision, nous nous sommes limités à une portée de 10-20 m, contre des cibles artificielles dotées de structures en bois à l'intérieur, pour mieux simuler les conditions offertes par les carcasses animales. Sur plusieurs dizaines de lancers, seuls deux impacts ont causé la cassure des armatures en provoquant des fractures « en charnière », au niveau de la partie mésio-distale des supports (g/f).

En ce qui concerne les modalités de pénétration, les toutes premières observations ont montré que la morphologie du projectile au niveau du point d'insertion du cran (bourrelet correspondant à l'épaisseur de la résine et du boyau) ne révèle pas un empêchement au moment de la pénétration, mais qu'elle paraît avoir plutôt une considérable fonction de retenue de celui-ci dans la partie atteinte, offrant aussi une ultérieure efficacité à l'arme. On peut retenir que les armatures du type Paina peuvent être pénétrantes aussi sur des distances de 30-40 m en utilisant des arcs de plus grandes dimensions.

* *Dipartimento di Scienze Geologiche e Paleontologiche, Università di Ferrara, Corso Ercole I° d'Este 32, 44100 Ferrara, Italy.*
** *Via F. Caroto 1/C, 37131 Verona, Italy.*

Bibliographie

BARTOLOMEI (G.), BROGLIO (A.), CATTANI (L.), CREMASCHI (M.), LANZINGER (M.), LEONARDI (P.), 1985.– Risultati preliminari delle nuove ricerche nella Grotta di Paina. *Jahrbuch Bernishen Hist. Museums*, 63-64 « Jagen und sammeln », Festschrift H. G. Bandi, p. 43-54.

BARTOLOMEI (G.), BROGLIO (A.), CATTANI (L.), CREMASCHI (M.), LANZINGER (M.), LEONARDI (P.), 1988.– Nuove ricerche nel deposito pleistocenico della Grotta di Paina sui Colli Berici (Vicenza). *Atti Ist. Veneto Science Lettere Arti*, t. CXLVI, p. 111-160.

BIETTI (A.), 1980.– Analayse typologique et typométrique de quelques outils à cran des gisements épigravettiens du sud-est de l'Italie : Paglicci (Foggia) et Taurisano (Lecce). Considérations sur l'Épigravettien « ancien » d'Italie. *Quaternaria*, vol. XXII, p. 243-273.

BORDES (F.), CRABTREE (D.), 1969.– « The Corbiac blade technique and other experiments ». *In* : *Tewiba*, 12, 2.

CHADELLE (J.-P.), GENESTE (J.-M.), PLISSON (H.), 1990.– Processus fonctionnels de formation des assemblages technologiques dans les sites du Paléolithique supérieur. Les pointes de projectiles lithiques du Solutréen de la grotte de Combe Sanière (Dordogne, France). *In* : *25 ans d'études technologiques*, Actes des XI[e] Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, Éd. APDCA, p. 275-288.

CHELIDONIO (G.), 1974.– Appunti sulla predeterminazione nei nuclei da lame. La tecnica di « Corbiac ». *Preistoria Alpina*, vol. 20, p. 343-364.

FISCHER (A.), VEMMING HANSEN (P.), RASMUSSEN (P.), 1984.– Macro- and micro-wear traces on lithic projectile points. *Journal of Danish Archaeology*, vol. 3, Odense University Press, p. 19-46.

GENESTE (J.-M.), PLISSON (H.), 1989.– Analyse technologique des pointes à cran solutréennes du Placard (Charente), du Fourneau du Diable, du Pech de la Boissière et de Combe Saunier (Dordogne), *Paléo*, 1, p. 65-106.

LAPLACE (G.), 1959.– Solutréen et foyers solutréens. A propos de l'origine des industries solutréennes. *Bull. Soc. Études Rech. Préhist. Les Eyzies*, p. 211-238.

LAPLACE (G.), 1964.– Les subdivisions du Leptolithique italien. Étude de Typologie analytique. *Bull. Paletnologia italiana*, sez. XV, vol. 73, p. 25-63.

LAPLACE (G.), 1964a.– Essai de typologie systématique. *Ann. Univ. Ferrara*, n. s. sez. XV, suppl. 2, p. 1-86.

LENOIR (M.), 1975.– Observations sur les pointes à cran magdaléniennes dans les gisements de l'Abri Faustin, Commune de Cessac (Gironde) et de la Pique, Commune de Daignac (Gironde). *BSPF*, 72, p. 107-112.

MALEZ (M.), 1979.– Palelitske i Mesolistke Regije i Kulture u Hrvatskoj. *In* : D. Basler, A. Benac, S. Gabrovec, M. Garasinin, N. Tasic, K. Vinski-Gasparini (sous la dir.), *Praistorija Jugoslavenskih Zemalja*, Sarajevo 1979, p. 277-295.

MEZZENA (F.), PALMA DI CESNOLA (A.), 1967.– L'Epigravettino della Grotta Paglicci nel Gragano. *Riv. Scienze Preistoriche*, XXII, p. 23-156.

ONORATINI (G.), 1978.– Un nouveau type de pointe à cran : la pointe de La Bouverie dans le complexe général des pointes à cran. *BSPF*, 75, p. 522-542.

OSOLE (F.), 1979.– Gravettienki Kulturni Kompleks u Sloveniji. *In* : D. Basler, A. Benac, S. Gabrovec, M. Garasinin, N. Tasic, K. Vinski-Gasparini (sous la dir.), *Praistorija Jugoslavenskih Zemalja*, Sarajevo, p. 177-192.

PALMA DI CESNOLA (A.), BIETTI (A.), 1983.– Le Gravettien et l'Épigravettien ancien italien : leur origine, leur position chronostratigraphique. *Coll. Int. Cracow*, sous presse.

TIXIER (J.), INIZAN (M.-L.), ROCHE (H.), 1980.– *Préhistoire de la pierre taillée*. Valbonne, CREP.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Projectile weapons and technical progress in the Stone Age

*Dmitrij NUZHNYI**

Résumé

A partir d'exemples d'Asie septentrionale et d'Europe orientale, l'étude technologique des pointes de projectiles lithiques et osseuses du Paléolithique supérieur et du Mésolithique met en évidence une étroite interaction entre les types d'armatures développées (simples, composites, perforantes, tranchantes, barbelées, etc.) et l'évolution des systèmes de production lithique.

Abstract

This study of bone and stone projectile elements from Upper Paleolithic and Mesolithic sites of northern Asia and eastern Europe shows a close interaction between the particular type of tool represented (simple, composite, perforating, cutting, barbed, etc.) and the evolution of the corresponding lithic production system.

Influence of lithic projectile point manufacturing on the system of stone treatment used

The problem of the study of hunting weapons and of their true role in the economic life of ancient man is of interest, because the efficiency and level of the functional or technological perfection of such tools exerted an influence in response to the acceleration of the crisis of the hunting economy and stimulation of the intensive search for another method of food procurement, but is also directly correlated with the technological improvements of stone processing and tool manufacturing in prehistoric societies.

The latter assertion is paradoxical, as in the site assemblages parts of projectile weapons are usually rarer than other types of tools. Due to their specific use, the parts of such weapons had a minimal chance to be found in the cultural layers of the settlements, unlike other tools. However, in the Upper Paleolithic and Mesolithic, hunting and

manufacturing of various weapons were the most dynamic branches of the hunting-gathering economy. The tools used for fishing were the object of intensive improvement in the Late Mesolithic and Neolithic because of the crisis of hunting economy, whereas gathering tools, always being women's tools, were traditionally very primitive. The morphological variety of the lithic and other projectile points that was found in site assemblages is only a small reflection of the dynamic development of hunting and of the intensive search for more and more efficient types of hunting weapons during the Stone Age.

The true role and importance of this category of tools in the structure of the prehistoric economy can easily be observed in the technological relationship between the types of lithic insets in the projectiles and the systems of stone knapping that were used in each Upper Paleolithic and Mesolithic culture of the world. The strong correspondence between the types of cores and the morphology of the lithic parts of projectiles is related to the general knapping techniques of that time, directed principally to the manufacturing of these tools. Unlike other morphological types of stone tools (such as scrapers, burins, drills, axes), the blanks used for lithic point manufacturing clearly correspond, as a rule, to the system of flint knapping of each culture. In cultures with only one type of lithic projectile point, this correlation was very clear.

For example, earlier Upper Paleolithic cultures, which did not use prismatic blanks for bifacial leaf- and triangular-shaped point manufacturing (Szeletian and Streletian in Europe, Sandia in America, etc.), were characterized by a very faint development of blade processing (Kozlowski 1975 : 142-146 ; Paleolit SSSR, 1984 : 179-181 ; Laricheva, 1976 : 77-89). In the assemblages that used prismatic blades to manufacture more or less similar types of lithic points (Solutrian in Europe, Clovis, Folsom and Plainview cultures in America), blade processing took place (Kozlowski, 1975 : 218-226 ; Laricheva, 1976 : 93-188).

The same, but more clearly technological, correlation can be observed in the Swiderian and Arhensburgian of later eastern European cultures, with tanged arrowheads made on the blades. For the manufacturing of Swiderian points, blanks knapped from special boat-shaped cores were used (fig. 1 : 9). This type of core, which was meant for knapping flat and straight leaf-shaped blades of a high quality, is very typical of Swiderian assemblages (Ginter, 1974 : 78). That is why Swiderian points did not require intensive secondary modification by flat retouch (fig. 1 : 10).

In the assemblages of Arhensburgian culture, ordinary prismatic cores for middle-width blades of low quality were used (fig. 1 : 5). The shaping of Arhensburgian tanged arrowpoints was carried out by intensive abrupt retouch (fig. 1 : 6), similar to the treatment of microliths. But in the assemblages of the Holocene Post-Arhensburgian culture of eastern Europe (Pesochnorovian, Ienevian, etc.), we can observe a gradual transformation of such tanged points into original geometric microliths which were made from prismatic flakes, accompanied by an increase in the role of abrupt retouch in the morphology of insets (fig. 1 : 8) and a degradation of blade processing (fig. 1 : 7) (Zaliznijak, 1986 : 113-142).

More problems arose in assemblages with several different types of lithic insets of projectile points, for example in the Postswiderian cultures of north-eastern Europe. In these cultures (Kundanian, Butovian, Ilmurzinian, etc.), traditional Swiderian tanged arrowpoints (fig. 1 : 12) and slotted points with lateral microblade insets were made (fig. 1 : 4) (Matushin, 1976 : tab. 1-15 ; Oshibkina, 1983 : tab. 5, 16, 37, 42 ; Mezolit USSR, 1989 : 46-133, tab. 9, 10, 18, 20, 31, 33, 37, 42-45). The latter type of projectile points was associated with another system of stone knapping: microblade processing.

The first occurrence of this technology goes back to the time of the early Upper Paleolithic and is connected with the cultures of Aurignacian tradition. But the oldest evidence of the use of microblades directly as lateral edges of slotted projectiles is represented in Upper Paleolithic assemblages (Kokorevo 1, Chernoozer'e 2 etc.) of Siberia (Paleolit.SSSR, 1984 : 308-328). These microblade edges without any secondary modification were inserted in narrow slots of projectile shafts and were knapped from special wedge-like microlithic cores (fig. 1 : 1, 2). As can be seen in the Mesolithic and later assemblages of eastern Europe and Siberia, such highly-specialized wedge-like cores were gradually replaced by more perfected types, prismatic pencil-shaped cores (fig. 1 : 3) (Matushin, 1976 : tab. 1-15 ; 0shibkina, 1983 : tab. 1-24 ; Mezolit SSSR, 1989 : tab. 18, 31, 39, 42, 82, 86,

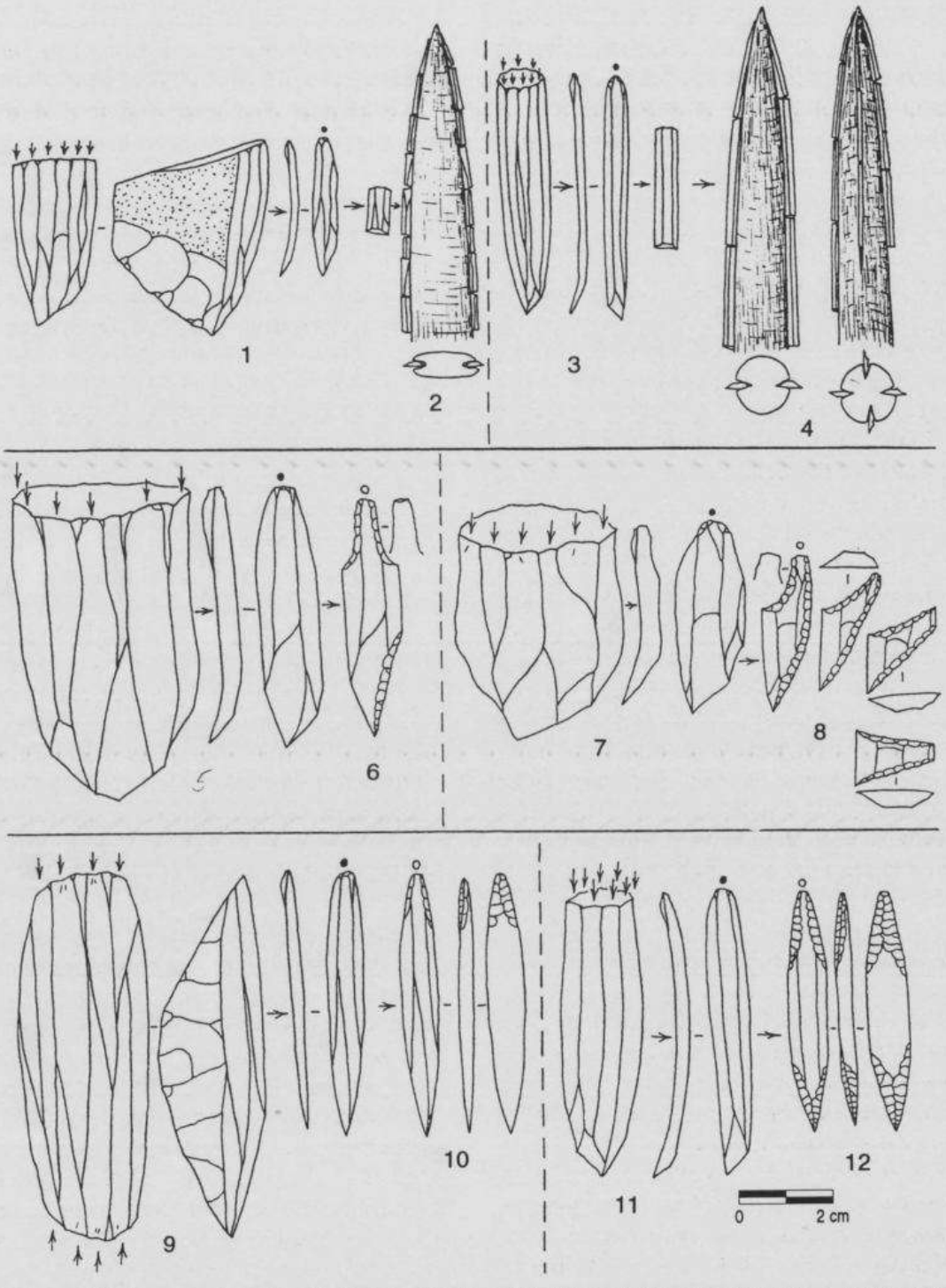


Fig. 1. Systems of blade processing, prismatic blanks and corresponding types of lithic projectile insets. **1, 2.** Upper Paleolithic cultures of Siberia. **3, 4.** Mesolithic cultures of eastern Europe and Siberia. **5, 6.** Arhensburgian. **7, 8.** Postarhensburgian cultures of eastern Europe. **9, 10.** Swiderian. **11, 12.** Postswiderian cultures of eastern Europe.

103, 109, 114-116). The latter type of microlithic cores permitted flaking of middle-sized blades at the initial stage of knapping. This precise type of core was used in Postswiderian assemblages (fig. 1 : 11). But prismatic pencil-like cores were not meant for knapping flat, leaf-shaped blades for Swiderian tanged arrowpoints ; more specialized, boat-like cores were (fig. 1 : 9). That is why the traditional outlines of Postswiderian points were attained through intensive flat retouch (fig. 1 : 12) (Mezolit

SSSR, 1989 : tab. 9, 18, 20, 21, 31, 37, 42-44). In this case, the use of more microlithic insets of projectile points exerted further influence on the particular knapping and type of cores in the assemblages. More microlithic insets determined the limits of core utilization as a whole and corresponded to the proportions and sizes of the last knapped blanks.

Methods of working edge manufacturing on lithic projectile points and choice of stone knapping systems.

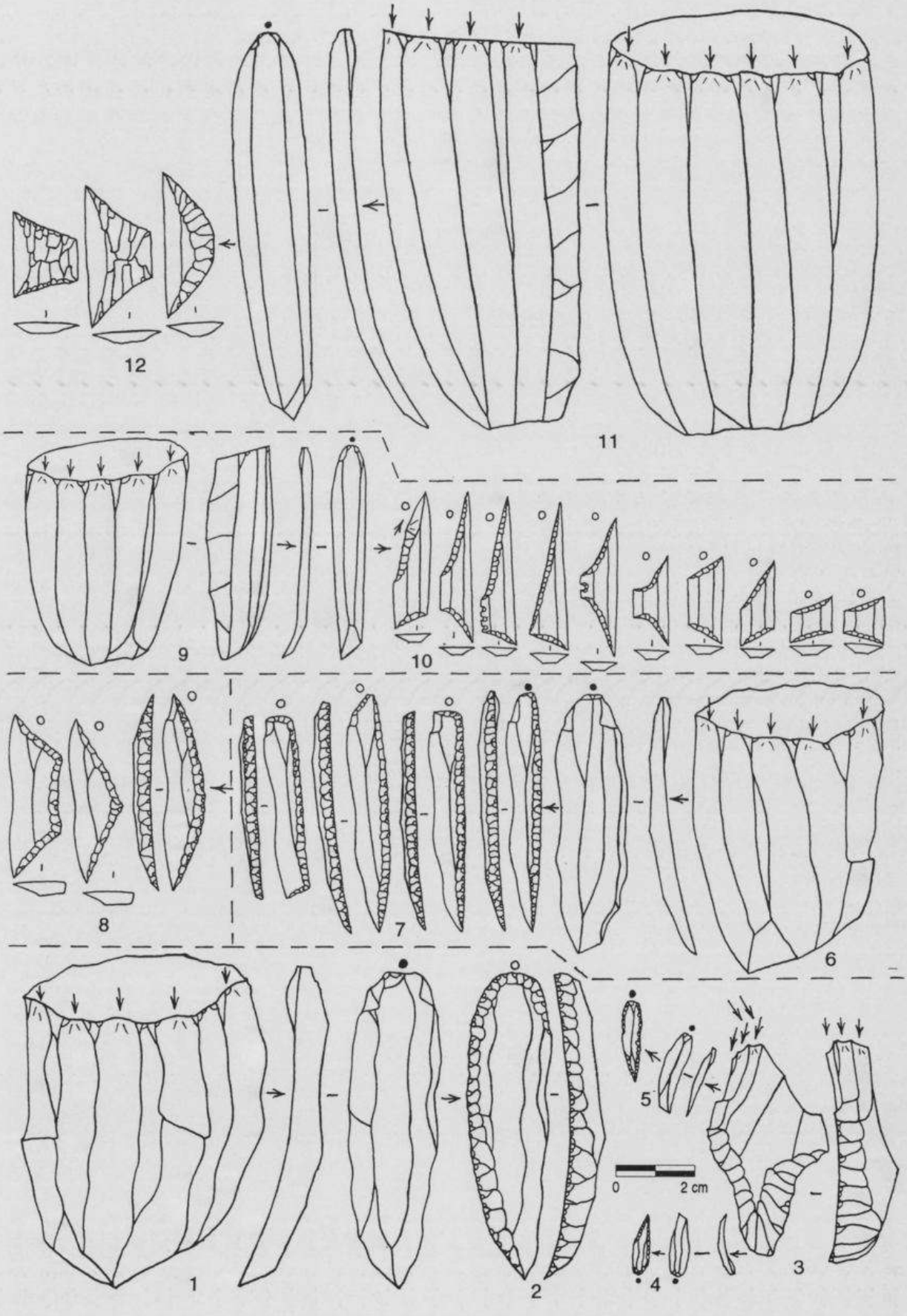
The size of the lithic insets of projectiles did not alone determine the systems of knapping used in each culture. The predominant factor was the degree of use of the unretouched sharp edges of prismatic blanks in the thrusting-cutting function of each type of projectile point. To put it another way, the intensive use of retouch for the manufacture of the working parts of lithic insets brought about a reduction in their « influence » on the stone knapping systems used. In the above-mentioned Postswiderian assemblages, for microblade insets, such a thrusting-cutting function was executed by the sharp non-worked edges of prismatic blanks. For Swiderian tanged arrowpoints and other types of lithic points on blades (Solutrean or Gravettian shouldered points, « fléchettes » etc.), these working tips were shaped, as a rule, using flat or semi-abrupt retouch. In the latter case, only the elongated portions of prismatic blanks were used, but not their sharp edges, for the manufacturing of working parts.

For this reason, we can observe a still sharper distinction between the systems of knapping or types of cores and the morphology of projectile insets, in the assemblages with various kinds of microlithic techniques. The different types of backed and geometric microliths, spread throughout many Stone Age cultures of the Old World, represent more or less identical methods of use and common technological principles of hunting projectile point manufacturing (Nuzhnyi, 1989 : 94-95, 1990 : 122-123). This uniform principle was connected with the use of sharp edges of prismatic blanks (reinforced by an abrupt retouch from the opposite side) to fulfill the basic thrusting-cutting function of hunting projectile points. Abrupt retouch not only made microliths stronger, but also served to enhance the functional efficiency of the use of such edges by optimizing inset outlines (according to the structure of the projectile point). The retouched sides of insets also improved the adherence of microliths, using an adhesive substance, to the shaft of the projectile (Clark, 1977 : 145). The use of microliths as various cutting parts of projectile can be illustrated by numerous archaeological, traceological and ethnographic data from vast territories of microlithic cultures throughout the Old World and Australia (Clark, 1977 : 127-150 ; Nuzhnyi, 1989 : 88-96, 1990 : 113-124). As a method of projectile point manufacturing, the microlithic technique passed through five main stages of development, characterized by different types of microlithic tips and by the system of stone knapping used (Nuzhnyi, 1991). The morphology of prismatic blanks used for microlith manufacturing always corresponds to the level of perfection of blade processing attained and the types of cores in each culture (fig. 2).

Except for the first stage, which was correlated with the establishment of the main technological features of the microlithic technique (reduced sizes and composition of blunted and sharp edges of insets) (fig. 2 : 1-5), all its development during the Stone Age was directed towards improving middle-width blade processing. Strengthening, by abrupt retouch, of the prismatic thrusting-cutting parts of composite points makes it possible to increase the sharpness of blade edges and causes a corresponding evolution of blade processing towards a reduction in size and, mainly, in thickness. But the necessity of using more and more sharp and tiny prismatic blanks brought about an overall « microlithization » of the cores used, and a

→

Fig. 2. Systems of blade processing, prismatic blanks and corresponding types of microliths from cultures of eastern Europe. **1, 2.** Earliest Upper Paleolithic cultures of « Chatelperronian ». **3, 4, 5.** « Aurignacian » technological traditions. **6, 7.** Upper Paleolithic and Early Mesolithic cultures of « Gravettian ». **8.** « Postgravettian » technological tradition. **9, 10.** Late Mesolithic and Early Neolithic cultures with trapeze-like microliths. **11, 12.** Late Neolithic and Eneolithic cultures with youngest geometric microliths.


12
11
9
10
8
7
6
5
0
2 cm
4
3
1
2

decrease in size of lithic assemblages as a whole, as well as of other chipped stone tools. Moreover, these tools could be used as micro-inserts only in certain handles. This tendency to « general microlithization » can be more or less clearly observed in the course of the Upper Paleolithic and Mesolithic in different parts of the world. This whole process resulted from the spread of the main attributes of the microlithic technique from its initial sphere (the manufacture of hunting weapons) to other branches of tool manufacturing. That is why the above-mentioned microlithization of lithic assemblages and size decrease of chipped tools as observed in the Late Mesolithic was not a progressive tendency in Stone Age techniques, but a consequence of prehistoric hunters' adaptation of stone knapping processes to the demands of projectile weapon manufacture.

In the final stage of the development of the microlithic technique, due to a reduction of hunting and projectile weapons for Late Neolithic and Eneolithic farmers, there was a change in the purpose of blade manufacture. The demand for microlithic projectile weapons began to have less influence on stone knapping and manufacture of other lithic tools. Stone knapping acquired other orientations connected with the manufacture of different lithic tools, using sharp edges of prismatic blanks, perhaps sickle insets in agricultural societies, or knives in pastoral ones. Precisely, the sizes of such tool blanks clearly correspond to the blade scars of the cores in Late Neolithic and Eneolithic assemblages of the Ukraine. The absence of a need for size reduction in sickle and knife edge manufacturing (having been characteristic of lithic insets of projectile weapons) caused the « macrolithization » of blade processing and the degradation of micro-insert technology, as well as the appearance of flat or invasive retouch on the latest geometric microliths in different parts of the world (for Ukraine see : Danilenko, 1969 : 20-21, 155).

A similar process of regeneration of flat retouch technology on microblade insets of bone slotted points took place in the Late Neolithic cultures of Siberia (Okladnikov, 1975 : tab. 46 ; Mochanov *et al.*, 1983 : 17, tab. 4, 7, 66, 89, 203). A quite recent example of degraded microblade technology is probably in the various bifacial imitations of « microlithic » lateral insets on Eskimo bone harpoons.

Technological tendencies in projectile point improvements as a reflection of the technical potential of prehistoric societies

Thus, the technological needs of lithic insets for projectiles in the Upper Paleolithic and Mesolithic determined the level of perfection of stone-knapping in each culture. The demand for such tools more or less determined the direction of development of the system of stone knapping used in various cultures. That is why the blanks of projectile points correspond more clearly to the system of stone treatment used in each culture than other tools (burins, scrapers, drills, axes, etc.), which can be made from any blank.

So far, as all the above-mentioned types of lithic insets of points had their own system of stone knapping and were strictly associated with a particular retouch technique, they could be divided into two prime and two synthetic technological directions of improvement for such tools (fig. 3) (Nuzhnyi, in press). The distinct methods of knapping and the secondary modifications on points and the limited number of the aforementioned directions were associated with the only two efficient solutions for the main technological problem of projectile tool manufacturing from siliceous raw materials.

According to their specific use, the sharp working edges of lithic projectile points must withstand sharp blows and powerful loading after collision with targets. Considering the mechanical properties of hard but brittle siliceous raw materials, the higher level of protection of stone tips against such blows was possible only with the flat retouch technology of sharp edge manufacturing or by the use of an unretouched cutting edge of a prismatic blank, strengthened by abrupt retouch from the opposite side. In both cases, there was effective use of the isotropic quality of siliceous stones and the possibility of producing sharp edges on conchoidal spalls.

In the first, older and primary, flat retouch technology (*i. e.* « direction of bifacial points »), the sharp working edges of points were made stronger due to ridges of flake scars and optimization of the shape or the proportions of their working tips. As can be seen from experiments, this method of lithic

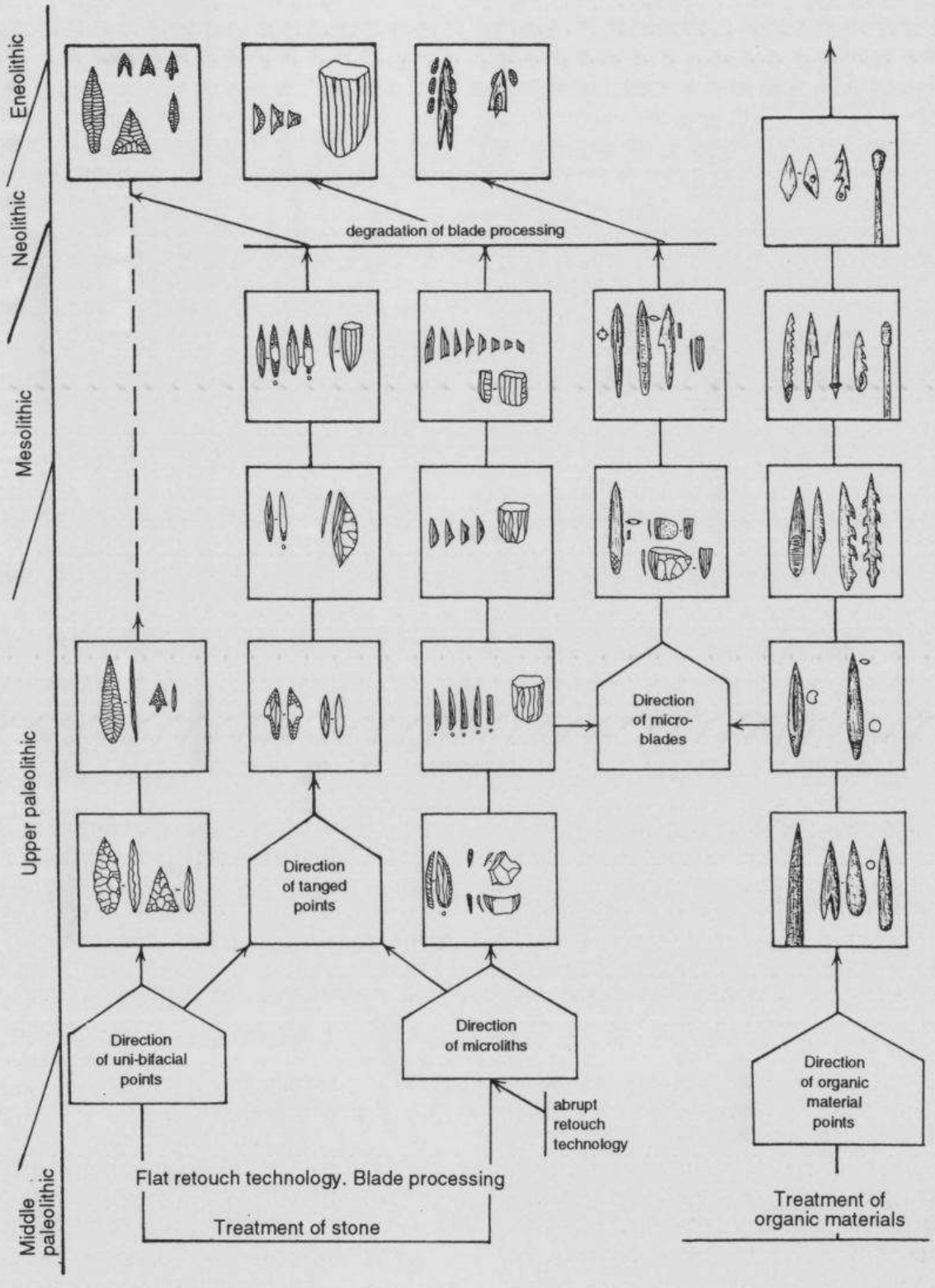


Fig. 3. Schema of the technological directions of projectile point improvement in the Stone Age of Euro-Asia.

point manufacturing, little-connected with the core-knapping technology, increases the functional efficiency of retouched projectile points compared to unretouched ones (*e. g.* see : Odell, Cowan, 1986 : 208-209). An effective use of core-knapping production and the sharp edges of prismatic flakes or blades as vital parts of projectile points became possible thanks to the abrupt retouch technology and invention in the Upper Paleolithic of the microlithic technique. The need for this prime and later method of projectile point manufacturing (*i. e.* « direction of microliths ») was related to the improvement of the core-knapping technology and, mainly, to blade-processing, the most perfected type of sharp edge manufacturing from siliceous raw materials (fig. 3).

It is worth noting that, except for the above-mentioned technological directions of the improvement of projectile points, the third prime manufacturing method for such tools was derived from various organic materials (wood, bone, antler etc.). The oldest technology of « organic material points » (fig. 3) was connected very little with the systems of stone knapping and chipped-stone industry use as a whole, but had its own separate methods of processing according to the plastic, soft and elastic mechanical properties of such raw materials.

In the two synthetic directions of projectile point improvement (viz. directions of « points on the blades » and « microblades »), there was a combination of the afore-mentioned prime methods of working edge manufacturing for such tools using flat retouch, strengthening of the sharp edge of prismatic blanks by abrupt retouch and pointed bevels of organic materials (fig. 3). The first synthetic direction of « points on the blades » (*e. g.* various types of tanged or shouldered points) combines with the technological features of « bifacial points » and « microliths ». As was noted before, only the elongated form or plane surfaces of prismatic blades were used on these points, and rarely their non-worked, sharp edges. This is why the manufacture of these types of projectile points was less connected with blade processing. An increase in this tendency occurred together with an increase in sharp edges used as thrusting-cutting parts of points (e. g. on the typical Swiderian leaf-shaped or Arhensburgian tanged points on blades) (fig. 1 : 5, 6, 9, 10).

The other synthetic direction of « microblades » combined the technological features of « microliths » and « organic material points ». The function of strengthening of microblade insets (fixed as lateral composite edges in these projectile shafts) was accomplished by use of narrow, deep slots (fig. 1 : 2, 4). The mechanical property of these slots (which were made from elastic and plastic organic materials) does not allow an abrupt retouch to reduce the brittle quality of siliceous cutting insets. This method of hafting made possible a strong reduction in size of the prismatic blanks used and an increase in sharpness of the lateral composite edges of slotted points. These microblades were knapped from special microlithic cores (fig. 1 : 1, 3).

All the above-mentioned technological directions of point improvement passed through several stages of development, which were connected with more perfected methods of using the mechanical properties of lithic or organic raw materials for a projectile function and for particular types of hunting weapons. Thus, just as for the various barbed « harpoons for turning », the mechanical properties (softness, platicity and elasticity) of organic materials were fully attained, for bifacial lithic points, geometric microliths and microblade insets, the isotropic qualities and sharpness of hard siliceous raw materials were most efficiently exploited using pressure technology. However, in the latter two cases, pressure was used for blade processing, as opposed to the first one, where pressure technology was utilized for perfection of flat retouch. This is why this improvement was carried out only within certain limits, which depended on the technological potential of each method of projectile point manufacture. For example, the widespread use of various technologies for arrowtip processing had a more-or-less common tendency to size reduction, but differed in their manifestation, such as in the « geometrization » of microlithic points (Nuzhnyi, 1990 : 123) and intensification of prismatic blank use (flakes or even blades) for the manufacture of « points on the blades » or their « bifacial » ones.

Given the principled differences in the three prime technologies of working-edge manufacturing, the afore-mentioned directions of projectile point development were characterized by various levels of improvement, by using the mechanical properties of raw materials. In so far as all the mentioned directions (prime and synthetic) were invented

and developed at different times, we can observe an increase in the efficiency of raw material utilization and larger constructive possibilities of the later technologies as compared with the earlier ones. The oldest direction of « organic materials points », according to the finds of monolithic heavy wood spears from Clacton–on–Sea, Torralba, Lehringen etc., formed in the Early Paleolithic. The invention of composite projectile tools with separate points and shafts took place later, probably not before the Middle Paleolithic. Undoubtedly, the combination in one tool of a lithic point and an organic shaft defined the new perfected stage of projectile weapon improvement and allowed more efficient use of the mechanical properties of organic and stone raw materials for the projectile function (Semenov, 1957 : 233-234).

The earliest lithic examples of « bifacial points » developed in the Middle Paleolithic, but its systematic use for projectile point shaping occurs only in the oldest Upper Paleolithic cultures of Europe (Szeletian, Streletsian, etc.). The next stage in the development of this technology (first with a low technological efficiency) was related to the partial perception of a more progressive method of manufacturing flakes and blades. In most cases, the lithic points of prehistoric and ethnographic hunters all around the world with a flat retouch on the working edges (*e. g.* Solutrean, Clovis, Folsom, Plainview and other uni-bifacial points, tanged or shouldered points on blades, etc.), were manufactured from flake or blade prismatic blanks, but their sharp, non-retouched edges were rarely used.

Core-knapping and especially blade processing were the most efficient method of processing siliceous raw materials and of obtaining sharp cutting edges (Semenov, 1957 : 231-234). This technology, from Semenov's point of view, requires the blunting of one sharp edge of a prismatic blank for a more efficient use of the other one in the cutting function. The efficiency of the blade direction of chipped tool manufacturing was connected not only with the more economical methods of sharp edge production (from a given quantity of lithic raw material), but also with the spread of inset technology, the increasing sharpness of tool working edges and the growing functional perfection of composite weapons as a whole (Semenov, 1957 : 233-234). In our opinion, the effective use of sharp edges of siliceous prismatic blanks in the thrusting-cutting function of projectile points was possible only in two manners: using the microlithic technique and the microblade inset technology. In the first prime « microlithic » technology, the strengthening of these sharp edges was created by abrupt retouch in contrast to the second synthetic one, where such a role was played by narrow, deep slots. However, the efficiency of the various directions of projectile point manufacturing was determined not only by the perfect utilization of the mechanical properties of raw materials, but also by their possibilities of technical improvement over a long period of time. From this point of view, the above-mentioned technological directions are very different. For example, the attachment of any lithic inset (point, microlith, microblade, etc.) to older projectiles, manufactured from only organic materials, opens larger possibilities for constructive variety and weapon improvement.

Various lithic projectile insets and all technological directions, with the exception of « microliths », were distinguished by a clear specialization in the types of points used. In the directions of different points on blades or on biface, irregardless of the outline of the tool (leaf- or triangle-shaped, shouldered, tanged etc.), only one type of piercing point, with two sharp more-or-less symmetrical working edges, was actually used. Their morphological variety was due to only minor functional aspects of these points (barbs, tangs, parts for hafting etc.). Similarly, we can see a striking specialization in the other lithic direction taken by the improvement of projectile points, the technology of « microblades ». This type of projectile inset was used only as lateral composite edges of slotted shafts. A quite different situation was observed in the latest direction of « microliths » and microlithic weapons, which represents an impressive variety of projectile point structures (simple or composite, with piercing, oblique or transverse tips and diverse barbs and lateral edges) (*e. g.* see Clark, 1977 : 127-150 ; Nuzhnyi, 1989 : 88-96). The numerous methods of combination of the microliths, of the blunted surfaces and sharp non-worked edges, and the various hafting techniques them created more possibilities of constructively improving microlithic projectile points and of searching for a more perfected morphology (from a functional point of view), which was not the case with the use of the other lithic technologies mentioned.

The increased constructive potential of the microlithic technique of projectile point manufacturing was probably connected with the use, for the basic thrusting-cutting function of these tools, of the non-worked sharp edges of prismatic blanks. The secondary modification was through an abrupt retouch, producing only a shaped microlith which did not carry the main functional loading into the hafted inset (Nuzhnyi, 1990 : 114).

In contrast to the microlithic technique in the various bifacial lithic points, secondary modification through flat retouch not only shaped these insets, but also formed their sharp working edges, which had the thrusting-cutting function mentioned for projectile weapons. That is why the greater « alienation », by secondary modification, of microlithic points from their basic functions improved, as a rule, the search for an alternative constructive solution and for the functional differentiation and specialization of this type of projectile weapon, which was the main way to increase tool efficiency and technical progress as a whole.

From this point of view, there is no reason to believe in a greater efficiency of the pressure flat-retouch technology of sharp edges as opposed to blade-processing (Hayden, 1989 : 14), for the microlithic technique and lithic projectile-point manufacturing. The flat invasive retouch and blade (microlithic) technologies of thrusting-cutting area manufacture are two different directions in the improvement of lithic points. For the reasons given, we are faced with the problem of understanding the choice of tool resharpening strategy (according to B. Hayden) and the mechanism of technological system replacement during Prehistory, all around the world. From this point of view, the perfection and increased efficiency of blade processing (and the microlithic technique as the main method of using prismatic blanks in projectile weapons) make it difficult to understand the reasons why the flat retouch technology regenerated in the final stage of the European and Asian Stone Ages.

It is true that the choice of the resharpening technology was connected with the nature and frequency of hunter-gatherers' cutting activities in each area of the world (Hayden, 1989 : 15-16), which were conditioned by the strategies and economic priorities of such societies. Methods of projectile point manufacturing depended on the types of resharpening technologies. However, the above-mentioned technological directions occurred at very different times and had different patterns of diffusion.

Therefore, the oldest and most primitive technology of « organic material points », from my point of view, had the largest territory and was used by all known archaeological and ethnographic hunter-gatherers throughout the world. The next ancient prime direction of « bifacial point » manufacture also had a large area of influence, covering practically all the world, but at a different time. In many parts of the Old World, this technology was replaced later by more efficient directions of projectile point manufacture, based on blade processing (*e.g.* points on blades, slotted shafts with microblade insets, etc.). The most recent prime lithic technology of « microliths » had a more limited territory, mainly in Europe and Africa or in some parts of Asia and Australia.

However, the afore-mentioned prime directions of projectile point improvement had very different diffusion rates and joined the new « synthetic » technologies, which were more or less independent and had their own technological principles. The problem of the interaction of different technologies was complicated by their different diffusion rates. Each new technology spread like a « wave » from its « birth area », with gradual weakening of and interaction with the previous ones. These new technologies are characterized by a more perfect utilization of the mechanical properties of raw materials, and more efficient methods of manufacturing also spread quickly. There is the problem of the independence of such technological inventions, and especially of the new types of efficient tools and weapons, and the economic reasons prompting their discovery. The newly-perfected tools were borrowed from developed societies more easily than their basic socio-economic principles (Balakin, Nuzhnyi, 1990 : 99).

The ethnographic groups of hunter-gatherers usually had tool assemblages and technologies which did not correspond to their level of socio-economic progress. Hence unsuccessful attemps have been made by many scientists to consider recent ethnographic societies as a stage of the archaeological schema (for example, Australianer edge-ground axes or Eskimo metal knife-scrapers and Bushman metal arrowpoints) (Balakin,

Nuzhnyi, 1990 : 99-100).

For the reasons given above, it is clear why the oldest technologies were superseded in historic times in the outlying areas of the world, but were « littered » by later technological inventions. Only the technology of flat retouch and bifacial points, which appeared for the first time in Europe and did not use prismatic blanks for manufacturing, remained more completely in America. However, for the manufacture of these later points, prismatic flakes and blades were used, but more intensively in Europe and Asia (*e. g.* Solutrean and various points on blades) and little in northern America (Clovis, Folsom and other points).

The next ancient lithic technology of « microblades » was connected with the Aurignacian cultural tradition of manufacturing multifacetted tools (carinated or nosed scrapers, multiple-spalls burins, etc.), which had already appeared in the earlier Upper Paleolithic of Europe and the Near East. Primarily, the first microblade-chips were knapped as a result of this lithic tool processing, but later, in Aurignacian assemblages, the use of special microlithic cores took place. Such microblade insets (*e. g.* Dufour bladelets or points of Muralovka type), made usually by thin, tiny retouch, were probably used as lateral scale-like barbs, which were attached to the surface of organic material points with a binding (Nuzhnyi, 1991 : fig. 1, 2). It is worth noting that in the Aurignacian assemblages of western Europe and the Near East we can also observe evidence of a very ancient use of morphologically characteristic bone points without slots.

The mentioned Aurignacian method of manufacturing and the use of various microblade insets was later an important component of the formation of the microlithic technique of Perigordian-Gravettian cultures in Europe. The Gravettian backed microliths were hafted (in contrast to the preceding Aurignacian ones) as vertical edges, using resin, onto points of organic material (Nuzhnyi, 1991 : fig. 1, 3). Later, Gravettian hunters, probably in eastern Europe, invented the « wide-slot technology » : microlith fixation in wide (according to the thickness of microlith « backs ») but shallow troughs of slotted projectiles. This new, more efficient technology of projectile inset hafting spread rapidly in eastern Europe 20-18 thousand years ago, as we can see from the numerous finds of wide-slotted bone points in the assemblages of Mezin, Amvrosievka, Anetovka II, Korman IY etc. (Paleolit SSSR, 1985 : 178, 198-200).

However, in the numerous Upper Paleolithic industries of eastern Europe, especially in the steppic areas of the Ukraine and of Russia, Gravettian features were observed in microlithic assemblages, as well as in the most recent clear examples of the Aurignacian tradition, in the form of increased microblade processing and manufacturing of specific types of lithic insets (*e. g.* sites : Anetovka I, Muralovka, Zolotovka I, Rushkov VII etc.) (Paleolit SSSR, 1985 : 203-204, 218-219). For the reasons given above, this survival and strong preservation of Aurignacian traits in the chipped industries of this area were probably connected with the reduced spread of the afore-mentioned archaic technology of projectile inset manufacture. Apparently, in south-eastern Europe and Siberia during the Late Paleolithic, the previous technological « wave » of the old Aurignacian tradition was overtaken by the next, newer and more efficient Perigordian-Gravettian lithic technology of projectile weapon manufacture using the microlithic technique. It is obvious that the old Aurignacian industries of western Europe, in the first stage of the Upper Paleolithic, played a part in the formation of the technological principles of the latter. The combination of the construction principles of this microlithic technique (fixation insets as vertical composite edges in slots) and the old microblade processing led to the rise of new synthetic « microblade » directions in the improvement of projectile points, widespread in eastern Europe and Siberia. In this technology, fragments of microblades were hafted in narrow, deep slots of points as lateral composite edges too. The first evidence of the birth of the « narrow-slot technology » in eastern Europe is seen on bone points from assemblages of Rushkow VII and the 3rd layer of Molodova V, with ^{14}C dates at about 12-13 thousand bp (Paleolith SSSR, 1985 : 217-219). The same dates concern the assemblages of Chernoozer'e II and Kokorevo I in western and eastern Siberia, where there was clear microblade processing and use of various bone hunting tools (points and, probably, daggers), with one or two narrow, deep slots. It is significant that in the earlier assemblage of Afonovo Gora II in eastern Siberia (20 900 ± 300 BP), where microblade processing with wedge-like cores was also present, bone points with wide, shallow slots and backed

microliths were used (Paleolit SSSR, 1985 : 310, 319-320, fig. 125, 130-131).

As seen from the lithic assemblages of Asia and Arctic America, the technological « wave » of microblade inset processing, like the microlithic technique, overtook the preceding bifacial technology in the territory of eastern Siberia, the Far East, Japan and Alaska, in the final stage of the Upper Paleolithic, at least 16-12 thousand years ago. This conclusion can be confirmed, from my point of view, by the presence, in numerous assemblages from these areas (*e. g.* Ductaj cave, Bereleh, Ushki I, Takoe II etc.), of bifacial points and especially wedge-like microlithic cores made on biface blanks, such as the Gobi type in eastern Siberia (Paleolit SSSR, 1985 : 324-327, fig. 133, 134). The above-mentioned method of microblade inset processing can also be clearly illustrated by the Yubetsu knapping technology in the late Upper Paleolithic sites of Japan and by similar cores from the Donnelly culture in Alaska (Hayashi, 1968 : 179-180 ; Laricheva, 1976 : 170-184).

Conclusion

There is good reason to believe that the picture of the diffusion in different parts of the world of the above-mentioned types of projectile points with their corresponding technological systems of stone-knapping, clearly reflects the process and stages of improvement in lithic and organic raw material treatment and in general technical progress in the Stone Age. Each new and more perfected technological system, after it arose, began to spread into an adjacent area having a more primitive, older system. In the contact area, there formed new « synthetic » technologies of projectile point manufacturing.

That is why the most ancient technologies had larger areas, and were better-preserved in the inhabited outlying parts of the world (*e. g.* the bifacial point technology was completely preserved in America, but was replaced by the newer microblade technology in Siberia, and both these methods of projectile point manufacturing were superseded by more perfected microlithic techniques in western Europe and the Near East). From this point of view, it is probable that the diffusion map of the afore-mentioned technologies also reflects the unevenness of the technical progress of various groups in the different areas and illustrates the process of socio-economic « backwardness » of prehistoric societies in the outlying parts of the world. In any case, the coincidence of the diffusion area of the latest and more efficient technology of geometric microliths with the area of the earliest evidence of agricultural economy in the Old World (Mediterranean, Near East, Middle Asia, India, etc.), was very likely created by the use of perfected projectile weapons and the crisis in the hunting economy (Balakin, Nuzhnyi, 1990 : 97-98).

It stands to reason that the high efficiency of microlithic points accelerated the destruction of game resources, but that the increased technological potential of such weapons allowed, on the other hand, unlimited stimulation of this process to the end. The spread of the agricultural economy as a reaction to the hunting crisis finally caused a change in the orientation of stone-knapping from the latter economy to the other. The process of simplification of projectile and other lithic chipped tool manufacture replaced the micro-inset technology and macrolithization of blade processing. But the increasing size of knapped and used blades raised the problem of resharpening their worn cutting edges and caused a return to the flat retouch technology. This problem, according to research into hunting projectile point manufacture, was solved by microlithization and knapping of numerous new prismatic blanks. The change in stone-processing orientation determined the afore-mentioned resurgence of the archaic flat retouch technology in numerous Late Neolithic and Eneolithic assemblages from different parts of the Old World.

* *Stone Age dept., Institute of Ukrainian Archaeology, Academy of Sciences, Str. Vidubeckaja 40, 252014 Kiev, Ukraine.*

Bibliography

BALAKIN (S. A.), NUZHNYI (D.U.), 1990.– Hozajstvenno-ekonomicheskoe razvitie v golocene i problema arxeologicheskih kriteriev mezolita, *Kamennyi vek na territorii Ukrainy (nekotorye aspekty hozajstva i etno-kulturnyh svjazej)*. Kiev, Naukova dumka, p. 90-101.

BORISKOVSKIJ (P. P.) (Ed.), 1984.– *Paleolit SSSR*, Moskva, Nauka, 382 p.

CLARK (J. D.), 1977.– Interpretation of prehistoric technolgy from ancient Egyptian and other sourses. Part 2, *Paleorient*. vol. 3, p. 127-150.

DANILENKO (V. N.), 1969.– *Neolit Ukrainy*. Kiev, Naukova dumka, 258 p.

GINTER (B.), 1974.– Wydobywanie, przetworstworobow krzemiennych w schylkowym paleoliche polnocnej czesci Europy srodkowej, *Przeglad Archeologiczny* : vol. 22, p. 5-122.

HAYASHI (K.), 1968.– The Fukui Microblade Technology and its Relationships in Northeast Asia and North America : *Arctic Anthropology*, vol. 5, 1, p. 179-180.

HAYDEN (B.), 1989.– From chopper to calt : the evolution of resharpening techniques, *Time, Energy and Stone tools. In* : R. Torrence (Ed.), New Directions of Archaeology Series. Cambridge, Cambridge University press, p. 7-16.

KOLC'OV (L. V.), (Ed.), 1989.– *Mezolit SSSR*, Moskva, Nauka, 350 p.

KOZLOWSKI (J. K. et St. K.), 1975.– *Pradzieje Europy od 40 do 4 tysiaclecia p. n. n.* – Warszawa, 504 p.

LARICHEVA (I. P.), 1976.– *Paleoindejskie kultury Severnoj Ameriki*. Novosibirsk, Nauka, 202 p.

MATUSHIN (G. N.), 1976.– *Mezolit Uznogo Urala*. Moskva, Nauka, 367 p.

MOCHANOV (U. A.), FEDOSEEVA (S. A.), ALEKSEEV (A. I.), KOZLOV (B. I.), KOCHMAR (N. N.), SCHERBAKOV (N. M.), 1983.– *Arxeologicheskie pamjtniki Jakutii (bassejny Aldana i Alekmy)*. Novosibirsk, Nauka, 391 p.

NUZHNYI (D.), 1989.– L'utilisation des microlithes géométriques et non géométriques comme armatures de projectiles, *BSPF*, t. 86, 3, p. 88-96.

NUZHNYI (D.), 1990.– Projectile Damage on Upper Paleolithic Microliths and the Use of Bow and Arrow among Pleistocene Hunters in the Ukraine, *Proceedings of the International conference on lithic Use-wear analysis, 15-17th February 1989 in Uppsala, Sweden (AUN n. 14)*. Uppsala, p. 113-124.

NUZHNYI (D.), 1991.– Development of microlithic projectile weapons in the Stone age, *Proceedings of the International symposium « Hunting in Prehistory », 3th-7th October 1990 in Treignes, Belgium*. Treignes, Ed. CEDARC.

NUZHNYI (D.), in press.– Technical evolution of Hunting projectile weapons in Upper Paleolithic of the Ukraine, *Recent Research on the European Paleolithic*, Oxford, BAR International Series.

ODELL (G. H.), COWAN (F.), 1986.– Experiments with Spears and Arrows on Animal Targets, *Journal of Field Archaeology*, vol. 13, p. 195-212.

OKLADNIKOV (A. P.), 1975.– *Neoliticheskie pamajtniki Srednej Angary*. Novosibirsk, Nauka, 318 p.

OSHIBKINA (S. V.), 1983.– *Mezolit bassejna Syxony u Vostochnogo Prionezja*. Moskva, Nauka, 287 p.

SEMENOV (S. A.), 1957.– Pervobytnaja texnika, *Materialy i issledovanija po arxeologii SSSR*, 54, Moskva-Leningrad, 237 p.

ZALIZNIJAK (L. L.), 1986.– Kulturno-hronologicheskaja periodizacija mezolita Novgorod-Severskogo Polec'ja, *Pamjatniki Kamennogo veka levoberezhnoj Ukrainy*. – Kiev, Naukova dumka, p. 47-142.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Impacts de projectiles sur le gibier : quelques éléments d'une approche expérimentale

*Philippe MOREL**

Résumé

Les différents types d'informations sur la chasse préhistorique (types d'armes, méthodes de chasse, etc.) sont brièvement discutés à partir d'une série d'observations expérimentales, en tenant particulièrement compte des données archéozoologiques et des problèmes taphonomiques qu'elles posent.

Abstract

Based on experimental observations, different aspects of prehistoric hunting (types of weapons, hunting methods) are briefly discussed, within the context of archaeozoological data and the taphonomic problems they present.

Des séries de tirs expérimentaux ont été effectuées de 1987 à 1990 sur des carcasses de caprinés par le groupe de recherche *Technologie Fonctionnelle des Pointes de Projectiles Préhistoriques*. Le but initial de ces essais était de définir les possibilités et les modalités d'identification du mode de lancer de pointes à cran solutréennes (tir à l'arc ou au propulseur). Les aspects technologiques ont intégré l'étude des impacts sur les squelettes, dans une optique archéozoologique.

Dans le cadre de l'étude tracéologique de pointes de projectiles lithiques, il nous paraît intéressant de passer en revue les différents types de dégâts que celles-ci sont à même de causer sur le gibier (en particulier sur son squelette) et de définir brièvement quelques paramètres technologiques de l'ensemble arme-projectile de chasse. Certains aspects cynégétiques montrés par divers auteurs à partir d'ensembles de traces d'impacts observées en contexte archéologique seront rapidement mentionnés.

Les impacts de projectiles lisibles sur le squelette peuvent être groupés en cinq catégories distinctes (Morel, 1991) :

– les raclements, atteintes superficielles de l'os ;

– les éclatements (ou dislocations), où l'os est fragmenté ;

– les fissurations, où l'os reste entier, quoique fendu ;

– les implantations, insertions d'apex brisés lors de l'impact ;

– et les perforations (empreintes de pointes extraites de l'os).

Ces différents types d'impacts dépendent de tout un ensemble de paramètres, dont :

– l'énergie cinétique (fonction du poids du projectile et de sa vitesse) ;

– le coefficient de pénétration, fonction, pour une énergie cinétique donnée, de la qualité (morphologie et matériau) de la pointe ;

– la cohésion de l'ensemble du projectile (fixation de la pointe sur la hampe, profil et matériaux du projectile), dont dépendra le transfert d'énergie à l'impact, la peau étant un obstacle critique ;

– le type d'os concerné lors d'impacts sur le squelette (région anatomique et région de l'os, à savoir en particulier si l'os est spongieux ou compact (Morel, 1991)) ;

– la taille du gibier (plus le gibier est grand, plus la pénétration dans la peau aussi bien que dans l'os est difficile et tributaire d'une haute qualité de l'ensemble tireur-arme-projectile).

Ces paramètres sont interactifs et capables de se compenser ou de se compléter : un mauvais profil du projectile (mauvaise qualité de la pointe, col du bourrelet de la ligature) peut par exemple être compensé dans une certaine mesure par une augmentation de son énergie cinétique.

La question de l'identification du mode de lancer et du type de projectile n'a à l'heure actuelle pas pu être résolue par l'étude des impacts sur le squelette. Si une différenciation est possible, elle nécessitera sans doute l'étude de grandes séries expérimentales car les groupes arc-flèche et propulseur-sagaie ont des performances qui se recoupent largement. En supposant l'usage de mêmes pointes pour les deux types d'armes, on pourra en principe s'attendre à observer des dégâts d'amplitudes différentes sur le squelette, mais pas forcément sous forme d'impacts les plus aisés à reconnaître (éclatements, fissurations, etc., plus nombreux sur les os longs).

Aspects archéozoologiques

Restitution, identification

Le problème de la fréquence des différents types d'impacts et de la probabilité de leur préservation et de leur identification en contexte archéologique a déjà été discuté ailleurs (Morel, 1991), et nous nous limiterons à mentionner que les impacts les plus facilement reconnaissables sont les implantations et que celles-ci se concentrent sur les parties spongieuses du squelette (vertèbres, côtes, os plats à *spongiosa*), celles donc, qui sont le moins susceptibles d'être conservées pour toutes sortes de raisons (teneur en graisses, concassage, consommation par les carnivores, etc.). Les probabilités de découverte d'impacts archéologiques sont donc très faibles (sauf en cas de faunes exceptionnellement bien conservées), à plus forte raison si on part du postulat que les impacts sur l'os devraient être minoritaires parce qu'involontaires.

Chasse

Les impacts sur le squelette peuvent dans une certaine mesure permettre de remonter au geste du chasseur : leur lecture, si on dispose soit de séries importantes (Bratlund, 1991 ; Noe-Nygaard, 1974), soit de squelettes complets avec un ou plusieurs impacts (Aaris-Sörensen *et al.*, 1986 ; Hallam *et al.*, 1973), peut en effet livrer certains renseignements sur le mode de lancer et sur le type de projectile et de pointe, voire sur les méthodes de chasse : les impacts les plus facilement identifiables et les plus fréquemment observés et publiés sont ceux qui ont produit des implantations de silex. Celles-ci sont cependant en principe le résultat d'une malchance pour le chasseur puisque l'animal n'a été que blessé, souvent superficiellement, sauf cas exceptionnels, et qu'il a eu de fortes chances de se débarrasser facilement du projectile, en le cassant. La présence de ses os dans le matériel archéologique suppose cependant que l'animal a quand même été tué par au moins un autre tir.

De telles observations peuvent être le résultat de différentes situations, en relation avec le comportement du gibier et du chasseur :

– Le gibier est chassé en grands troupeaux ou en groupes (Renne, Cheval) sur lesquels on tire de

nombreux projectiles, dont certains touchent les os (Bratlund, 1991).

– Certains animaux sont traqués et poursuivis par un groupe de chasseurs qui, si le gibier est de grande taille ou les conditions de tir mauvaises, ont besoin de tirer à plusieurs reprises et peut-être de poursuivre l'animal sur de longues distances (Aaris-Sörensen *et al.*, 1986, Hallan *et al.*, 1973).

– Des animaux blessés lors d'une première chasse parviennent à s'échapper et ne peuvent être tués que lors d'une deuxième rencontre, après plusieurs jours ou semaines. Si le temps entre les deux rencontres est suffisant, l'os présentera des indices de guérison ou d'inflammation (Noe-Nygaard, 1974 ; Hallam *et al.*, 1973). Ce genre d'observation suppose un gibier et des chasseurs au moins partiellement sédentaires ; la probabilité de rencontre d'un Renne perdu après avoir été touché dans un grand troupeau en déplacement est en effet à considérer comme très faible (Noe-Nygaard, 1974 : 246).

Exploitation du gibier tué

Sur les 241 traces produites expérimentalement (Morel, 1991), 20 % sont des implantations, où la pointe fichée dans l'os est presque toujours cassée. Cependant, les fractures de pointes à l'impact sont nettement plus nombreuses ; seule une part des pointes brisées s'implante dans l'os. On peut par conséquent supposer, en cas de transport du gibier, qu'une bonne partie du matériel lithique utilisé pour la chasse et fracturé parviendra au site d'exploitation des carcasses sous forme de fragments divers incrustés dans les os, implantés dans les muscles ou dans les viscères, même si l'on suppose un nettoyage et une découpe des carcasses sur les lieux de mise à mort.

Les nombreux fragments de pointes lithiques trouvés dans certains sites paléolithiques et portant des stigmates caractéristiques d'impacts (Plisson, Geneste, 1989 : 96) peuvent avoir été rapportés sur le site après la chasse, dans les carcasses de gibier, dans les parties molles et dans les os, d'où ils auraient été libérés après exploitation du gibier, concassage et altération ultérieure des os. L'expérimentation pourrait donc permettre, dans de tels cas, de formuler certaines hypothèses sur les modes d'exploitation du gibier, même si l'état du matériel osseux ne permet la conservation d'aucune trace d'impact.

* *Strassburgerallee 116, CH-4055 Basel, Suisse.*

Bibliographie

AARIS-SÖRENSEN (K.), PETERSEN (E. B.), 1986.– The Prejlerup Aurochs - an archaeozoological discovery from boreal Denmark. *Archaeozoologia*, Mélanges, p. 99-109.

BRATLUND (B.), 1991.– A study of hunting lesions containing flint fragments on reindeer bones at Stellmoor, Schleswig-Holstein, Germany. *In* : R. N. E. Barton, A. J. Roberts, D. A. Roe (Ed.), *The late glacial in Northwest Europe : human adaptation and environmental change at the end of the Pleistocene.* CBA Research Report, 77, p. 193-207.

CARRERRE (P.), 1990.– Contribution de la balistique au perfectionnement des études techno-fonctionnelles des pointes de projectiles préhistoriques. *Paléo*, 2, p. 167-176.

HALLAM (J. S.), EDWARDS (B. J. N.), BARNES (B.), STUART (A. J.), 1973.– The remains of a late glacial Elk associated with barbed points from High Furlong, Near Blackpool, Lancashire. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 39, p. 100-128.

MOREL (P.), 1991.– Impacts de chasse et archéozoologie : quelques observations expérimentales. *In* : *La chasse dans la Préhistoire. Colloque international, Treignes*, Belgique, 3-7 octobre 1990. Artéfacts 8, Treignes, Éd. CEDARC, sous presse.

NOE-NYGAARD (N.), 1974.– Mesolithic hunting in Denmark illustrated by bone injuries caused by human weapons. *Journal of Archaeological Science*, 1, p. 217-248.

PLISSON (H.), GENESTE (J.-M.), 1989.– Analyse technologique des pointes à cran solutréennes du Placard (Charente), du Fourneau du Diable, du Pech de la Boissière et de Combe Saunière (Dordogne). *Paléo*, 1, p. 65-106.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Les marqueurs d'activités sur l'os humain fossile. Une tracéologie paléoanthropologique ?

*Olivier DUTOUR**

Résumé

Le surfonctionnement musculaire engendré par la pratique de certains mouvements répétitifs, eux-mêmes intégrés dans un geste technique, d'ordre professionnel ou sportif, est susceptible d'entraîner chez l'homme actuel une réaction adaptative du tissu osseux au niveau de sites anatomiques électifs. Ces lésions sont parfaitement décrites dans le cadre de la pathologie sportive ou professionnelle actuelle. En partant de ces exemples, dans la mesure où la biomécanique générale du geste considéré n'a pas sensiblement varié au cours des millénaires, l'observation de lésions identiques sur des restes humains fossiles, tant qu'elle concerne l'*Homo sapiens sapiens*, permet dans certains cas de déduire le type d'activité à l'origine du mouvement répétitif causal. Ces marqueurs osseux d'activités constituent donc pour le paléoanthropologue des traces permettant, sous certaines réserves méthodologiques, de reconstituer les gestes et d'en interpréter leur fonction. Cette démarche, de la trace à la fonction, n'est pas fondamentalement différente de celle de la tracéologie. Les hypothèses formulées à partir des marqueurs d'activités doivent toujours, au départ, être confrontées aux données paléontologiques et préhistoriques pour conserver toute leur valeur. Une collaboration étroite de tous les spécialistes impliqués dans ce thème de recherches est à présent indispensable

Abstract

Muscular overuse generated from practising some repetitive movements, themselves integrated into a technical gesture, of an occupational of sporting nature, is liable to entail in present man an adaptative reaction of the osseous tissue at the level of elective anatomic areas. These lesions are perfectly described in the field of present sporting or occupational pathology. On the basis of these examples, in so far as the general biomechanics of the considered gesture has not appreciably varied in the course of millennia, observation of identical lesions on fossil human bones, as long as it concerns *Homo sapiens sapiens*, allows us, in some cases, to infer the type of activities that produced the causal repetitive motion. These skeletal markers of activities are therefore considered by palaeoanthropologists as traces enabling reconstruction of gestures and interpretation of their function, with some methodological reserves. Such an approach, from trace to function, is not fundamentally different from that of use-wear study. Those hypotheses formulated out of activity markers must always, at the beginning, be compared to palaeontological and prehistorical data in order to keep full value. At present, a close cooperation of all the specialists involved in this topic is necessary for new activity markers to be discovered and interpreted on fossil man, which markers will be a useful complement to the

pour permettre de découvrir et interpréter de nouveaux marqueurs d'activités chez l'homme fossile, qui compléteront utilement les données obtenues par l'analyse tracéologique dans la recherche des gestes perdus.

data obtained by use-wear analysis in the search for lost gestures.

Introduction

Depuis une vingtaine d'années environ, les paléoanthropologues tentent de retirer des restes humains fossiles qu'ils étudient des informations plus « horizontales » (orientées davantage vers l'étude des populations et de leurs rapports avec le milieu) que les habituelles données phylétiques « verticales ». Des progrès ont été ainsi faits dans l'interprétation de marqueurs génétiques ou écologiques sur l'os humain fossile. Parmi les outils de travail actuellement disponibles figurent notamment l'analyse des caractères discontinus dits épigénétiques et celle des marqueurs osseux d'activités. Ces derniers suscitent actuellement un grand intérêt par leur faculté d'approcher de façon dynamique, comme le fait également la tracéologie, l'homme préhistorique dans ses activités quotidiennes. Leur principe, qui passe de la trace au geste et du geste à la fonction, est fortement apparenté à celui qui régit la démarche tracéologique. Comme dans cette dernière, la référence à des modèles actuels « expérimentaux » est une nécessité première. Comme pour la tracéologie, des restrictions sévères d'ordre méthodologique doivent dès à présent être faites pour permettre à ces marqueurs d'activités de conserver dans l'avenir toute leur crédibilité qu'un excès d'enthousiasme actuel ne manquerait pas de leur faire perdre. Le but de notre propos est donc d'essayer de faire le point sur l'intérêt, les limites et les applications pratiques de cette nouvelle branche de la tracéologie *lato sensu*.

Historique

La mise en place des idées sur l'influence des activités physiques sur le système musculosquelettique s'est faite en quelques années à la fin du XIX[e] siècle, avec les travaux d'anatomistes anglais (Turner, 1886 ; Lane, 1887). Dès 1888, le passage à la paléoanthropologie était assuré par l'anthropologue français Léonce Manouvrier, qui expliquait la platycnémie des hommes fossiles de l'abri Cro-Magnon (mise en évidence quelques années auparavant par Paul Broca) par la forte sollicitation de certains muscles du segment jambier au cours d'activités de chasse en terrain accidenté. Si on peut discuter aujourd'hui cette interprétation, il est néanmoins clair que dès ce moment le concept de la recherche de certaines activités physiques des hommes de la Préhistoire sur la base de traces imprimées sur leurs squelettes par un surfonctionnement musculaire relatif à ces activités était déjà parfaitement exprimé. La formulation des lois de remodelage du tissu osseux en fonction des contraintes fonctionnelles a fourni le support théorique nécessaire à ces recherches. Paradoxalement, alors que dès cette époque les concepts étaient déjà en place, il fallut attendre encore près d'un demi-siècle pour voir réapparaître des travaux sur ce thème dans le domaine anthropologique (Cameron, 1934 ; Angel, 1946, 1966 ; Jarcho, 1966 ; Ortner, 1968), mais de façon assez sporadique sans véritable unité conceptuelle. Parallèlement, les progrès des connaissances dans le domaine médical ont établi la pathogénicité des contraintes biomécaniques sur le système locomoteur, notamment en médecine du sport (La Cava, 1952, 1959 ; Berato, et coll., 1967), avec la notion de microtraumatisme causal (Priorov, 1958 ; Mathé, 1958). Ces travaux ont en grande partie constitué le support théorique et « expérimental », base de l'interprétation de ces traces de fonction sur du matériel sec. En médecine légale, certains précurseurs (Ronchese, 1948) ont appliqué l'étude de ces marqueurs osseux à l'identification des individus à partir d'éléments squelettiques, méthode médico-légale quelque peu oubliée dont on souligne à nouveau le grand intérêt (Kennedy, 1989). Dans les dix dernières années de nouveaux travaux anthropologiques ont reformulé de façon non concertée ce même concept sous des termes divers : *patterns of activity induced pathology* (Merbs, 1983), *skeletal markers of occupational*

stress (Kennedy, 1983), *enthesopathies, indicators of activities* (Dutour, 1985, 1986). La multiplicité actuelle des terminologies (tabl. 1) fait que cette nouvelle approche paléoanthropologique n'a pas encore véritablement d'existence scientifique légale car elle est toujours à la recherche d'un nom reconnu par tous ceux qui la pratiquent ou qui en exploitent les résultats. Les tracéologues, même si certains d'entre eux discutent de l'opportunité de ce titre, ont, en comparaison, la grande chance de pouvoir se regrouper sous une même bannière terminologique qui témoigne de la reconnaissance de leur discipline à l'intérieur ou à l'extérieur de celle-ci.

Terminologie anglosaxone	Terminologie française
overuse syndrom	syndromes d'hyperfonctionnement
skeletal markers of occupational stress	marqueurs ou indicateurs osseux (squelettiques) d'activités
patterns of activity induced pathology	indicateurs de contraintes biomécaniques, de pathologies cinésio-induites, etc.
enthesopathies	enthésopathies (hyperostose d'adaptation, maladie des tubérosités, des insertions, insérites, enthésites, etc.

Tabl. 1. Les marqueurs d'activités et leurs synonymes.

Bases méthodologiques

Le principe général de la méthode s'établit en deux sens (fig. 1). Le sens orthodromique est celui qui aboutit à la création d'un indicateur squelettique de contrainte biomécanique. Une activité physique, qu'elle soit professionnelle ou sportive, à condition d'être spécialisée, entraîne la répétition d'un certain nombre de gestes techniques. Ce caractère stéréotypé et surtout répétitif est responsable, par l'hypersollicitation qu'il génère, de la création de contraintes biomécaniques dont le caractère minime n'en constitue pas moins, du fait de sa grande répétition, de véritables microtraumatismes. Ces microtraumatismes sont responsables de microlésions du système locomoteur à des niveaux divers (os, articulation, tendons, muscles). Ces microlésions et les phénomènes inflammatoires ou adaptatifs qu'elles entraînent constituent des indicateurs de contraintes. Signal d'alarme chez le sportif, ces syndromes d'hyperfonctionnement sont exploités à contre-courant comme marqueurs d'activité par le paléoanthropologue, qui emprunte le sens antidromique partant de la trace sur l'os fossile pour tenter d'aboutir au geste de l'homme préhistorique. De nombreuses limites doivent cependant être fixées dans l'interprétation fonctionnelle de ces traces particulières. Ces limites tiennent à la sensibilité et à la spécificité du marqueur.

La sensibilité du marqueur n'est en effet pas absolue. Dans une population de sportifs pratiquant la même activité à un même niveau intensif, le développement de ce type de lésions est (heureusement) loin d'être généralisé dans l'ensemble de l'effectif. Par ailleurs les divers microtraumatismes engendrés par une activité intensive et répétée donnée n'ont pas tous une traduction visible sur le plan ostéoarticulaire, soit qu'ils por-

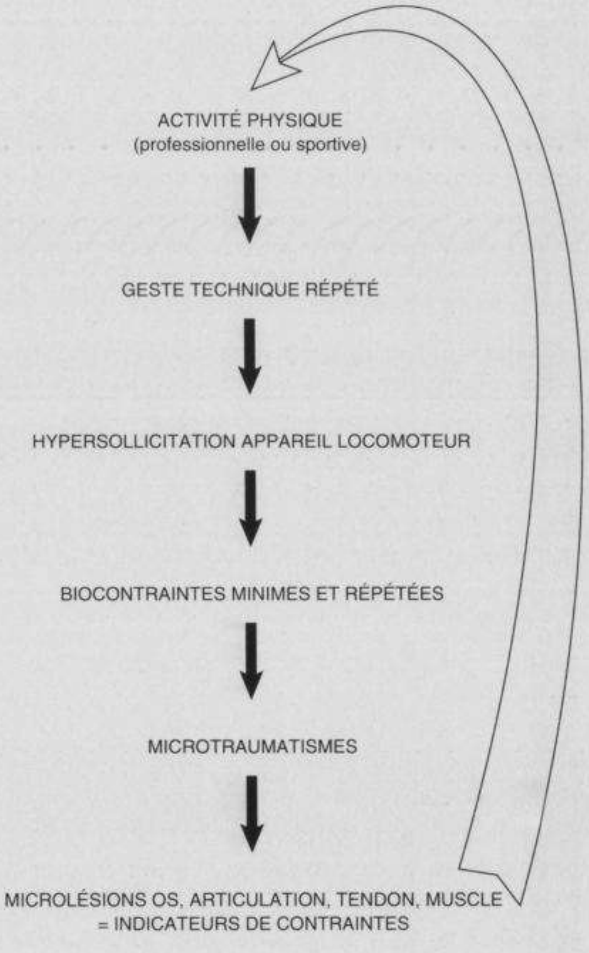


Fig. 1. Principe général de la création d'un indicateur osseux de contraintes (flèches descendantes) et utilisation comme marqueur d'activités (flèche montante).

tent uniquement sur les éléments non minéralisés (tendons, ligaments, capsule, muscles), soit qu'ils portent également sur les pièces squelettiques mais qu'il n'y ait pas de réactions discernables de ceux-ci pour des raisons diverses (interruption de l'activité causale avant leur apparition, retardée par rapport aux lésions des éléments périarticulaires plus sensibles, moins grande susceptibilité individuelle du tissu périosté ou cartilagineux aux facteurs microtraumatiques, particularités biomécaniques des contraintes, etc.).

La spécificité du marqueur, établie sur des activités actuelles, est également faillible pour quatre ordres de raisons. La première tient à la réalisation de « faux positifs » par des affections dégénératives, métaboliques ou inflammatoires qui constituent des pièges assez redoutables, ces pseudo-marqueurs n'ayant aucun déterminisme fonctionnel. On se doit donc en premier lieu d'éliminer ces affections, ce qui est souvent difficile, surtout si le matériel est mal conservé. La seconde tient au fait qu'un marqueur peut être commun à plusieurs types d'activités requérant chacune des gestes analogues. En fonction de leur topographie, certains marqueurs s'avèrent moins spécifiques que d'autres. La spécificité d'un marqueur isolé est cependant rarement absolue par rapport à une activité donnée, par contre la réunion de plusieurs indicateurs différents mais concordants permet de gagner en spécificité. L'interprétation des marqueurs doit toujours « coller » le plus possible au contexte préhistorique pour limiter ce défaut. Les deux dernières raisons sont inhérentes à la référence expérimentale. Un marqueur est en effet défini pour des activités actuelles, effectuées dans un contexte actuel, avec des instruments actuels et une finalité (professionnelle ou sportive) actuelle. Il est évident que la transposition au domaine préhistorique modifie tous ces paramètres. On doit donc retenir comme éléments de comparaison des activités actuelles dont la cinésiologie peut être la plus proche de celles qui sont supposées requises par les techniques préhistoriques, et la référence aux modèles ethnographiques doit être ici largement exploitée, l'idéal étant bien entendu de travailler sur des gestes les plus « préhistoriques » possibles dans l'outillage et la finalité, ce qui suppose une collaboration étroite avec les préhistoriens expérimentateurs. Il va sans dire que l'établissement de modèles expérimentaux chez ces spécialistes eux-mêmes, en les soumettant avec leur technique à un entraînement intensif, pose de délicats problèmes éthiques, si ce n'est des problèmes d'effectifs. Enfin la dernière raison réside dans la biomécanique générale du geste, qui est supposée identique à l'actuelle. Ce postulat, implicitement formulé par tous les expérimentateurs, n'est pas fondamentalement discutable tant que l'on s'adresse à *Homo sapiens sapiens*, mais le devient si l'on considère d'autres humanités *(H.s. neanderthalensis, H. erectus)*. Encore trop peu de travaux ont été consacrés à ces aspects biomécaniques, qui sont tout à fait primordiaux, car à biomécanique différente geste différent, contraintes fonctionnelles différentes, donc marqueurs d'activité différents. La compréhension des phénomènes biomécaniques chez les humanités fossiles autres que les *sapiens sapiens* doit donc être un préalable indispensable à l'étude des marqueurs d'activité (Chenorkian et coll., 1991).

Les différents types de marqueurs

Trois principaux groupes d'indicateurs d'activités peuvent être reconnus en fonction de leur topographie : il peut s'agir de marqueurs osseux, articulaires ou abarticulaires (tabl. 2). Deux types de contraintes peuvent agir sur ces trois éléments topographiques selon leur intensité (traumatisme important ou microtraumatismes). Nous nous intéressons surtout ici aux contraintes biomécaniques de faible intensité, d'ordre microtraumatique. Les macrotraumatismes, en fonction de leur type et de leur localisation, peuvent également révéler certaines informations fonctionnelles, mais il est bien évident, qu'il s'agisse de fractures, de luxations ou d'arrachement tendineux, que le traumatisme

Topographie / Indicateur — Intensité / Contrainte	Osseux	Articulaire	Abarticulaire
Macrotraumatismes	Fractures	Luxations	Arrachement tendineux
Microtraumatismes	Fractures de fatigue	Arthrose secondaire	Enthésopathies mécaniques

Tabl. 2. Les différents types de marqueurs squelettiques d'activité.

causal, du fait de son intensité, est un événement accidentel dans le cadre des activités de l'individu et qu'il ne peut en aucun cas apporter des éléments d'information sur des activités couramment pratiquées. Nous faisons rentrer dans le cadre des marqueurs osseux (*sensu stricto*) tous les indicateurs dont la topographie est strictement osseuse et qui ne correspondent pas, par exemple, à des zones d'insertion tendineuses, musculaires ou ligamentaires. Parmi ces marqueurs osseux potentiels se situent notamment les fractures dites « de fatigue » (dont les caractéristiques en font d'excellents marqueurs d'activités mais dont les exemples paléopathologiques sont très rares), auxquelles s'apparentent également les spondylolyses isthmiques (Merbs, 1989). Les marqueurs articulaires regroupent toutes les arthroses dites secondaires, qu'il n'est souvent possible de distinguer des processus dégénératifs primitifs que sur le seul critère topographique. Enfin, les marqueurs que nous appelons abarticulaires correspondent aux enthésopathies mécaniques dont nous avions proposé l'étude comme indicateurs d'activité chez les populations préhistoriques dans des travaux précédents (1985, 1986). Ces enthésopathies, munies des précautions présentées ci-dessus, représentent un bon outil de travail dans le domaine des marqueurs d'activité sur le squelette humain.

Exemples bibliographiques

Une revue de la littérature concernant ces marqueurs est présentée dans le tableau 3. La chronologie du matériel présenté est très variable, du Néolithique à l'époque (sub)actuelle, pour laquelle existent d'intéressants éléments ethnographiques (Merbs, 1983). Ces marqueurs sont essentiellement articulaires ou abarticulaires. En dehors des marqueurs en rapport avec des gestes de lancer dans le cadre d'activités de chasse, marqueurs qui sont les plus nombreux dans la littérature, il faut relever le cas exceptionnel des sépultures de Telarmachay (Pérou), où des lésions importantes du coude droit ont été mises en évidence dans deux sépultures de femmes (Guillen, 1985). Dans une de celles-ci figuraient également des outils à travailler la peau. Un syndrome d'hyperfonctionnement du coude droit en relation avec des activités de pelleterie est ici hautement probable. Une telle association demeure pour l'instant l'exception. Dans le domaine des marqueurs en relation avec les lancers de projectile, les hypothèses formulent l'utilisation de la fronde, de l'arc et d'armes de jet (lances, javelots, harpons). C'est sur ces activités de lancer que nous aimerions insister, étant donné qu'elles sont actuellement bien connues en tant que discipline sportive (javelot) et que ce modèle peut facilement être transposé dans un cadre préhistorique, les caractéristiques biomécaniques du mouvement du lanceur de javelot actuel ne devant pas différer sensiblement de celles des lanceurs de sagaies préhistoriques, tant que l'on reste entre *sapiens sapiens*. Nous éliminerons de ces comparaisons le problème bien particulier du lancer au propulseur, dont les contraintes fonctionnelles apparaissent tout à fait différentes et pour lequel il n'existe aucun modèle cinésiologique encore établi, ni sur le plan ethnographique (Australie), ni sur le plan expérimental. Le lancer de javelot constitue donc à notre avis le modèle actuel dont on connaît le mieux la technique et la pathologie et qui peut être transposé pratiquement tel quel dans le domaine préhistorique. La cinésiologie du mouvement a été bien définie, notamment par cinématographie (Baccarani, Simonini, 1968). On observe dans cette analyse cinésiologique que le maximum des contraintes biomécaniques s'exercent au niveau du coude, principalement lors de la dérotation du coude qui se fléchit brutalement. Cette combinaison très rapide et brutale de deux mouvements (passage d'une extension-supination à une flexion-pronation) exerce de violentes contraintes à la partie interne de l'articulation, au niveau des muscles et des ligaments s'insérant sur l'épitrochlée.

La pathologie des lanceurs de javelot actuels est également bien connue par de nombreux travaux (Luccherini, Cervicini, 1957 ; Miller, 1960 ; Baccarani, Simonini, 1968 ; Fourré, 1969 ; Pecout, 1974) qui réunissent plus d'une soixantaine d'observations. Parmi les lésions observées sur des sujets jeunes de sexe masculin figure, en dehors de l'ancarthrose (arthrose du coude), particulière par son unilatéralité (du côté dominant) et sa précocité, l'épitrochléite, qui se manifeste fréquemment par des calcifications épitrochléennes radiologiquement visibles. Ces lésions se manifestent très précocement puisque les signes radiologiques apparaissent au bout de 3 à 5 ans de pratique (Fourré, 1969), les

Localisation	Type	Mouvement	Activité	Contexte	Référence
Clavicule	abarticulaire	Circumduction bras	Fronde	Minorque, Préhistorique	Cameron, 1934
Acromio-claviculaire	articulaire	Élévation bras	Kayak, harpon	Saldermiut, XIX^{e} siècle	Merbs, 1983
Acromion	osseux	Traction contre résistance	Tir à l'arc	Angleterre, XVI^{e} siècle (Mary Rose)	Stirland, 1984
Gléno-humérale G.	articulaire	Extension bras	Tir à l'arc	Salderminut, XIX^{e} siècle	Merbs, 1983
Épitrochlée	abarticulaire	Extension-décoration	Javelot	Néolithique Sahara	Dutour, 1986
Tubérosité bioccipitale Olécrane	abarticulaire articulaire	Flexion contrariée Extension contrariée	Arc Arc	Néolithique Sahara Néolithique Sahara	Dutour, 1986 Dutour, 1986
Ulna	abarticulaire	Extension-supination	Lance, fronde	Mésolithique Gange	Kennedy, 1983
Radio-huméro-ulnarienne	abarticulaire	Flexsion-extension Pronosupination	Lance	Protohistoriques USA Protohistoriques USA Eskimos subactuels	Angel, 1966 Bridge, 1987 Ortner, 1968
Huméro-ulnarienne D	articulaire	Flexion-extension coude	Pelleterie	Telarmachay, Pérou, Précéramique	Gullién, 1985

Tabl. 3. Exemples bibliographiques de marqueurs d'activités reliés aux activités de chasse.

signes cliniques étant encore plus précoces (entre 6 mois à 1 an après le début du sport). En ce qui concerne l'ancarthrose, ce type d'arthrose du coude a déjà été observé dans la littérature sur des populations protohistoriques d'Amérique du Nord (Angel, 1966 ; Bridge, 1987) ou sur des Eskimos subactuels (Ortner, 1968) et se trouve corrélé aux activités de lancer. La validité de ces résultats n'est pas à remettre en cause, mais il nous paraît un peu dangereux de mettre isolément ce marqueur « sur le marché » en lui accordant un label de spécificité dans les activités de lancer. L'exemple du site de Telarmachay en est une preuve. La spécificité de ce marqueur est en effet très faible, l'arthrose du coude pouvant s'observer au cours de toutes les activités traumatisantes ou microtraumatisantes pour le coude (Ruelle, 1943), quels que soient les mouvements qu'elles nécessitent, certaines arthroses du coude n'ayant même pas de cause précise. Il n'en est pas de même pour l'épitrochléite, dont le caractère bien particulier lui accorde une spécificité beaucoup plus étroite dans les activités de lancer. En effet, les épitrochléites d'origine sportive (à différencier de celles de la femme en périménopause, qui sont des tendinoses de déterminisme hormonal, le plus souvent bilatérales) touchent dans 78 % des cas des sujets de moins de 30 ans et sont en relation avec trois disciplines actuelles : le javelot (de loin le cas le plus fréquent, unilatéral droit), le golf (bilatéral, prédominant à droite) et le hand-ball (bilatéral). De ces trois activités sportives le javelot semble être la seule à entraîner des calcifications et aspérités au niveau de l'épitrochlée (Baccarani, Simonini, 1968). Même si la réalité de la tendinopathie d'insertion des muscles épitrochléens à l'origine de cette réaction hyperostosique est discutée et pourrait correspondre en fait à une souffrance traumatique de l'insertion du ligament latéral interne (Commandré, 1977), le mouvement responsable de cette réaction n'est pas remis en question. Il semble donc que ces lésions localisées au niveau de l'épitrochlée constituent un marqueur osseux assez spécifique des activités de lancer, à notre connaissance inédit dans la littérature paléopathologique jusqu'à nos observations, qui concernent des chasseurs-pêcheurs néolithiques du Sahara malien (Dutour, 1985, 1986, 1989, sous presse). C'est dans un contexte de paléolacs holocènes, dans des sites de surface où abondent des restes de grandes faunes aquatique et terrestre résultant d'activités de chasse et de pêche (grands poissons, crocodiles, hippopotames, antilopes, buffles, rhinocéros) associés à de très nombreux harpons en os, qu'ont été découvertes deux épitrochléites caractéristiques (unilatérales, droites) qui concernent toutes les deux des sujets jeunes, de sexe masculin. Les lésions, sous forme d'ostéophytes descendant verticalement à la partie inférieure du massif épitrochléen, sont tout à fait superposables à celles que l'on observe radiologiquement chez les lanceurs de javelots actuels. Si l'on ne considère que les

squelettes dont l'état de conservation autorise l'observation de l'épitrochlée, la fréquence de ces lésions dans l'ensemble de l'effectif serait de 5 % (2/38). Le nombre de restes de sexe non déterminé ne permet pas d'apprécier la fréquence sur l'échantillon masculin. Toutes les réserves méthodologiques que nous avons exposées plus haut étant faites, la relation de ces lésions épitrochléennes avec le lancer de sagaies ou de harpons dans cette population néolithique nous paraît hautement probable.

Conclusion

Les marqueurs osseux d'activités chez l'homme préhistorique constituent un secteur de recherches paléoanthropologiques encore jeune. La démarche qui consiste, à partir de traces, à établir des hypothèses de fonction est assez proche de celle de la tracéologie « classique ». Les hypothèses de fonction s'appuient sur deux références, une référence actuelle « expérimentale » et une référence archéologique compatible avec l'hypothèse. C'est de la solidité de ces références, de la qualité de la lecture des traces et de l'élimination rigoureuse de faux indicateurs que dépend l'avenir de ces recherches, qui s'annoncent prometteuses. Malgré son étroite parenté avec la tracéologie, l'étude des marqueurs osseux d'activité s'en éloigne par la nature des traces analysées, due à la particularité vivante du support. Ce ne sont donc pas les traces qui réunissent ces deux approches mais les gestes qui en sont à l'origine, les tracéologues se plaçant à l'aval et les « paléoanthropotracéologues » se plaçant en amont de ceux-ci. Cela souligne la complémentarité nécessaire de ces deux approches dans l'aventure de la recherche du « geste perdu ».

* *CNRS, UPR 1201, L.G.Q. Case 907, 13288 Marseille Cedex 9, France.*
UA 164, LAPMO, 13261 Aix-en-Provence, France.

Bibliographie

ANGEL (J. L.), 1946.– Skeletal change in ancient Greece. *American Journal of Physical Anthropology*, 4, 1, p. 69-97.

ANGEL (J. L.), 1966.– Early skeletons from Tranquillity, California. *Smithsonian Contributions to Anthropology*, 18, 4, p. 361.

BACCARANI (G.), SIMONINI (D.), 1968.– A propos de cas d'épitrochléites ches les lanceurs de javelot. *Opsed. Ital. Chir.*, 19, p. 403-413.

BERATO (J.), COMMANDRE (F.), GILLY (R.), QUILLEMIN (N.), 1966.– Tendinites d'origine sportive. *Guide du Praticien*, 81/3, p. 175-181.

BRIDGE (P. S.), 1987.– Osteological correlates of weapon use. *86th Annual Meeting of the American Anthropological Associations, Chicago (cité par Kennedy, 1989).*

CAMERON (J.), 1934.– *The Skeleton of British Neolithic Man*. London : Williams and Norgate Pub.

CHENORKIAN (R.), BRACCO (J.-P.), DEFLEUR (A.), DUTOUR (O.), 1991.– Reconnaissance de gestes techniques dans le cadre d'un débitage expérimental : perspectives archéologiques et anthropologiques. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 313, II, p. 685-690.

COMMANDRE (F.), (1977).– *Pathologie abarticulaire*. Éd. Lab. Cetrane, Maurecourt, Serag.

DUTOUR (O.), 1985.– Les enthésopathies (maladies des insertions) en paléopathologie. *In : 17e Coll. Anthropol. Langue Fr.*, Toulouse (FR), sept. 1985, programme et résumés, p. 36.

DUTOUR (O.), 1986.– Characterisation of some social activities of ancient men by the study of enthesopathies. *American Journal of Physical Anthropology*, 71, 55th annual Meeting of the American Association of physical Anthropologists, Albuquerque NM (US), April 1986, abstract.

DUTOUR (O.), 1986.– Enthesopathies (lesions of muscular insertions) as indicators of the activities of Neolithic Saharian populations. *American Journal of Physical Anthropology*, 71, p. 221-224.

DUTOUR (O.), 1987.– Les enthésopathies en paléopathologie : principes, intérêts et limites méthodologiques. *In : 4e Réunion du Groupe des paléopathologistes de langue française*, L'Escala (SP), oct. 1987, volume des résumés : 1 p. dactyl.

DUTOUR (O.), 1989.– *Hommes fossiles du Sahara. Peuplements holocènes du Mali septentrional*. Marseille (FR), Centre régional de publications, Éd. du CNRS, 342 p.

FEREMBACH (D.), 1962.– *La nécropole épipaléolithique de Taforalt (Maroc Oriental). Étude des squelettes humains*. Rabat, Edita. Casablanca.

FOURRE (J.-M.), 1969.– *Le coude du lanceur de javelot*. Mém. CES Rhumatologie, Paris.

GUILLEN (S.), 1985.– Étude ostéologique des sépultures de Telarmachay. *In* : D. Lavallée (Éd), *Telarmachay, chasseurs et pasteurs préhistoriques des Andes*, t. 1. Éd. Recherche sur les civilisations. p. 425-428.

JARCHO (S.), 1966.– The development of the present condition of human palaeopathology in the United States. *In* : S. Jarcho (Ed.), *Human Paleopathology*. New Haven, Yale Univ. Press, p. 3-42.

KENNEDY (K. A. R.), 1983.– Morphological variations in ulnar supihator crests and fossae, as identifiying markers of occupational stress. *J. Forensic. Sci.*, 28/4, p. 871-876.

KENNEDY (K. A. R.), 1989.– Skeletal Markers of Occupational Stress. *In* : M. Y. Iscan, K. A. R. Kennedy (Ed.), *Reconstruction of Life from the Skeleton*. New York, Alanliss, p. 130-160.

LA CAVA (G.), 1952.– Lesioni Chroniche polimicro-traumatiche da Sport. *Medicina Sportiva*, 12, p. 463.

LA CAVA (G.), 1959.– L'enthésite ou maladies des insertions. *Presse Médicale*, 67/1, p. 9.

LANE (W. A.), 1887.– A remarkable example of the manner in which pressure-changes in the skeleton may reveal the labour history of the individual. *J. Anat. Physiol.*, 21/4, p. 586-610.

LUCCHERINI (I.), CERVICINI (C.), 1957.– Fisiopathologia articolare e Sport. *Medicina Sportiva*, 17, p. 366.

MANOUVRIER (L. P.), 1888.– Mémoire sur la platy-cnémie chez l'Homme et chez les anthropoïdes. *Mém. de la Société d'Anthropologie de Paris*, 2/3, p. 469-548.

MATHE (E.), 1958.– Les microtraumatismes sportifs et leur traitement. *In* : *Rapports 12e Congrès Médecine Sportive, Moscou, 1958. La Médecine Sportive*. Moscou, 1960.

MERBS (C. F.), 1983.– *Patterns of activity-induced pathology in a Canadian Innuit population*. Ottawa : Archeological Survey of Canada Papers. Mercury Series 119. National Museum of Man.

MERBS (C. F.), 1989.– Spondylolysis : its nature and anthropological significance. *International Journal of Anthropology*, 413, p. 163-169.

MILLER (J. E.), 1960.– Javelin thrower's elbow. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 42B, p. 788-792.

ORTNER (D. J.), 1968.– Description and classification of degenerative bone changes in the distal joint surfaces of the humerus. *American Journal of Physical Anthropology*, 2812, p. 139-156.

PECOUT (H.), 1974.– *Le retentissement ostéoarticulaire et myotendineux observé lors de la pratique sportive au niveau de l'articulation du coude*. Thèse doctorat d'État de médecine, Marseille.

PRIOROV, 1958.– Le microtraumatisme chronique cause des lésions durables de la structure et de la fonction de l'appareil ostéoarticulaire chez le sportif. *Rapports 12e Congrès Médecine Sportive, Moscou, 1958. La Médecine Sportive*. Moscou, 1960.

RONCHESE (F.), 1948.– *Occupational Marks and other Physical Signs : A guide to Personal Identification*. New York : Gnune and Stratton Pub.

RUELLE (M.), 1943.– Les arthroses microtraumatiques du coude. *Revue du Rhumatisme*, 2, p. 49-58.

STIRLAND (A.), 1984.– A possible correlation between an acromiale and occupation in the burials from the Mary Rose. *In* : V. Capecchi, E. Rabino Massa (Ed.), *Vth European Meeting Siena 1984*. Paleopathology Association. Siena, University Press, p. 327-334.

TURNER (W.), 1886.– On variability in human structure, as displayed in different races of men, with special reference to the skeleton. *J. Anat. Physiol.*, 21/3, p. 474-495.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Retouche spécialisée et/ou chaîne de ravivage ? Les « racloirs » moustériens de la Grotta Breuil (Monte Circeo, Italie)

Stefano GRIMALDI[*], *Cristina LEMORINI*[**]

Résumé

Des outils à retouche très mince, trouvés dans le site moustérien de Grotta Breuil (Circeo, Italie), ont fait l'objet d'études de tracéologie et de technologie expérimentale. Par cette recherche nous avons essayé de découvrir la relation fonctionnelle et technologique existant entre l'activité de dépeçage et ces outils, qui représentent la seule catégorie du site portant des traces liées à cette activité. Deux questions ont été posées : s'agit-il d'une retouche spécialisée ou du début d'une chaîne de ravivage ? Les auteurs avancent une troisième hypothèse liée au problème de l'économie de matière première.

Abstract

Flat-retouched lithic implements from a Mousterian site in Grotta Breuil (Circeo, Italy) are analyzed by micro- and macro-wear analyses and experimental technology as well. The aim is to understand the functional and technological relationship between the butchering activities and the flat-retouched implements which represent the only lithic category at Grotta Breuil, where butchering traces have been found. Two possibilities can be investigated : 1) Is this kind of retouch a specialized one ? 2) Is it the onset of a rejuvenation chain ? The authors favour an intermediate hypothesis linked to the low productivity of local raw material.

Introduction

L'industrie lithique que nous allons présenter, du point de vue soit de la technologie expérimentale, soit de la tracéologie, provient du site moustérien de la grotte Breuil, placé sur le versant occidental du Monte Circeo, environ 100 km au sud de Rome (fig. 1).

Cette industrie a été nommée « Pontiniano » par A. C. Blanc (1937) à cause de la matière première particulière, constituée par de petits galets de silex d'origine fluviatile et/ou marine. Elle est encadrée

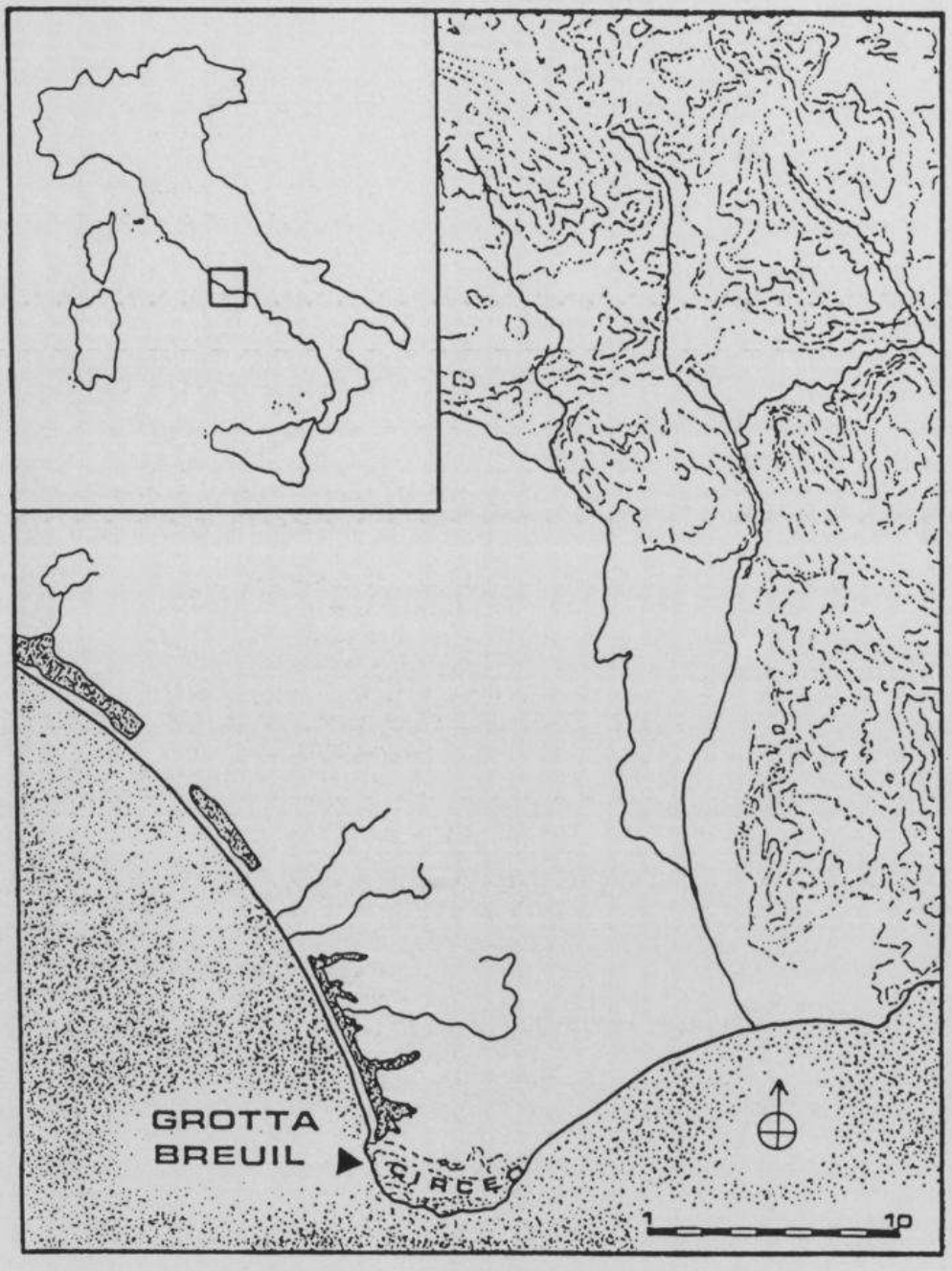


Fig. 1. Localisation géographique de Grotta Breuil.

typologiquement dans l'ensemble du Moustérien charentien de type Quina (Taschini, 1970), selon la distinction faite par F. Bordes (1961). Elle caractérise le Moustérien du Latium central tyrrhénien.

La transgression marine qui s'est déroulée à la fin de la glaciation würmienne a emporté la plus grande partie du dépôt et causé le glissement d'une partie des couches supérieures du fond de la grotte ; c'est pour cela qu'on trouve maintenant le reste d'un dépôt très en pente (Bietti *et alii*, sous presse) (fig. 2).

Les études faites jusqu'à présent sur la paléofaune (Stiner, sous presse ; Stiner, 1990 ; Alhaique, 1990) n'ont pas relevé de changements considérables dans les différentes couches du dépôt, bien que les supérieures, datées d'environ 37 000 ans BP par la résonance électrique de spin (ESR) (Schwarz *et alii*, sous presse), présentent un plus grand nombre de « *Capra ibex* » que de « *Cervus elaphus* » et de « *Bos primigenius* » , qui de toute façon, restent en pourcentage les animaux les plus représentés en grotte.

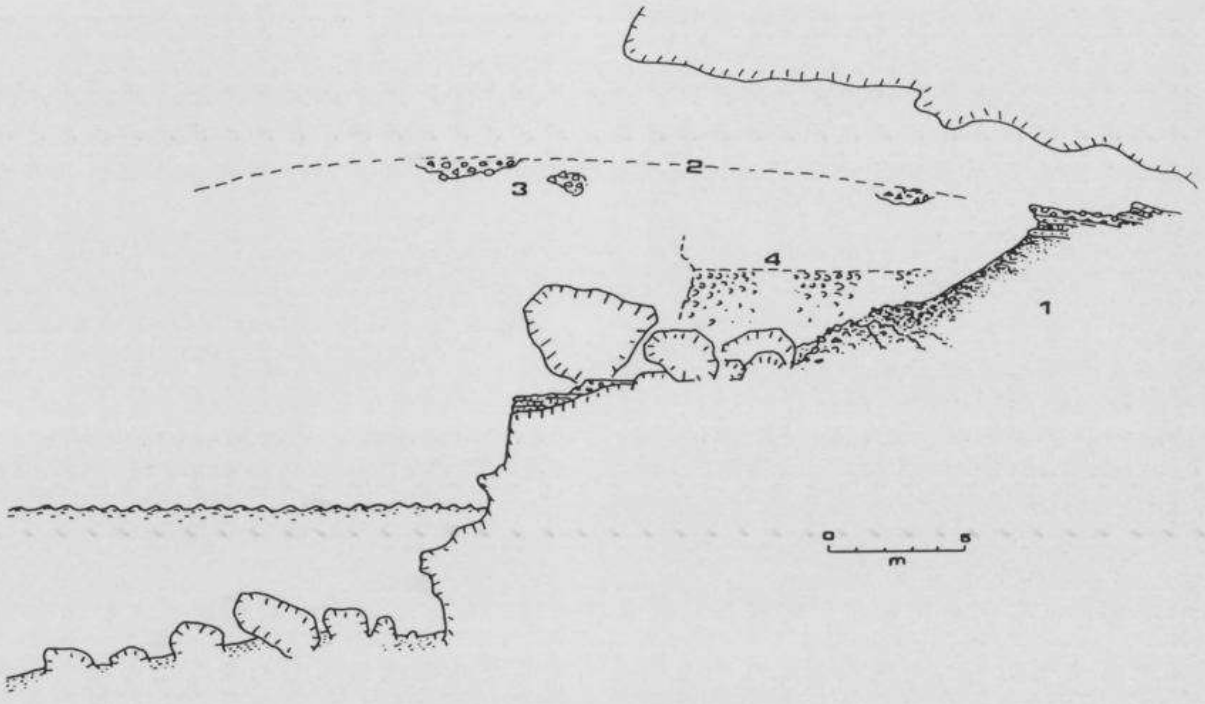


Fig. 2. Section axiale de Grotta Breuil.
1. Dépôt actuel. **2.** Surface originelle hypothétique. **3.** Brèches du dépôt originel sur les parois de la grotte.
4. Trous des lithodomes sur les parois de la grotte (redessiné ; tirée de A. G. Segre *in* Bietti *et alii*, sous presse).

De plus, les études taphonomiques n'ont relevé aucune différence qualitative en pourcentage dans les parties anatomiques des proies ; ce résultat pourrait indiquer que les activités liées au dépeçage étaient faites dans la grotte sur la proie entière.

Les possibilités intérprétatives, données par une étude intégrée de technologie expérimentale et tracéologie, ont été utilisées pour mettre en évidence les rapports entre dépeçage et industrie dans la grotte Breuil.

Tracéologie

L'analyse tracéologique, faite par l'un des auteurs (C. L.), a permis de vérifier que les pièces avec traces d'usure liées au dépeçage présentent toutes une retouche mince, parfois envahissante, qui marque d'une façon complète ou partielle l'un ou plus de leurs bords (fig. 3).

Il y a 80 outils portant cette retouche, dont 34 (42,5 %) avec traces d'usure presque toutes interprétables : sur deux outils on a observé des taches de polis à relier à une utilisation précédant la retouche et qu'on a pu déterminer pour l'un

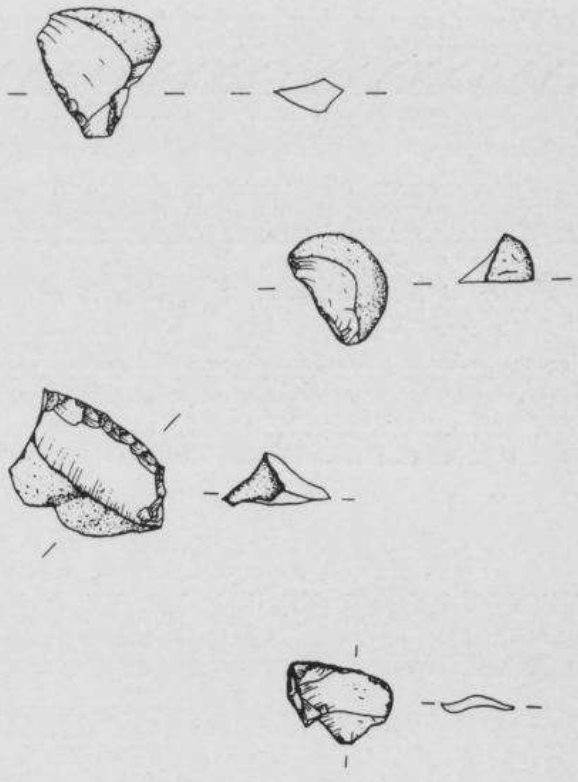
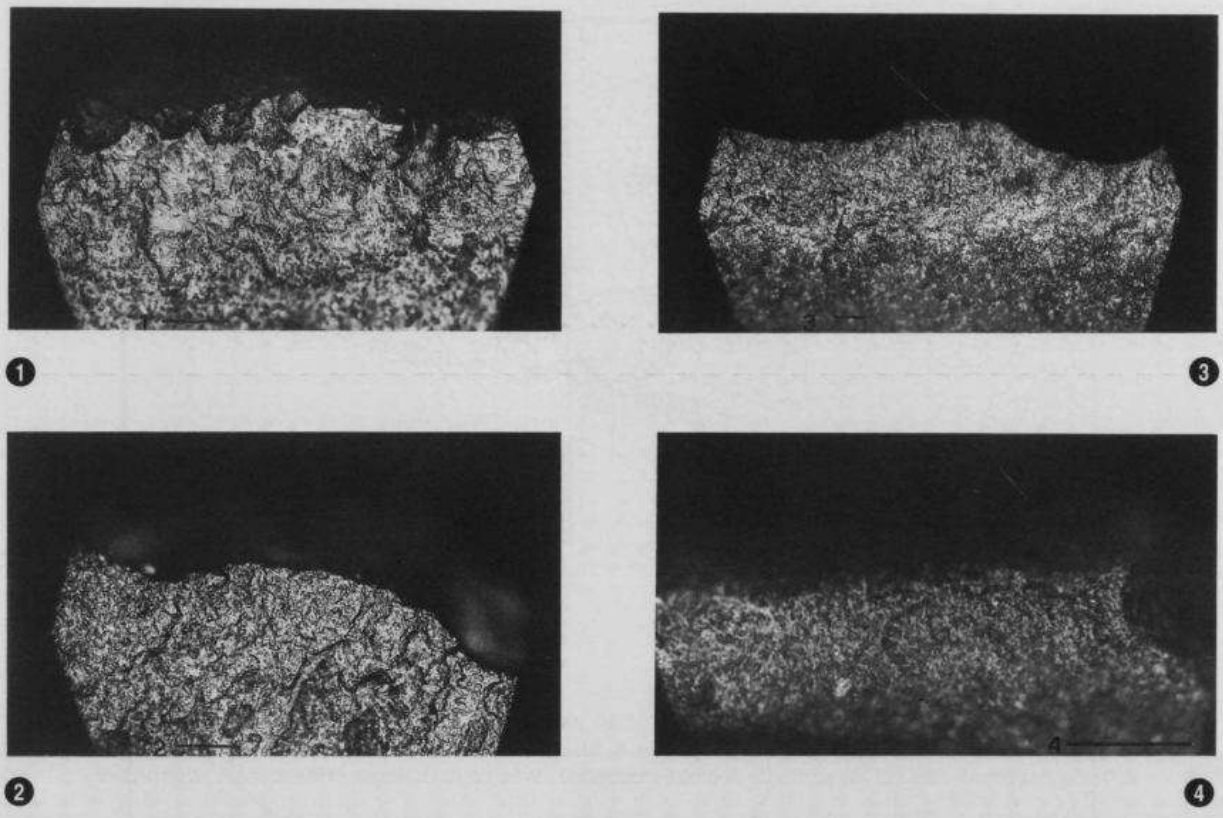


Fig. 3. Quelques exemples d'outils archéologiques à retouche mince (dessins : F. Zabotti).



Pl. 1. L'échelle métrique des photos correspond à 50 µm. **1.** Bois de cervidé ; 200x. **2.** Peau humide ; 200x. **3.** Dépeçage : peau fraîche ; 100x. **4.** Dépeçage : peau fraîche et viande ; 400x.

seulement comme du travail du bois ; un troisième outil a montré des traces d'utilisation soit antérieure, soit postérieure à la retouche toujours sur la même matière, du bois tendre.

Les 31 autres pièces se partagent entre 14 (45,1 %) outils avec traces de dépeçage, 14 (45,1 %) outils avec traces d'actions transversales ou longitudinales sur du bois, bois de cervidé, os, peau humide et des matières semi-dures ou dures que l'on n'a pas pu spécifier (pl. 1 : 1, 2 ; fig. 4).

Matière / Action	Demi dure	Peau demi-séchée	Bois	Dure	Bois de cervidé	Os	Indét.
Longitudinale	x	-	xx	-	-	-	-
Couper	-	-	-	-	-	-	-
Graver	-	-	-	-	x	-	-
Long. + transv.	x	-	-	-	-	-	-
Transersale	xx	-	x	xx	-	-	xx
Raboter	-	-	-	-	x	-	-
Racler	-	xx	-	-	x	x	-
Indéterminable	-	-	xx	-	-	x	-

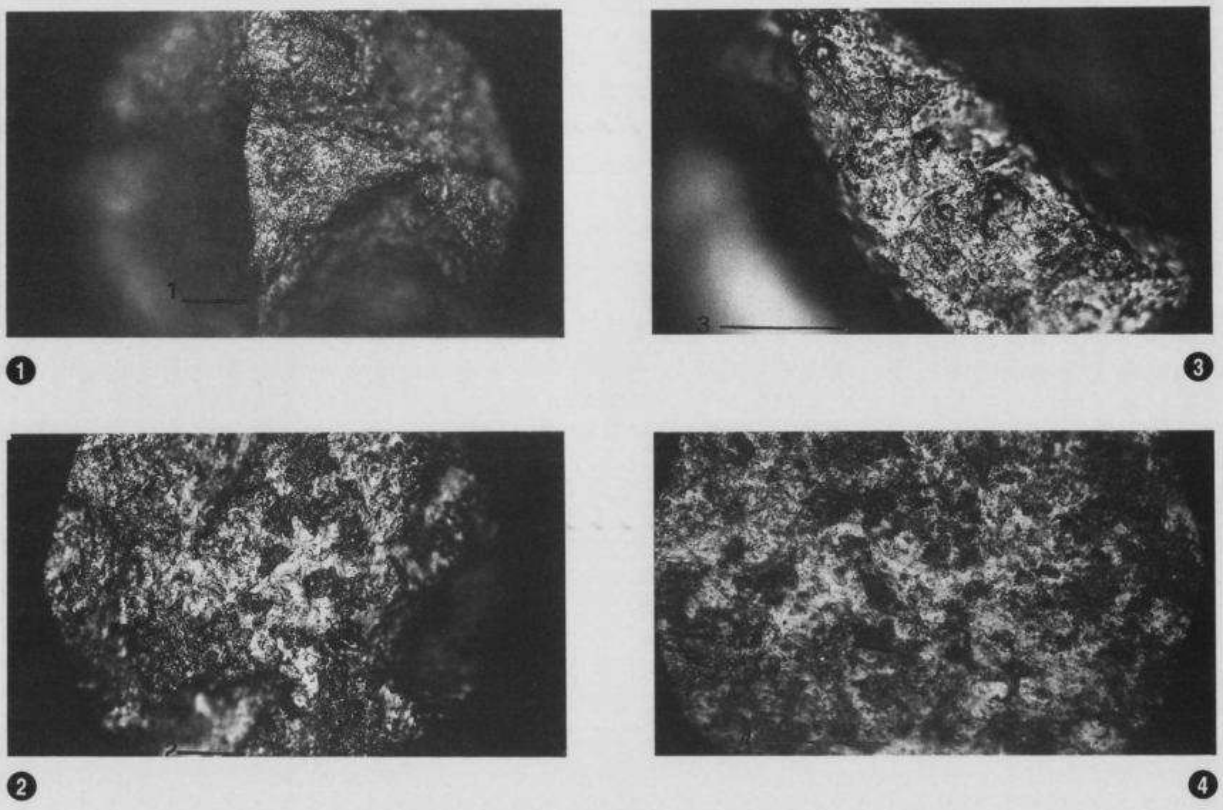
Fig. 4. Tableau des activités et des matières (excepté le dépeçage) travaillées avec les outils archéologiques.

Enfin, sur les trois dernières pièces ont été observées seulement des ébréchures d'action transversale sur le tranchant naturel opposé à celui qui est retouché.

Des 14 outils avec traces de dépeçage, 7 présentent des micropolis bien développés de peau fraîche (ou, mieux, des tissus sous-épidermiques de la peau fraîche) (pl. 1 : 3) ; ils ont donc été utilisés surtout ou seulement pour dépouiller et/ou écharner la peau des proies. Sur les 7 autres outils on a observé des micropolis de peau fraîche, de viande (pl. 1 : 4 ; pl. 2 : 1), d'os (pl. 2 : 2, 3) et, en 4 cas, même des ébréchures surimposées sur le tranchant, indices de contact avec os et cartilages. On pourrait relier ce dernier groupe d'outils à une activité de dépeçage « *sensu latu* », c'est-à-dire soit pour dépouiller, soit pour décharner les proies.

Technologie

Après avoir évalué l'importance d'une telle retouche du point de vue de la tracéologie on a



Pl. 2. L'échelle métrique des photos correspond à 50 m. **1.** Dépeçage : tache de micropolis de viande ; 200x. **2.** Dépeçage : tache de micropolis d'os ; 200x. **3.** Dépeçage : tache de micropolis d'os ; 400x. **4.** Taches de micropolis (matière(s) indéterminable(s)) : indices d'une prise à la main ou d'un manche.

cherché à faire la même chose du point de vue de la technologie expérimentale. Les expériences ont été effectuées par l'un des auteurs (S. G.), soit pour étudier des chaînes opératoires et, par conséquent, des produits de débitage, soit pour comprendre les modalités de façonnage de la retouche elle-même.

Si on observe la fréquence des talons des 80 outils retouchés (fig. 5 : A) on ne peut voir aucune distribution préférentielle ; ces données se relient très bien aux récentes études statistiques qui ont démontré que les chaînes opératoires effectuées sur une matière première telle que la pontinienne ne sont pas « influencées » par les modalités de

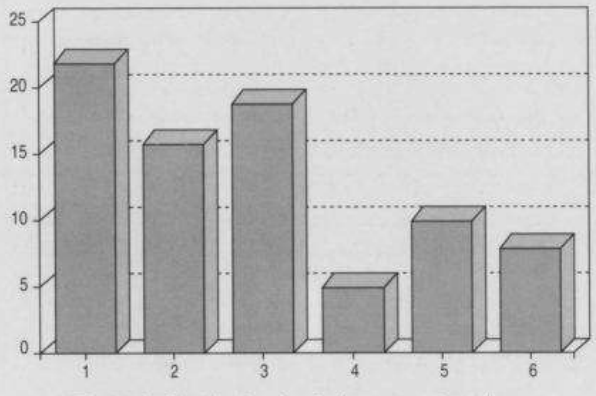


Fig. 5. A. Distribution des fréquences des talons. **1.** Cortical. **2.** Lisse. **3.** Facetté. **4.** Linéaire/punctiforme. **5.** Cassé/invisible.

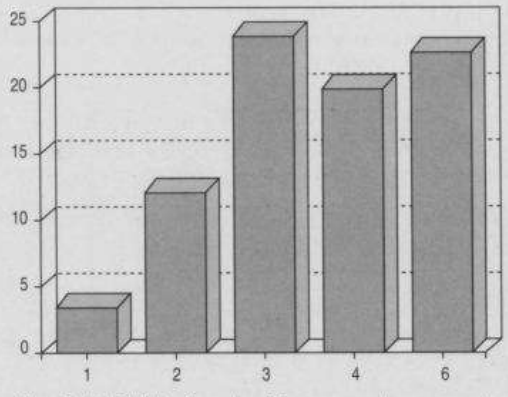


Fig. 5. B. Distribution des fréquences des supports. **1.** Cortical. **2.** Prédéterminé. **3.** Semi-cortical latéral. **4.** Semi-corticalproximal/distal. **5.** Éclat.

façonnage des talons (Bietti *et alii*, sous presse).

Les fréquences des supports (fig. 5 : B) montrent, au contraire, une préférence nette pour les éclats semi-corticaux latéraux (30 %) et pour les éclats non corticaux (28,7 %), suivis par les éclats semi-corticaux proximaux et distaux (25 %).

Il est intéressant de souligner que seuls 12 éclats prédéterminés (15 %) (*sensu* Boëda, 1986) présentent une retouche mince et envahissante. Cette donnée confirme le manque de « spécialisation fonctionnelle » des supports prédéterminés, que l'on a déjà constaté sur l'industrie lithique dans la grotte Breuil lors d'une étude précédente (Lemorini, sous presse).

Donc, en ce qui concerne le débitage et l'utilisation des supports, on peut conclure que, pour réaliser cette retouche particulière, on a choisi des supports avec un seul caractère technique principal : la facilité et la vitesse de production.

Même si le débitage et le choix des supports sont génériques, l'observation des caractéristiques techno-morphologiques de la retouche a souligné sa particularité et, donc, son but précis de créer des outils avec des caractères fonctionnels spécifiques.

En effet cette retouche ne produit pas d'émoussé du tranchant ; au contraire, en le maintenant presque inchangé, elle paraît prolonger la fonction de la pièce dans le temps : on constate cette caractéristique en comparant les fréquences de variabilité de l'angle du tranchant avant et après la retouche, que l'on a pu calculer pour 64 (80 %) pièces de l'ensemble étudié (fig. 6)[1].

En suivant l'hypothèse que le but de cette retouche mince serait le maintien de l'angle du tranchant, on a cherché à déterminer quels sont les rapports entre cette variable et la fonction des outils.

Nous avons de surcroît une table (fig. 7) des données relatives à l'action de chaque outil par rapport à l'épaisseur des supports et à l'angle du tranchant. Nous avons constaté un changement d'actions, des longitudinales aux transversales, au fur et à mesure que l'angle du tranchant croît.

Pour confirmer ce changement, nous avons comparé les fréquences de l'angle du bord retouché, soit par rapport à la matière travaillée (fig. 8 : A), soit par rapport à l'action faite (fig. 8 : B) : dans les deux cas, nous avons pu observer que celui-ci augmente lentement mais d'une façon constante, qu'on passe soit des matières tendres aux dures, soit des actions longitudinales aux transversales.

On ne voit pas un tel changement pour d'autres variables telles que par exemple la longueur du tranchant utilisé, qui ne change pas quelle que soit l'action faite par l'outil ; une nette concentration des fréquences, au contraire, se vérifie entre les 20 et les 30 mm de longueur en accord avec les petites dimensions des galets de silex de la région (fig. 9).

On pourrait interpréter ces données en supposant un choix des supports selon des caractéristi-

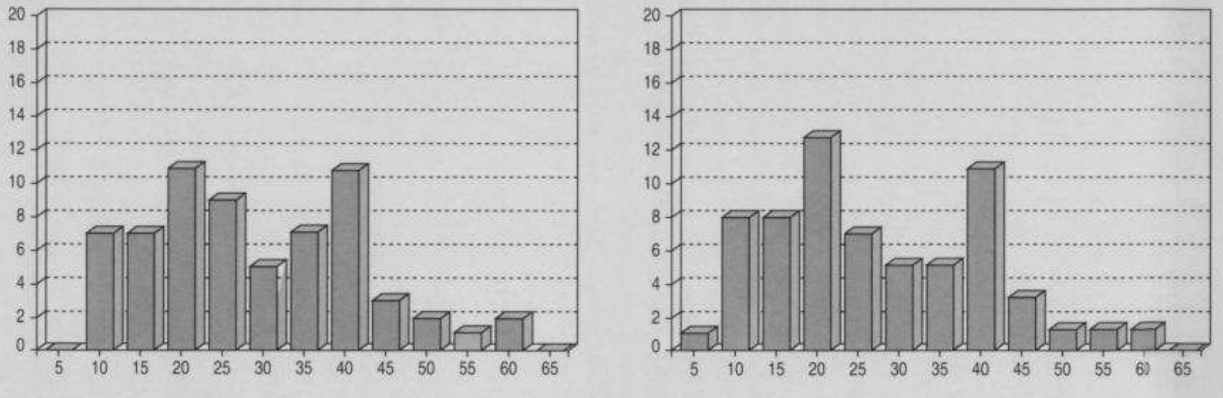


Fig. 6. Distribution des fréquences de l'angle des tranchants utilisés avant la retouche (épaisseur bord *ess.*) et après la retouche (épaisseur bord).

(1) En utilisant le goniomètre on n'a pas pu calculer l'angle du tranchant avant et après la retouche lorsqu'il présentait une morphologie non plate en face ventrale et/ou dorsale ; on n'a pas pu reconstruire l'angle du tranchant avant la retouche même lorsque celle-ci a complètement effacé la face dorsale de l'angle naturel.

Angle tranchants / Épaisseur supports	V20	V25	V30	V35	V40	V45	V50	V55	V60	V65	V70	V75
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	xx	xx	xx L	x	x T	x	-	-	-	-	-
5	-	xxx LT	xxxxx TT	xxx	xxxxxx L	xx TL	xx	xxxxx TT	xx T	-	-	-
7	-	xx L	xx x	xxxx LL	xx T	xxxx T	xxxx L	xxx	-	-	-	
9	-	-	-	-	xx TL	-	xx L	xxxx LT	xx T	-	xx T	x T
11	-	-	x TL	x T	-	-	-	xx TL	x	x	-	x T
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-

Fig. 7. Distribution des outils avec traces d'usure par rapport à l'angle du tranchant utilisé et à l'épaisseur du support ; on a indiqué aussi les différentes actions effectuées (L : action longitudinale ; T : action transversale ; TL : action mixte, longitudinale comme transversale).

Angle / Matière	V20	V25	V30	V35	V40	V45	V50	V55	V60	V65	V70	V75	V80
Tendre	-	x	x	x	-	x	x	x	x	-	-	-	-
Demi-dure	-	x	x	xxx	xx	xx	xx	xxx	x	x	-	x	-
Dure	-	-	x	-	xx	-	-	xx	x	-	x	x	-
Indéterminable	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-

Fig. 8. A. Distribution des outils avec traces d'usure par rapport à l'angle des tranchants utilisés et à la matière travaillée.

Angle / Action	V20	V25	V30	V35	V40	V45	V50	V55	V60	V65	V70	V76	V80
Longitudinale	-	xx	-	xx	x	-	xx	xx	-	-	-	-	-
Long. + Transv.	-	-	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-
Transversale	-	-	-	-	xx	xx	-	xxxx	xxx	-	x	xx	-
Indéterminable	-	x	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-

Fig. 8. B. Distribution de tout l'échantillon archéologique étudié (80 outils) par rapport à l'angle des tranchants et à l'action effectuée.

Longueur des Supports / Action	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Longitudinale	-	-	x	xx	xx	-	-	-	-	-
Couper	-	-	xxx	xx	-	-	-	-	-	-
Graver	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
Long. + Transv.	-	-	-	x	x	x	-	-	x	-
Transversale	-	-	xxx	xxxx	x	-	x	-	-	-
Raboter	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Racler	-	-	xxx	xx	-	-	-	-	-	-
Indéterminable	-	-	x	-	xxx	-	-	-	-	-

Fig. 9. Distribution de la longueur des tranchants par rapport à l'action effectuée.

ques techno-fonctionnelles telles que l'épaisseur du support et l'angle du tranchant, soumis à la fonction qu'on voulait effectuer.

Quelle que fût cette activité et quelles que fussent les caractéristiques morphologiques des pièces lithiques, on a pu néanmoins réaliser, après une première utilisation, une mince retouche pour prolonger dans le temps la fonction de chaque pièce.

Expérience de dépeçage

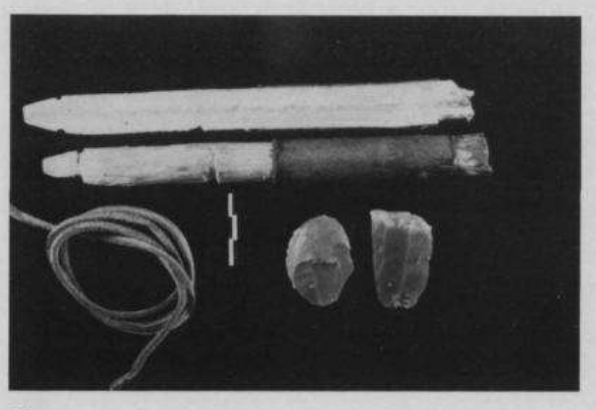
Pour organiser la troisième et dernière phase de cette recherche, l'expérimentation, on a dû faire quelques hypothèses sur le problème du manche face à des outils si petits.

L'analyse tracéologique a mis en évidence uniquement sur un outil, qu'on a utilisé pour le travail du bois, des taches de polis à l'intérieur de sa face ventrale et dorsale (pl. 2 : 4) qui pourraient être les indices génériques d'une prise qu'on aurait pu faire soit à la main, soit par le moyen d'un manche (Moss, 1983 : 101-102) ; les 79 autres outils ne présentent aucun stigmate à relier à un emmanchement.

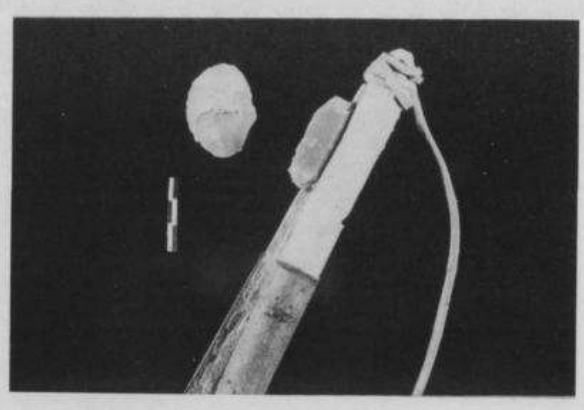
Le manque d'indices ne signifie pas l'absence d'un manche. En effet, comme de nombreux chercheurs l'ont démontré (Moss, Newcomer, 1981 ; Plisson, 1982 ; Stordeur, 1987), un outil bien fixé à son manche ne retient aucun indice tracéologique de ce dernier.

Selon ces considérations, on a réalisé un manche à « pinces » composé d'une branche d'environ 2 ou 3 cm de diamètre coupée longitudinalement ; les deux parties on été « remontées » en liant les deux extrémités supérieures par un lacet de cuir (pl. 3 : 1, 2).

En introduisant un éclat entre les deux parties de la branche on obtient un manche qui présente deux caractéristiques essentielles : il maintient l'éclat fixé par le seul moyen de la force de prise de la main exercée sur les extrémités libres et en permet le remplacement immédiat.



1



2

3

Pl. 3. 1. Les parties du manche « à pince ». **2.** Le manche « à pince » avec une éclat inséré. **3.** Un moment du dépouillement expérimental.

Une confirmation de ces observations nous est venue d'autres recherches expérimentales publiées (Vuillemey, 1987), qui ont déjà vérifié les mêmes caractéristiques sur des emmanchements presque semblables à ceux que nous avons réalisés pour cette recherche.

La séquence expérimentale, effectuée avec deux manches à pinces et trois pièces expérimentales, se compose d'un dépouillement complet et d'une activité initiale de découpage d'une brebis de 12 mois et de 50 kg (pl. 3 : 3).

Il est très clair que de cette façon nous avons cherché à tester seulement le degré fonctionnel de ces outils particuliers par rapport à une activité articulée telle que le dépeçage.

Toute l'opération s'est déroulée en 50 mn réelles de travail partagées en une moyenne de 10 mn pour chaque éclat et 6 mn pour chaque éclat retouché[2].

Même si les tranchants retouchés ont duré moins que les tranchants naturels, ils ont été, néanmoins, très fonctionnels soit pendant le travail des matières molles (tissus sous-épidermiques de la peau fraîche ; graisse ; viande), soit pendant le bref contact avec les os et cartilages.

On a obtenu cette retouche par une percussion directe perpendiculaire au bord de l'éclat en utilisant un percuteur de buis (*Buxus sempervirens*) d'environ 50 g.

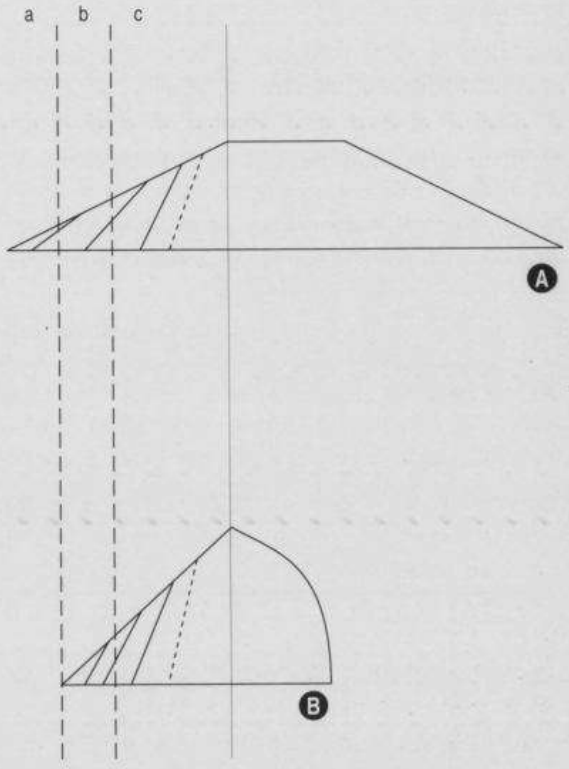


Fig. 10. Schéma des effets de la retouche mince sur des outils de supports divers. **A.** Éclat non cortical ou prédéterminé. **B.** Éclat semi-cortical. Pour effectuer des actions longitudinales (a), des actions longitudinales et/ou transversales (b), des actions transversales (c).

Conclusions

Nous avons donc démontré, du moins pour cette première analyse, que la retouche mince n'est pas seulement fonctionnelle en soi mais qu'elle permet de prolonger l'utilisation d'une pièce lithique du fait que son tranchant subit un changement minimum de son angle (une moyenne de 11 degrés de différence) quand il est retouché.

Même le manche à pinces s'est révélé très fonctionnel : en effet, il n'a permis aucun mouvement à la pièce emmanchée, où il n'a développé aucune trace, en accord avec ce qu'on a vu sur les outils archéologiques.

Selon les données présentées ici et qui seront une base pour des observations plus précises, surtout à l'égard de la partie expérimentale, comment peut-on interpréter la retouche mince observée sur les 80 outils de la grotte Breuil ?

Peut-on parler de retouche spécialisée ou de chaîne de ravivage ?

Nos données, pour le moment, ne permettent pas de distinguer entre les deux hypothèses.

Le fait que les traces d'utilisation témoignent de la présence d'actions variées, soit longitudinales, soit transversales, effectuées sur des matières diverses, nierait le façonnage d'une retouche spécifique pour effectuer une ou plusieurs activités particulières.

D'autre part, les caractères techno-morphologiques ainsi que la technique de façonnage ne permettent pas d'intégrer une telle retouche dans une vraie chaîne opératoire.

(2) Chaque éclat (avant et après la retouche) a été utilisé jusqu'aux premiers signes d'émoussage de son tranchant même si on pouvait encore l'utiliser d'une façon moins efficace.

L'interprétation que nous avons formulée, et qu'il faudra confirmer, est basée surtout sur le concept d'économie de la matière première.

La matière première du Pontinien, comme nous l'avons dit, est composée de galets de silex aux dimensions moyennes comprises entre 35 et 45 mm ; l'expérimentation technologique a démontré que ces galets sont assez faciles à débiter, mais une limitation se vérifie dans l'économie des produits de débitage du point de vue soit de la quantité, soit de la qualité (Bietti, Grimaldi, sous presse).

Du point de vue quantitatif, donc, le débitage ne permet pas de renouveler constamment les pièces lithiques, tandis que, du point de vue qualitatif, leurs petites dimensions causent une exploitation plus rapide et intensive des tranchants par rapport à celle qui atteint des pièces de plus grandes dimensions.

Cette limitation pourrait avoir déterminé le développement de comportements opportunistes :

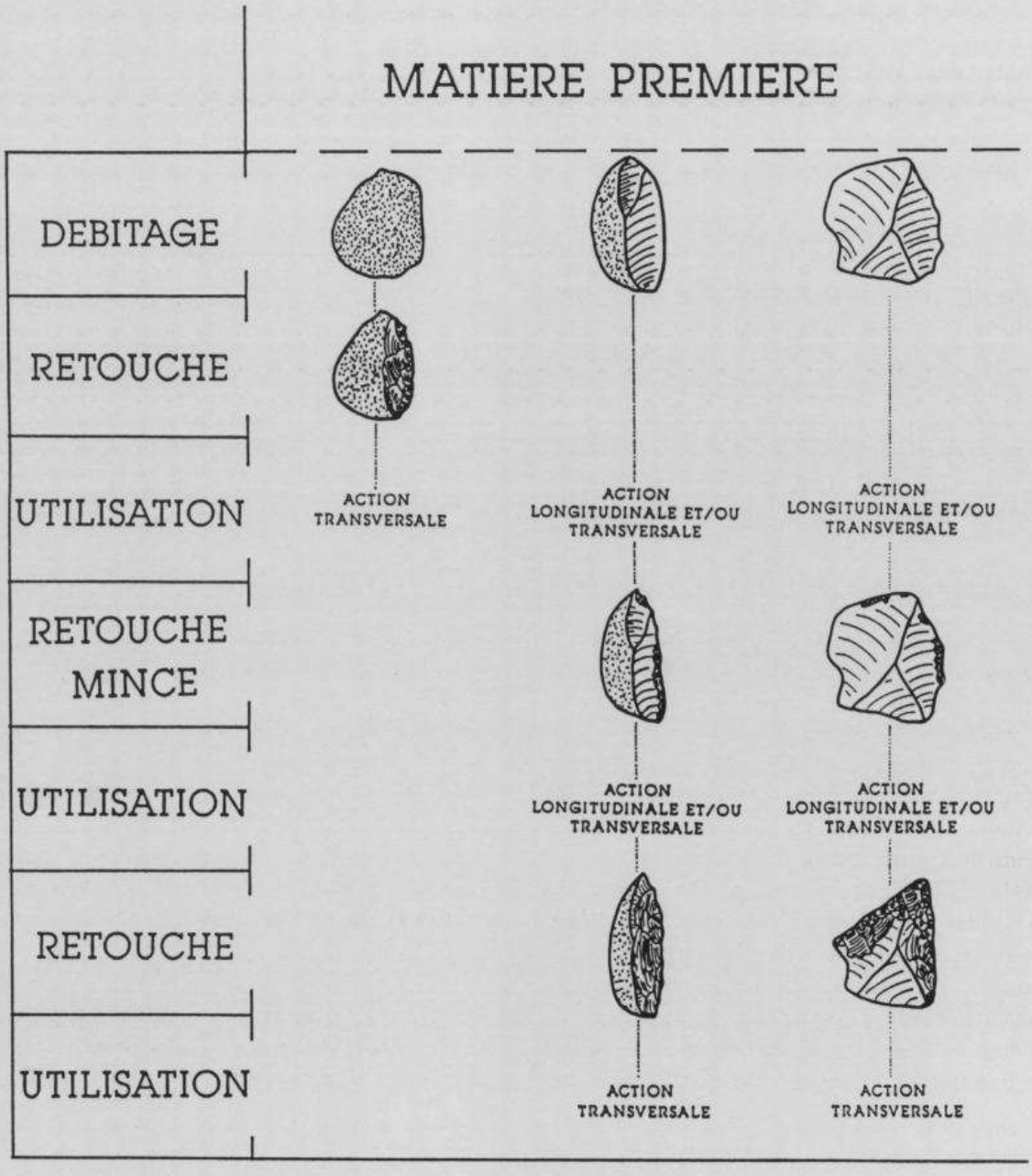


Fig. 11. Hypothèse d'exploitation des produits du débitage pontinien.

par exemple, on aurait façonné la retouche mince pour prolonger dans le temps l'utilisation des tranchants et, par conséquent, pour augmenter leur efficacité.

On aurait appliqué cet expédient à chaque activité déroulée sur le site, d'une façon indépendante de l'épaisseur du support et de l'angle du tranchant (fig. 10), en obtenant les résultats les meilleurs avec les pièces plus minces utilisées pour des activités liées à des actions de coupe telles que, par exemple, le dépeçage.

Un deuxième expédient opportuniste pourrait être l'utilisation d'un emmanchement pareil à celui que nous avons appelé « à pinces », qui, par ses caractéristiques (réalisation facile et immédiate, fonction pratique optimale), s'adapte très bien soit au changement rapide des pièces lithiques à cause de la rapide exploitation de leurs tranchants pendant l'action, soit au façonnage immédiat de la retouche mince.

En conclusion, on pourrait considérer les outils à retouche mince comme des étapes d'avance mais non pas comme un vrai début de la séquence de ravivage ; en d'autres termes, le complet changement du tranchant d'origine, c'est-à-dire le façonnage et les modifications suivantes de la retouche « classique », pouvait être effectué seulement après qu'on eut exploité le tranchant à la limite des ses possibilités fonctionnelles, au-delà desquelles on n'aurait pas pu le retoucher sinon en changeant totalement sa morphologie (fig. 11).

Cette dernière hypothèse est une conséquence logique de nos interprétations ; il faudra, naturellement, la vérifier lors de prochaine analyses.

Remerciements

Les auteurs remercient M. Maggi pour avoir effectué l'activité de dépeçage décrite ; P. Rossetti et F. Zabotti pour avoir activement participé à la récolte des données expérimentales ; ainsi que le professeur A. Bietti pour son aide à l'évaluation des données expérimentales et archéologiques.

* *Dip. B.A.U., Università « La Sapienza », Roma, Italy.*
** *Museo delle Origini*
Università « La Sapienza », Roma, Italy.
GEA-indagini archeologiche e antropologiche (S.C.a r.l.).

Bibliographie

ALHAIQUE (F.), 1990.– *Grotta Breuil al Circeo : uno studio sulla selezione delle parti anatomiche di ungulati effettuata dall'uomo del tardo Musteriano.* Thése, Université de Rome « La Sapienza ».

BIETTI (A.), GRIMALDI (S.), MANCINI (V.), ROSSETTI (P.), ZANZI (G. L.), 1991.– Chaînes opératoires et expérimentation : quelques exemples du Moustérien de l'Italie centrale. *In : XI[e] Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes : 25 Ans d'Études Technologiques en Préhistoire*, Éd. APDCA, Juan-les-Pins, p. 109-124.

BIETTI (A.), GRIMALDI (S.), sous presse.– Experimental perspectives of the industry of the lower strata at Grotta Breuil. *Actes du Congrès International : « The Fossil Man of Monte Circeo : Fifty Years of Studies on the Neandertals in Latium »*, Sabaudia.

BIETTI (A.), KUHN (S.), SEGRE (A. G.), STINER (M.), sous presse.– Grotta Breuil : introduction and stratigraphy. *In : Actes du Congrès International : « The Fossil Man of Monte Circeo : Fifty Years of Studies on the Neandertals in Latium »*, Sabaudia.

BIETTI (A.), MANZI (G.), PASSARELLO (P.), SEGRE (A. G.), STINER (M.), 1986.– The 1986 excavation campaign at Grotta Breuil (Monte Circeo, LT). *Quaderni del Centro Studio Archeologia Etrusco-Italica*, 16, p. 372-388.

BLANC (A. C.), 1937.– Nuovi giacimenti paleolitici del Lazio e della Toscana. *Studi Etruschi*, 11, p. 273-304.

BORDES (F.), 1961.– *Typologie du Paléolithique Ancien et Moyen.* Delmas, Bordeaux.

BOËDA (É.), 1986.– *Approche technologique du concept Levallois et évaluation de son champ d'application.* Thèse N. D., Université de Paris.

LEMORINI (C.), sous presse.– Prospect for a functional evaluation of a Mousterian site in Grotta Breuil. *Actes du Congrès International : « The Fossil Man of Monte Circeo : Fifty Years of Studies on the Neandertals in Latium »*, Sabaudia.

MOSS (E. H.), 1983.– *The functional analysis of flint implements.* BAR International Series, 177, Oxford.

MOSS (E. H.), NEWCOMER (M. H.), 1981.– Reconstruction of tool use at Pincevent : microwear and experiments. *Studia Præhistorica Belgica, 2,* p. 289-312.

PLISSON (H.), 1982.– Analyse fonctionnelle de 95 micrograttoirs « Tourassiens ». *Studia Præhistorica Belgica*, 2, p. 279-288.

SCHWARCZ (H. P.), BUHAY (W. M.), GRUN (R.), sous presse.– Absolute dates of the Mousterian caves of

southern Italy. *In* : *Actes du Congrès International : « The Fossil Man of Monte Circeo : Fifty Years of Studies on the Neandertals in Latium »*, Sabaudia.

STINER (M.), 1990.– *The ecology of choice : procurement and transport of animal resources by upper Pleistocene hominids in west-central Italy*. Ph. D. Dissertation, University of New Mexico, USA.

STINER (M.), sous presse.– Ungulate exploitation during the terminal Mousterian of west-central Italy : the case of Grotta Breuil. *In* : *Actes du Congrès International : « The Fossil Man of Monte Circeo : Fifty Years of Studies on the Neandertals in Latium »*, Sabaudia.

STORDEUR (D.) (Éd.), 1987.– *La Main et l'Outil : Manches et Emmanchements Préhistoriques*. Lyon, Travaux de la Maison de l'Orient, 15.

TASCHINI (M.), 1970.– La grotta Breuil al monte Circeo. Per una impostazione dello studio del Pontiniano. *Origini*, 4, p. 45-78.

VUILLEMEY (M.), 1987.– Un emmanchement hypothétique fiction ou réalité ? *In* : D. Stordeur (Éd.), *La Main et l'Outil : Manches et Emmanchements Préhistoriques*. Lyon, Travaux de la Maison de l'Orient, 15, p. 323-326.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Butchery knives in the Mousterian sites of Armenia

*Hratchia KAZARYAN**

Résumé

Les principaux résultats de l'étude complexe (tracéologique, expérimentale et morphologique) des couteaux de boucherie provenant des sites moustériens de Yerevan I et Lusakert I (Arménie) sont présentés. Les traits d'usure différentiels et substantiels de ces instruments sont dégagés. Les problèmes liés à la fabrication et l'usage des couteaux de boucherie (ajustage, forme optimale, degré de spécialisation, causes de fragmentation d'outils) sont observés et interprétés.

Abstract

The major results of the complex (traceological, experimental and morphological) study of butchery knives from the Mousterian sites of Yerevan I and Lusakert I (Armenia) are presented. The differential and substantial wear features of these implements are discussed. Problems connected with the making and using of butchery knives (accommodation, optimal shape, degree of specialization, causes of tool fragmentation and so on) are observed and interpreted.

Among numerous Lower Paleolithic deposits of Armenia the most important ones are, undoubtedly, Yerevan I (Yeritsyan 1971 ; Yeritsyan, Semenov, 1971) and Lusakert I (Yeritsyan, 1975). They are situated on the bank of Hrazdan River canyon, at a distance of 50 km from one another. Both are small, cave rockshetters, in the area of contact of dolerites with upper andesite-basalts. The deposits are multilayer (7 and 5 Mousterian cultural layers), with rather distinct stratigraphies. All the layers are rich in cultural remains (stone implements, bones of fossil animals). Almost all of the thousands of stone implements are of obsidian (94 % in Yerevan and 99 % in Lusakert). Andesite-basalt, flint and other rocks were of secondary importance. B. G. Yeritsyan, specializing in cave research, suggests that the Yerevan industry as a whole is a developing specific local version of the Mousterian culture, combining elements of typical Mousterian, Kina and Tayac (Yeritsyan, 1950 : 26-30). Other scholars regard this industry as typical Mousterian (Lyubin, 1977 : 194). In Lusakert cave an interstratification

phenomenon is observed : Mousterian of Acheulean tradition, Tayacian, denticulate Levallois and typical Levallois form a sequence of layers (Yeritsyan, 1975 : 50).

These are the basic characteristics of the deposits, the archaeological materials of which we have studied traceologically. Microanalytic research of selected, yet vast series of obsidian articles from all the layers of Yerevan and two Levallois layers of Lusakert was undertaken. The functions of more than 500 Yerevan and 200 Lusakert tools were determined. On both sites wood, hide and meat were treated. Types of working operations and corresponding functional types of tools are varied, the latter being knives, saws, planes, chisels, drills (woodworking), scrapers, scraper-knives, borers (hide processing) and, finally, butchery knives.

To separate butchery knives (105 objects from Yerevan and 18 from Lusakert) from the cutting artifact assemblage was not an easy task, because some of the wear components on the knives for soft and those for hard materials differ only slightly. First of all, the difference is observed in the texture of wear microfeatures. The basic components of linear wear on hard material knives are deeply-cut scratches (fig. 1 : 1, 6), whereas linear traces on butchery knives consist mainly of subtle threadlike traces of broken dotted-point character, which means, that the treated material was pliable and slightly abrasive (fig. 1 : 2-5). Continuous employment of a tool considerably increases the number of linear traces, so that on the edges of the artifacts there are ground-appearing areas (fig. 1 : 2, 4). The highest intensity of this kind of wear microfeature is observed on the edgdes of blades and on the interfacet ridges. As a consequence, the blades of butchery knives become considerably blunted : the tops of edge retouch get ground. The edges of hard material knives, on the contrary, retain their sharpness, that is, a finely-denticulated profile. This is the result of an intensive working damage process.

Other distinctive features of butchery knife wear cannot be considered apart from their shape. The thing is that in the overwhelming majority of cases the above described set of wear traces is observed on the tools of only one – convergent – shape (fig. 2). Rare exceptions (6 objects from Yerevan) merely prove the rule. From a typological standpoint the main body of this functional group forms convergent side-scrapers and points (Mousterian, Levallois and retouched Levallois). Canted side-scrapers are also present. In most cases both edges are worn out, although the heaviest load was on the left edge. The bases of the knives served as accommodation elements (it was grasped in two or three fingers)[1]. The distal end of the tools was the most active working zone (fig. 1 : 2, 5). Exactly here the intersection of several operations occurred : blade cutting was combined with perforation and angular cutting. This is the last, but not least, peculiarity of the tools of this functional group.

Each observation can be fully substantiated. Thus, prefered left blade cutting, when the tool is ventral aspect down, allows to lessen the friction. The basa grip of the tool, as well as the existence of two sharp convergent blades, guaranteed the most favorable mode of tool manipulation in a wide kinematic range[2].

And, finally, the existence of a point is stipulated by a periodically-arising need for perforation and angular cutting in the course of butchering. These operations were interrelated, supplemented each other and were applied successively and alternately in one and the same labor cycle. Each kind of work was carried out with a particular, specially-shaped morphological element : angular cutting and perforation with the point, cutting with the convergent blades. That is why, despite the formal polyfunctionality of butchery knives,

(1) The absolute prevalence of double-blade worn butchery knives excludes the possibility of edge prehension, due to the optimal working position of tools (ventral aspect down), therefore the version of alternating cutting with forefinger pressed against one then the other edge is unrealistic. A considerable number of tools (27,8 %) with specially-shaped accommodation features exactly in the proximal area (fig. 2 : 7, 10) also testifies to the basal prehension of these knives.

(2) By its character, edge prehension of tools requires a firm grasp and is more apt for such operations as wood cutting, wood planing etc., whereas the two-finger basal holding of butchery knives allows free motion of the hand, that guarantees the necessary range of tool manipulation.

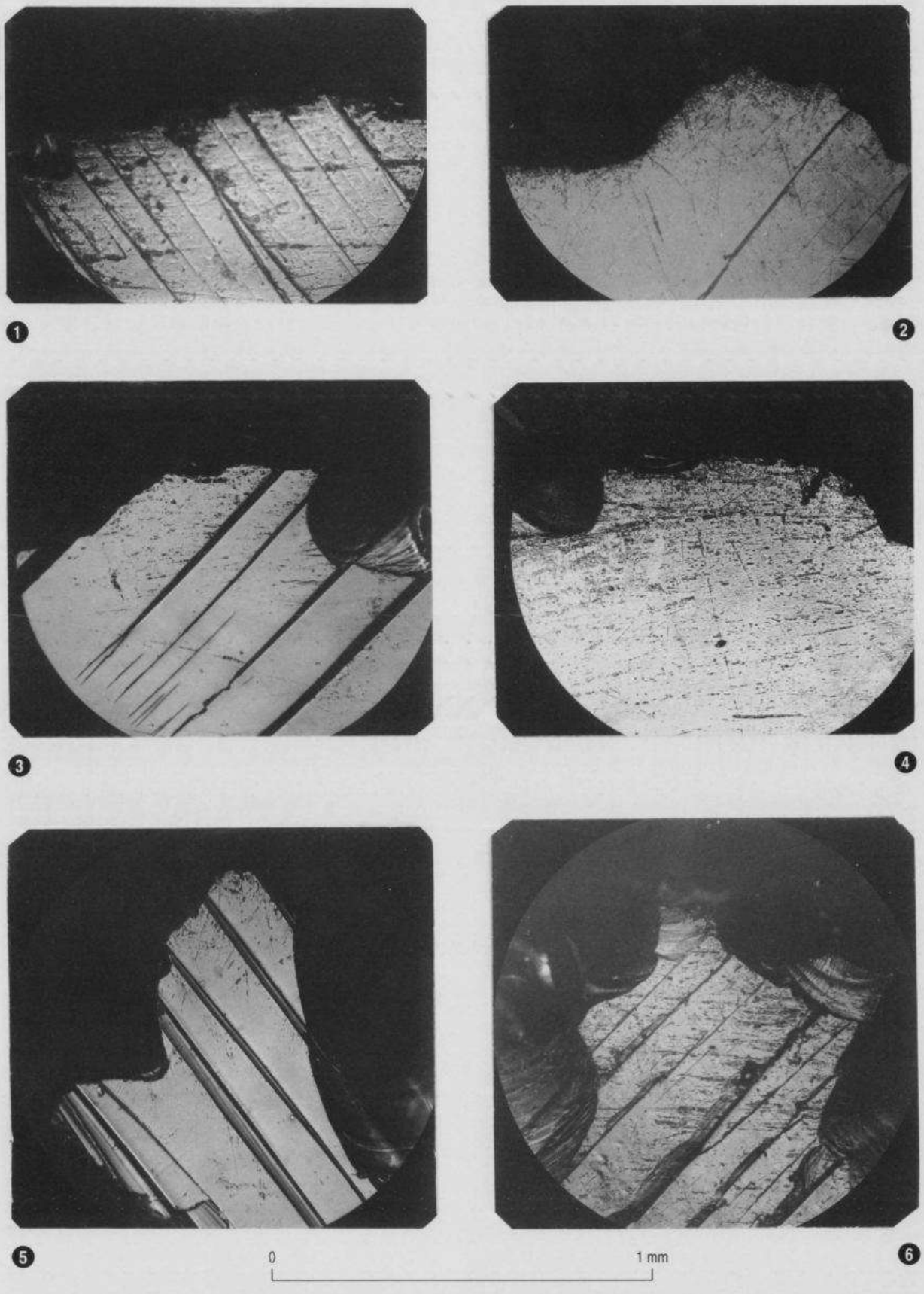


Fig. 1. Microphotographs of portions of working edges of obsidian tools.

we are rightful to consider them as specialized tools.

We cannot pass over the fact that the results obtained contradict in many aspects the experimental data recently published by A. E. Matyukhin (Matyukhin, 1983, 1984). This concern butchery knife accommodation (in Matyukhin's opinion – edge prehension) (Matyukhin, 1983 : 182 ; Matyukhin, 1984 : 15) and their optimal shape (rather varied, for this scholar) (Matyukhin, 1983 : 182-183 ; Matyukhin, 1984 : 14-19). This divergence of results, as we see it, is stipulated first of all by the unilateral – merely experimental – character of data used by A. E. Matyukhin. We know that the concluding knowledge resulting from any, even a correctly held model experiment, has but a probable character, often with a rather small degree of accuracy. The initial cause of this phenomenon is the impossibility of a quantitative description of the model and the prototype (they are described qualitatively) and, as a result of this, their correspondence is often determined with insufficient completeness and precision. That is why on physical modelling a complete use of all information combined about subjects of cognition, minimizing subjective aspects of the experiment, is of paramount importance. Allegedly exactly here are the weakest points of the afore-mentioned experiments. Thus, when determining the optimal accommodation of the butchery knives as edge prehension, the scholar proceeded from his own, subjective feelings[3]. Meanwhile, if one takes into account some paleontological and archaeological data[4], it becomes quite obvious that the basal seizure of knives could easily be realized by the Neanderthal man when butchering any animal, as big as it might be. The erroneous definition of the tool accommodation in its turn brought forth even larger inaccuracy, that is, in our opinion, an unjustified enlargement of the circle of potential butchery knives, in wich certain points, flakes and simple and transverse side scrapers were included (Matyukhin, 1983 : 182-183 ; Matyukhin, 1984 : 14-19).

The materials from the Armenian sites testify to the opposite : the extreme morphological monotony of butchery knives. This repeatedness of shape could not be accidental. Undoubtedly it is indicative of a certain tradition when morphological standards, accepted as the most effective and expedient for the tools of this function, had to be followed.

Is this tradition of local character, or does it bear certain phenomena of a higher rank ? Considering that most of the soft-material knives from the Mousterian sites of the USSR (Monasheskaya cave, Nosovo I, Zaskalnoye V and others) (Shchelinskiy, 1975 : 53-55 ; Shchelinskiy, 1977 : 195 ; Shchelinskiy, 1983 : 115) are of convergent shape, we tend to the second view point. Anyway, the question remains open, until enough factual material is assembled.

When examining the group of butchery knives, it does not take long to notice that most of the tools (over 1/3) are fragmented (fig. 2 : 9, 11, 12). The problem of fragmentation is crucial for the Yerevan industry, where 57,5 % of the equipment is more or less broken. Some scholars claim that a great number of Yerevan obsidians are broken deliberately (Yeritsyan, 1972 : 15-16). Meanwhile, the diagnostic features of deliberate fragmentation are vague and little studied. In many other respects the motivation for such a wide use of this method of secondary stone processing remains unclear. The results of the experimental-traceological study of artifacts are of great help in solving these problems. Now we shall see it on fragmented butchery knives. Some sections bear obvious, deliberate technico-morphological features. Yet, such artifacts being rare, they do not allow for general conclusions. The sections are regular-transverse (fig. 2 : 9) and slanting transverse (fig. 2 : 11, 12). This is the way the butchery knives would break during the working process. The experiments, meanwhile, showed that the tools were not subjected to extreme dynamic or static loads. That they would hardly break when employed is proved also by functional evidences of great care towards the

(3) « As far as flake surfaces are permanently slippery with grease, forefinger fixation against the edge, but not the two-finger seizure should be admitted as most optimal. » (Matyukhin, 1984 : 15).

(4) The Neanderthal man's hand was adjusted to force manipulation motions (Semenov, 1950 : 79-82 ; Danilova, 1979 : 293, 294, 318), besides, their arm power significantly surpassed that of the contemporary man (Praslov, Semenov, 1969 : 17-18).

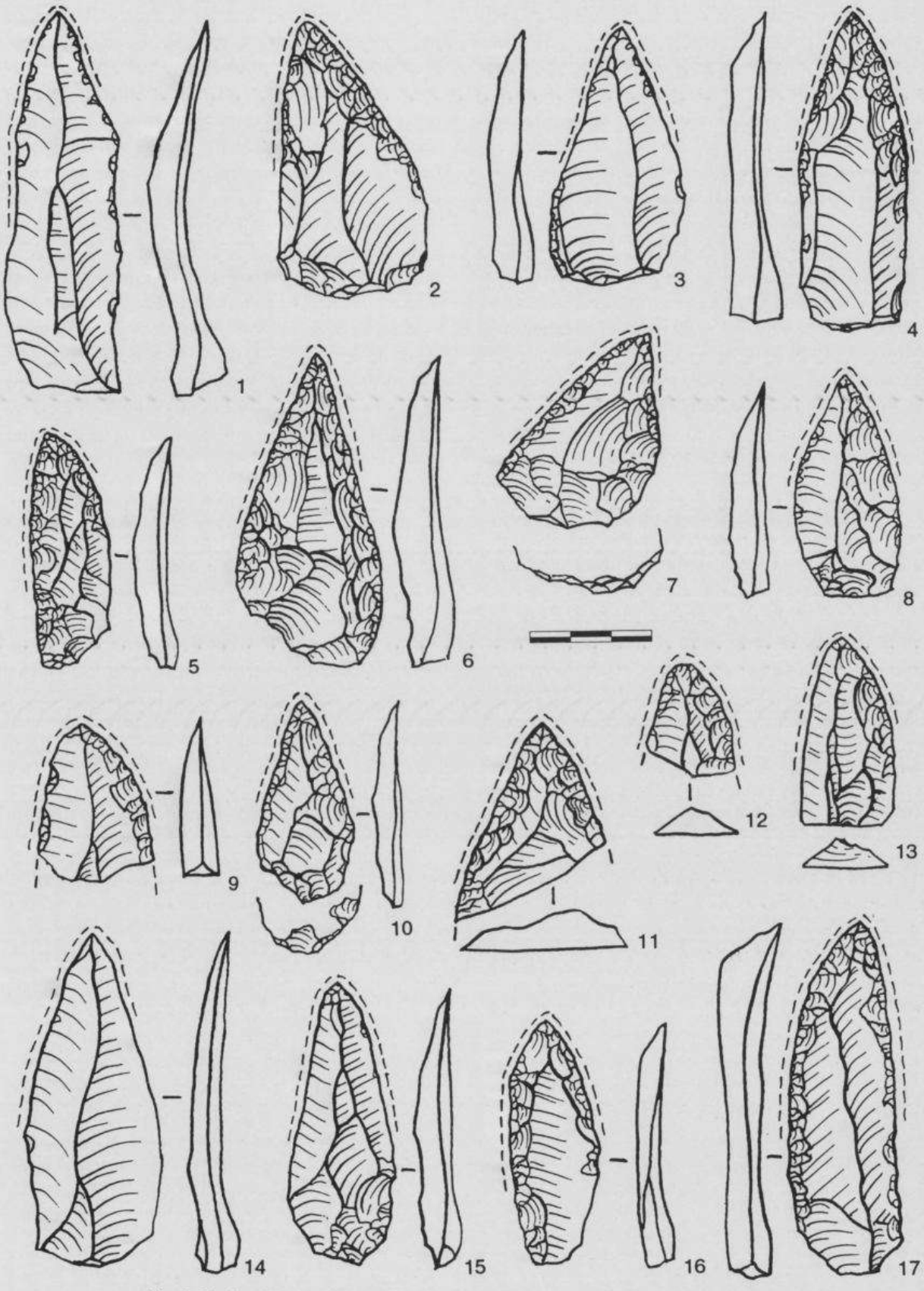


Fig. 2. Obsidian butchery knives. **1, 3, 14.** From Lusakert I. **2, 4-13, 15-17.** From Yerevan I. Dotted lines show exhausted working edges of tools.

working equipment on the part of the ancient dwellers of Yerevan cave[5]. Still, there is another, more telling, argument in favor of the functional character of the deliberate fragmentation of implements : the overwhelming majority of fragmented butchery knives are badly worn out. Apparently, after having dulled, the tools were fragmented (instead of being retouched) so as to get rid of the upper, most active and worn out zone. Each or one of the broken parts could be reshaped thereafter into an independent tool, often with a quite new function, differing from the initial one. We have already registered several cases of such reshaping. The initial cause of this « saving » attitude towards the implement is, most probably, the scarcity of the local obsidian raw material.

These are the main results of the complex (traceological, experimental and morphological) study of butchery knives from the Mousterian sites of Armenia. Let us emphasize once again that the major peculiarity of the tools of this functional group consists in the extreme stability and similarity in shape. The function and shape correlation of the tools is quite apparent. Two important aspects are worth mentioning.

Firstly, the correlation is not equally distinct for all of the morpho-features of the tools : most clearly it is found in their general shape (convergent), in the morphometric indices of the blades (small and average sharpening angle of edges and facets, straight or slightly convex plan outline of blades) and it is less distinct for the specially-shaped accommodation elements. At the same time, it is found only slightly in other morphofeatures of knives.

Secondly, the correlation of function and general shape is brought out not in simple, but in multiple correspondence : actually each of the butchery knives has a convergent configuration, but not all of the tools of this shape are butchery knives. This fact could be explained by the very nature of the point tools, that combine point and blade and thus are universal to a certain extent.

* *Archaeology and Ethnography, Institute of Academy of Sciences of Republic of Armenia, Charents st. 15, Yerevan 25, Republic of Armenia.*

Bibliography

DANILOVA (E.), 1979.– *Evoluciya ruki*. Kiev.

LYUBIN (V.), 1977.– *Musterskie kultury Kavkaza*. Moskva.

MATYUKHIN (A.), 1983.– Orudiya rannego paleolita. *In* : A. N. Rogache (Ed.), *Tekhnologiya proizvodstva vaepokhu paleolita*. Leningrad, Nauka, p. 134-187.

MATYUKHIN (A.), 1984.– Opyty po razdelke tush krupnykh zhivotnykh orudiyami paleoliticheskogo oblika. *Sovetskaya Arkheologiya*, 4, p. 5-25.

PRASLOV (I.), SEMENOV (S.), 1979.– O funkciyakh musterskikh krmnyovykh orudiy iz stoyanok Priazovya. *Kratkie soobshcheniya Instituta Arkheologii AN SSSR*, 117 : 13-21.

SEMENOV (S.), 1950.– O protivopostavlenii bolshogo palca ruki neandertalskogo cheloveka. *Kratkie soobshcheniya Instituta Etnografii*, II, p. 70-82.

SHCHELINSKIJ (V.), 1975.– Trasologicleskoye izucheniye funkciy kamennykh orudiy Gubsooy musterskoy stoyanki v Prikubanye. *Kratkie soobshcheniya Instituta Arkheologii AN SSSR*, 141, p. 51-57.

(5) Planing tools could serve as examples of the careful attitude of the ancient dwellers of Yerevan towards their tools. Experiments show, that these implements lose effectiveness mainly when flat and sometimes rather large damage-facets appear on the ventral aspect. Consequently the working edge profile looses its smoothness and the contact with the treated surface gets abruptly worse. The resumption of the tools' working abilities by means of retouching is impossible, as the most important condition for the planing tools' efficiency is the smoothness of their ventral aspect. In the course of experiments this kind of macrodeformation appeared at great dynamic loads, when hard knobby areas of wood were being planed. On the archaeological material this kind of wear feature is hardly observed. Obviously, the ancient dwellers of Yerevan, highly appreciating and caring for their implements, tried not to subject them to extreme loads, so definite wood areas were processed by some method other than planing. Knobs were cut rather than planed. The combination of two ways of wood processing is illustrated by the numerous special polyfunctional tools : knife-planes.

SHCHELINSKIJ (V.), 1977.– Eksperimentalno-tracologichskoye izucheniye funkciy nizhne-paleoliticheskikh orudiy. *In :* N. D. Praslov (Ed.), *Problemy paleolita Vostochnoy i Centralnoy Yevropy*. Leningrad, Nauka, p. 182-196.

SHCHELINSKIJ (V.), 1983.– K izucheniyu tekhniki i tekhnologii izgotovleniya i funkciy orudiy must'rskoy epokhi. *In :* A. N. Rogachev (Ed.), *Tekhnologiya proizvodstva vaepokhu paleolita*. Leningrad, Nauka, p. 72-133.

YERITSYAN (B.), 1970.– *Yerevanskaya peshchernaya stoyanka i yego mesto sredi drevneyshikh pamyatnikov Kavkaza*. Author's summary of thesis. Moskva.

YERITSYAN (B.), 1972.– Nekotorye osobennosti namerennogo rasseleniya orudiy musterskoy epokhi (po materialam Ye evanskoy peshchernoy stoyanki). *Kratkie soobshcheniya Instituta Arkheologii AN SSSR*, 131, p. 53-60.

YERITSYAN (B.), 1975.– Novaya nizhne-paleoliticheskaya peshchrnaya stoyanka Lusakert (Armeniya). *Kratkie soobshcheniya Instituta Arkheologii AN SSSR*, 141, p. 42-50.

YERITSYAN (B.), SEMENOV (S.), 1971.– Novaya nizhne-paleoliticheskaya peshchera « Yerevan ». *Kratkie soobshcheniya : Instituta Arkheologii AN SSSR*, 141, p. 32-36.

Tracéologie et fonction : le geste retrouvé
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

The restricted function of Neolithic obsidian tools at grotta Filiestru, Sardinia

*Linda HURCOMBE**

Résumé

Les outils en obsidienne des niveaux néolithiques de la grotte de Filiestru, Sardaigne, ont montré une série de fonctions restreintes. Les pièces examinées étaient pour la plupart des types d'outils non classiques, et pourtant une grande partie d'entre elles ont servi à travailler spécialement les matières tendres. Les interprétations de fonctions sont tirées des résultats d'un programme expérimental. L'association de l'usure et des résidus présents sur certains outils montre qu'il ont été utilisés sur peau et viande. Les artefacts en obsidienne qui ne se trouvent qu'à environ 75 km de leur source géologique étaient donc utilisés pour une série d'activités spécialisées. Certains résidus sont répartis près du bord utilisé et suggèrent qu'ils se rattachent aux matières travaillées ; d'autres ont des positions évoquant l'emmanchement et la préhension.

Abstract

Obsidian artefacts from Neolithic levels at the site of Grotta Filiestru, Sardinia, showed a restricted range of functions. Even though the pieces examined were mostly not formal tool types, a high proportion were used especially for working softer materials. Interpretations of function were based on the results of an experimental programme. The combination of wear and residues present on some of the tools showed that they had been used on hide and flesh. Obsidian artefacts only c 75 km from their geological source are therefore used for a specialised series of activities. Some of the residues are distributed near the used edge, suggesting they are use-material related, others are in positions suggesting they are related to hafting and holding.

Introduction

Functional information can illuminate the role of artefacts within the society which made them. Obsidian has long been considered an important indicator of long-distance prehistoric exchange or contact in the Neolithic. Less attention has been paid to any functional roles for obsidian and indeed to its exploitation near the geological sources. Functional analyses addressing these is-

sues are long overdue and the material presented here should be seen as the first steps towards filling this gap. One of the Mediterranean's obsidian sources lies on the island of Sardinia. The results reported in this paper will suggest that even in the early Neolithic and at sites fairly close to the obsidian sources on Monte Arci the functional role of obsidian could have been restricted.

The Sardinian site of Grotta Filiestru (fig. 1 provides a location map) was chosen because a recently-excavated set of dated material with good contextual information was needed. Grotta Filiestru was published (Trump 1983) and formed part of a larger project in the Bonu Ighinu Valley (Trump, 1991). The site had stratigraphical dated relationships and there were sufficient numbers of artefacts within these contexts to provide a reasonable microwear sample. A drawback was that the site was not totally excavated and so the assemblage may be culturally biased as if there were distinct activity areas at the site for one or several tasks the excavated material might show only a limited range of functions. However, the stratigraphy spans over a thousand years, so any bias would have to be constant over this period in order to affect the results. As about 15 % of the main cave floor area had been excavated and the obsidian was concentrated within this excavated area chiefly to trench D, despite the deep stratigraphy, the sample was felt to reflect an area with denser artefact yields for most of the period of occupation of the cave and hence be a reasonable sample for the functional analysis.

Fig. 1. Location map showing the position of the site of Grotta Filiestru and the obsidian source of Monte Arci in relation to modern Sardinia.

In order to evaluate the functional interpretations and patterns obtained by the microwear study of this material, it is essential to appreciate the contexts of the stone tools as a whole, the role of obsidian within this, and the nature of the sample subjected to microwear analysis. This discussion is based on Trump's (1983) excavation report and an archive report for Sassari Soprintendenza on further detailed study of technology and function undertaken later (Phillips, Hurcombe, 1990).

Grotta Filiestru and its obsidian assemblage

The site is a limestone cave which was thought to be used as a residential base for at least part of its prehistoric occupation (Trump, 1983). The stratigraphy spans the Early Neolithic 4760 ± 75 bc to the Copper Age Ozieri level. Levels 6 (Filiestru level c. 4000 bc) and 5 (Bonu Ighinu level c 3730 bc) had sizeable lithic assemblages and were chosen for further study. A variety of lithic materials were employed, *e.g.* flint, obsidian and rhyolite. The flint assemblage included long blades and the obsidian assemblage contained some blades and arrowheads. Hence the technology and the objects produced by it differed slightly according to the lithic raw material. Of the lithic types found at the site, obsidian is the most brittle, produces the sharpest flake edges, and has the best conchoidal fracture properties. Moreover, the size of the raw material nodules available from the Conca Cannas and Perdas Urias sources on Monte Arci (12 cm in

length is not uncommon) would not restrict the production of longer artefacts if the knappers were reasonably skilled. Obsidian would be a good raw material for the knapping of precise shapes due to its predictable and easily-flaked properties, and would pressure flake well. Its use for producing the arrowheads and small blades is therefore not surprising. Instead it demonstrates that the use of lithic materials was well-suited to the tasks performed *versus* the lithic variety available.

Given the properties of obsidian, the expected range of tasks the obsidian could perform as well as or better than the flint or rhyolite include the following : cutting meat, fish and hide where its sharp edge gives longevity and precision ; reaping activities ; working soft plant materials ; fine detail on the working of woody plants, wood, bark and cork. The other materials would be better for heavier tasks requiring more robust edges, *e. g.* working wood, bone, and antler. Furthermore, an unmodified obsidian edge is more effective for the slicing of flesh and hide whereas a retouched edge could increase the robustness of the working edge. All of the above comments stem from personal observation while knapping and using stone tools. There is of course no need for lithic materials to be used economically unless there is some pressure on the availability of raw materials, time, or at a more social and personal level the skill and quality of stone tool production or use. Bearing these factors in mind, the results of the functional analysis of the obsidian were in some ways no surprise.

Functional analysis

The method of functional analysis used is described in Hurcombe 1992 but is based on a combination of factors such as edge-scarring, polish (surface smoothing at 250x magnification), striations (linear arrangements of surface alterations), attrition (surface roughening at 250x magnification), residues and other features, all interpreted with reference to an experimental programme. The processes of interpreting the wear features to give information on the use-action, use-material and in some cases use-time is the same as that described for other archaeological artefacts (Hurcombe, 1992 : chapters 4 and 7). Some sets of wear allow a specific use-material to be inferred but this is not always the case. In general, weak use-actions, low use-times and soft use-materials wear the tool surface less and thus can cause wear sets attributable to a range of functions (see Hurcombe, 1992 : chapter 4). As obsidian has a naturally bright shiny surface the smoothing of the surface is more subtle and scanning a piece for microwear evidence takes more time than might be the case for flint, but residues show very clearly against this bright background and are thus of greater interest on obsidian tools. Other than these features the technique of obsidian microwear analysis is generally similar to that for flint (*e.g.* Keeley, 1980 ; Vaughan, 1985 ; van Gijn, 1990). The complexity and time consuming nature of the technique limit the sample size for analysis but for this material there was a further consideration. All the material had to be exported to Britain for the study using a licence kindly granted by the Soprintendenza. This did not include any of the small finds such as retouched recognisable tool types nor whole blades. The sample was further reduced by not exporting cores which had no macroscopic evidence of wear. The resulting collection of artefacts was thus heavily biased towards flakes, broken or segmented blades and irregular fragments. It was precisely this category of material that is least often studied for functional information and yet could be expected to show the pressures of the availability and use of the raw material.

The sample available for study in Britain was composed of 294 pieces from level 5 and 153 pieces from level 6. These were numbered and studied macroscopically (Phillips, Hurcombe, 1990). These levels had been dug in spits and so additional numbers indicating their spit and artefact number within this context were assigned. A subset of the material was examined microscopically on the basis of two samples. As the use or otherwise of simple unretouched flakes in both levels needed to be established, a grab sample was selected of 20 pieces from the first spit of each level, irrespective of the type of artefact and whether it seemed to be used or not. Thus, sample A consisted of pieces D5+1 numbers 1-20 and D6+1 numbers 1-20. A further sample of 35 pieces with retouch/edge damage or other features of particular note formed sample B. The latter was by no means an exhaustive list. In comparison to the rest of the assemblage the sample selected for microwear was generally representative.

Each piece selected for microwear analysis was drawn and the location of wear and other features marked on the drawing. The features describing the polish, striations, attrition and residues were noted systematically on a recording form (Hurcombe, 1992 : fig. 4). These were interpreted according to methods explained at the same time.

Results

The results of the functional analysis are presented in appendix A and summarised in table 1. In brief, the study indicates that obsidian tools are strongly associated with flesh and hide related activities, a new tool category was identified as a knife with particular use for butchery, some of the pieces were neither formal tool types nor retouched. These results are discussed in detail below.

The interpretations of use-material are dominated by the flesh (fig. 2) (including both animal and fish) and hide (fig. 4) categories representing 42.7 % of the assemblage. This figure is strengthened by a number of arguments. Firstly, flesh and butchery activities form wear slowly as the materials (other than bone and tendons in butchery) are soft and the actions involve relatively little force. Hence, wear traces identifiable to flesh processing are slow to form and are likely to be underrepresented in the interpretations of the wear analysis. Furthermore, some of the categories may include tools which have been used for hide and flesh related activities but have left traces which can be attributed to a range of functions. Thus, the soft, *soft/resilient* and *plants/hide* categories may all include artefacts used for flesh and hide working, and an unknown portion of the 22.5 % accounted for by these categories may be added to the known 42.7 % of the assemblage associated with animal processing. On the other hand there are very few specific use-material identifications of other material types. *Plants* are the most numerous (6.7 %) and only one interpretation of *bone/antler* exists as the use-material category for one of the used areas on a multiple use tool (fig. 5). Moreover, three projectiles are also included but as arrowheads were deliberately excluded from the use-wear sample, the small number of projectiles here represent solely those pieces which were not immediately recognisable as projectiles. Since projectiles are also associated with animals then again the link of obsidian with these kinds of activities is strengthened.

Taken altogether, the evidence shows obsidian was used on softer materials and seems to be especially associated with the processing of animal carcasses. This statement holds true for both the stratigraphic levels and the two types of sample. There are small variations however. The flesh, butchery and hide activities are better represented in the sample A group because sample B was chosen on the basis of macroscopic indications of likely use such as edge damage or retouch, which are not good indicators of cutting tools on soft materials. Hence, sample A is a fairer reflection of these activities than sample B.

Figures 8 and 9 illustrate a specific group of artefacts and the more varied and smaller flakes which make up most of the sample and have been used on a variety of materials. Two points deserve attention. Firstly, the knives in figure 8 stand out

Usematerial	Level 5		Level 6		Total		Sample A		Sample B	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Projectiles	2	5.0 %	1	2.9 %	3	4.0 %	0	0.0 %	3	8.6 %
Flesh/Butchery	5	12.5 %	5	14.3 %	10	13.3 %	7	17.5 %	3	8.6 %
Flesh/Hide	5	12.5 %	6	17.1 %	11	14.7 %	7	17.5 %	4	11.4 %
Hide	3	7.5 %	5	14.3 %	8	10.6 %	4	10.0 %	4	11.4 %
Subtotal	15	37.5 %	17	48.6 %	32	42.7 %	18	45.0 %	14	40.0 %
Not identified	7	17.5 %	5	14.3 %	12	16.0 %	7	17.5 %	5	14.3 %
Soft	2	5.0 %	4	11.4 %	6	8.0 %	3	7.5 %	3	8.6 %
Soft/Resilient	3	7.5 %	2	5.7 %	5	6.7 %	3	7.5 %	2	5.7 %
Hard	4	10.0 %	0	0.0 %	4	5.3 %	1	2.5 %	3	8.6 %
Plants	4	10.0 %	1	2.9 %	5	6.7 %	4	10.0 %	1	2.9 %
Plants/Hide	4	10.0 %	3	8.6 %	7	9.3 %	2	5.0 %	5	14.3 %
Multiple	1	2.5 %	3	8.6 %	4	5.3 %	2	5.0 %	2	5.7 %
Totals	40	100.1 %	35	100.1 %	75	100.0 %	40	100.0 %	35	100.0 %

Table 1. Comparisons of the use-material interpretations for level 5 against level 6 and for samples A and B.

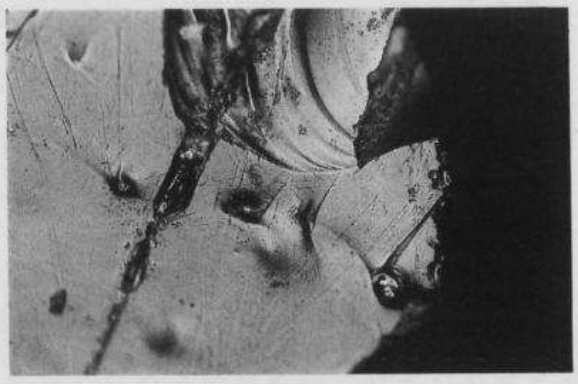


Fig. 2. Slightly altered surface texture and sleeks caused by contact with flesh and occasional hard contact giving large flaked striations and edge damage (D6+3.3 original magnification 250x).

Fig. 5. Dull grainy texture and striations from working bone parallel to the edge on a tool with several wear types (D5+2.40 original magnification 250x).

Fig. 3. Cutting flesh and hide leaving slight polish and damage plus deep sleeks with a folded sub-angular feature arrowed (D6+1.5 original magnification 250x).

Fig. 6. Ridge showing polish and striations from holding wear, together with folded sub-angular residues (arrowed) (D5+2.40 original magnification 250x).

Fig. 4. Hide scraping has worn a rounded edge with many striations (D5+2.5 original magnification 250x).

Fig. 7. This tool was interpreted as used for piercing hide and the surface shown has several flat sub-angular residues laid flat and adjoining one another (D5+1.13 original magnification 250x).

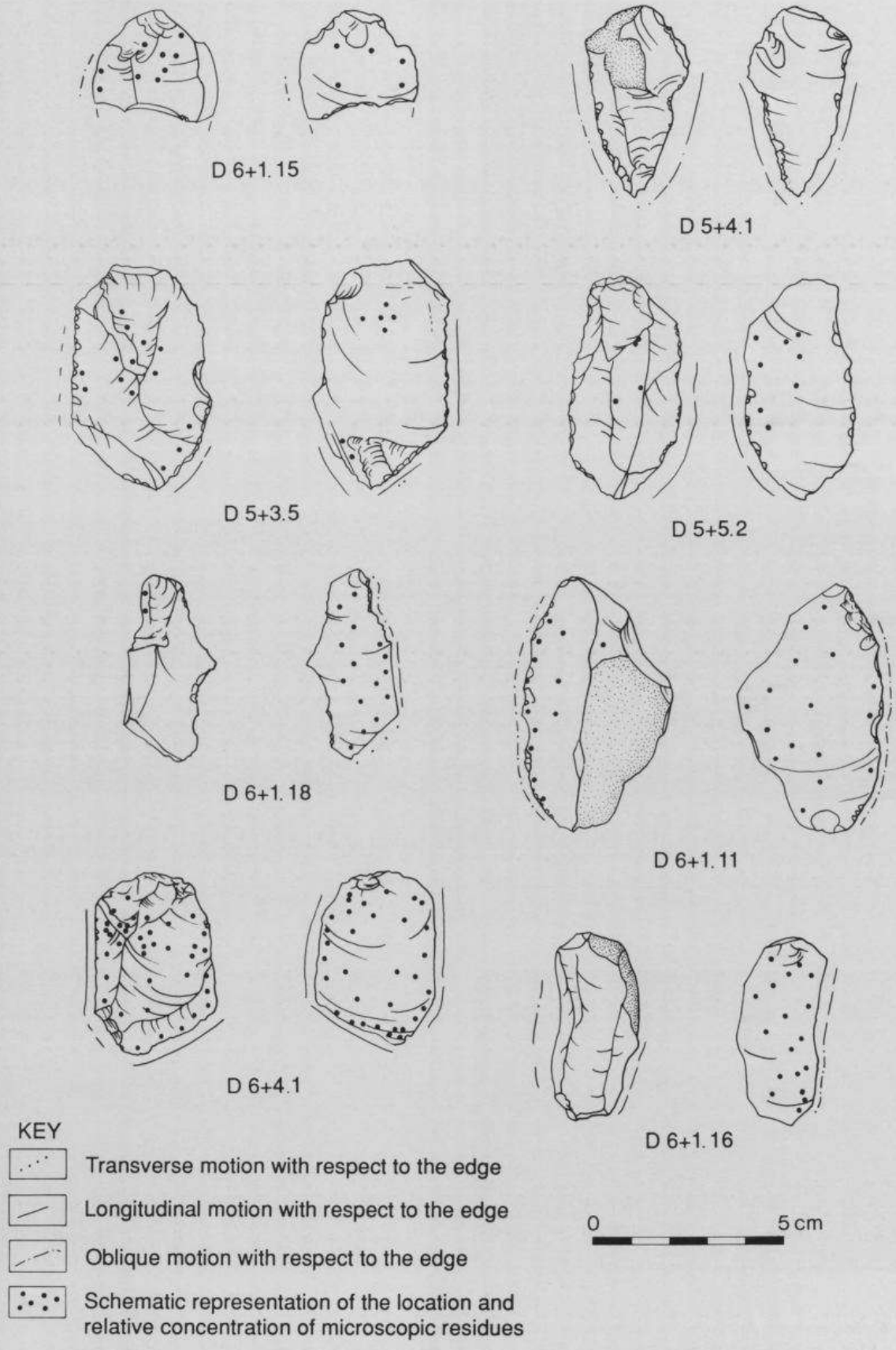


Fig. 8. A new type group of artefacts used as knives indicating the position of wear and residue traces.

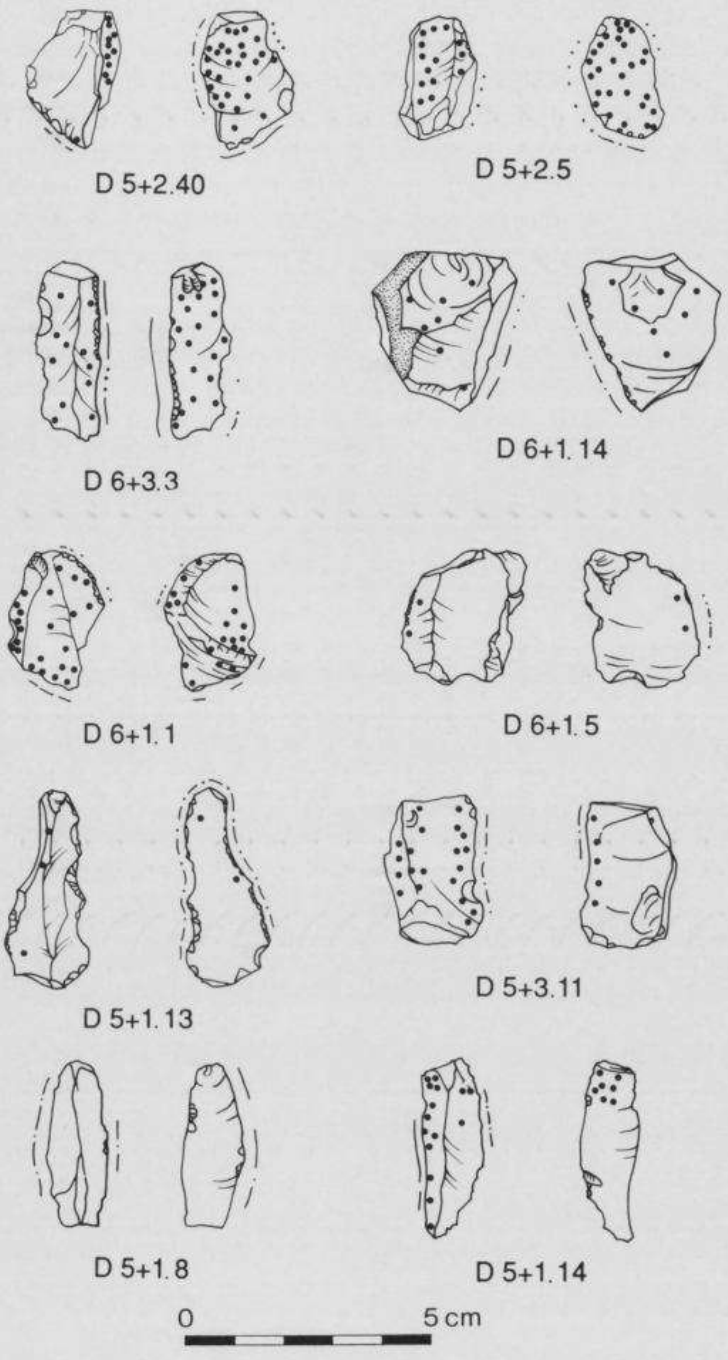


Fig. 9. A variety of artefacts showing wear and residue traces.

from the other artefacts for their size and regularity. Secondly, the material from Grotta Filiestru shows that small and irregularly shaped flakes of obsidian were used and sometimes intensively so (*e. g.* artefact D5+2. 40). These flakes do not have obvious signs of use for the most part. These results thus emphasise the bias likely in microwear samples chosen on the basis of shape or macroscopic wear. In particular, the restriction of wear analysis to formal tool categories would discriminate against artefacts used on softer materials and, in this case at least, against flesh/butchery and flesh/hide activities.

The results indicated a new tool type : a group of broad long flakes (fig. 8) used for cutting. Where the use-material can be specified these show flesh,

butchery and hide traces (*e. g.* fig. 2). It is tempting to call them butchery knives, but their use on dry hide and possibly other materials makes this slightly inaccurate. Rather, they could be seen as « knives », but used especially for carcass processing. The length (4.5-7.0 cm) and width (2-4 cm) make these flakes easy to hold in the hand. The most clearly recognisable examples of this group come from the later level 5. The examples from level 6 use more irregular shapes and in one case part of the dorsal surface is still cortex. One tool (D5+5.2) appears to be retouched at its proximal end to facilitate hafting but in general the edge scars are use-related rather than deliberate retouch. Some have two usable sides increasing the amount of time the tools could have been used. Experimental work (Hurcombe, 1986b : 160 and table 11) shows that wear traces are not distinct for cutting meat until after almost an hour of use and a tool used for three hours was still cutting well. Thus, the artefacts in this knife class represent a considerable period of use. Their longevity as butchery tools would depend upon how the carcasses were cut up. For example, cutting meat into a number of shares, or into small pieces for drying and storage, would both result in higher processing time per carcass than simply removing skin, viscera, limb extremities and head.

The residues represented on the artefacts in figure 8 are interpreted to indicate holding arrangements as well as use and are worth discussing further.

During experimental work sub-angular flat residues were noticed (Hurcombe, 1986b : 165-166) and interpreted as residues from skin. These skin residues had a ridged surface texture and sometimes appeared to be folded. They were most evident on tools used to work hide, fish and animal flesh, and occurred in relation to the used edge, but were also present from other activities where tools were handheld. The distribution of this same residue type (fig. 3, 6 and 7) on the Filiestru material is schematically indicated by stippling in figures 8 and 9. There are clear indications of two distribution patterns on some tools. One relates to the used edge of the tool (*e. g.* D6+1.11) and hence is assumed to originate from the use-material ; the other is on bulbar areas or mid-dorsal ridges (*e. g.* D5+3.5) and has been interpreted as residues from the hands which held the tools (fig. 6). Some further study of these *via* immunological and histological techniques are being investigated. Here, it is sufficient to present the residues and their distribution and to state that natural processes in the soil are unlikely to provide this type of patterned distribution nor are they similar in shape or texture to residues on experimental artefacts which have lain exposed to the elements, in agricultural soil and in undisturbed soils. The interpretation of these residues as skin components best fits a variety of experimental data including the extraction from suede of similar residues (Hurcombe, 1986b : 166). Thus the residues documented here potentially offer animal and human remains from the Neolithic of Sardinia. A preliminary attempt to extract DNA has proved unsuccessful so far. It is not known whether the preservation of such residues is exceptional due to the site lying within a cave, but use-related residues have survived rigorous cleaning techniques on experimental tools and been recorded on archaeological pieces from an open air Bronze Age site in Sardinia (Hurcombe, 1985, 1986a, 1992 : chapters 4 and 7). On present evidence it is likely that the Filiestru residues may not be the result of exceptional preservation conditions.

Finally, it should be stressed that the use-wear analysis of material from Grotta Filiestru showed that unretouched and irregular obsidian flakes were being used, and that the obsidian component of the site lithic assemblage was strongly associated with the processing of animal carcasses. This is a reasonable use of obsidian as a raw material which cuts these materials well because of its very sharp edge. If these features can be demonstrated for a Neolithic assemblage located only 75 km from the source of the obsidian, how much more specific a functional role might obsidian play further away from the source ? As techniques improve, the residues on the Filiestru obsidian tools may allow the types of animal processed with obsidian to be determined and may even document the genetic affiliations of both the Neolithic animals present in Sardinia and the people using the tools.

Acknowledgements

The Soprintendenza alle Antichita at Sassari, Sardinia, kindly gave their permission to export the material to Britain for the microwear analysis. The material was studied with the permission of the excavator Dr Trump, using facilities at Sheffield University. The Science and

Engineering Council funded the research on the technique of obsidian microwear. Exeter University provided further resources. Christina Cattaneo arranged the preliminary genetic tests under the direction of Dr Sokal. Mike Roulliard printed the photographs and the drawings were prepared by Sean Goddard and Barry Chandler. Lastly, Dr Patricia Phillips encouraged and advised on many occasions.

** Department of history and archaeology, University of Exeter, Exeter, EX4 4QH, England.*

Bibliography

VAN GIJN (A.), 1990.– *The Wear and Tear of Flint : Principles of Functional Analysis applied to Dutch Neolithic Assemblages*. Analecta Praehistorica Leidensia 22.

HURCOMBE (L.), 1985.– The potential of functional analyses of obsidian tools : a closer view. *In* : C. Malone, S. Stoddart (Ed.), *Papers in Italian Archaeology IV*. Oxford, BAR International Series 244, p. 50-60.

HURCOMBE (L.), 1986a.– Residue studies on obsidian tools. *Early Man News 9/10/11*, p. 83-90.

HURCOMBE (L.), 1986b.– *Microwear Analysis of Obsidian Chipped Stone Tools from the Western Mediterranean*. Sheffield, Unpublished Ph. D. Dissertation.

HURCOMBE (L.), 1992.– *Use-wear Analysis and Obsidian : Theory, Experiments and Results*. Sheffield, J. Collis Publications.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental Determination of Stone Tool Uses*. Chicago, University of Chicago Press.

PHILLIPS (P.), HURCOMBE (L.), 1990.– *Archive Report on the Obsidian Flaked Material from Levels 5 and 6 Grotta Filiestru (Mara), Sardinia : A Macroscopic and Microscopic Analysis*. Unpublished archive report.

TRUMP (D.), 1983.– *La Grotta di Filiestru a Bonu Ighinu, Mara (SS)*. Sassari, Quaderni 13, Minestero per i Beni Culturali e Ambientali.

TRUMP (D), 1991.– *Nuraghe Noeddos and the Bonu Ighinu Valley*. Oxford, Oxbow.

VAUGHAN (P. C.), 1985.– *Use-Wear Analysis of Flaked Stone Tools*. Tucson, University of Arizona Press.

APPENDIX

The material is grouped by use-material categories and within these groups the artefacts are ordered by layer spit and artefact numbers. The table indicates whether the tool was used or not, the use-action and the use-material interpretations. Finally the last column indicates whether there were residues visible on the surface. Artefacts forming sample B are shown in italics.

Artefact	Used	Action	Material	Residues
USE-MATERIAL NOT IDENTIFIED				
5+1.1	?	?	?	
5+1.3	?	?	?	yes
5+1.4	no	-	-	
5+1.12	no	-	-	
5+1.23	*yes*	*pierce*	*?*	
5+2.42	*?*	*-*	*surface too uneven*	
5+2.58	*yes*	*oblique*	*?*	
6+1.20	?	-	-	
6+1.6	yes	?	?	yes
6+1.9	yes	?	?	yes
6+2.60	*?*	*?*	*?*	
6+5.2	*?*	-	-	
SOFT				
5+1.9	yes	parallel	soft	yes
5+2.35	*yes*	*parallel*	*soft - flesh ?*	*yes*
6+1.4	yes	transverse	unknown but soft	yes
6+1.5	yes	transverse	soft ?flesh/hide	yes
6+2.17	*yes*	*parallel*	*soft*	*yes*
6+3.4	*yes*	*parallel*	*soft*	*yes*
SOFT/RESILIENT				
5+1.5	yes	parallel	soft/resilient	yes
5+1.6	yes	parallel	soft/resilient	yes
5+2.55	*yes*	*pierce*	*soft/resilient*	*yes*
6+1.17	yes	transverse	resilient ?	
6+2.48	*yes*	*parallel*	*soft/resilient*	
HARD				
5+1.7	yes	parallel	hard	
5+2.38	*yes*	*transverse*	*hard - hide ?*	*yes*
5+2.45	*yes*	*-*	*hard*	
5+3.7	*yes*	*transverse*	*hard-bone/antler ?*	*yes*
PLANTS				
5+1.8	yes	parallel	plants (reeds)	yes
5+1.10	yes	?	very soft (plant)	
5+1.15	yes	reap	plant	
5+1.19	yes	parallel	woody plant/reed	yes
6+2.26	*yes*	*parallel*	*plant*	*yes*
PLANTS/HIDE				
5+1.2	yes	parallel	plants/hide	yes
5+2.7	*yes*	*parallel*	*plant/flesh*	*yes*
5+2.10	*yes*	*parallel*	*flesh/hide+plants ?*	*yes*
5+2.31	*yes*	*parallel*	*plants-flesh/hide ?*	
6+1.19	yes	transverse	plant/hide	yes
6+3.24	*yes*	*transverse*	*plant(hide ?)*	*yes*
6+6.1	*yes*	*transverse*	*hide/plant*	*yes*

Artefact	Used	Action	Material	Residues
PROJECTILES				
5+3.6	*yes*	*broken*	*arrowhead*	
5+3.10	*?*	*-*	*arrowhead ?*	*yes*
6+4.3	*?*	*broken*	*projectile point*	
FLESH/BUTCHERY				
5+1.17	yes	parallel	flesh (butchery)	yes
5+1.18	yes	parallel	flesh (butchery)	yes
5+1.20	yes	parallel	? flesh	yes
5+3.5	*yes*	*parallel*	*flesh/butchery*	*yes*
5+4.1	*yes*	*parallel*	*flesh*	
6+1.2	yes	parallel	flesh/butchery	yes
6+1.10	yes	parallel	flesh ?	yes
6+1.11	yes	parallel	flesh/butchery	yes
6+1.15	yes	parallel	flesh ?	yes
6+3.3	*yes*	*parallel*	*flesh/butchery*	*yes*
FLESH/HIDE				
5+1.11	yes	parallel	fresh hide/meat	yes
5+1.14	yes	parallel	fish/gritty hide	yes
5+2.30	*yes*	*parallel*	*flesh/hide*	*yes*
5+3.11	*yes*	*parallel*	*flesh/hide*	*yes*
5+5.2	*yes*	*parallel*	*flesh/butchery/hide*	*yes*
6+1.1	yes	parallel	flesh/fresh hide	yes
6+1.12	yes	transverse	hide/fish	yes
6+1.14	yes	mixed	hide/flesh/bone	yes
6+1.16	yes	parallel	fresh hide/flesh	yes
6+1.18	yes	parallel	hide/flesh	yes
6+3.11	*yes*	*transverse*	*hide/flesh*	*yes*
HIDE				
5+1.13	yes	pierce?	hide	yes
5+1.16	yes	parallel	hide(fresh ?)	yes
5+2.5	*yes*	*transverse*	*hide*	*yes*
6+1.7	yes	parallel	hide	yes
6+1.8	yes	transverse	hide	yes
6+2.12	*yes*	*transverse*	*hide*	*yes*
6+2.62	*yes*	*transverse*	*hide*	*yes*
6+4.1	*yes*	*parallel*	*fresh hide*	*yes*
MULTIPLE USE-MATERIALS				
5+2.40	*yes*	*parallel*	*multiple*	*yes*
6+1.3	yes	parallel	soft & hard	
6+1.13	yes	transverse	mulitple	yes
6+3.18	*yes*	*parallel*	*multiple*	*yes*

Table. 2. The wear interpetations of the obsidian artefacts from Grotta Filiestru grouped by use-material.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Utilización del instrumental lítico y funcionalidad del asentamiento en el yacimiento de Berniollo (Alava, España)

Jesús Emilio GONZÁLEZ URQUIJO,*
*Juan José IBÁÑEZ ESTÉVEZ**

Résumé

Un premier bilan de l'étude des traces d'utilisation des outils lithiques de l'occupation épipaléolithique de Berniollo (Subijana-Morillas, Alava, Espagne) est présenté. L'analyse a mis en évidence la grande variété de matières travaillées dans le gisement, l'emploi différencié des matériaux lithiques, la planification du travail de la peau ainsi que des tâches de fabrication d'objets en bois, bois de cervidé et os. Ces résultats contribuent à l'interprétation de la fonction du site et replacent celui-ci dans une stratégie territoriale.

Abstract

The study is based on the use-wear analysis of the lithic tools recovered in the site of Berniollo (Alava, Spain). The analysis allowed us to detect the variety of materials worked in the settlement, the differential usage of lithic material, a certain planning in hide processing tasks and the presence of some tasks of bone, wood and antler tool manufacture. These results lead us to infer some considerations about the functionality of the settlement and the settlement pattern in which this site was inserted.

El yacimiento de Berniollo

Berniollo es un yacimiento al aire libre situado en la orilla derecha del río Bayas, en la parte occidental de Alava (País Vasco, España). Las primeras fechaciones por radiocarbono dan una antigüedad de 9 940 + 490 BP para el nivel de ocupación (I-14786 ; Mariezkurrena, 1990). En el lugar se dispusieron al menos dos enlosados de piedra (Baldeón, 1985). Los restos óseos recuperados en la excavación son escasos y se hallan en mal estado de conservación. Las piezas líticas muestran pátinas con diverso grado de desarrollo pero en lo que respecta al análisis funcional al menos el 80 % estaban en buena disposición para su estudio. Este se ha extendido

a 120 piezas retocadas, 117 no retocadas y a 8 núcleos.

Esta comunicación pretende establecer un primer acercamiento al comportamiento de un grupo de cazadores-recolectores a través del uso que hicieron de su utillaje lítico. En ella se pretende determinar el sentido que tiene el asentamiento de Berniollo dentro de la estrategia de aprovechamiento del medio diseñada por el grupo. Este extremo se deduce a partir de las actividades de captación y transformación de los recursos llevadas a cabo durante la ocupación, aspectos que han sido conocidos a través del análisis funcional del utillaje lítico. En esta línea, se señalarán una serie de hipótesis que van a orientar futuras investigaciones.

Metodología

Los criterios empleados en el análisis funcional están basados en los resultados de un programa experimental en el que se han controlado las variables relativas al uso – tipo de materia trabajada, actividad, tiempo de uso, ángulo del filo, ... – y su efecto sobre una serie de atributos observados en los desconchados, estrías, redondeamiento y pulido de los filos.

Para construir el esquema de interpretación se han utilizado los atributos en los que se ha demostrado un comportamiento significativo en relación a las variables citadas. Estos atributos son, en los desconchados : posición, número, tamaño y terminación ; en las estrías : posición y dirección ; en el redondeamiento : posición y grado ; y en el pulido : posición, extensión, trama, asociación de tramas, topografía y reticulación.

En el esquema de interpretación se han tenido en cuenta, además, criterios como el tamaño y la forma del útil analizado y las características morfológicas de la zona activa. Los detalles del programa experimental serán publicados en breve.

Antes de la observación microscópica, las piezas se lavaron en una solución de ácido acético al 25 % durante quince minutos y posteriormente en otra de hidróxido potásico al 15 % durante el mismo tiempo. La observación se ha llevado a cabo mediante un microscopio metalográfico Olympus BHT y por lupa binocular Olympus SZH.

Los datos que se registraron en cada pieza arqueológica se refieren a tres apartados : las características generales de la pieza y, en su caso, la naturaleza de la zona activa y los datos relativos a las huellas microscópicas de uso.

Resultados del análisis

Los trabajos llevados a cabo

Los resultados del gráfico I corresponden al porcentaje de materias trabajadas con zonas activas situadas en los productos líticos no retocados mientras los del gráfico II representan las materias trabajadas con las piezas retocadas.

El trabajo de madera es el más común en el yacimiento. La importancia del trabajo de la madera tiene sentido dentro del contexto en el que se produce el asentamiento. Las huellas de trabajo de esta materia son muy escasas en los yacimientos de finales del Paleolítico superior como demuestran los datos de Pont d'Ambon, Pincevent (Moss, 1983 ; Plisson, 1985), Verberie (Audouze *et al.*, 1981 ; Symens, 1986), Andernach, Niederbieber (Plisson, 1985) o Paglicci (Donahue, 1985). Sin embargo, comienza a ser más corriente en los asentamientos epipaleolíticos, como señala Odell (1977) para Bergumermeer, Dumont (1988) en Mount Sandel y Star Carr o Juel-Jensen para un conjunto de yacimientos epipaleolíticos escandinavos (Juel-Jensen *et al.*, 1985 ; Juel-Jensen, 1986). En parte el uso de la madera está favorecido por la mayor disponibilidad que supone la reforestación holocénica ; sin embargo, la explicación última deberá integrarse en el conjunto de transformaciones económicas que se producen en el paso del paleolítico superior al mesolítico.

En Berniollo, la mayor parte de los trabajos sobre madera se realizaron con lascas y láminas que no habían sido modificadas por retoque. Ya se había establecido una relación entre piezas no retocadas y trabajo de madera en la ocupación mesolítica de Vaenget Nord, en lo que se refiere a las láminas (Juel-Jensen *et al.*, 1985), y en el neolítico de Darion, donde la utilización de las lascas se da preferentemente en esta materia (Cahen *et al.*, 1986). Estos mismos autores afirman, para el neolitico « rubané », que el trabajo de madera tiende a realizarse con piezas de morfología irregular. También se ha hecho notar el polimorfismo de este tipo de utillaje, en un contexto muy distinto, en el

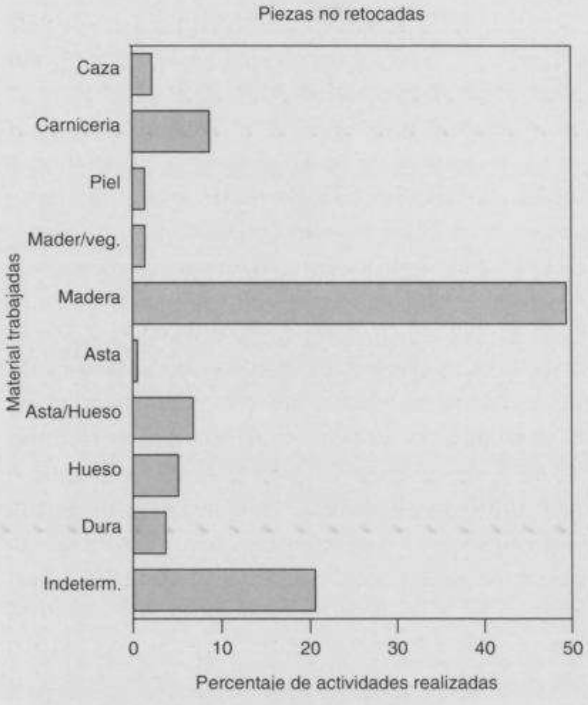


Fig. 1. Materias trabajadas en Berniollo con las piezas no retocadas.

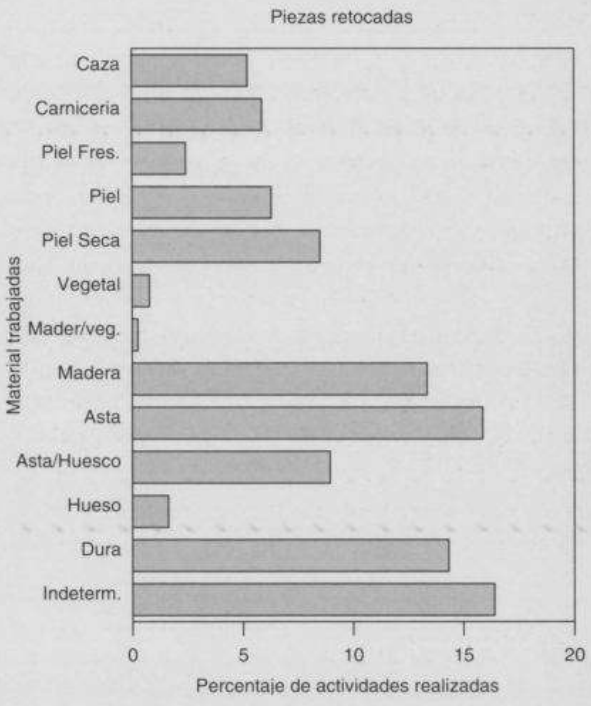


Fig. 2. Materias trabajadas en Berniollo con útiles retocadas.

yacimiento del Castell (Vila, 1987). Da la impresión, con todo ello, de que el trabajo de madera no requiere un utillaje muy específico, lo que explicaría la importancia de las piezas no retocadas en este tipo de labores, como hemos detectado en Berniollo. En menor proporción, la madera también se modificó con raspadores.

También se trabajó sobre materias óseas. A partir de los casos en los que se pudo diferenciar el trabajo sobre asta del trabajo sobre hueso se deduce que la primera materia fue más importante. En las labores sobre asta se aprecia una alta especificidad de los tipos de útiles que intervienen en la transformación, en su mayor parte buriles y algunos raspadores. Sin embargo, el instrumental con el que se trabajo el hueso es más variado, actuándose tanto con piezas no retocadas como con raspadores, buriles, láminas retocadas y laminillas de dorso.

Podemos asumir que el sentido funcional de la transformación de asta, hueso y parte de la madera estaría relacionado con la fabricación de utillaje en estas materias. Sobre ellas se desarrolló una amplia gama de actividades que comprende el raspado, serrado, grabado y perforación. Los trabajos sobre estas materias fueron relativamente complejos, lo que relacionamos más con la elaboración que con la reparación del utillaje (cf. Ibáñez Estévez *et al.*, en este Coloquio).

Al analizar los resultados sobre el trabajo de la piel constatamos la fuerte diferencia que existe entre la cantidad de trabajos sobre piel fresca y sobre piel seca que se llevaron a cabo en el asentamiento. La piel en estado fresco apenas se trabajó en el asentamiento lo que indica que las primeras labores de transformación de la piel no fueron habituales. El trabajo de la piel seca es relativamente abundante de lo que se deduce la importancia de las labores de acondicionamiento o mantenimiento de las pieles durante la ocupación. Estas labores se realizaron con útiles muy específicos, los raspadores.

Los trabajos de carnicería o descuartizado de animales suponen una parte reducida, tanto en lo que respecta a útiles retocados como no retocados. Para estas labores se destinaron piezas con filos largos y agudos, sobre todo láminas sin retocar. También se emplearon laminillas de dorso y láminas con truncadura cóncava, rasgo este último que quizá se relacione con el enmangue de las piezas.

En el apartado de actividades de caza hemos considerado aquellas puntas que presentan huellas

de impacto, asumiendo que se emplearon en este cometido. El grupo de piezas más abundante es el de las puntas de dorso, en las que se observa un intenso aprovechamiento ya que casi el 70 % de las observadas presenta huellas producto del impacto. Esta proporción es sensiblemente más alta que la señalada en diversos asentamientos (Moss, 1983 ; Fischer *et al.*, 1984). Una explicación posible es que las puntas halladas en Berniollo representen el utillaje desechado por desgaste en el curso de las labores de reparación de las armas de caza, por lo que reflejarían un nivel de alteración más alto.

Funcionalidad del asentamiento

La variedad de actividades detectadas en el análisis funcional hace suponer que Berniollo es un asentamiento multifuncional, en el que se desarrollan o del que dependen una amplia gama de trabajos. Esta gama abarca desde la caza, el troceado de las presas, el tratamiento de las pieles en diferentes estados y las labores de manufactura de utillaje en asta, hueso, madera y, como más tarde veremos, también en sílex.

Diversos aspectos nos llevan a pensar que se trata de una habitación relativamente prolongada y estable. Así parecen indicarlo las estructuras halladas en el yacimiento. También la naturaleza de los trabajos puede ser encuadrada en esta hipótesis. En efecto, la manufactura del utillaje y el trabajo de elaboración en piel son labores costosas que se desarrollan en tiempos prolongados por lo que no se esperan en lugares de ocupación esporádica. Otros autores ya han señalado la mayor importancia del trabajo de la piel seca en los asentamientos estables frente a los cazaderos (Keeley, 1988).

El esquema de aprovechamiento del espacio

Las referencias etnográficas muestran la gran variabiliad de estrategias de aprovechamiento del medio que practican las poblaciones de cazadores-recolectores (*i. a.*, Damas, 1968 ; Watanabe, 1968 ; Lee, 1979) en relación a factores tales como el tiempo – estacionalidad y duración de las ocupaciones –, el espacio y el tamaño y composición del grupo humano.

Esta complejidad imposibilita cualquier extrapolación simplista sobre el tipo de estrategias en las que pudiera tener sentido un asentamiento concreto, en este caso el de Berniollo.

Sin embargo, a grandes rasgos, sí podemos establecer una primera división entre las estrategias basadas en una escasa planificación de las actividades de transformación de los recursos y fabricación de utillaje frente a sistemas más complejos en los que tales trabajos se planifican en el tiempo y en el espacio. En el primer grupo se podrían encuadrar los esquemas económicos de los !Kung, entre quienes no se da una clara diferenciación funcional de los asentamientos (Yellen, 1977). En el extremo opuesto se encontrarían sistemas económicos altamente previsores, como es el caso de los Nunamiut (Binford, 1980).

En principio, la caracterización de Berniollo como una ocupación relativamente prolongada donde se llevan a cabo una amplia gama de trabajos permitiría encuadrar el asentamiento en ambos tipos de estrategias. Por tanto, debemos considerar otros aspectos que aclaren el grado de planificación de las actividades económicas en Berniollo. En este caso, estudiaremos el aprovechamiento diferencial de las materias primas líticas y las características de los trabajos de talla y procesado de pieles.

El aprovechamiento diferencial de las materias primas líticas

En el material lítico hallado en el yacimiento se pueden distinguir tres grupos principales en cuanto al tipo de sílex. Por una parte un sílex negro, que en diversos grados de patinación varía su color hasta el gris o blanco, un segundo marrón y un tercero marrón-beige con vetas formadas por estructuras de anillos Lesengang. El primero y el segundo son abundantes mientras el tercero es escaso.

El estudio de las técnicas de talla nos ha permitido constatar la presencia de diversas cadenas de reducción de la materia prima lítica, todas ellas dirigidas a la producción de láminas. Las cadenas reflejan diferentes grados de complejidad técnica, que se encuentran en relación con la

calidad de los productos deseados. El sílex negro se talló en general de acuerdo con el esquema más sencillo, estableciendo una sola plataforma y una cara de lascado ; en los otros dos tipos de sílex se emplearon sistemas más elaborados en los que se disponía una plataforma opuesta y otra dorsal. El análisis métrico de los productos laminares muestra que con el tipo de sílex veteado se consiguieron las láminas más alargadas y estrechas. Se observa con ello una correlación entre las técnicas de fabricación, el tipo de sílex y la calidad de los soportes producidos.

Se puede esperar que el mayor esfuerzo que se invierte en la elaboración del sílex veteado se debió ver compensado por un mayor beneficio en el uso de este tipo de material con respecto a los otros dos. Suponemos que esta rentabilización en el uso puede darse en el tipo de trabajos realizados, en la intensidad de utilización o en el contexto en el que tiene lugar el uso.

En el primer caso, se pretendería crear una serie de soportes de calidad para destinarlos a la creación de un utillaje específico, que se emplearía en tareas concretas. Para comprobar esta primera hipótesis hemos comprobado el tipo de trabajos que se realizan con cada tipo de sílex. La comparación ha sido posible para los raspadores, buriles, lascas y láminas sin retocar, únicos tipos en los que estaban suficientemente representados las tres clases de sílex. No hemos apreciado ninguna asociación clara entre actividades o materias trabajadas y alguna clase de sílex.

Como segunda hipótesis planteábamos la posibilidad de que con el utillaje elaborado en el sílex de mayor calidad se busque crear un conjunto de herramientas que se aprovechen intensamente. Sin embargo, los datos obligan a desechar esta hipótesis. En el caso de los raspadores y buriles, los fabricados en el sílex veteado reflejan una intensidad de uso menor que el resto, como se puede deducir a partir del menor número de zonas activas por pieza y de un desarrollo de los pulidos menos intenso. Los datos sobre las láminas sin retocar complementan estos resultados. Los soportes elaborados en sílex veteado muestran una proporción de uso claramente más baja que los otros dos. A esto se añade que, entre los destinados al uso, la media de zonas activas por pieza también es inferior.

Se tiene la impresión de que un conjunto de utillaje de mayor calidad y de fabricación más costosa tiende a ser poco usado en el asentamiento y queda, por tanto, preservado.

El estudio de los raspadores ofrece nuevos datos sobre el aprovechamiento diferencial de materias primas. Los raspadores en sílex veteado tienden a elaborarse en láminas – mientras en los otros dos tipos predominan los raspadores sobre lasca – y muestran una clara estandarización en el tamaño. Tal estandarización puede relacionarse con el enmangamiento de estas piezas. Se ha señalado que el alto costo que supone la elaboración de un mango llevaría a que este elemento se cuidara al máximo (Keeley, 1982) ; la adecuación al mango haría necesaria la estandarización (Plisson, 1987). Otras dos características avalan esta interpretación. En primer lugar, estos raspadores están fracturados más a menudo que los fabricados en los otros tipos de sílex. En segundo, en estas piezas apenas hay huellas de uso en los filos laterales – a diferencia de lo que ocurre en los otros raspadores – lo que podría explicarse por alguna forma de enmangue que cubrió o dificultó el uso de los laterales de los útiles.

Por otra parte, el conjunto de raspadores en sílex veteado muestra signos de reavivado en mayor proporción de frentes. Ello sugiere que en este conjunto de raspadores se puso un mayor cuidado en mantenerlos en disposición de ser usados, asegurando la efectividad del útil en cualquier momento.

A partir de los datos que venimos manejando concluimos que las ventajas que se pretendía obtener del conjunto de utillaje elaborado en el sílex de mayor calidad fueron más de contexto de utilización que de la naturaleza de los trabajos a los que se destinaba o de la intensidad de aprovechamiento prevista. Consideramos que la preservación de estas herramientas implica que no se utilizaron en labores inmediatas sino que se mantenían dispuestas para su empleo en momentos concretos. Por tanto, la siguiente cuestión es cuál era este contexto de uso.

Se ha señalado que una de las ventajas de las técnicas de talla laminar es la portabilidad de los soportes que producen (Parry, Kelly, 1986). Las láminas ofrecen una relación peso/longitud de filo muy favorable y son además versátiles, pudiéndose elaborar en ellas todo tipo de herramientas. Si en el sílex veteado se elaboraron las láminas de mayor calidad, cabe la posibilidad de que en los trabajos a que se destinaron el factor de la movilidad fuera

relevante. El enmangamiento preferencial de este tipo de utillaje parece apuntar en la misma dirección ya que, como se ha observado etnográficamente, es un utillaje que se transporta con más asiduidad que el no enmangado (Hayden, 1977 ; Keeley, 1982).

Con este comportamiento se pretendería crear un instrumental destinado a aquellas labores que tuvieran lugar fuera del asentamiento. La realización de este tipo de trabajos se llevaría a cabo con un utillaje que sería transportado, en forma de soporte o como herramienta acabada, para evitar el riesgo de que en el momento de necesidad no se dispusiera de materia prima lítica con la que construir los útiles. Para obtener este instrumental de utilización diferida – asimilable al que L. R Binford (1979) denomina « curated » – se usa el sílex de mejor calidad (Goodyear, 1979), creando un utillaje de alto coste de elaboración y mantenimiento que estuviera en todo momento listo para el uso (Hayden, 1989). Este utillaje sería prueba de la existencia de contextos de utilización de mayor riesgo económico, donde se emplearían tecnologías más complejas en un intento de aumentar la efectividad del utillaje y reducir al máximo la posibilidad de fracaso (Edmonds, 1987 ; Myers, 1989 ; Torrence, 1989).

La presencia de un utillaje especializado y otro no específico parece indicar una dualidad en cuanto al tipo de trabajos que se desarrollaban o planificacban en el asentamiento. Un grupo de ellos se realizaría en el propio lugar de habitación mientras otro conjunto de labores se planificaba en el asentamiento y se desarrollaba probablemente en el exterior.

El trabajo de la piel y la talla del sílex

En el yacimiento se han observado huellas del trabajo de la piel tanto fresca como seca. Esto indica que en el proceso de transformación de esta materia se actuaba sobre ella al menos en dos fases diferentes. En la primera se buscaría una limpieza de la zona interior de la piel ; en un segundo momento, ya seca, se procedería a ablandarla y acondicionarla para la elaboración de objetos. Sin embargo, la cantidad de piel fresca que se trabajó en relación a la cantidad de piel seca es escasa por lo que da la impresión de que la primera labor no fue corriente en el asentamiento. Con ello observamos que no todas las fases de la elaboración de las pieles están representadas por igual en Berniollo.

La tecnología de talla nos ofrece un nuevo aspecto a considerar. En el yacimiento se han detectado restos de todas las fases de la cadena técnica, por lo que deducimos que el asentamiento sirvió como centro de producción de utillaje lítico. Sin embargo, al contabilizar el número de soportes laminares en relación al número de núcleos laminares encontrados constatamos que el número de soportes por núcleo es anormalmente bajo. A cada núcleo le corresponden menos de 3 productos enteros y 13 fragmentados. Esta baja relación entre productos y núcleos nos hace suponer que una parte importante de los soportes laminares que se obtuvieron en el asentamiento no fueron usados allí. Esto implica que una parte de la producción era trasladada para su uso en el exterior. Coincide con esta idea el hecho de que sea el sílex de mejor calidad el que presenta una menor proporción de productos laminares conservados en el asentamiento.

Un esquema de aprovechamiento económico planificado

Lo que podemos deducir de lo expuesto se refiere a la existencia de una clara planificación de las actividades económicas durante la ocupación de Berniollo. En efecto, sus ocupantes dispusieron de un instrumental específico, destinado a una utilización diferida. Una parte importante de los productos líticos fabricados en el lugar fueron trasladados al exterior. Además, hemos observado que no todas las fases de la preparación de las pieles están igualmente representadas en el asentamiento. Todo ello abunda en la idea de la existencia de un comportamiento económico relativamente complejo y previsor.

En este contexto, Berniollo estaría caracterizado por el hecho de que durante la ocupación se realizan las fases de los procesos técnicos que implican un alto costo de elaboración, como la fabricación de útiles en asta, hueso y madera, la preparación y mantenimiento de la piel o la talla laminar.

Esta planificación de los trabajos podría plasmarse en el tiempo, en el espacio o en ambas coordenadas a la vez. En el primer caso las actividades económicas serían estacionales, distribuidas en un ciclo anual o plurianual. En el segundo caso, una serie de labores de captación y de transformación inicial de los recursos tendrían lugar fuera del asentamiento durante el tiempo en que este se habita.

Tanto las características del trabajo de la piel como las de la talla de sílex pueden cuadrar en cada uno de los dos esquemas. El trabajo sobre piel fresca, que no está presente en Berniollo, puede haberse realizado en lugares especializados, transportándose las pieles limpias al campamento. Pero también es posible que la captación y primeros trabajos de elaboración de la piel aún fresca se realizaran en una época del año anterior, almacenándose la piel para su elaboración y acabado en momentos posteriores, que coincidirían con el tiempo de ocupación de Berniollo. Con los datos aportados por el estudio tecnológico ocurre algo similar. Las láminas que fueron talladas en el asentamiento y trasladadas fuera pudieron servir tanto en labores realizadas en otros lugares durante la ocupación de Berniollo como pudieron ser llevadas en el momento de abandono del asentamiento.

Los últimos planteamientos que exponemos no pueden ser resueltos con la información disponible pero abren nuevas vías para estudiar el final del paleolítico y el epipaleolítico de la zona. Es necesario avanzar en el estudio de nuevos asentamientos, algunos de ellos cercanos y con materiales muy similares a los de Berniollo a fin de establecer cuál de las diferentes posibilidades de planificación económica explica mejor el conjunto de datos.

* *Museo Arqueologico Etnografico e Histórico, Vasco C/María Muñoz, s/n 48005 Bilbao, España.*

Bibliografía

AUDOUZE (F.), CAHEN (D.), KEELEY (L. H.), SCHMIDER (B.), 1981.– Le site magdalénien du Buisson Campin à Verberie. *Gallia Prehistoire*, 24, 1, p. 99-143.

BALDEON (A.), 1985.– Berniollo (Morillas, Alava). II Campaña de excavaciones. *Arkeoikuska*, 85, p. 12-14.

BINFORD (L. R.), 1979.– Organization and formation processes : looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research*, 35, 3, p. 255-273.

BINFORD (L. R.), 1980.– Willow smoke and dogs tails : hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity*, 45, 1, p. 4-20.

CAHEN (D.), CASPAR (J.-P.), OTTE (M.), 1986.– *Industries lithiques danubiennes de Belgique*. ERAUL, 21. Université de Liège.

DAMAS (D.) 1968.– The diversity of Eskimo societies. *In* : R. B. Lee, I. De Vore (Ed), *Man the Hunter*. New York, Aldine de Gruyter, p. 111-117.

DONAHUE (F. D.), 1985.– Landscape and site function : a preliminary report on Paglicci Cave. *In* : C. Malone, S. Stoddart (Ed), *Papers in Italian Archaeology*, IV. Oxford, BAR International Series, 244.

DUMONT (J. V.), 1988.– *A microwear analysis of selected artifacts types from the mesolithic sites of Star Carr and Mount Sandel*. Oxford, BAR British Series, 187.

EDMONDS (M. R.), 1987.– Rocks and risk : problems with lithic procurement strategies. *In* : G. Brown, M. R. Edmonds (Ed.), *Lithic analysis and Later British Prehistory*. Oxford, BAR British Series, 162.

FISCHER (A.), HANSEN (P. V.), RAMUSSEN (P.), 1984.– Macro and micro wear traces on lithic projectile points. *Journal of Danish Archaeology*, 3, p. 19-46.

GOODYEAR (A. C.), 1979.– *A hypothesis for the use of cryptocristaline raw materials among Paleo-Indian groups of North America*. Research Manuscript Series, n° 156. Institute of Archaeology and Anthropology, University of South Carolina, Columbia.

HAYDEN (B.), 1977.– Stone tools functions in the Western Desert. *In* : R. V. S. WRIGHT (Ed.), *Stone tools as cultural markers*.

HAYDEN (B.), 1989.– From chopper to celt : the evolution of resharpening techniques. *In* : R. Torrence (Ed.), *Time, energy and stone tools*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 7-16.

JUEL JENSEN (H.), 1986.– Unretouched blades in the Late Mesolithic of South Scandinavia. A functional study. *Oxford Journal of Archaeology*, 5, 1, p. 19-33.

JUEL JENSEN (H.), BRINCH PETERSEN (E.), 1985.– A functional study of lithics from Vaenget Nord, a mesolithic site at Vedbaek, N.E. Sjaelland. *Journal of Danish Archaeology*, 4, p. 40-51.

KEELEY (L. H.), 1982.– Hafting and retooling : effects on the archaeological record. *American Antiquity*, 47, p. 798-809.

KEELEY (L. H.), 1988.– Lithic economy, style and use : a comparison of three Late Magdalenian sites. *Lithic Technology*, 17, 1, p. 19-25.

LEE (R. B.), 1979.– *The !Kung San : men, women and work in a foraging society.* Cambridge, Cambridge University Press.

MARIEZKURRENA (C.), 1990.– Dataciones absolutas para la arqueología vasca. *Munibe*, 42, p. 287-304.

MOSS (E. H.), 1983.– *The functional analysis of flint implements. Pincevent and Pont d'Ambon : two cases studies from the French Final Paleolithic.* Oxford, BAR International Series, 177.

MYERS (A.), 1987.– All shot to pieces ? Inter-assemblage variability, lithic analysis and Mesolithic assemblage « types » : some preliminary observations. *In* : A. G. Brown, M. R. Edmonds (Ed.), *Lithic analysis and Later British Prehistory.* Oxford, BAR British Series, 162.

ODELL (G. H.), 1977.– The application of microwear analyses... Ph. D. dissertation. Harvard University.

PARRY (J. W.), KELLY (R. L.), 1986.– Expedient core technology and sedentism. *In* : J. K. Johnson, C. A. Morrow (Ed.), *The organization of core technology*, Westview Press, p. 285-304.

PLISSON (H.), 1985.– *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures : recherche méthodologique et archéologique.* Thèse presentée à l'Université de Paris I, Panthéon Sorbonne.

PLISSON (H.), 1987.– L'emmanchement dans l'Habitation n° 1 de Pincevent. *In* : *La main et l'outil. Manches et enmanchements préhistoriques.* Lyon, G. S. Maison de l'Orient, p. 75-88.

SYMENS (N.), 1986.– A functional analysis of selected stone artifacts from the Magdalenian site at Verberie, France. *Journal of Field Archaeology*, 13, p. 213-222.

TORRENCE (R.), 1989.– Retooling : towards a behavioral theory of stone tools. *In* : R. Torrence (Ed.), *Time, energy and stone tools.* Cambridge, Cambridge University Press, p. 57-66.

VILA (A.), 1987.– El jaciment del Castell. Vilanova de Sau, Osona. *Cypsela*, 6, p. 111-124.

WATANABE (H.), 1968.– Subsistence and ecology of northern food gatherers with special reference to the Ainu. *In* : R. B. Lee, I. De Vore (Ed.), *Man the Hunter.* New York, Aldine de Gruyter, p. 49-67.

YELLEN (J. E.), 1977.– *Archaeological approaches to the present.* New York, Academic Press.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Travail de la peau avec des grattoirs emmanchés. Réflexions sur des bases expérimentales et ethnographiques

Fernand COLLIN, Paula JARDÓN-GINER***

Résumé

On a réalisé une expérimentation afin d'évaluer la variabilité des paramètres qui peuvent intervenir dans un geste technique précis et leurs répercussions pour le développement des traces d'usure produites par une matière spécifique sur les grattoirs. Les variables sont choisies par référence à des actions attestées par l'ethnographie ; elles tiennent compte du travail des manches et des emmanchements. Des considérations sur les techniques de travail de la peau avec des grattoirs ethnographiques et expérimentaux sont à la base des réflexions générales sur l'interprétation fonctionnelle des données archéologiques.

Abstract

We have carried out an experiment to assess the variability of the parameters that may be involved in a precise technical motion and their consequential effects on the development of use-wear traces produced by a specific material on end-scrapers. The variables are chosen with reference to actions certified by ethnography ; they account for the work of hafts and haftings. Some views on the methods of hide working with ethnographic and experimental end-scrapers serve as a basis for general reflexions on the functional interpretation of archaeological data.

Problématique

Les grattoirs constituent une catégorie typologique d'outils montrant une grande homogénéité morphologique et fonctionnelle. Les analyses tracéologiques des ensembles préhistoriques depuis l'Aurignacien jusqu'au Néolithique montrent que 51,19 % des grattoirs sont liés au travail des peaux, tandis que seulement 8,02 % ont travaillé le bois et 2,55 % ont été utilisés pour le travail des matières dures animales (tabl. 1).

L'ethnographie corrobore, quant à elle, la parfaite adéquation des grattoirs pour le travail de la peau (Hayden, 1990). L'écharnage, l'amincissement,

Site	Peau	Bois	Bois animal	Matière dure	Non identifié	Non T U
Geissenklos Terle	4	3	2	2	2	28
Verberie						
Symens	4		4			
Keeley	4					
Pincevent						
Plisson	14					3
Moss	3				4	
Andernach						
(Magd)	23				8	7
Pont d'Ambon						
(Magd c4)	14	1			1	1
(Magd c3)	5	1	3		9	3
(Azil. c2)	18					2
La Tourasse	4	3	1		7	79
Andernach						
Paléo. final	15					11
Niederbieber	20					22
Reken	12	2	4		9	1
Ringkloster	17	4				
Mureybet	14	32	3		5	
Darion	110					
Pl. St. Lambert	17	1				
Charavines	2					

Tabl. 1. Utilisation des grattoirs dans la Préhistoire selon les analyses tracéologiques.

l'assouplissement et l'imperméabilisation en constituent, par exemple, des stades d'élaboration. Quel rôle joue le grattoir au cours des différentes opérations techniques qui transforment la peau ? A quel moment intervient-il quand on sait que chaque type de peau ainsi que l'usage qui leur est réservé conditionnent l'artisan à un choix d'opérations et de gestes techniques spécifiques.

Les traces d'usage contribuent à répondre à cette question dans les limites définies par les possibilités d'identifier les différents stades du travail de la peau mais encore les gestes techniques mis en œuvre pour ces activités.

L'expérimentation

Une expérimentation a été realisée afin d'évaluer l'incidence des variables qui interviennent dans les gestes de grattage pour le développement de traces différenciées.

Matériaux et méthodes

Variables

La totalité des grattoirs utilisés ont été aménagés sur lames de silex maastrichtien à grain fin, à l'aide de retouchoirs en pierre ou en bois de cervidé.

Deux matières, la peau et le bois, ont été grattées en action positive et négative (Rigaud, 1977). La peau de vache a été mise en œuvre appuyée sur le sol et tendue avec des ficelles végétales sur cadres en bois.

Les manches en bois avaient des formes qui permettaient la disposition distale des grattoirs avec des angles de 0,45 et 90 degrés par rapport à leur axe majeur (fig. 1).

L'emmanchement était de trois types : le grattoir inséré dans le bois fendu et lié avec du boyau ; le grattoir introduit dans un trou pratiqué dans le bois et rempli de résine ; le grattoir simplement lié avec du boyau. Dans les manches coudés, le grattoir était situé soit sur la partie interne, soit sur la partie externe de l'angle du manche (fig. 1). La partie non emmanchée agissante du grattoir était de 1, 2 ou de 3 cm.

La combinaison de toutes ces variables a constitué un ensemble de 360 grattoirs expérimentaux emmanchés représentant chacun un cas unique, tout en partageant avec d'autres le reste des conditions expérimentales (tabl. 2).

Chaque expérimentateur a utilisé un seul type de manche pour gratter les trois matières (bois, peau tendue et peau posée) en appliquant deux mouvements distincts (action positive et action négative). Au total, chacun d'eux disposait de 18 grattoirs, sauf dans les cas où la forme du manche interdisait le travail en positif. Le temps de travail maximum était de 15 minutes sans réaffûtage du front de l'outil.

Enregistrement des données expérimentales

Durant l'expérimentation, chaque utilisateur a fourni des indications relatives à l'efficacité et aux résultats de l'action sur la matière travaillée et dessine des croquis sur la manière de tenir le manche (données ergonomiques). L'angle de travail a été calculé à l'aide d'un rapporteur muni

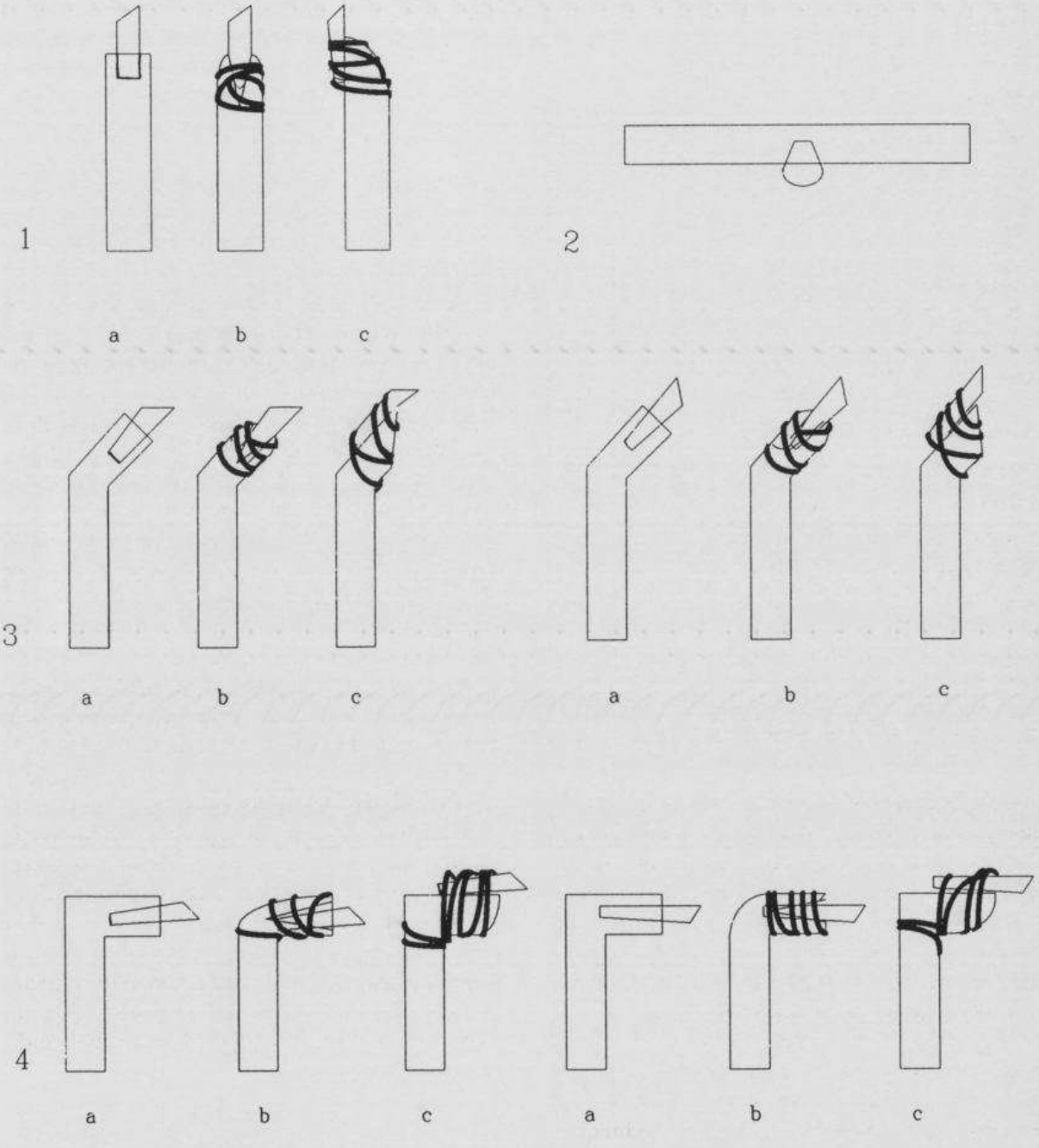


Fig. 1. Manches et emmanchements expérimentaux.
1. Manche droit. **2.** Manche à deux mains. **3.** Manche coudé à 45°. **4.** Manche coudé à 90°.
a. Emmanchement au mastic. **b.** Emmanchement lié dans le bois fendu. **c.** Emmanchement lié.

Paramètres	Variables établies	Variables libres contrôlées
Grattoirs	morphologie du support	morphologie du front angle du front
Manches	droit distal coudé 45° coudé 90° droit central	angle de l'emmanchement
Emmanchement – Disposition	lié dans une fente (lié) dans un trou (collé)	
– Matière	boyau cire + résine	
– Partie agissante	1 cm 2 cm 3 cm	
Action	+ -	
Matière	peau posée peau tendue bois	
Facteur individuel	20 expérimentateurs	20 expérimentateurs

Tabl. 2. Conditions expérimentales.

d'une languette en plastique vissée sur le point O. Cet angle est délimité par la face ventrale du grattoir (extrémité distale) et la surface de la matière travaillée.

L'analyse

a. Échantillon

Des 360 grattoirs expérimentaux, 288 ont été conservés pour l'analyse après qu'une sélection ait été realisée sur la base de l'élimination des pièces utilisées trop peu de temps ou anormalement employées.

b. Techniques d'analyse microscopique

Pour réaliser l'analyse microscopique nous avons employé deux microscopes métallographiqués (Nikon Optiphot et Olympus BHM équipés avec des oculaires 10x et des objectifs 5x, 10x, 20x et 40x) et une loupe binoculaire (Nikon SMZ). Le nettoyage a été effectué avec du détergent liquide, de l'HCL dilué à 5 % et de l'eau oxygénée 100 % vol. Lors de l'observation répétée, les pièces ont été nettoyées à l'acétone ou à l'alcool.

L'analyse a retenu les conditions morphologiques et expérimentales et les critères tracéologiques repris dans la fiche d'enregistrement des données (fig. 2).

c. Analyse statistique

Lors de la mise en rapport des différentes données fournies par l'expérimentation et l'analyse microscopique, nous avons seulement tenu compte des grattoirs ayant atteint un temps de travail de 15 mn afin d'assurer la comparabilité des traces.

Résultats

Aucune constante absolue n'est apparue lors des essais de corrélation entre les traces enregistrées (morphologie du micropoli d'usage et d'emmanchement, répartition sur la microphotographie, émoussé du bord, présence ou absence d'écaillures, de stries, et leurs types) et les variables de l'expérimentation (morphologie de la pièce, angle et forme du front, matière travaillée, action, angle de travail, angle d'emmanchement, type de manche).

Seules quelques tendances, plus ou moins marquées, soulignent l'interaction de certains paramètres avec les stigmates d'usure.

Effets des variables établies sur la morphologie du micropoli, les écaillures et l'émoussé

a. La matière travaillée et la nature du contact

Deux matières ont été travaillées : la peau de vache sèche humidifiée et le bois. La dureté du contact dans le cas de la peau a été variée : le travail se réalisant soit sur la peau tendue dans des cadres en bois, soit sur la peau posée.

Le type de contact est déterminé non seulement par la matière travaillée mais aussi par sa mise en œuvre. Cela se manifeste sur la morphologie du micropoli et le développement de l'émoussé ainsi que celui des écaillures.

La morphologie du micropoli est bien caractéristique pour le travail du bois et de la peau posée : elle correspond aux descriptions et photos publiées dans d'autres analyses tracéologiques. Le micropoli qui s'observe sur les grattoirs ayant travaillé la peau tendue en coupe négative est brillant, occupe les sommets de la microphotographie, et son aspect est souvent très proche des micropolis résultant du travail des matières dures animales. Néanmoins, par leurs faibles développement et extension, ils seraient difficiles à déterminer en contexte archéo-

- N° d'inventaire
- Longueur
- Largeur
- Épaisseur
- Morphologie front
  1. droit — 1. droit — 1. droit
  2. demi-cercle — 2. droite — 2. sinueux
  3. ogival — 3. gauche — 3. denticulé
- Angle front
- Type de manche
- Matière du manche
  1. bois — 3. os — 5. autre
  2. bois de cervidé — 4. peau
- Matière emmanchement
  1. boyau — 4. résine — 6. chanvre
  2. tendon — 5. 3 + 4 — 7. bois
  3. cire
- Matière travaillée
  1. peau posée — 3. bois
  2. peau tendue — 4. peau tendue, détendue
- Saillie de l'outil
  1. 1 cm — 2. 2 cm — 3. 3 cm
- Angle d'emmanchement
- Contact pièce - manche
- Contact pièce - emmanchement
- État de la matière travaillée
  0. No an IUZ — 3. humide/trempée — 6. ocre
  1. frais ou vert — 4. frais/trempée — 7. tannée
  2. sèche — 5. humide/grasse — 9. indéterminable
- Additifs
  1. positive (+) — 2. Négative (-) — 3. Positive et négative (+, -)
- Temps d'usage
- Angle de travail
- Fracture de l'outil — 0. non — 1. oui
- Fracture du manche — 0. non — 1. oui
- Fracture emmanchement
- Esquillement à l'emmanchement
- Expérimentateur
  1. femme — 1. droitier — 1. bon
  2. homme — 2. gaucher — 2. mauvais
- Efficacité du travail — 0. non — 1. oui
- Efficacité de l'emmanchement — 0. non — 1. oui
- Mouvement de l'outil/manche
  0. oui
  1. dès le départ jusqu'à la mn à laquelle la pièce a commencé à bouger
- Limite du poli (endroit où il s'arrête)
  1. gauche — 2. droite
- Caractère du poli
  1. typique — 2. atypique — 3. peu développé
- Localisation écaillures front (F.V.)
- Type d'écaillures et n°
  1. normales — 1. abondantes
  2. rebroussées — 2. présentes
  3. en marche — 3. rares
  4. 1 + 2 — 4. localisées
  5. 2 + 3
  6. 1 + 3
  7. 1 + 2 + 3
- Localisation des écaillures bord gauche
- Localisation des écaillures bord droit
- Localisation des stries
  1. gauche — 4. 1 + 2 + 3 — 6. 2 + 3
  2. centre — 5. 1 + 2 — 7. 1 + 3
  3. droite
- Types de stries
  1. large — 1. longue — 1. superficielle
  2. étroite — 2. courte — 2. profonde
  3. additive
  4. colmatée
- Quantité de stries
  1. abondantes — 2. présentes — 3. rares
- D'emmanchement — 0. non — 1. oui
- Travail confortable — 0. non — 1. oui
- Localisation de l'IUZ
- Localisation de ZTT
- Type d'IUZ et de ZTT
  1. IUZ isolé
  2. IUZ chevauchement légèrement une IUZ contiguë
  3. IUZ plus ou moins complètement superposée à une autre IUZ
  4. IUZ couverte par une substance d'emmanchement
  5. ZTT due à la retouche intentionnelle
  6. ZTT due à la préhension directe
  7. ZTT due à l'emmanchement
  8. ZTT due à une abrasion intentionnelle
  9. Bright spot
  10. ZTT de débitage
  11. ZTT diffuse comme altération
  12. denticulé des bords
- Émoussé
  0. pas d'émoussé du bord
  1. émoussé microscopique léger
  2. émoussé microscopique prononcé
  3. émoussé macroscopique léger
  4. émoussé macroscopique prononcé
- Extension maximale micropoli (F.D.) — en microns
- Extension maximale micropoli (F.V.) — en microns
- Répartition du micropoli
  1. continu — 3. spots rares
  2. discontinu — 4. spots fréquents
- Intensité dans la répartition
  - Intense — 1. gauche — 4. 1 + 2 + 3
  - modéré — 2. centre — 5. 1 + 2
  - faible — 3. droite — 6. 2 + 3
    7. 1 + 3
- Extension du poli
  1. limité au fil du tranchant
  2. limité au front
  3. couvrant

Fig. 2. Fiche d'enregistrement des données expérimentales et tracéologiques.

logique. L'émoussé du bord actif ne se développe que très rarement (fig. 3).

De toute évidence, plus la dureté de la matière augmente, plus les écaillures sont abondantes (fig. 4). Toutefois, la manière dont la peau est travaillée peut conditionner des résultats ne s'inscrivant pas dans ce principe. C'est le cas, par exemple, du grattage en coupe positive de la peau

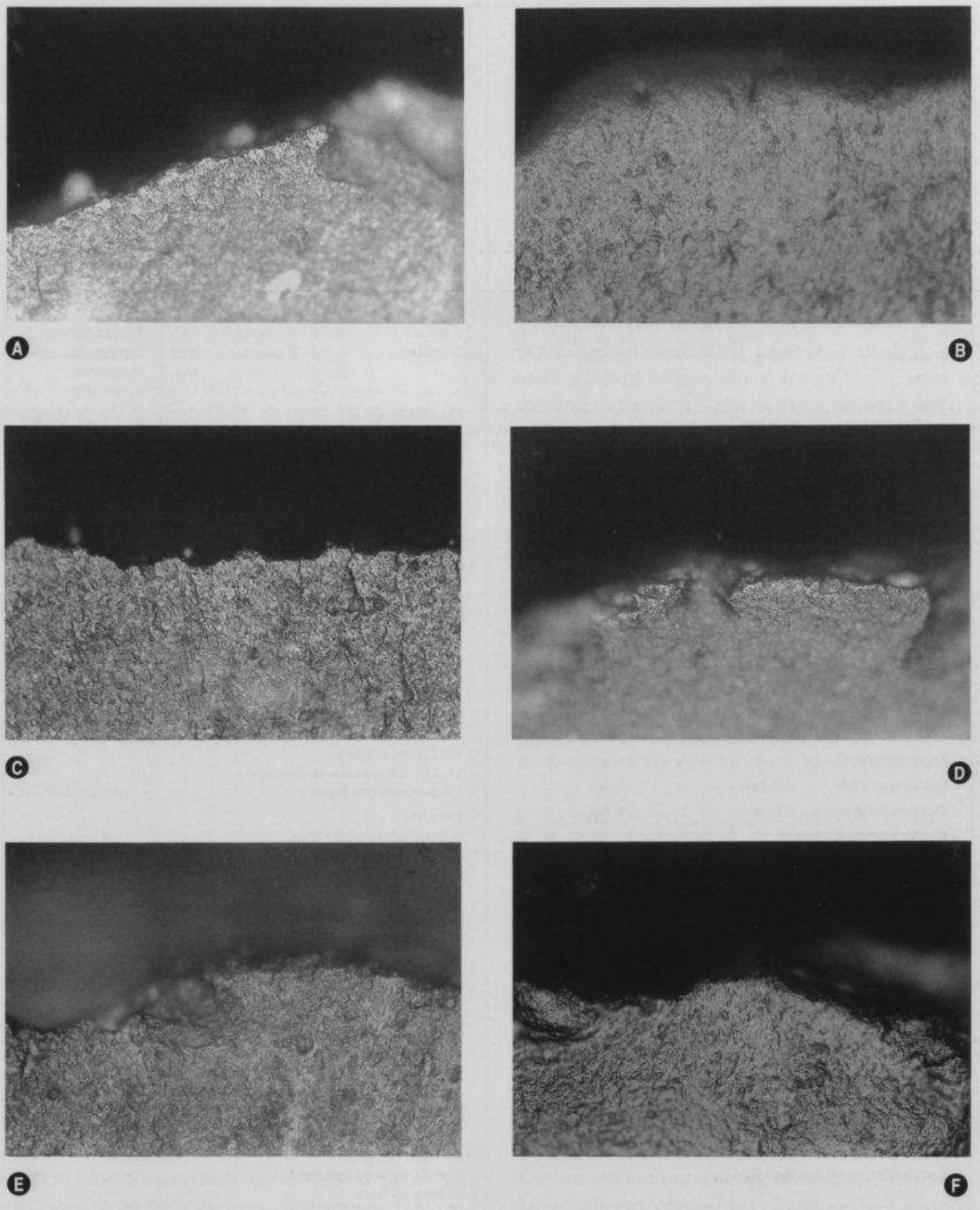


Fig. 3. A. Micropoli et écaillures résultant du grattage durant 15 mn de la peau sèche tendue sur un cadre de bois en action négative (photo 200x ; face ventrale). **B.** Micropoli et émoussé caractéristiques du grattage durant 15 mn de la peau sèche posée en action négative (photo 200x ; face ventrale). **C.** Micropoli résultant du grattage durant 15 minutes de la peau sèche tendue sur un cadre de bois en action négative : micropoli à caractère indifférencié (photo 200x ; face ventrale). **D.** Micropoli et écaillures résultant du grattage durant 15 mn de la peau sèche posée en action positive (photo 200x ; face dorsale). **E.** Micropoli, écaillures et stries d'abrasion résultant du grattage durant 15 mn de la peau sèche tendue sur un cadre de bois en action positive (photo 200x ; face ventrale). **F.** Micropoli, émoussé et écaillures résultant du grattage durant 15 minutes de la peau sèche en action positive posée (photo 200x ; face ventrale).

posée sur du bois. Ce support favorise l'apparition d'abondantes esquilles en marche comme celles que produit le bois. Un autre paramètre que la dureté relative exerce son effet sur la présence intensive des écaillures : l'action (fig. 4 et 5). Pour des raisons mécaniques bien claires (angle de travail, angle du front et sens de l'action), l'action positive produit plus d'écaillures sur la face ventrale des grattoirs. Les écaillures en marche sont bien répresentées là où le support de l'action est en bois. L'association exclusive des écaillures normales et réfléchies caractérise la peau.

La nature du contact, et non seulement la matière en soi, conditionne la présence et l'intensité de l'émoussé. Celui-ci, affectant le bord, est presque inexistant sur les grattoirs qui ont travaillé la peau tendue.

b. L'action

Le travail en coupe négative doit produire moins d'enlèvements sur la face ventrale que l'action en coupe positive, et cela pour des raisons liées à la mécanique de fracture. Néanmoins, on observe sur les graphiques (fig. 4) que la présence d'écaillures sur la face ventrale n'est pas négligeable. Cela est peut-être dû à un mouvement involontaire de va-et-vient.

c. Manches et traces d'emmanchement

Dans l'ensemble peu de traces d'emmanchement ont été observées. L'emmanchement réalisé avec un mélange de résine et de cire n'a pas laissé de traces. Sur quelques grattoirs emmanchés dans un bois fendu et liés au manche directement avec du boyau, on a observé des polis microscopiques de développement discontinu. Ils se situent sur l'arête dorsale. Ils sont très peu développés et facilement confondables avec les traces technologiques qui se produisent sur les arêtes lors du dégagement des lames du nucléus.

On observe parfois des traces d'emmanchement négatives. La modification de la surface a été alors plus importante sur la partie non emmanchée. En cause, le contact avec la matière et la poussière lors du travail.

d. Influence de l'action sur la fracturation du grattoir

Les grattoirs fracturés se sont cassés à l'extrémité du manche. Plus la partie hors du manche était longue, plus les fractures se produisaient. Trois types de fracturation ont été observées :

- fracture en languette face dorsale ;
- fracture en languette face ventrale ;
- fracture composite.

Les fractures en languette face dorsale résultent pour la plupart de la flexion en usage négatif. La fracture part de la face ventrale.

Les fractures en languette face ventrale sont plutôt en rapport avec le travail en positif. La fracture commence sur la face dorsale.

Les fractures composites s'associent aux deux actions mais résultent d'un mouvement violent (choc) au moment où le grattoir s'est mis en contact avec la matière travaillée.

Effets des variables libres contrôlées

Le manque d'homogénéité absolue des traces à l'intérieur des différents groupes d'expériences montre que la réalité est complexe et que de multiples variables peuvent influencer les stigmates d'usage. Nous avons testé des rapports entre variables. Certains d'entre eux se sont révélés significatifs.

a. L'extension du micropoli et l'angle de travail

Le rapport entre l'extension du micropoli (en microns) sur la face ventrale et la face dorsale peut permettre d'approcher l'angle de travail. Afin d'exprimer de manière comparable ce rapport, nous avons calculé un coefficient.

Pour les grattoirs qui ont travaillé la peau posée en négatif, le micropoli se situe de préférence sur la face dorsale indépendamment de l'angle de travail (fig. 5 : A). Pour ceux qui ont travaillé la même matière en action positive, plus l'angle de travail augmente, plus le poli se développe sur la face dorsale (fig. 5 : B). Ces tendances ne s'observent pas dans les distributions des micropolis résultant du travail du bois et de la peau tendue. La zone de contact de l'outil avec ces matières est plus petite et conditionne une extension limitée du micropoli. Ces variations d'extension minime ne peuvent pas être discernées par le décompte des microns.

Si le rapport extension du micropoli s'avère indicatif pour approcher l'angle de travail, quels autres facteurs peuvent influencer le choix de cet angle ?

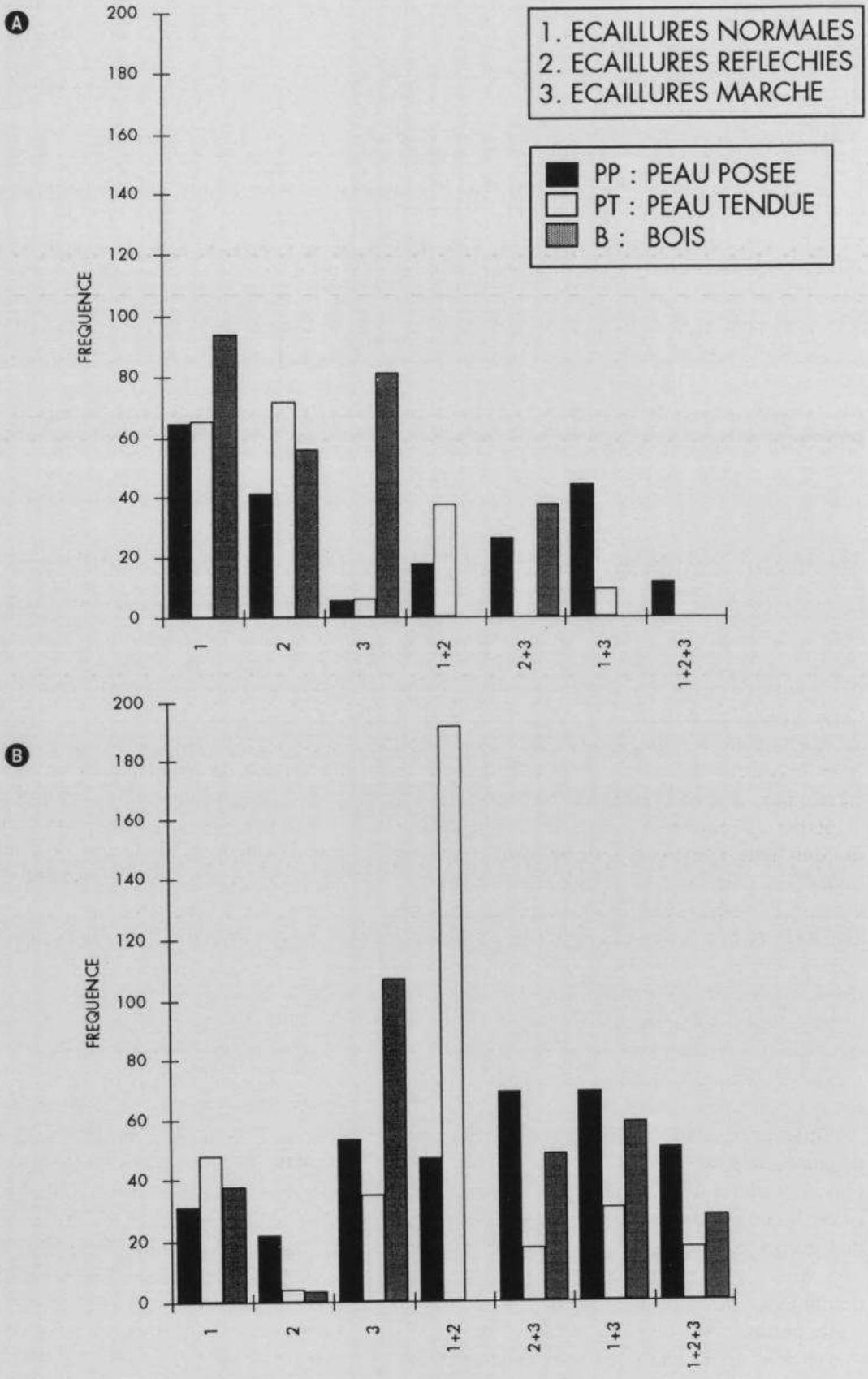


Fig. 4. Types d'écaillures en action négative et positive.
A. En action négative. **B.** En action positive.

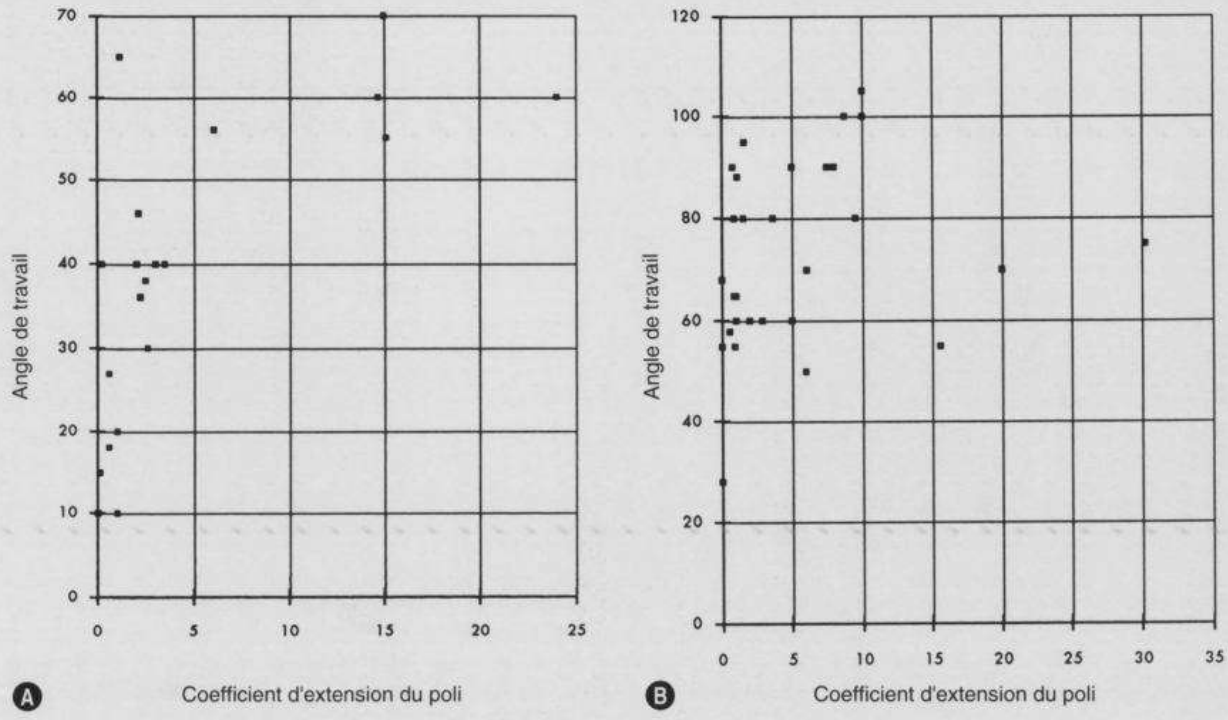


Fig. 5. Coefficient d'extension du poli par rapport à l'angle du front pour le travail de la peau posée.
A. En action négative. **B.** En action positive.

b. Influence de l'angle du front sur l'angle de travail

Tout en sachant que les utilisateurs ont librement choisi l'angle de travail qui leur semblait le plus efficace pour l'action qu'ils réalisaient, on s'aperçoit qu'indépendamment de l'angle du front la fourchette d'angle de travail varie pour les actions en négatif entre 45 et 90 degrés et pour les actions en positif entre 10 et 60 degrés. L'explication de ce phénomène est peut-être que cette large gamme d'angles de travail peut permettre l'emploi de grattoirs ayant des angles de front très différents ; ou plus simplement que l'angle réellement actif se trouve à un niveau microscopique n'ayant pas pu être enregistré avec nos moyens de mesure.

c. Influence de l'angle d'emmanchement sur l'angle de travail

Les angles d'emmanchements ont été conditionnés par les manches utilisés (manche droit 0 degré, manches coudés 45 et 90 degrés). Chaque fois que cela s'est avéré nécessaire, la mesure de ces angles a été recalculée lorsque le profil de la pièce l'écartait de sa position arbitraire. Toutefois, quel que soit l'angle d'emmanchement, les expérimentateurs ont corrigé leurs gestes pour adopter un angle de travail entre 45 et 90 degrés en coupe négative et entre 10 et 60 degrés en coupe positive.

d. Influence de la forme du front sur la distribution des micropolis

Comme les graphiques l'attestent clairement (fig. 6), quel que soit le type de front ou d'action, le micropoli se situe préférentiellement au centre et à la droite du front.

Cela s'explique par la présence de 18 expérimentateurs droitiers sur 20.

e. Influence de l'utilisateur sur les données observables

Parmi les différents paramètres intervenant dans l'expérimentation, le facteur individuel s'est avéré être l'un des plus importants. Par action et par matière travaillée, on a pu observer une tendance à l'homogénéité des microtraces au sein des séries produites par chacun des expérimentateurs.

– Discussion à propos du facteur individuel

Que signifie cette homogénéité individuelle ? On sait qu'au cours de l'expérimentation chaque utilisateur a choisi son propre geste sans avoir subi d'apprentissage particulier. Cela impliquerait-il qu'il faille un apprentissage du geste pour que l'on puisse observer la convergence de traces produites

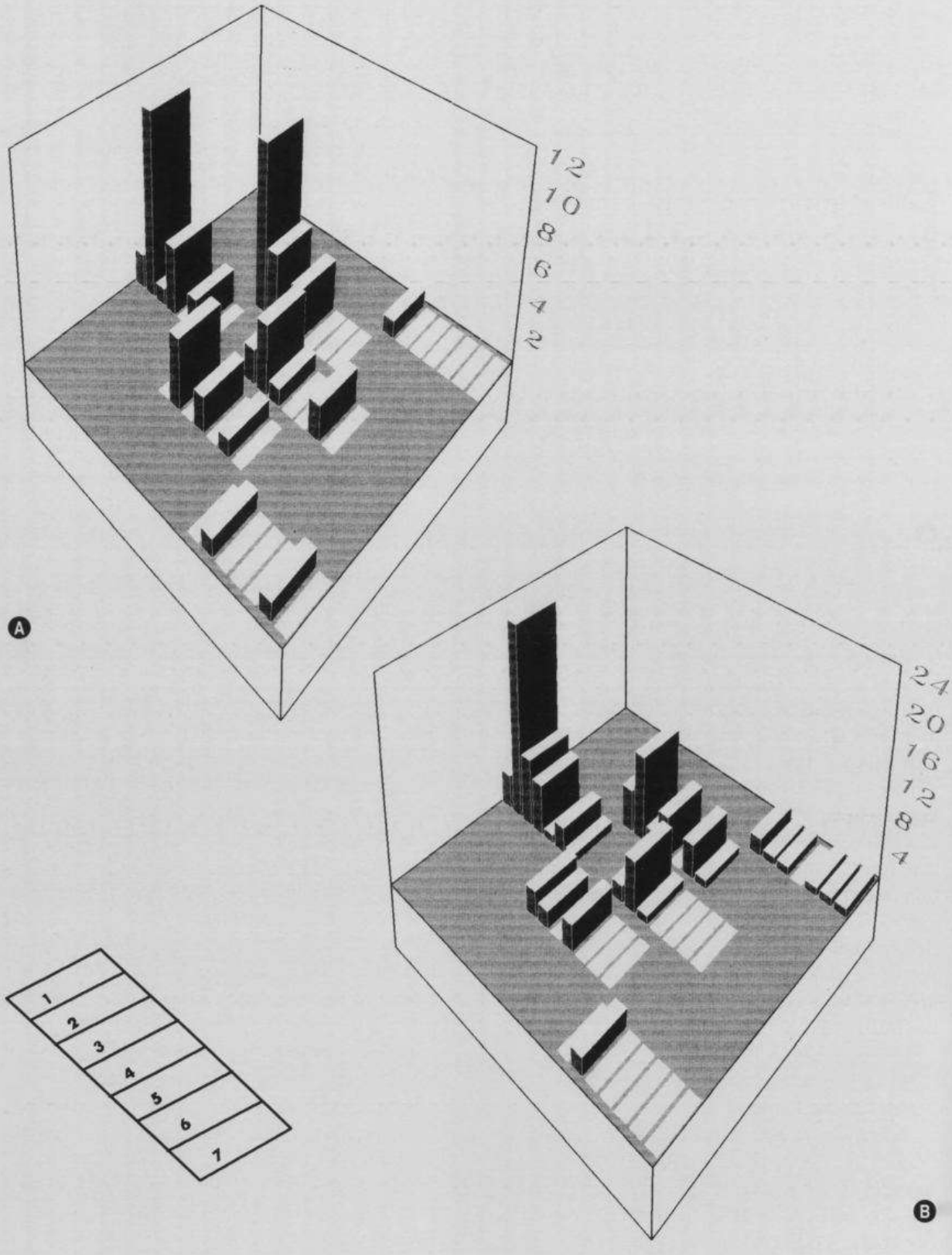


Fig. 6. Distribution du poli sur le front des grattoirs en action négative et positive (échelle en microns).
1. Front en forme d'ogive incliné à gauche. **2.** Front en forme d'ogive incliné à droite. **3.** Front en forme d'ogive.
4. Front en demi-cercle incliné à gauche. **5.** Front en demi-cercle incliné à droite. **6.** Front en demi-cercle. **7.** Front droit.

par plusieurs expérimentateurs ? Le facteur individuel s'est interposé clairement dans le cadre de ce travail entre l'usage et les traces, brouillant ainsi les relations de cause à effet qui les rapprochent théoriquement.

Observations sur le travail de la peau avec des grattoirs lihiques dans l'ethnographie

Le recours à l'ethnographie nous permet d'aborder le geste dans le cadre détaillé des processus opératoires du traitement des peaux. Nos observations sont bien évidemment limitées par le fait qu'il s'agit uniquement d'informations puisées dans la littérature.

Nous nous sommes intéressés à :

– la finalité du travail qui se réalise avec le grattoir ;

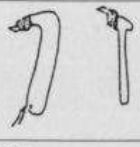
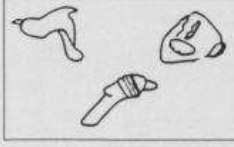
– les mouvements qui accompagnent l'action ;

– l'état de la peau au moment du travail dans lequel les grattoirs interviennent ;

– le support sur lequel l'outil travaille ;

– la présence d'additifs.

Dans les cas que nous avons rencontrés (tabl. 3), on peut observer ce qui suit :

	provenance	but du travail	action	support	état de la peau	addififs	animal
	Guraghe	amincir	-	pendue	sèche	eau	vache
	Tehuelche méridional	amincir	-	sol	sèche		guanaco renard autruche vache ?
	Tehuelche septentrional	amincir	-	sol	sèche		guanaco
	Selk'nam	amincir	-	sol	sèche		guanaco renard
	Yamana	amincir	-	sol	sèche		phoque loutre
	Tchouktchi	assouplir	+	bois ?	sèche	eau ?	renne
	Indiens d'Amérique du Nord	amincir assouplir épiler	- + ?	tendue sol	sèche semi-sèche	eau cendre	cerf buffaco
	Eskimo	assouplir	+ - ?	?	sèche humide	urine	phoque

Tabl. 3. Utilisation des grattoirs en ethnographie.

1. La finalité du travail est de trois types : l'amincissement, l'assouplissement et l'épilation par grattage attestés chez les Indiens de l'Amérique du Nord (Mason, 1891).

2. Le travail semble se faire en coupe négative pour l'amincissement – Guraghe, Selk'nam, Tehuelche (Mansur-Franchomme, 1986), Indiens d'Amérique du Nord – et l'épilation ; et en coupe positive pour l'assouplissement – Eskimo (Robbe, 1975), Thcouktchi (Leroi-Gourhan, 1952). Néanmoins, dans la description de l'usage des grattoirs sur la peau tendue et posée sèche, faite par des observateurs et reproduite dans la publication de Otis T. Mason, on parle d'un usage en percussion lancée comme les charpentiers utilisent leurs herminettes – Kiowa, Sioux, Indiens du Great Interior Basin (Mason, 1891).

La forme des manches et la disposition des grattoirs semblent correspondre à ce mouvement.

3. Le support sur lequel on travaille varie. La peau est posée sur le sol par les Teuelche et les Selk'nam. En Éthiopie, les Guraghe pendent leurs peaux et ils les tendent avec le pied pendant qu'ils travaillent (Gallagher, 1977). En Amérique du Nord, la peau est tendue en cadres pendant le processus de grattage pour l'amincissement et l'épilation. Les Sioux travaillent sur le sol par percussion (?). Les femmes eskimo tiennent la peau avec leur genou et leur main gauche.

4. La présence d'additifs est rarement attestée pendant le grattage. L'eau est présente chez les Guraghe, les Eskimo et les Senecas de l'Amérique du Nord. La cervelle est ajoutée avant le grattage et elle est probablement présente aussi pendant l'utilisation des grattoirs par les Senecas. Les cendres sont ajoutées avant l'épilation avec des grattoirs dans le Great Interior Basin.

Conclusions

Quelles sont les possibilités d'appréhender les gestes de travail par les traces d'usure ?

L'expérimentation de 360 grattoirs démontre que le grand nombre de variables qui interviennent contribuent à la difficulté d'interpréter les traces d'usure pour la reconstitution du geste technique et du manche. Par exemple, des variables telles que le facteur individuel, le support (peau tendue, peau posée), l'action et des paramètres difficiles à approcher en archéologie (temps et intensité d'usage...) rendent extrêmement malaisée l'interprétation du geste. La difficulté d'analyser dans ce sens le matériel résultant de notre expérimentation, traduite objectivement, met en lumière : les limites d'une interprétation détaillée de certaines traces d'usage archéologiques, les limites de la fiabilité diagnostique pour l'interprétation du geste technique de séries expérimentales trop réduites.

Actuellement notre recherche expérimentale s'oriente vers la délimitation de l'influence du facteur individuel. En effet, des individus produisent des gestes techniques appris avec des effets similaires sur la matière travaillée. En référence à l'ethnographie, le geste se situe à un moment précis de la chaîne opératoire du traitement d'une peau particulière.

En archéologie, l'existence de techniques spécialisées pourrait se manifester grâce à la présence d'outils spécialisés montrant des traces d'usure et des indices d'emmanchement récurrents. L'un de nous deux (Paula Jardon-Giner) oriente actuellement sa recherche sur l'analyse morphologique et tracéologique des grattoirs provenant des sites paléolithiques supérieurs du pays valencien (Espagne). Cette recherche a pour but de mettre en évidence certaines homogénéités dans la fabrication, l'emmanchement, l'utilisation et le réaffûtage, susceptibles de révéler des constantes liées à un travail spécialisé.

Remerciements

Nous remercions le Commissariat général aux relations internationales de la Communauté française de Belgique, qui a soutenu financièrement ce projet ; Marcel Otte, notre ami, notre professeur et conseiller ; Louis Pirnay, pour le débitage des centaines de lames utilisées lors de l'expérimentation ; Alfredo Arlandis, qui nous a aimablement fourni les peaux dont nous avions besoin ; Pascal Chauvaux, Ivan Jadin et Santi Perraita pour leur aide dans le traitement informatique des données, Laurence Henry pour la relecture du manuscrit ; Josiane Derullieur et Sylvia Menendez pour la dactylographie ; et enfin les nombreux expérimentateurs-amis qui ont accepté de gratter patiemment la peau durant de longues heures et qui ne savent pas encore ce qui les attend bientôt...

* *Service de Préhistoire, Université de Liège, place du XX Août, 7, 4000 Liège, Belgique.*
** *Departamento de Prehistoria y Arqueologia, universitat de Valencia, Avda. Blasco Ibañez, 28, 46010 Valencia, España.*

Bibliographie

AUDOUZE (F.), CAHEN (D.) KEELEY (L. H.), SCHMIDER (B). 1981.– Le site magdalénien du Buisson Campin à Verberie (Oise). *Gallia Préhistoire*, 24, 1, p. 99-143

CASPAR (J.-P.), 1988.– *Contribution à la tracéologie de l'industrie lithique du Néolithique Ancien dans l'Europe Nord-Occidentale*. Thèse de doctorat. Université de Louvain-la-Neuve.

COLLIN (F.), 1990.– *Analyse fonctionnelle de quelques outils en silex provenant des sites de Mesvin IV, du Gué du Plantin, de Rekem (RE-6)*. Mémoire de licence, Université de Liège, 1986, Mémoire de préhistoire liégeoise, 10.

COQUEGNIOT (E.), 1983.– Analyse tracéologique d'une série de grattoirs et herminettes de Mureybet Syrie. *In* : M.-C. Cauvin (Éd.). *La main et l'outil. Manches et emmanchements préhistoriques*. Travaux de la Maison de l'Orient, 5, p. 163-172.

GALLAGHER (J. P.), 1977.– Contemporary stone tools in Ethiopia ; Implications for archaeology. *Journal of Field Archaeology*, 4, p. 407-414.

HAYDEN (B.), 1990.– The right rub : hide working in High Ranking Housecholds. *In* : H. K. Knutsson, K. Knutsson, J. Taffinder (Ed.), *The interpretative possibilities of microwear studies*. Uppsala, Aun, 14, p. 89-102.

JUEL-JENSEN (H.), 1981.– A preliminary analysis of blade scrapers from Ringkloster. *Studia Prehistorica Belgica*, 2, p. 323 -327.

LEROI-GOURHAN (A.) 1952.– Note sur un racloir tchoutktchi à lame d'obsidienne. *BSPF*, 49, p. 254.

MANSUR-FRANCHOMME (M.-E.), 1986.– Miscroscopie du matériel lithique préhistorique. *Traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques. Exemples de Patagonie*. Bordeaux, Cahiers du Quaternaire, 9.

MASON (O. T.), 1891.– *Aboriginal Skin-Dressing*. Smithsonian Annual Report.

MOSS (E. H.), 1983.– *The functional analysis of flint implements. Pincevent & Pont d'Ambon : two case studies from the French Final Paleolithic*. Oxford, BAR International Series, 177 p..

PLISSON (H.), 1987.– *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures : recherche méthodologique et archéologique*. Thèse de nouveau doctorat. Université Paris I.

PLISSON (H.), 1987.– A propos de quelques micro-grattoirs du Paléolithique Final. *In* : M.-C. Cauvin (Éd.), *La main et l'outil. Manches et emmanchements préhistoriques*. Travaux de la Maison de l'Orient, 5, p. 129-134.

RIGAUD (A.), 1977.– Analyse typologique et technologique des grattoirs magdaléniens de la Garenne à Saint-Marcel (Indre). *Gallia Préhistoire*, 20, p. 1-42.

ROBBE (B.), 1975.– Le traitement des peaux de phoque chez les Ammassalimiut, observé en 1972 dans le village de Tilequilaq. *Objets et Monde*, 15, fasc. 2, p. 199-208.

SYMENS (N.), 1986.– A functional analysis of selected stone artifacts from the magdalenian site at Verberie, France. *Journal of Field Archaeology*, 13, p. 213-222.

SYMENS (N.), 1988.– Gebrauchspuren der Steinartefakte, *In* : J. Hahn, *Das Geissenklosterle*, 1, p. 177-201.

VAUGHAN (P.), PLISSON (H.), 1986.– Comment présenter les données tracéologiques ? *In* : L. R. Owen, G. Unrath (Ed.), *Technical aspects of microwear studies on stone tools*. Tübingen, Early Man News, 9.10.11, p. 177-182

VAUGHAN (P.), BOCQUET (A.), 1987.– Première étude fonctionnelle d'outils néolithiques du village de Charavines, Isère, *L'Anthropologie*, 91, fasc. 2, p. 399-410.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Investigating status with hideworking use-wear : a preliminary assessment

*Brian HAYDEN**

Résumé

Les observations ethnographiques indiquent que les vêtements de peaux de haute qualité étaient coûteux en main d'œuvre. Ils étaient par conséquent utilisés comme symboles de statut social et réservés aux familles riches de la zone tempérée nord-américaine. Les familles plus pauvres n'utilisaient pas du tout de vêtements de peaux ou bien utilisaient des peaux préparées de façons beaucoup plus frustres. Les différences que l'on escompte trouver dans les types d'outils et de traces d'usure associés aux peaux de haute qualité autorisent l'examen des différences socio-économiques préhistoriques à l'aide de l'analyse de la morphologie et de l'usure de ces outils. Cependant, il faut poursuivre les recherches pour interpréter la variabilité morphologique et tracéologique des outils servant au travail des peaux. Un des problèmes les plus importants est de faire une distinction entre les morphologies et les traces qui résultent du dépouillement et celles qui résultent de l'assouplissement. Un autre problème est celui de savoir si les peaux d'animaux différents donnent des traces différentes. Des résultats très préliminaires indiquent que ces différences existent bel et bien, mais des recherches beaucoup plus poussées sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

Abstract

Ethnographic observations indicate that carefully-prepared skin garments were labor-intensive to produce, that they were used as status display articles and that they were confined to wealthy families in temperate North America. Poorer families either used no skin garments or used skins that had been minimally prepared. Because of anticipated differences in the types of tools and use-wear associated with finely prepared skins, it is possible to examine prehistoric socio-economic differences using tool design analysis and use-wear. However, much more research is required in order to interpret the morphological and use-wear variability of hide-working tools. One of the most important problems involves whether flensing use-wear or tool morphologies can be distinguished from currying use-wear and tool morphologies. A second question asks whether hides from different kinds of animals produce different kinds of use-wear. Very preliminary results indicate that such differences do exist, although much more research is required to confirm these initial results.

Introduction

In this chapter, I will be primarily concerned with the position of hideworking activities in the overall economic context and adaptation of hunting and gathering societies on the Interior Plateau of British Columbia. I believe this problem is also relevant to archaeological problems elsewhere in the world such as the differences between some Middle Paleolithic and Upper Paleolithic assemblages in Europe.

In order to fully understand hideworking and its economic significance in the British Columbian Interior, it is necessary to determine :

1. Whether hide garments were essential for overwintering and what the availability of suitable hide-bearing animals was in the past.

2. Whether all hides were prepared in fashions that were the most labor-efficient for basic needs, or whether some hides were prepared in a labor-intensive fashion so that they became status-display items affordable only by families with unusual control over labor.

3. What the production sequences (« chaînes opératoires ») were for producing these different kinds of skin products, including the locations at which various stages in the sequences were carried out.

4. What kinds of stone tool morphologies, and what kinds of raw materials, or other tools, were used for working hides in their various stages and locations of processing.

5. What kinds of use-wear are related to the various production stages of hide processing and to the different significant characteristics of hides (such as thickness, fat content and moisture content).

6. Estimates of the use-lives of the various tools used in hide processing.

7. How the various types of tools and use-wear are distributed between dwellings, or sites, that have other indications of wealth, poverty, or specialized activities.

The ultimate objective of this research is to determine whether specific types of hideworking can be used as a reliable indicator of socio-economic inequality, and whether inferences about the type and intensity of hideworking activities can be used to identify wealthy households or wealthy communities. On the basis of previous work (Hayden, 1990), there is a good possibility that specific types of hideworking can be used in this fashion. If so, there are many implications that such analyses would have for the socio-economic organization of communities and the importance of labor, particularly female labor.

Dealing with the above topics is obviously quite an ambitious research undertaking, requiring far more efforts than a single individual can provide. It is also multi-stage research. I began the first, conceptual, stage of this work several years ago (*ibid.*), and I am progressing towards succeeding stages with the present chapter and plans for future research. Fortunately, many advances have been made in the last decade by Anderson (1981), Plisson (1985), Vaughan (1985), Knutsson (1988), Grace (1989) and others in the successful identification of hide-working use-wear and in refining the identification of distinctive wear characteristics, at least to the level of determining relative moisture content of skins. Fortunately, there are also good ethnographic descriptions for the particular region that I am dealing with, and these are relevant for the last 5 000 years of Prehistory, since only relatively minor climatic and cultural changes occurred during this time period. This enables us to provide information on a number of the seven parameters listed above.

Ethnographically, it is clear that hide garments were not essential for overwintering in the Interior Plateau, even though the climate is continental, and winter temperatures sometimes reach -20 to -40 degrees Celsius. In fact, many poor families had only bark fiber capes during the winter (Hayden, 1990). Although there were not enough ungulates in the region to clothe everyone, it is also clear that a great deal of labor was required to manufacture the carefully curried and tailored skin garments used in the area. Only wealthy families could afford to have these garments made or could obtain them in trade. In fact, the rich families are described as having many fine clothes (Teit, 1906).

From the ethnographies, we also know that large, igneous, coarse-grained, spall scrapers were used for softening or currying hides in the area, and that most hides were procured high in the mountains during the fall. Presumably, hides would have been defleshed before drying and transporting them to winter villages for tanning, although it is not clear whether all defleshing was performed at procurement sites or whether some of this work might have been performed at the winter villages

on the river terraces. Sylvia Albright (personal communication) observed from her ethnographic work among the Tahltan (1984) and Lytton Indians that hides are always defleshed before they dry out. At the fall campsites in the mountains, when entire families were together for several weeks, defleshing and even some tanning and currying would be carried out at the mountain camps. However, hides from animals killed during the winter or on shorter hunting trips would be brought back to the winter villages. The hides could be used to make sleds to transport meat from the kill back to the main camp. The hides could then be stored frozen in snow banks in a fresh state, until enough hides had accumulated to do a batch of them together. This work was preferentially done in the early spring. Because hides are always defleshed in the fresh state, requiring a sharp edge, defleshing tools should be re-sharpened frequently and exhibit the greasy luster characteristic of working fresh hides. On the other hand, because hides are softened until they are dry or nearly dry and tools are useful or even preferred in the dull state, currying tools should frequently exhibit extreme wear states and the duller lusters characteristic of working dry or semi-dry hides. It appears that much of the tanning and softening work was carried out at the semi-permanent residences in the winter villages. Skins were stretched on wood frames during most of the processing stages.

While these ethnographic and use-wear data provide critical anchors for establishing the interpretations that I seek, there are other parameters that are not clearly established. My work at one large winter village site has produced preliminary evidence of hide-working in the form of heavy use-wear (at low power magnifications) on stone tools. However, rather than this wear occurring on a single type of hide-working tool as described in the ethnographies, there are *three* morphologically distinct types of stone tools at the winter villages. There are the large spall scrapers described ethnographically, which so far have only been found in large residential structures ; there are endscrapers made on microcrystalline cherts and basalts, for which there is no ethnographic description in the area ; and there are miscellaneous microcrystalline flakes or anomalous pieces bearing heavy hide-working use-wear. At this stage in our research, we do not know if these morphologically different types of hide-working tools represent tools used in different stages of the production sequence, tools used on different sizes or different thicknesses of animal skins, tools used at different locations with different mobility constraints, or tools fashioned according to differential raw material availability. As Plisson commented informally at the Liège meetings, no one has ever demonstrated that a particular tool was used for the defleshing part of the production sequence. At this point, it seems that we simply do not know what prehistoric defleshing tools looked like.

In British Columbia, we do not know why there are three different types of hide-working tools, although we have some reasonable hypotheses. Certainly, one of the major questions to be resolved is what stage of the production sequence end scrapers were used in. The microcrystalline materials end scrapers are made of, and their generally sharper edges (in contrast to the spall scrapers), seem to indicate that these tools have been used for defleshing or thinning rather than softening. If so, the occurrence of end scrapers at winter villages, rather than fall hunting camps in the mountains, may be due to the curation and occasional loss of these tools at winter residences, or to the use of end scrapers at winter residences when occasional winter kills were made. However, these interpretations are far from demonstrated.

Goals of this study

In the process of trying to determine whether flensing use-wear could be differentiated from intense currying use-wear, it became necessary to examine all the factors that might influence the development of skin-working use-wear, and all the possible production sequences (*chaînes opératoires*). There were many factors that had not been studied by use-wear analysts, and many possible alternative production sequences. However, given the observations by Kamminga (1982) and others concerning the possibility of dramatically different types of wear being formed by working hides from different species of animals, I first decided to conduct a series of experiments to see if certain skin characteristics could be identified as having an effect on use-wear. The characteristics that I chose to investigate were thickness, adhering fat levels, difficulty in removing

the interior membrane, and hair density. If it should prove possible to identify distinctive use-wear for any of these variables, it would make possible a number of important inferences on what kinds of skins were selected for processing, and perhaps what the goal of the skin processing was. For example, I hoped to determine whether furbearing animal skins produced use-wear that could be distinguished from ungulate skins.

From a more theoretical perspective, I hoped that the study of use-wear formed from work on animal skins with markedly different characteristics might provide some insight into the mechanism of wear formation. Use-wear on skin working tools can be extremely pronounced, even to the naked eye. However, the question of how such a soft material as skin can produce such extreme abrasive use-wear has remained an ongoing problem (although Knutsson 1988 has advanced some very cogent suggestions). Kamminga (1982) assumed that the extreme abrasion observed was due to dust and silt adhering to the animal skins and that these minute particles acted as abrasives. However, even when animal skins are kept scrupulously clean in dust-free environments, abrasion can be extreme. Thus, some other mechanism must be responsible for the wear observed. The experimental results from working skins with different characteristics might be one way of finding out what skin characteristics were most important in producing abrasive wear.

Finally, I hoped that if it was possible to identify use-wear associated with specific types of animal skins it might assist in developing more precise production sequences for the past. However, it must be noted that there are still many variables that remain to be investigated in much more thorough fashion in order to be able to realistically reconstruct prehistoric production sequences. There are many variations in the precise steps within production sequences that can substantially affect use-wear patterns.

Experimental design and procedures

In order to explore the question of whether various characteristics of hides had a significant effect on the nature of the use-wear produced on stone tools, it was necessary to monitor the use-wear effects of several variables while keeping other potential sources of variability relatively constant.

Variables

The characteristics that I thought would be most easily monitored and most likely responsible for potential use-wear differences were :

Hide thickness : I reasoned that the amount of force required to flense or curry hides would vary with hide thickness and in this fashion might affect use-wear characteristics. Specifically, thicker hides might require more force for softening procedures, thereby inducing greater edge fracturing, auto-abrasion, and perhaps greater heat in the tribological environment.

Fat and meat adhering to the hide : I reasoned that during the flensing operation the amount of material that had to be removed from a hide might bear a direct relationship to the amount of wear that accumulated on tools. Moreover, it appeared that fat might act as a lubricant that could impede the formation of wear. From previous work, I knew that animal species varied considerably in the amount of fat adhering to the skin and the ease with which this could be removed.

Difficulty of removing the interior membrane : From past experience, it was also evident that considerable work could be expended in trying to remove interior membranes for a successful tanning. Again, I reasoned that the more work was involved in this process, the more wear might be formed on tool edges. It also seemed that different wear tribological environments might be produced in the areas under the membrane, rather than the areas above it, where fat deposits could predominate as the major contact material. A tanning informant suggested that the ease of removing membranes in part depended on how old the hide was, i.e. how much time had elapsed between the skinning of the animal and this step in the hide processing. After two or three days from skinning, he said a knife was required. Whether this was true of all animal species is not clear.

Pore density : In order to determine whether there were any other important variables that I might have overlooked, I interviewed an experienced fur tanner in British Columbia about

factors that affected preparation of skins for tanning. He informed me that the size and density of skin pores affected the "hardness" of the skin and made some very hard to prepare. Pore size is primarily determined by hair density and size. Specifically, he stated that very dense areas with little or no hair were very difficult to work, requiring a very sharp knife. These areas apparently became like hard cardboard after drying. African animals are particularly noted for having less hair and less fat as well. My informant added that fat on African animals can often be pushed off with a dull knife, although the meat still has to be cut off.

Other variables that should be examined in the future include the potential for different kinds of skins to form glue-like compounds under varying conditions of heat, pressure and moisture, as well as chemical or physical measures of the friction coefficients of different skins.

To cover a relatively large range of the above variables, I chose skins of moose, white-tailed deer, sheep and goat kid. I hope to include skins of beaver, racoon, coyote and a few other species in future work.

Sources of variability

The sources of variability that I wished to control and minimize included :

Raw material : Since I did not have abundant access to chert or flint materials, and because the chemical, physical and use-wear characteristics of cherts can vary considerably from one deposit to another, I chose to use vitreous rhyolite from the area that I am currently investigating in British Columbia. Most tools from the British Columbia Interior are made from this material. However, vitreous rhyolite has a number of characteristics that differentiate it from cherts and flints. First, it has a larger crystal size than most cherts and flints (c. 24 grains per mm). It is igneous in origin. And, probably most importantly, it appears to be a much softer lithic material that develops use-wear features much more readily than most cherts and flints. This was ascertained by using several scrapers made of rhyolite and chert in the same tasks. Where the wear on cherts was negligible after an hour or two, the wear on the vitreous basalt was usually moderate to pronounced. Thus, considerable caution must be exercised in using the descriptions of wear reported here to interpret wear on chert or flint tools.

Stages of wear development : In order to insure that all wear was comparable, I standardized the times that tools were to be used for. Tools could be used for as little as a half hour, but in general they were to be used for an hour, and exceptionally for two hours in order to monitor the development curve of the wear patterns. The focus on a one-hour use time eliminated the confusion that is generally caused by trying to compare tools used for 10 minutes in one context to tools used for several hours in another context or on another material.

Production sequences : Because of the enormous variability involved in whether skins were worked dried or fresh or re-soaked, whether they were ochred at particular stages, tanned with brains or bark, softened with stone tools, bone, wood or other materials, and a host of other possible procedures, I decided to restrict the use of stone tools to the two operations most likely to produce use-wear. These were : the flensing, or defleshing, of hides, and the softening of hides. Flensing included the removal of all adhering fat, meat and membrane from the *fresh* hide. Hides were then tanned with a traditional brain solution for several days and washed clean. Just as the hides began to become slightly firm when drying, stone tools were again used on them to break down the lignin fibers and to soften them. It is possible that once the lignin fibers dry, they undergo a slight permanent transformation that affects the character of the use-wear even if the hides are re-soaked. Ethnographically, the distinction between softening hides that had never been dried and hides that had been dried but re-soaked does not appear to have been critical. Nevertheless, Sylvia Albright (personal communication), who has considerable personal experience in working moose hides with the Tahltan (Albright, 1984), indicates that tanning and softening hides are *always* easier if they are fresh as opposed to being dried and re-soaked. Once hides have dried, they are always stiffer than fresh hides, and therefore women prefer to work them when they are fresh. Thus, we attempted to soften most hides prior to any drying. In my experience, extremely intense wear could be produced in the semi-dry tribological environment. Occasional variations on these procedures were tried out in order to monitor the effects of ethnographically

documented variations that we suspected might have important effects on the use-wear, particularly of drying. There are a number of ethnographic observations indicating that defleshed skins were often, but not invariably, dried before tanning or currying (Robbe, 1975), and I wanted to determine if this might have an effect on use-wear formation.

Design characteristics of tools and their effectiveness

Flensers : Originally, we began with the notion that the typical upper Paleolithic end scraper could have been used in flensing activities. Several frustrating attempts with this tool form indicated that sharper edges might be required for flensing than the near right-angle edges of end scrapers. In many cases, unretouched, acute angled flakes made the most effective flensing tools, although, when stretched on a frame and with sufficient pressure, retouched edges with low edge angles (20-50 degrees) could also be effective. In all cases, however, a convex edge without sharp projections was essential to flensing without damaging the skin (see also Robbe, 1975). The question of what constitutes the most effective tool morphology for flensing is still unresolved in my view.

Softening tools : On the other hand, acute edges were definite liabilities in softening hides where high pressures were required to break down fibers, and where the skin was thinner and more susceptible to tearing and gashing than in the flensing operation. Any projections or sharp acute edges could easily ruin a skin. Thus, all edges had to be very even and either blunt or made with near right-angle edges.

Results

In order to examine the differential intensity of wear produced by the working of skins of different animals, I measured the frequency of fracture types, the general size of fractures and the extent of abrasion. These measures of intensity were generally made at 25x magnification.

In order to examine changes in the quality of wear characteristics, I attempted to describe the topography of the wear and the luster of the wear together with any other characteristics that seemed important.

Although observations were recorded at both low (25x) and high (110-220x) magnifications, the only microscope available for high magnification analysis did not have incident dark field illumination. Therefore, polishes could not be observed, and the analysis is of much more limited value than it might otherwise be. Nevertheless, a few results of potential interest did emerge from this high-power magnification study. Observations were rendered more difficult to interpret due to the particular fashion in which the rhyolitic material wore down. The rhyolite consisted of relatively large crystals (24 per mm), which appeared to break down into much smaller component grains (about 100-300 per mm). The component minerals of this rhyolite have a natural high, glassy luster (fig. 1 and 2). When the crystals are broken down into smaller grains, this luster is retained, creating a very granular, or « hummocky », appearance,

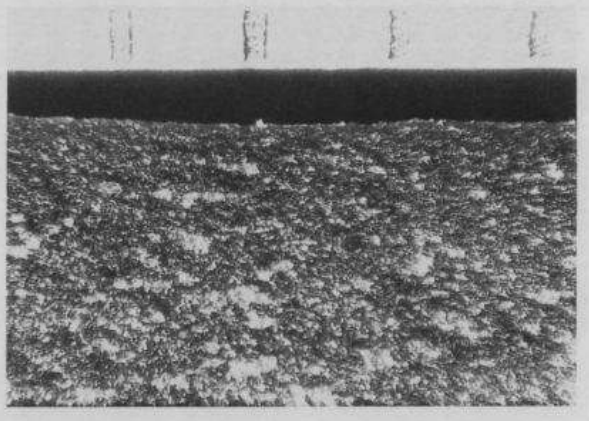


Fig. 1. Natural fracture surface of the rhyolite material used in experiments. Magnification = 25x ; scale at top is in mm.

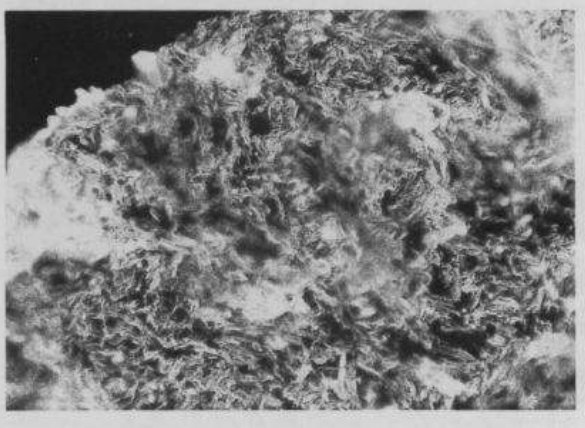


Fig. 2. Natural fracture surface of rhyolite used in experiments. Note natural glassy luster of component crystals. Magnification = 220x (brightfield).

with pinnacles and cavities (fig. 3). This luster creates highlights on the tops of the grains and a reflective, lace-like appearance at 110x magnification, or a frosted sugary appearance at 220x in most moist skin-working environments. With few exceptions, I found little distinctive variation in the quality of the luster that was detectable at higher brightfield magnification. On the other hand, topography varied from a fine granulated, sandpaper-like smoothed surface to extremely rugged and rough smoothing. This may prove to be more diagnostic of certain skin characteristics.

Fig. 3. Highly abraded prominence on the edge of experimental tool no. 2 used for two hours to deflesh a fresh deer hide. Note the granular surface topography compared to figure 2, forming small hummocks and lace-like patterns. This granular topography appears to result from the disaggregation of larger crystals. The « dog's teat » shape of the prominence was typical of rounded prominences. Magnification = 220x (brightfield).

At lower magnifications, there was not much variability in the appearance of edge luster either. In general, the flensing tools used on wet hides appeared to have a more « greasy » luster (fig. 4), while those used for softening hides as they dried tended to have a slightly more mat luster (fig. 9), and the one tool used exclusively on a dry hide had the most distinctive, smoothed, flat, mat wear of the series (fig. 5-6).

Slightly more variability was observed in terms of the intensity of abrasive wear, although the sample sizes at this stage of research are still very small, and results may be misleading. In flensing, deer produced the most wear, while goat and moose produced the least (fig. 7, table 1). For currying, sheep produced the most wear, while tools used on the remaining three types of animals

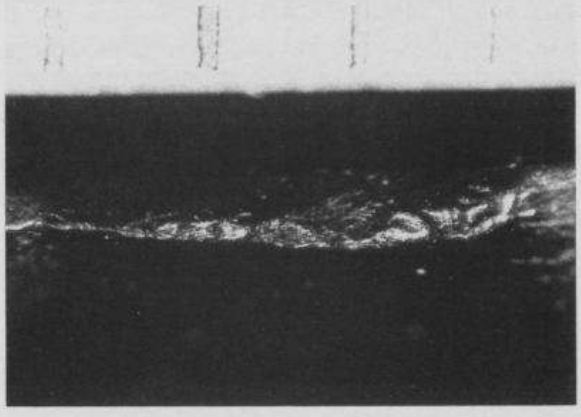


Fig. 4. Greasy reflective luster of edges typical of flensing fresh hides (tool no. 2 used for two hours on a deer hide). Compare this luster to the luster in figures 5 and 9. Magnification = 25x ; scale at top is in mm.

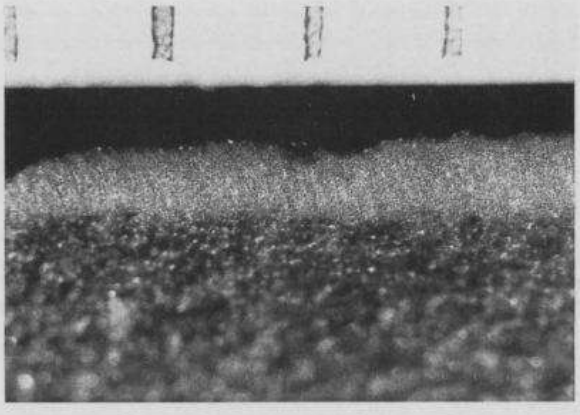


Fig. 5. Extremely mat, dull luster resulting from defleshing a dry deer hide (tool no. 5 used for one hour). Compare this luster to the luster in figures 4 and 9. Note the clear linear tears and linear trends and the coarsely abraded aspect of the surface. Magnification = 25x ; scale is in mm.

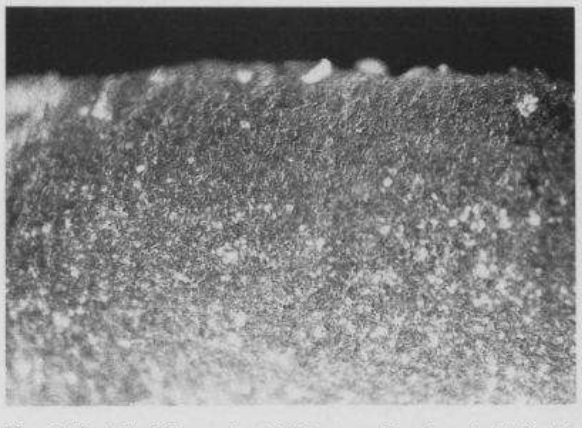


Fig. 6. Detail of figure 5 at 220x magnification (brightfield).

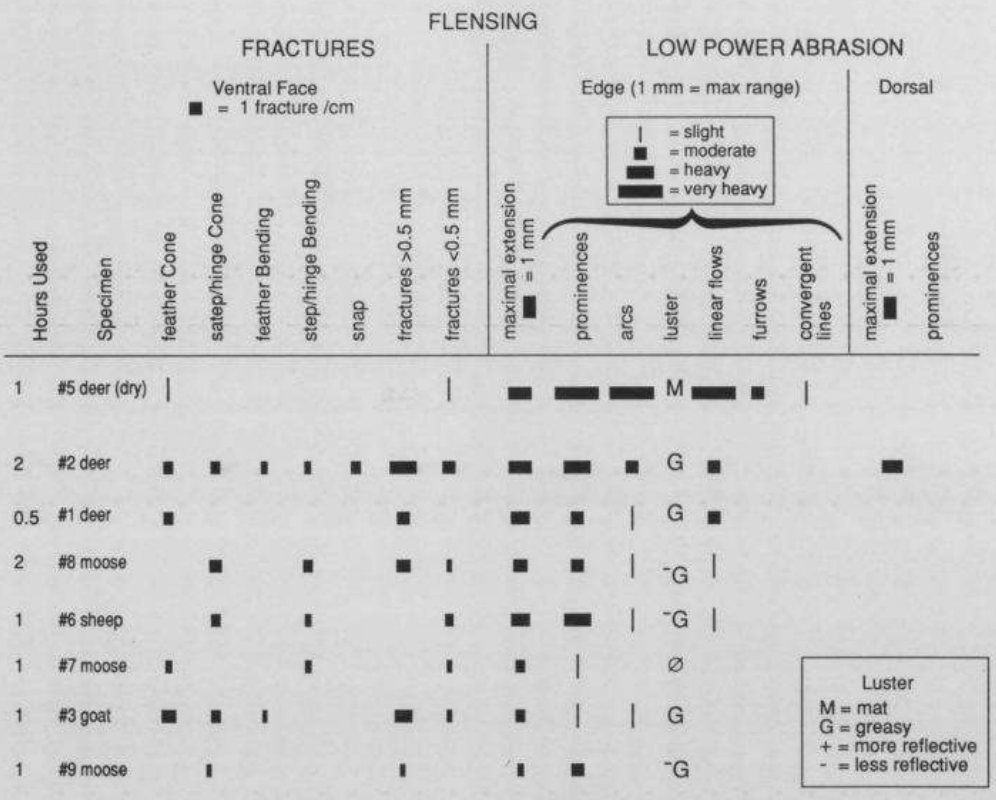


Fig. 7. Relative nature and intensity of flensing wear patterns, arranged according to the most intensively worn tools at the top to the least at the bottom.

Hours Used	Specimen	Topography	Luster	Magnification
1	#5 dry deer	ground flat	mat	110
		ground flat	mat	220
.5	#1 deer	smoothed, micro-hummocks	reflective lace	110
		hummocky	frosted	220
2	#2 deer	smoothed, micro-hummocks	reflective lace	110
		hummocky	frosted	220
2	#8 moose	smoothed, micro-hummocks	reflective lace	110
		hummocky, some smoothing	frosted	220
1	#6 sheep	slight smoothing, rounded edge tips	reflective lace	110
		hummocky	frosted	220
1	#3 goat	slight edge rounding	micro black lace some reflective lace	110
		smoothed and some hummocks	micro black lace & frosted	220
1	#9 moose	smoothed, hummocky	reflective lace, larger lattices from grain top abrasion	110
		hummocky, roughly smoothed	frosted, abraded grain top lattices	220
1	#7 moose	roughly smoothed with some finer smoothing	some reflective micro-lace	110
		roughly smoothed & hummocky	some reflective micro-lace & frosting	220

Table 1. High Resolution (110-220x) Flensing Wear Characteristics.

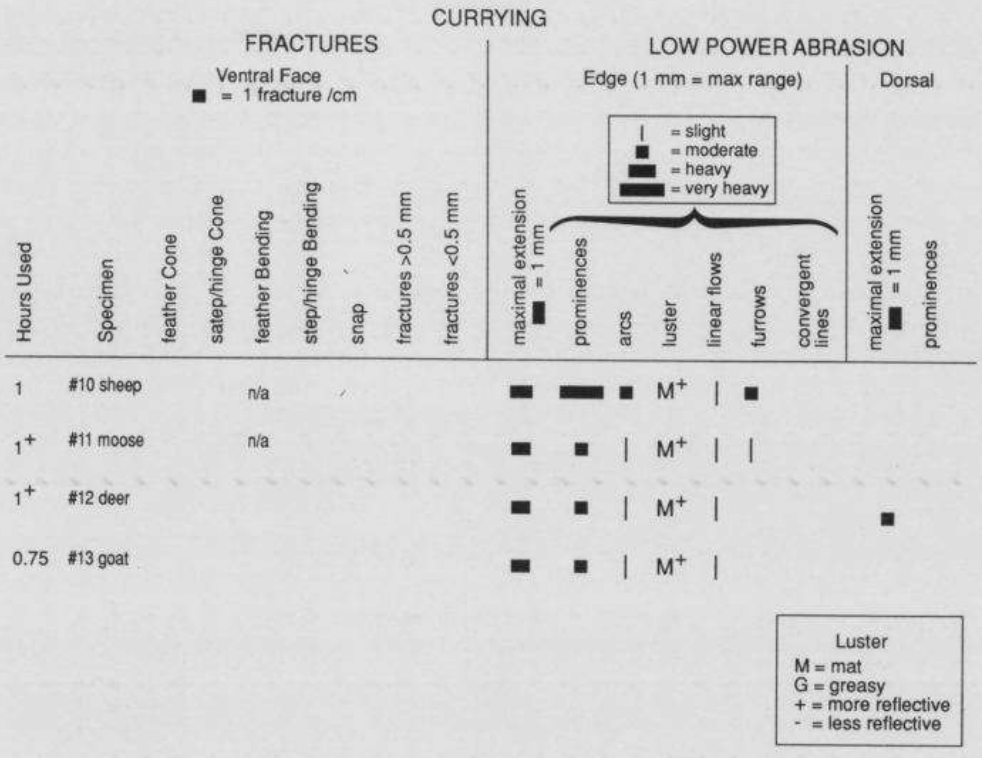


Fig. 8. Relative nature and intensity of currying use-wear patterns, arranged according to the most intensively worn tools at the top, and the least at the bottom.

Hours Used	Specimen	Topography	Luster	Magnification	Other
1	#10 sheep	smoothed	dull lacey	110	
		hummocky	frosted	220	
1+	#11 moose	smoothed sand papery	dull lacey	110	surface tears exposing underlying crystals
		smoothed sand papery	frosted	220	
1+	#12 deer	like sand paper, some smoothing	dull lacey	110	highly fractured and irregular edge
		hummocky some smoothing	frosted	220	
.75	#13 goat	roughly smoothed	reflective & dull micro-lace	110	
		roughly smoothed some sand paper resemblance	dull lacy, frosted	220	

Table 2. High Resolution (110-220x) Currying Wear Characteristics.

were about the same (fig. 8, table 2). There is some variability between tools used on the same animal or skin in terms of their wear characteristics, and the source of this variability cannot currently be accounted for, but clearly more experiments need to be undertaken before these descriptions can be accepted as representing general trends. With this caveat in mind, it is possible to examine the relative rank of species derived from these wear characteristics and the relative rank of species skin characteristics as derived from the list of independent variables (table 3).

In general, the order of the variables is relatively mixed. However, a few observations can be made when the extremes are examined. The order of species in hair density seems to correspond reasonably well with the intensity of wear associated with flensing abrasive wear development at low magnification, and, since goat has the most distinctive (lowest) hair density, the extreme position of goat in the description of currying wear may also be related to hair density. On the other hand, goat is also the thinnest-skinned species represented, and the relatively reduced wear on

Skin Thickness	*Currying (hi & lo magnification)*
moose (2.5-3 mm)	sheep (most intensive abrasion)
deer (1.6 mm)	moose
sheep (1.5 mm)	deer
goat (1.1 mm)	goat (least intensive abrasion)
Hair Density	*Flensing (lo magnification)*
Highest : deer/moose	deer (most developed abrasion)
sheep	sheep / moose
Lowest : goat	moose
	goat / moose (least developed abrasion)
Fat Removed (in g/m)	*Flensing (hi magnification)*
deer (237)	deer (finer smoothing)
moose (210)	sheep / moose
sheep (128)	goat : (darker luster)
goat (14)	moose (rougher smoothing)
Difficulty of Removing Membrane	
Most Difficult : deer	
moose	
goat	
Least Difficult : sheep	

Table 3. Rank Ordering of Species by Wear and Skin Characteristics.

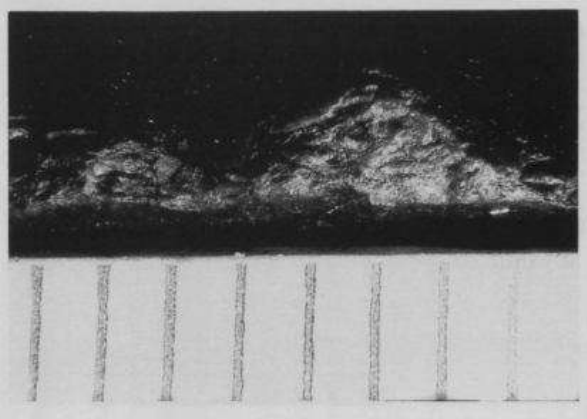


Fig. 9. The semi-mat or dulled greasy luster typical of tools used to soften semi-dried skins (tool no. 12 used for a little over one hour to soften a deer hide). Note the intense degree of internal fracturing on these prominences. Magnification = 12x.

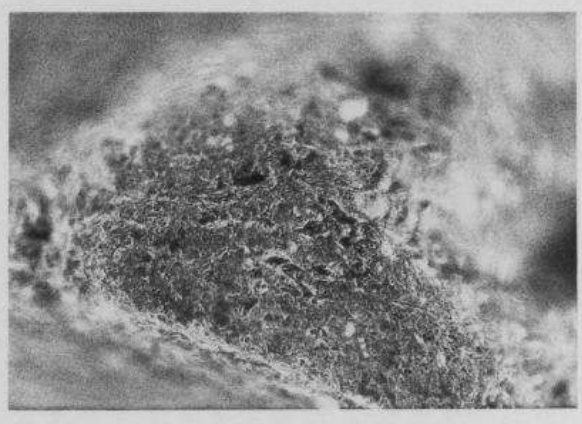


Fig. 10. An abraded edge prominence on tool no. 11 used to soften a moose hide for over one hour. Note the coarser nature of the topography compared to flensing wear (fig. 3), and particularly the internal cracks visible on the surface of the prominence. No such internal fracturing was observed on tools used for flensing. Magnification = 110x (brightfield).

tools used to curry goats may also be due to this factor.

In terms of use-wear observed on flensing tools at high magnifications, goat and moose were the most distinctive in luster (goat) and topographic roughness (moose), the other types of skin producing relatively similar types of wear. The distinctive, blacker, luster associated with goat could be related to fat content, hair density or skin thickness, while the rough wear topography associated with moose could be related to hide thickness or hair density. It is interesting that some topographical roughness (and internal fracturing) was also associated with moose, as well as deer and goat, in the high magnification analysis of currying use-wear (fig. 9-10). From these indicators, topographic roughness and internal fracturing on abraded surfaces may be one of the more useful criteria for inferring the types of skin worked.

I could detect no evident association between fracture types or frequencies and the independent variables. It is possible that a much larger sample, controlled for edge angle, will reveal basic underlying patterns, although the variability between tools used in the same context indicates to me that edge morphology may play an important and problematical role.

Thus, while the above results incorporate considerable variability between tools used on the same animal skin, there is nevertheless some preliminary indication that skin thickness and pore size may have a noticeable effect on use-wear characteristics. Because the intensity of wear development is also strongly affected by the length of time a tool is used, distinguishing these effects will be further complicated by variable periods of use of tools and should be addressed in future studies.

General observations

The most dramatic difference that I observed was between wears on tools used to flense fresh *versus* dry hides. Wear from fresh hides had a greasy luster at lower magnification, while at higher brightfield magnification they had a typical reflective lacey (110x) or hummocky frosted (220) appearance (fig. 3). Prominences along the working edge were rounded like a dog's teat (fig. 3) with granular surfaces. In contrast, wear from flensing dry hides was almost like wear from a fine grit grinding wheel. Grains and crystals seem to have been truncated and resembled coarsely cut quartzite or conglomerate (fig. 5, 6). The luster of edges used on dry hide at lower magnification was very mat, and there were numerous furrows, tears and linear features. Similar characteristics and distinctions have been noted before by others (Knutsson, 1988 ; Plisson, 1985), and it is gratifying to observe some consistency in results despite differences in lithic raw material. In accord with these observations, the wear characteristics from currying semi-dry hides is intermediate between dry hide wear and fresh hide wear. Some of the wear associated with the currying of specific animal hides may turn out to be distinctive, such as the tearing away of superficially abraded grains to reveal underlying crystals of tools used on moose hides, or intensive fracturing of edges from currying deer hides.

I observed clear indications of occasional massive fracturing along the dorsal edge of many skin working tools. Although the idea that working materials as soft as skin can produce significant amounts of fracturing seems counter-intuitive, there now appear to be enough independent observations of this phenomenon for it to be seriously considered (*ibid*). In the present case, sections of worn edge were sometimes interrupted by much fresher fractured edges (although, once hafted, the experimental tools were never resharpened). Moreover, during currying, several unusually large flakes (5 and 7 mm long) were also observed spontaneously separating from the dorsal and ventral faces along the edge of two endscrapers. Portions of the dorsal edge and face also exhibited extremely intense fracturing associated with heavily worn prominences. This intense fracturing appears far more extreme than would ordinarily occur from resharpening, where the most intense fracturing is expected to occur in the *deepest* edge recesses, near bulbs of percussion rather than on prominences.

In terms of the mechanism of wear formation, abrasion appears to be the major operating factor. Abrasion may be caused by micrograins adhering to tool surfaces, even fresh tool surfaces, due to electrostatic forces. Abrasion may also be due to auto-abrasion from fragments created by the fracturing of fragile edge sections ; or, alternatively, abrasion may be initiated by glue-like substances that increasingly bond to grains on the surface of the tool as heat and pressure build up and as

humidity decreases. There is considerable difference between the wears from working fresh *versus* dry hide, and we still do not have an adequate understanding of what causes these differences. Heat may account for some of the spontaneous spalling or fracturing effects (Robbe, 1975 notes a considerable buildup of heat in Eskimo skin working, even using large metal scraping tools).

The present preliminary results provide some reason for hope in making important distinctions concerning past behavior, including the identification of different stages in the production sequence of hide garments, the production of different kinds of hide garments, the use of different types of animal skins, and socio-economic differentiation involving the production and use of hide garments. The results to date have been tantalizing and promising, and justify further determination to carry out the experiments required to base provisional interpretations on sound inferences.

Acknowledgements

Dan Holmberg, in the Department of archaeology at Simon Fraser university, provided invaluable assistance in processing the hides used in this study. I also enjoyed and greatly benefited from numerous conversations with Hughes Plisson. I am extremely grateful to Marcel Otte and Sylvie Beyries for stimulating me to pursue this work and for their efforts to bring me to Liège. The Social Sciences and Humanities Research Council of Canada small grants program at Simon Fraser University made this research possible by providing funding for the experiments.

* *Simon Fraser University, Department of Archaeology, B.C. V5A 1S6 Burnaby, Canada.*

Bibliography

ALBRIGHT (S.), 1984.– *Tahltan Ethnoarchaeology*. Burnaby, British Columbia, Archaeology Dept., Simon Fraser University Publication, n° 15.

ANDERSON (P.), 1981.– *Contribution méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. Thèse de 3e cycle, Université de Bordeaux.

GRACE (R.), 1989.– *Interpreting the function of stone tools*. Oxford, BAR International Series, 474.

HAYDEN (B.), 1990.– The right rub : hide working in high ranking households. *In* : Bo Graslund (Ed.), *The interpretative possibilities of microwear studies*. Aun 14. Uppsala, Societas Archaeologica Upsaliensis, p. 89-102.

KAMMINGA (J.), 1982.– *Over the edge : Functional analysis of Australian stone tools*. University of Queensland Anthropology Museum, Occasional Papers, n° 12.

KNUTSSON (K.), 1988.– *Patterns of tool use*. Aun 11, Societas Archaeologica Upsaliensis, Uppsala.

PLISSON (H.), 1985.– *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures*. Thèse N. D., Université de Paris I, Paris.

ROBBE (B.), 1975.– Le traitement des peaux de phoque chez les Ammassalimiut observé en 1972 dans le village de Tiliqilaq. *Objets et Mondes* 15, fasc. 2, p. 199-208.

TEIT (J. A.), 1906.– The Lillooet Indians. *American Museum of Natural History Memoirs*, 2, fasc. 5.

VAUGHAN (P.), 1985.– *Use-wear analysis of flaked stone tools*. Tucson, University of Arizona Press.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Quelle interprétation fonctionnelle pour les grattoirs ocrés de la Balma Margineda (Andorre) ?

*Sylvie PHILIBERT**

Résumé

La découverte de dix grattoirs ocrés dans les niveaux épipaléolithiques et mésolithiques du site andorran de la Balma Margineda permet de reposer le problème de l'utilisation simultanée de l'ocre et des grattoirs dans le traitement des peaux. L'analyse tracéologique et les expérimentations menées sur les conseils techniques de taxidermistes suggèrent que l'ocre et ces micrograttoirs ne sont pas intervenus dans le processus de tannage des peaux proprement dit, mais ont participé à un travail de finition sur une peau sèche ou déjà tannée, peut-être pour une préparation à la confection.

Abstract

The discovery of ten ochre-stained microscrapers in the Epipalaeolithic and Mesolithic levels of the Andorran settlement of Balma Margineda poses the problem of the simultaneous use of scrapers and ochre in treating skin pelts. Lithic use-wear analysis and tests made under the technical guidance of taxidermists suggest that ochre and microscrapers were not used in the tanning process itself but played a part in the finishing job on a dry or tanned skin, maybe when preparing them for assembly.

C'est au cours de l'étude tracéologique de l'industrie épipaléolithique et mésolithique du site de la Balma Margineda, petit abri s'ouvrant au pied d'une falaise dans la vallée du Valira en Andorre (Guilaine *et alii*, 1985 ; Geddes, s. d.), que des pigments rouges ont été décelés sur certaines pièces. Les activités pratiquées sur ce campement spécialisé dans la chasse au bouquetin ne connaissent guère d'évolution tout au long de la séquence stratigraphique, de la fin du Tardiglaciaire jusqu'au début de la phase Atlantique. Cette stabilité des tâches, dont la fonction des grattoirs constitue un exemple remarquable, est une des raisons qui autorisent, dans le cadre de cette étude spécifique, à présenter les résultats de façon globale, indépendamment des distinctions chronoculturelles.

En effet, quelle que soit leur origine, les grattoirs de la Balma Margineda ont participé de façon quasi exclusive au travail des peaux. Sur 93 grattoirs observés, 52 présentent des traces d'usures identifiables, dont 48 portent des micropolis de peau sur le front retouché qui constitue, dans tous les cas, l'unique bord actif de ce type d'outil.

Dix des 52 grattoirs utilisés (soit 19,2 %) portent une coloration rouge plus ou moins visible sur les faces inverses et directes des fronts. L'ocre (détermination en cours) offre donc une répartition permettant de penser qu'elle revêt une signification fonctionnelle. Cinq grattoirs ocrés appartiennent à la couche 8 épipaléolithique (fig. 1 : 1-5), 1 est issu de la couche 6-7 (fig. 1 : 6) et 4 proviennent de la couche 6 mésolithique (fig. 1 : 7-10).

Il semble que ces grattoirs présentent certaines particularités qui s'expriment dans la sélection des matériaux qui les composent et dans leur dimensions. Leur petit nombre incite néanmoins à parler d'une tendance plutôt que de la traduction d'un choix délibéré. Alors que 48,6 % de l'ensemble de l'outillage de la Balma Margineda et que 32 % des grattoirs sont façonnés aux dépens de quartzite local, 9 des 10 grattoirs ocrés ont été réalisés sur des roches fines et homogènes comme le silex et la ryolithe. Un seul grattoir fait exception car il est constitué de quartzite et ses dimensions sont beaucoup plus importantes (fig. 1 : 5). Une autre tendance se dégage en effet, lorsque l'on compare les dimensions des grattoirs ocrés à celles des autres grattoirs. Les grattoirs ocrés font partie des plus petits spécimens, atteignant 2 cm de long au maximum contre 2, 3 à 2, 9 cm pour certains grattoirs de la couche 6 par exemple. Ces observations sembleraient indiquer qu'il fut opéré une sélection rudimentaire fondée sur des critères morphotechniques de taille et de finesse.

L'analyse tracéologique initiale fut menée sur la base d'une cinquantaine d'expérimentations conduites selon le protocole défini par Keeley (1980), sur des peaux de mouton et de chèvre, travaillées à l'état sec, frais ou humide, à l'état brut ou avec adjonction d'abrasif, en l'occurrence de la cendre de bois et de l'ocre, au moyen de grattoirs de quartzite et de silex. On a pu reproduire les macro- et micro-usures observées sur les grattoirs archéologiques expérimentalement en grattant de la peau ocrée. Nous resterons prudents en ce qui concerne l'état physique de la peau car le petit nombre de grattoirs ocrés et les différentes roches qui les composent ne permettent pas de contrôler la variabilité des usures. Il semble néanmoins, sur la base de nos expérimentations, que les micropolis archéologiques résultent d'un travail de peau sèche ocrée.

Lorsque l'on aborde dans les publications la question de l'ocre, il est fréquent de la voir associée aux grattoirs et au processus de tannage lui-même. Pourtant, selon les comparaisons ethnographiques, les références à l'artisanat actuel et les expérimentations, il apparaît nécessaire de reconsidérer la place qu'occupent réellement l'ocre et les grattoirs dans la chaîne opératoire du traitement des peaux. Au regard des nouvelles données que fournissent les micrograttoirs de la Balma Margineda, il est permis d'avancer les premiers éléments de réponse.

L'utilisation de l'ocre dans le traitement des peaux a déjà été évoquée en effet par de nombreux auteurs, notamment pour les périodes paléolithiques.

Couraud (1988) note un lustrage sur certains blocs de colorant retrouvés à Laugerie-Basse (1985) et dans la grotte du Renne (1980), qui pourrait résulter de l'emploi de ces blocs pour assouplir la peau tout en la traitant. Les outils en matière osseuse portant des traces d'ocre, et en particulier les spatules, ont parfois été assimilés à des instruments « ayant pu servir à l'application des couleurs sur la peau » (Dechelette, 1908), mais, ainsi que le faisaient remarquer Audouin et Plisson (1982), cette interprétation liée au maquillage ou au tatouage est peu compatible avec le degré de développement des usures de ces outils, qui atteste d'un contact long et intense avec un abrasif. Semenov (1964) attribue aux spatules une fonction de lissage des peaux qui, en les comprimant, les rend plus résistantes et imperméables. Cette opération peut s'effectuer simultanément au graissage, comme chez les Esquimaux, ou bien après le graissage et la coloration de la peau, ce qui expliquerait la pigmentation de certains lissoirs paléolithiques.

Keeley (1980 et *in* Van Notten *et alii*, 1978) mentionne à propos des grattoirs de Meer utilisés à 87 % sur de la peau sèche, 4 grattoirs fortement usés dont un portait encore quelques traces d'ocre rouge destinée, selon lui, à colorer la peau et peut-être à contribuer à sa conservation. Rosenfeld (1971) décrit 12 grattoirs ocrés provenant du site de la Madeleine qui portaient des traces d'abrasion

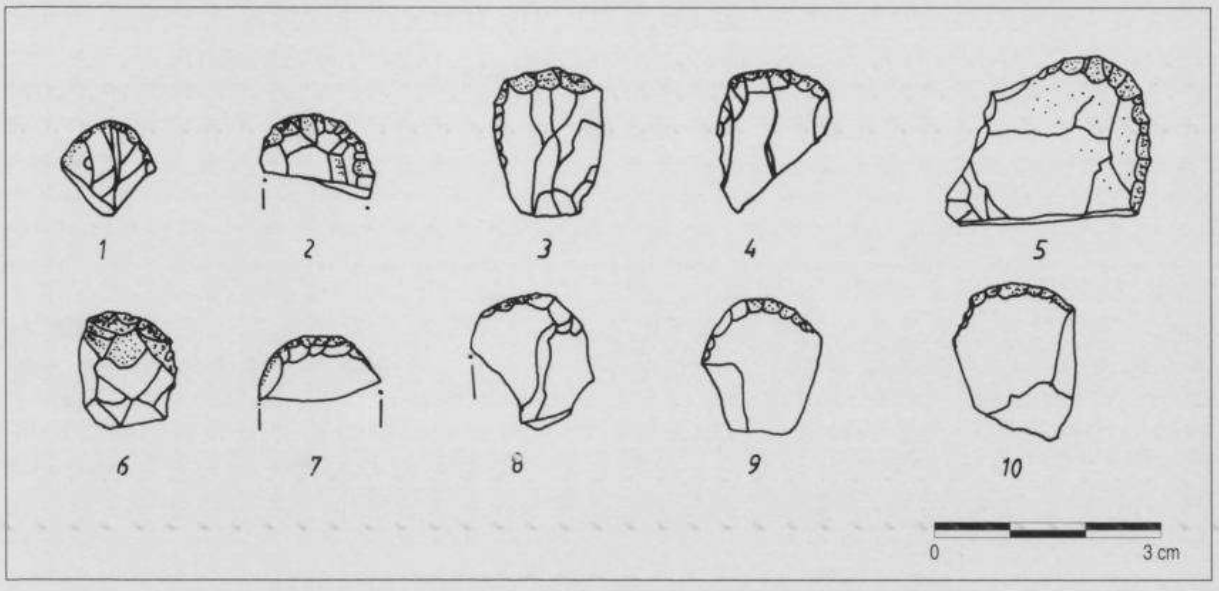


Fig. 1. Grattoirs ocrés. En gris : répartitions schématiques des pigments.

observables sous un grossissement de x80 résultant d'un travail sur une surface ocrée et suggère qu'ils pouvaient servir au travail de la peau préalablement traitée à la poudre d'ocre rouge.

Pour les périodes épipaléolithiques et mésolithiques, il n'existe pas à notre connaissance de série pouvant fournir un élément de comparaison. Séronie-Vivien (1986), décrivant les outils peints du gisement azilien du Pégourié, qui sont à rapprocher, de par la texture et l'épaisseur de l'enduit rouge qui les recouvre, des grattoirs des grottes du cap Blanc et de Geissenklösterle dont fait mention S. A. de Beaune (1989), relève la présence d'un grattoir portant des restes pulvérulents d'ocre le long de la partie centrale du front et signale également quelques grattoirs ocrés dans le Valorguien de l'abri Cornille à Istres.

Audouin et Plisson (1982), dans un article de synthèse sur les ocres et leurs témoins dans le Paléolithique en France, énumèrent, selon les exemples ethnographiques, les nombreuses qualités qui ont été prêtées à l'ocre. Elle serait prophylactique et cautérisante, empêcherait la putréfaction des chairs et le pourrissement des peaux et serait efficace dans le tannage des peaux.

Or, selon plusieurs taxidermistes du Muséum d'histoire naturelle du Havre et de l'École supérieure du cuir de Lyon (communications personnelles), l'ocre n'aurait aucune action chimique sur la peau. Le mélange d'oxyde de fer et d'argile ne possède pas de pouvoir antibactérien, et le fer, à l'état d'oxyde minéral, ne peut tanner durablement la peau. Le tannage demande en effet une oxydation par processus chimique. Il faut acidifier la peau pour qu'il n'y ait pas prolifération des bactéries. L'eau contenue dans la peau est remplacée par un acide (de l'urine par exemple ou l'estomac de l'animal) qui entoure les fibres de collagène. C'est le picklage. Le cuir ainsi picklé est trempé dans un bain tannin de sels minéraux ou végétaux comme le sel de chêne. Puis une matière grasse est incorporée avec un foulon. En entourant les fibres dermiques, elle empêche la peau de pourrir tout en lui gardant sa souplesse et en l'imperméabilisant. Ce traitement chimique peut se faire naturellement à la cendre de bois (Mann, 1954 ; Rogers, 1924 ; Sudre, 1979 ; Villon, Thuau, 1912 par exemple).

Si l'ocre ne peut être utilisée comme agent oxydant pour le tannage, laquelle ou lesquelles de ses propriétés ont pu déterminer le choix des hommes préhistoriques ? Les données ethnographiques et artisanales, de même que le contrôle expérimental, permettent de cerner plus précisément leur pertinence lors des étapes du traitement des peaux.

Les exemples ethnographiques et les résultats expérimentaux situent le moment d'intervention des grattoirs dans le traitement des peaux, principalement lors du corroyage, qui consiste à amincir et régulariser l'épaisseur de la peau sèche en cassant les fibres dermiques. Après des expérimentations reproduisant cette phase du traitement des peaux, nous sommes parvenus aux mêmes conclusions que d'autres chercheurs

(Audoin, Plisson, 1982 ; Moss, 1983). L'ocrage des peaux sèches lors du corroyage est tout à fait contre-indiqué et a pour effet de réagglutiner les fibres dermiques, ce qui entraîne le raidissement des peaux.

Il semble donc que l'ocre n'intervienne pas dans le processus de préparation des peaux au même moment que les grattoirs. Quelle fonction ces grattoirs ocrés, que l'on avait tendance à associer aux opérations de tannage ou de prototannage, occupent-ils réellement dans la chaîne opératoire du traitement des peaux ?

Outre le pouvoir colorant de l'ocre, l'on peut mettre en avant son pouvoir asséchant.

L'arrêt de la putréfaction, souvent observée expérimentalement après ocrage d'une partie de peau qui commençait à être attaquée par la vermine, s'explique par le fait que l'ocre, en absorbant l'eau contenue dans la peau, momifie en quelque sorte les fibres de collagène. Mais ce processus est réversible au contact de l'eau contrairement au vrai tannage. Il s'agit d'un procédé qui est utilisé en Afrique. La peau fraîche est enduite de cendres de bois ou de poudre asséchante comme l'argile, tendue dans un cadre et mise à sécher à l'ombre. La putréfaction ne se fait pas mais la peau reste très rigide et impropre à la confection par exemple.

Les expérimentations que nous avons conduites sur des peaux fraîches de lapins nous ont montré qu'un outil en os ou en bois de cervidé à l'extrémité mousse est beaucoup plus efficace qu'un grattoir de silex pour imprégner la peau d'ocre.

D'autres hypothèses concernant l'utilisation de l'ocre peuvent être avancées en fonction des connaissances actuelles sur le traitement des peaux.

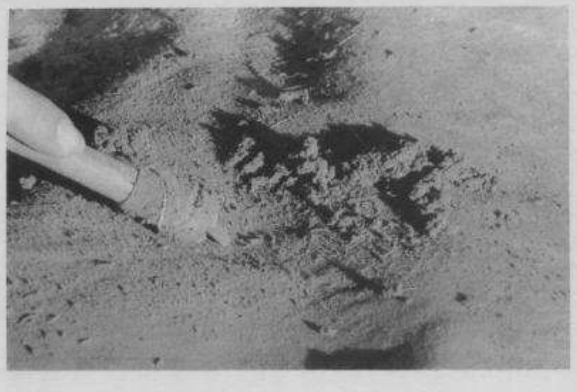
L'ocre pourrait jouer le même rôle que la terre à foulon utilisée dans le tannage en chamoiserie. L'argile dégraissante est placée sur la fourrure afin de la protéger de l'huile dont est enduite la peau lors du foulage. Il est difficile d'imaginer la fonction qu'auraient pu avoir les grattoirs sur une fourrure ainsi ocrée. Ne serait-il pas irrationnel, en effet, d'épiler une peau dont on aurait protégé le poil au préalable ?

Une autre hypothèse consiste à assimiler l'ocre à la poudre de borax, utilisée actuellement pour absorber les graisses qui sont raclées lors de l'écharnage et du dégraissage de la peau. Ici encore, il s'agit d'une phase où les grattoirs n'interviennent pas, du moins théoriquement.

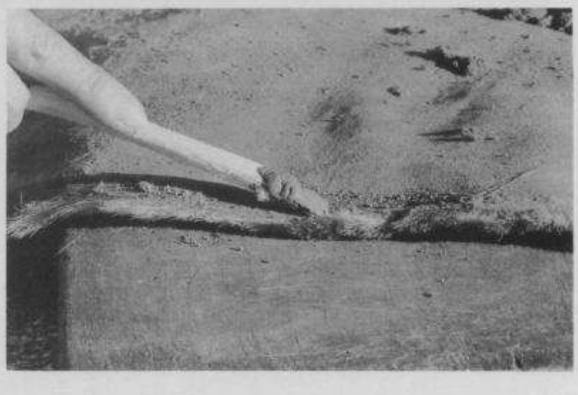
L'ocre était-elle utilisée pour son pouvoir abrasif ? Bien que le pouvoir abrasif d'une ocre dépende de la qualité de l'argile qui la compose, l'oxyde de fer étant en soi très peu abrasif, il ne serait cependant pas assez puissant pour participer efficacement à l'assouplissement de la peau.

Ce type d'abrasif fin pourrait convenir à un travail de finition comme c'est le cas en peausserie pour donner l'aspect du velours à la peau.

Cette hypothèse a été expérimentée sur une peau de chèvre tannée en Afrique et posée sur un support rigide (pl. 1 : 1). Un grattage léger pendant 30 mn sur la peau ocrée suffit à ôter la fine pellicule de peau qui s'était légèrement cartonnée à la surface. La peau s'est adoucie sensiblement et a



1



2

Pl. 1. 1. Travail expérimental de finition sur une peau de chèvre tannée, réalisé au moyen d'un micrograttoir et de poudre d'ocre.
2. Travail expérimental de régularisation par grattage et adjonction d'ocre sur les bords d'une peau de chèvre tannée.

pris, en effet, l'aspect du velours à la façon du daim. A l'opposé, la partie de peau qui fut travaillée de la même manière, mais sans ocre, est restée plus rugueuse. L'ocre a permis d'arracher plus finement les petits lambeaux de peau décollés qui provoquent au toucher une sensation de rugosité. L'emploi d'un outil de silex a permis d'obtenir ce résultat sans exercer de pression excessive sur la peau, sans risque par conséquent de l'abîmer, tout en maintenant une friction maximale sur l'abrasif lui-même. Un outil en bois de cervidé s'est avéré, pour cette tâche, totalement inopérant, ne détachant aucune particule de peau et tassant même les fibres supérieures.

L'emploi simultané de l'ocre et des grattoirs serait donc compatible avec ce travail de finition, et même particulièrement efficace.

Sur la base de ces éléments purement techniques, il conviendrait de replacer l'intervention des grattoirs et de l'ocre au terme de la chaîne opératoire du traitement des peaux. Les informations que livrent les micrograttoirs ocrés de la Balma Margineda semblent confirmer ces observations.

Le petit nombre de grattoirs ocrés retrouvés à la Balma Margineda et leur petite taille suggèrent, en effet, qu'ils ne sont pas intervenus dans le traitement de peaux entières mais qu'ils ont participé à une tâche ponctuelle, constituant un cas particulier de la préparation des peaux.

Ils pourraient s'apparenter, ainsi que le proposait Keeley (Van Noten *et alii*, 1978), à des « hide finishing tools », instruments de finition à l'instar de ceux que les Esquimaux emploient pour régulariser les bords des peaux avant de les coudre (B. Robbe, communication personnelle). En pelleterie contemporaine, ce travail de parage consiste à couper en biais l'épaisseur superflue du cuir au moyen d'une lame (Rama, 1975). Pour les peaux plus fines, un amincissement des bords destiné à être cousus est suffisant. Le parage consiste alors en un simple ponçage.

Il est concevable, du point de vue technique, que ce dernier type de parage puisse être effectué au moyen de micrograttoirs et d'une matière abrasive.

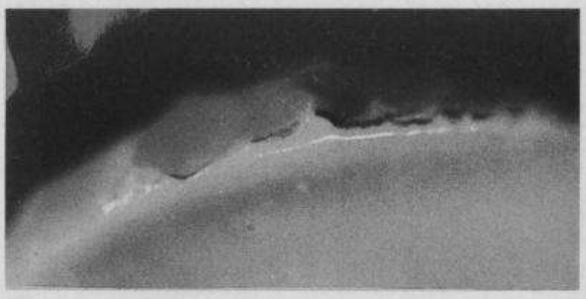
Lors des expérimentations reproduisant cette activité sur une peau de chèvre déjà tannée, l'emploi simultané des micrograttoirs et de l'ocre fut la solution la plus performante (pl. 1 : 2). La régularisation des bords sans adjonction d'ocre a nécessité l'exercice d'une pression plus importante sur la peau, ce qui a eu pour effet de la percer alors que le degré de développement de l'émoussé du bord actif du grattoir fut beaucoup plus réduit.

Les usures des micrograttoirs de la Balma Margineda se rapprochent des émoussés et des micropolis déterminés sur les micrograttoirs expérimentaux par des travaux de finition destinés à adoucir la peau et à la préparer à la couture. Ce type d'activité provoque le développement d'un fort macro-émoussé débordant sur le front du grattoir dont les arêtes des retouches sont très arrondies (pl. 2 : 1, 6). Ces émoussés portent de très nombreuses stries caractéristiques de la présence d'ocre sur le matériau travaillé (pl. 2 : 2, 3, 7, 8). Le micropoli se caractérise par une coalescence légèrement plus dure que celle que produit le travail des peaux sèches non ocrées, et l'on note une abrasion des parties hautes de la microtopographie du silex (pl. 2 : 4, 5, 9, 10).

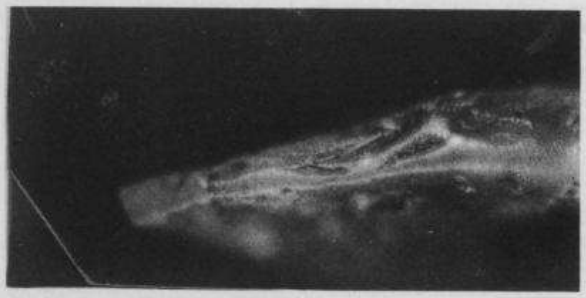
Les données d'ordre technique et les résultats de l'étude morphologique et tracéologique se conjuguent en indiquant que les micrograttoirs ocrés épipaléolithiques et mésolithiques de la Balma Margineda ont vraisemblablement effectué un travail de préparation aux activités liées à la confection, ou tout au moins qu'ils ont participé à un travail de finition sur une peau sèche ou tannée dont on aurait voulu parfaire l'aspect et le toucher et pour laquelle une coloration pouvait être accessoirement recherchée.

Selon les déterminations de L. H. Keeley, le grattoir ocré de Meer a lui aussi travaillé de la peau sèche. De même, les micropolis d'utilisation des grattoirs magdaléniens ocrés du site de la Madeleine (Plisson, documents inédits) semblent très proches de ceux que l'on observe sur les micrograttoirs de la Balma Margineda. Cela corroborerait nos premiers résultats concernant le rôle de l'ocre dans le traitement des peaux bien que le problème puisse se poser de façon différente pour les périodes paléolithiques compte tenu des plus grandes dimensions des grattoirs.

Même si des zones d'ombres demeurent et demandent à être éclairées par un travail expérimental complémentaire se rapportant à des comptes rendus ethnographiques précis, il apparaît, au terme de cette étude, que l'ocre, associée aux micrograttoirs, n'intervient pas dans les étapes du traitement des peaux comme un agent participant



1



6

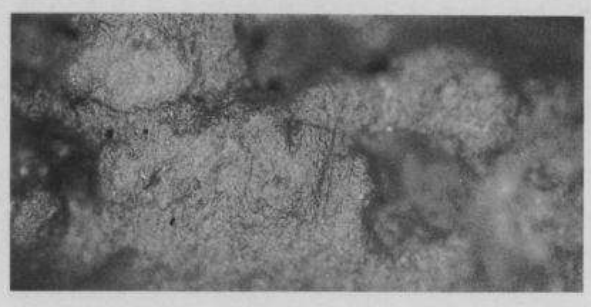
2

7

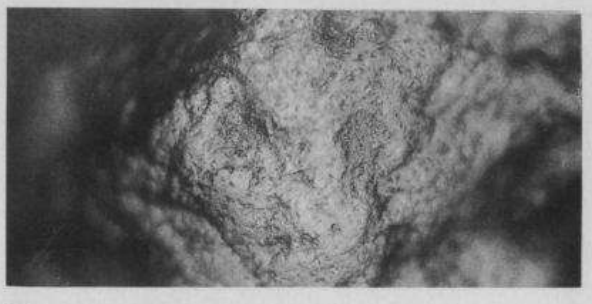
3

8

4



9



5

10

au processus de tannage mais joue le rôle d'un additif utilisé, lors d'un travail de finition, pour ses qualités d'abrasif fin auxquelles s'ajoutent celles d'un colorant. Les résultats modifient l'image, traditionnellement adoptée, du rôle de l'ocre, qui connaît sans doute une large variabilité fonctionnelle, mais dont le domaine d'intervention, lorsqu'elle agit avec les grattoirs, semble devoir être décalé vers les dernières étapes de la chaîne opératoire du traitement des peaux.

* *Centre d'Anthropologie des Sociétés Rurales, 56 rue du Taur, 31000 Toulouse.*

Bibliographie

AUDOIN (F.), PLISSON (H.), 1982.– Les ocres et leurs témoins au Paléolithique en France : enquêtes et expériences sur leur validité archéologique. *Cahiers du Centre de Recherches Préhistoriques*, 8, p. 33-80.

BEAUNE (S. A. de), 1989.– Fonction et décor de certains ustensiles paléolithiques en pierre. *L'Anthropologie*, t. 93, 2, p. 547-584.

COURAUD (C.), 1980.– Les colorants de la grotte du Renne (Arcy- sur-Cure, Yonne). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 77, p. 163.

COURAUD (C.), 1985.– Les colorants utilisés à Laugerie-Basse. *Antiquités Nationales*, 2, 16-17, p. 79-84.

COURAUD (C.), 1988.– Pigments utilisés en Préhistoire : Provence, préparation, mode d'utilisation. *L'Anthropologie*, t. 92, 1, p. 17-28.

DECHELETTE (J.), 1908.– *Manuel d'archéologie celtique et gallo-romaine*, t. I, Archéologie préhistorique. Paris, Picard.

GEDDES (D.), GUILAINE (J.), COULAROU (J.), LE GALL (0.), MARTZLUFF (M.), s. d.– Post-glacial environments, settlement and subsistence in the Pyrénées : The Balma Margineda, Andorra. *In* : C. Bonsall (Ed.), *The Mesolithic in Europe*. Colloque UISPP, Edinburgh, 1985, p. 561-571.

GUILAINE (J.), *et alii*, 1985.– La Balma Margineda aux origines du peuple andorran. *Les Dossiers Histoire et Archéologie*, 96, p. 10-33.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental determination of stone tool uses, A microwear analysis*. Chicago, University of Chicago Press.

KEELEY (L. H.), 1980.– Analyse fonctionnelle d'outillage lithique. *In* : D. Cahen, C. Karlin, L. H. Keeley, F. Van Noten (Ed.), Méthodes d'analyses technique, spatiale et fonctionnelle d'ensemble lithique. *Helinium*, 20, p. 209-259.

MANN (I.), 1954.– *Manuel sur les cuirs et peaux*. Bruxelles, Direction de l'agriculture et de l'élevage.

MOSS (E. H.), 1983.– *The functional analysis of flint implements. Pincevent and Pont d'Ambon : two case studies from the French final Paleolithic*. Oxford, Bar International Series, 197.

RAMA (L.), 1975.– Dictionnaire technique de la maroquinerie. Lyon, Éd. du Centre technique du Cuir.

ROGERS (A.), 1924.– *Fabrication des cuirs et peaux*.

ROSENFELD (A.), 1971.– The examination of use marks on stone magdalenian end scrappers. *British Museum Quartery*, 35, p. 176-182.

SEMENOV (S. A.), 1964.– *Prehistoric technology*. Londres, Adams et Mackay.

SERONIE-VIVIEN (M. R.), 1986.– L'utilisation de la gravure et de la peinture à l'azilien : l'apport du gisement de Pégourié (Caniac-du-Causse, Lot). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 83, p. 416-422.

SUDRE (J.), 1979.– *Le tannage des peaux de petite taille*. Paris, Éd. de La Maison Rustique.

VAN NOTEN (F.), CAHEN (D.), KEELEY (L. H.), MOEYERSONS (J.), 1978.– *Les chasseurs de Meer*. Dissertationes Archaeologicae Gandenses, XVIII.

VILLON (A.-M.), THUAU (J.), 1912.– *Traité pratique de la fabrication des cuirs et le travail des peaux*.

←

Pl. 2. 1 à 5. Stigmates résultant d'un travail expérimental de finition sur une peau tannée et ocrée. **6 à 10.** Usures des migrattoirs de la Balma Margineda.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

New implements and specialization of traditional industries in the Eneolithic of Bulgaria

Part 1 : Hide-working tools

*Natalia N. SKAKUN**

Résumé

A l'Énéolithique (Chalcolithique) bulgare, la fabrication de grandes lames standardisées fournit de nouveaux supports à divers types d'outils, permettant une optimisation et une homogénéisation des formes. Cet article discute de l'usure d'armatures d'instruments utilisées à différents stades du travail des peaux et propose des reconstitutions de montages dans divers types de manches et sur des tréteaux. Des exemples ethnographiques de semblables outils étaient courants jusqu'à une période récente. Nous pensons que ces outils répondent à une spécialisation du travail des peaux, qui s'inscrit dans les transformations économiques ayant apporté une nouvelle prospérité à l'Énéolithique.

Abstract

In the Eneolithic (Chalcolithic) of Bulgaria, production of a new large standardized blade blank supplies inserts for various kinds of tools, providing new possibilities for uniform, optimum shape. Here the author discusses use-wear on inserts used in various phases of skin-working and reconstructs their mounting in various kinds of hafts or in a frame against which the skin is worked. Ethnographic examples of similar tools have been in use until recently. The author thinks these tools are a response to specialization in working of skin, which is part of the economic changes bringing about a new prosperity in the Eneolithic.

Introduction (Parts 1 and 2)

The significant achievements of ancient agricultural civilizations of the European Balkan-Danube region are apparent in different spheres of material and spiritual life, and are undoubtedly based on a highly-developed economic structure in which production implements play an integral

role. However, in some ways the tool industries of that time represent a continuation of traditions from earlier periods of the Stone Age. This apparent similarity consists in continuing use of the same kinds of raw material : flint, stone, horn, bone, clay. Copper, the new raw material discovered in the Eneolithic, was used only for some types of tools and weapons. A careful technical, typological and functional study of the stone implements allowed us to define their specific features and their major differences from earlier tools. First, in the Eneolithic of many European civilizations there were major improvements in the technical and technological modes of flint knapping, because of a full knowledge of the physical properties of flint which allowed flint-working techniques to reach their full potential. Notably, at this time a new type of blade having optimum technical qualities for blanks was produced (fig. 1). These large blades (10-15 cm long, 2-3.5 cm wide) have an almost straight profile, flat, straight edges, and a large cutting edge surface. These blanks, with their standard dimensions and form, differ radically from those produced during the Neolithic, which showed less standardisation and were of irregular shapes. This perfecting of flint tool form is what allowed them to compete successfully with copper tools for many functions.

In the Eneolithic of southeastern Europe this large blade type became the principal semi-finished item in those areas where outcrops of high-quality flint were present (Tripolye-Cucuteni of the Middle period, Kodzhadermen, Gumelnita, Karanovo V-VI a.o.) (Skakun, 1987, 1989). Grand Pressigny and Spiemen represent an analogous situation in Western Europe. New types of implements appear in Bulgarian Neolithic sites which are related to the production of these new blank types, in particular new types of implements for skin-working and wood-working (see chapter on woodworking for the description of these implements).

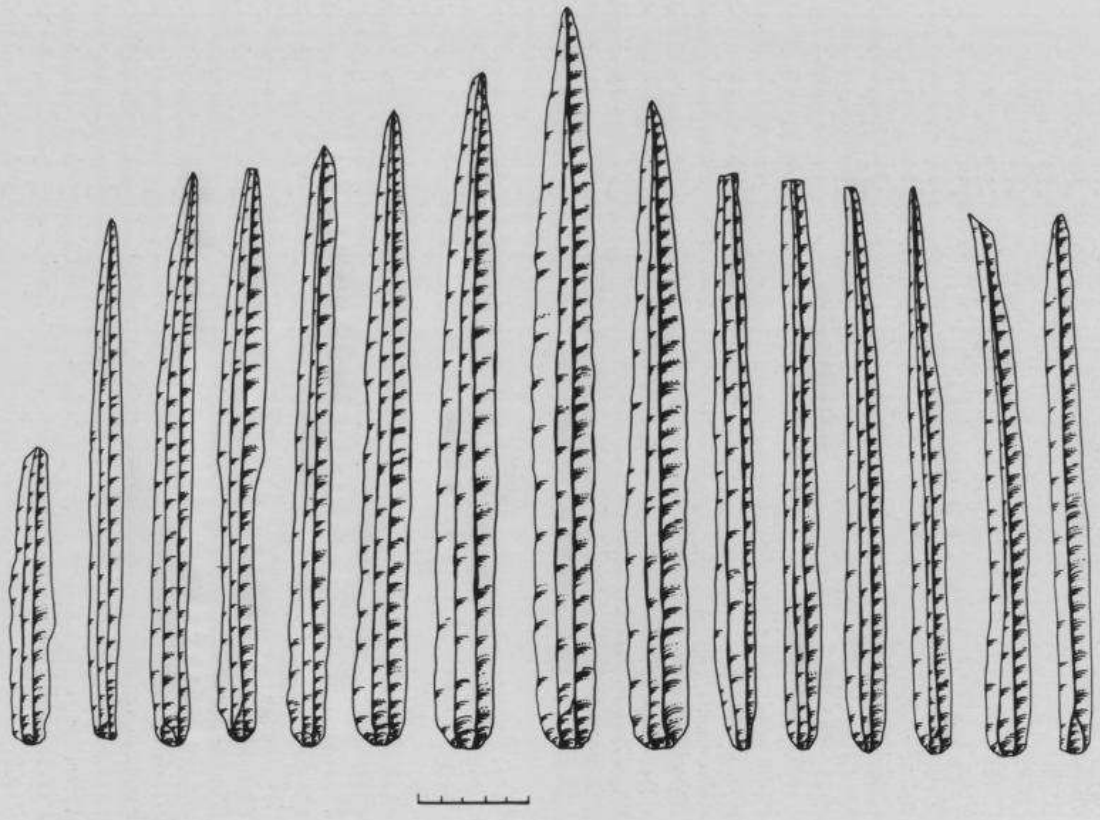


Fig. 1. The Eneolithic flint blades.

Part 1 : Skin and leather-working tools

The implements for working of skin and leather discovered in the course of our research include inserts of endscrapers-shavers for skins and inserts mounted in frames used to work leather, which will be described below.

The blanks for the skin-working tools are usually the middle parts of large and very large unretouched blades of standard dimensions (3-4.5 x 2-3 cm). It can be seen with the naked eye that many tools are extremely use-worn. The working parts and lateral edges are heavily blunted, and their ends are rounded as a result of use. The working edges are worn equally along their full length, indicating the force was applied evenly, which is possible only when inserts are hafted in a handle used with both hands. In profile, the working edge of inserts is even, rounded, and worn towards the ventral surface. Characteristic luster and striations in the form of short, deep lines directed across the blade are visible on these edges. Such use-wear is typical of skin-working tools, and its intensity and the relief of its linear features indicate the skin-working was carried out on a hard support or frame (fig. 2).

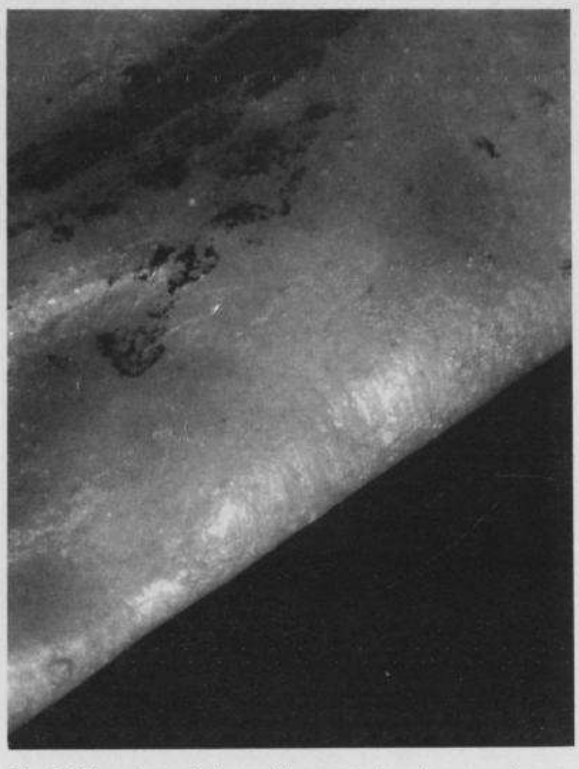


Fig. 2. Microphoto of the working part of endscraper-shaver for skins.

Different possible modes of the tools' use were tested, and a reconstruction was made on the basis of these observations. The experimentally reconstructed endscrapers-shavers are tools with a curved wooden handle of 35-40 cm in length. The flint insert was fitted into a slot made in the center of the concave part of the handle (fig. 3). Work with such tools was carried out most successfully on a special device, a well-planed log whose upper end was attached to a trestle and whose lower end rested on the ground. The experimenter placed a skin on the upper end of this log and worked it by pressing down on the tool and by moving the shaver with both hands away from himself (fig. 4). The tools were highly effective when used on large, flat areas of skins from which the dry pieces of fat had been carefully scraped beforehand, and the upper layer of hide scratched or abraded slightly. A skin of 6 000 cm^2 was thus dressed in four hours. The finished leather was not much different from a modern one in quality and appearance. It was not advantageous to dress small skins in this way because their size hinders the working motion of the tool. Inserts which fully matched the original archaeological ones in size and appearance were the most practical. The inserts having a less regular shape, a curved contour or a high edge angle were not found to be efficient, because they hampered the direction of the tool's working motion, often fell out of the slot, and sometimes tore the skin. Inserts made from blades which were thinner and smaller than the Eneolithic ones did not withstand a large load and quickly broke, and only part of the cutting edge of tools larger than the originals contacted the worked material. The wear pattern and the degree of wear produced on experimental implements are like those on the archeological ones. The experiments showed that the handle shape of the endscraper-shaver and its working motion on the frame required inserts of a specific type, of a particular standard shape and dimension.

Fig. 3. Reconstruction of endscraper-shaver for skins.

Fig. 4. Work using the endscraper-shaver.

Fig. 5. The furrier from Nagornoye village in the Odessa oblast (USSR).

Until the present time, furriers from some villages in the Odessa region (USSR) dressed skins in a way similar to the process described above : First the raw material was worked using modern techniques, then spread out and dried. Second, it was scraped with a metal tool made of an old scythe. This tool has a curved shape, and the working edge is sharpened in a particular way. The furrier worked on an inclined frame (fig. 5). The wares of village furriers are in popular demand among the inhabitants today (Skakun, Semenov, 1990).

One more group of flint inserts used in leather-dressing was defined in our study. The blanks for them were also the middle parts of unretouched blades of standard dimensions (3-4.5 x 2.5-3 cm). A band of luster is visible along the lateral working edge ; the lip of the working edge is so greatly abraded that it is almost flat in section. The edge surface is covered with striations perpendicular to it along its full length. Such use-wear is typical of leather-dressing implements, but its degree of intensity is such that long before the last stages of its formation this tool could not have still functioned for scraping (fig. 6). The investigations have established some differences between inserts of

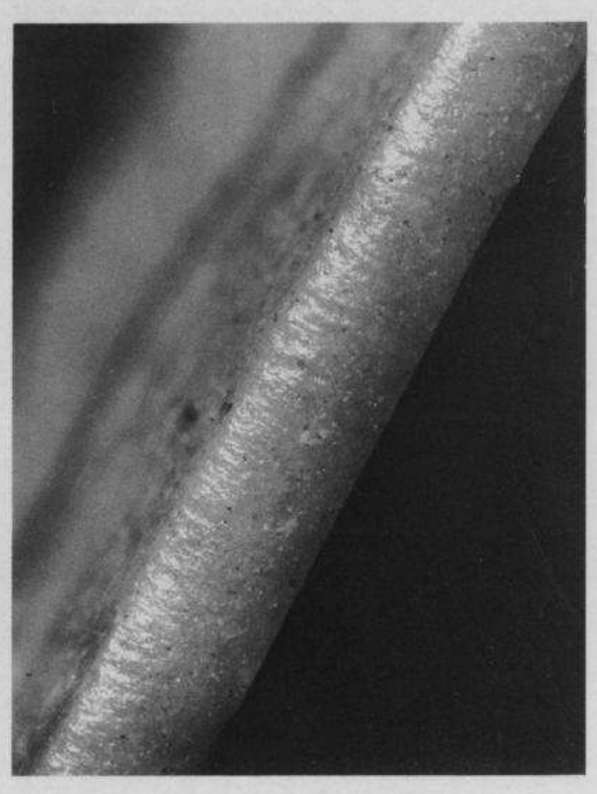


Fig. 6. Microphoto of the insert of leather-working device.

such tool types : some of them have both extremities which are straight and sharp, and others have one rounded end and one straight, sharp end. This shows that the first inserts were hafted in the middle of a composite working edge, where they were closely contiguous to one another, whereas the latter type, worn on one end, were hafted at one of the extremities of the working edge. In analysing the character of macro- and microtraces, we decided that such portions of blades perhaps constituted the working part of a special device used for finishing skins by kneading and scraping them as well as for removing the hair, for making leather. Use-wear analysis observations were explained by the experiments carried out. A wooden frame having a slot on the upperside, into which the inserts were glued using a fruit-based adhesive material, was fixed in the ground at a sloping angle. It is absolutely necessary that the working edge of such a device be straight and even, if successful hide-working is to take place without injuries. The inserts must match closely and fit together without spaces between them, be well-aligned and make up a level edge. The arrangement of the working edge was feasible because of the regularity and standardization of insert dimensions. It was established through experimentation that the most effective length of working edge was 10-15 cm, *i. e.* requiring 2-3 inserts (fig. 7). The experimenter passed the hide over the flint inset cutting edge and moved it from left to right and backwards as each area was worked (fig. 8). In the first moments of work small damage scars formed on the insert edges due to pressure. Later on, the scar edges were smoothed by friction, and the working edge was worn even along its full length ; its extremity became evenly rounded in cross-section. The experiments showed that this leather-working device was very efficient. This treatment produces a high-quality shammy-type leather when used on pre-worked hide, and works the entire

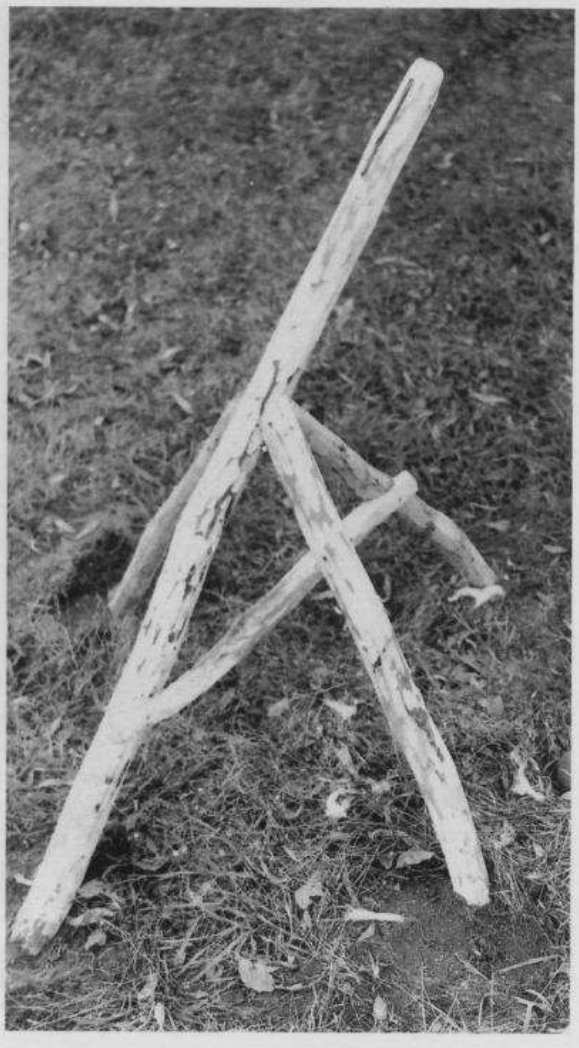


Fig. 7. Reconstruction of leather-working device.

Fig. 8. Work on the leather-working device.

Fig. 9. The leather-working device, « kositza », XIXth century, Bulgaria. By V. Vokarelsky.

surface evenly. It is essential that the skins be stretched in all directions, and kneaded. The cutting edge was used for a fairly long time because the last procedure did not require the same sharpness of the edge as the earlier ones. This explains the highly-developed use-wear on the excavated tools. After the completion of the experiments we succeeded in finding ethnographic parallels for this device. As early as the middle of this century, the same constructed leather-working device, called « kositza », was widely used in Bulgarian villages. A metal strip served as the working part. The work was carried out using the same method as on the device we reconstructed (fig. 9).

The finishing of skins, their stretching and kneading, was accomplished by means of the above-described endscrapers-shavers and the leather-working device. But end-scrapers were used for the first stages of working (the removal of hide strips, fluffing of the flesh side of a hide). These tools, which form a characteristic group, also have standard dimensions and shapes. The blanks for them were either the thick and slightly curved upper parts of blades or lower parts adjacent to the striking platform and having a length of 5-10 cm. Implements of these precise dimensions were most useful for this work.

(See general conclusions concerning these tools and bibliography at the end of Skakun's article in the chapter on woodworking tools).

Academy of Sciences or Russia,
Dvortzoyava nab. 18, St Petersbourg, Russia.

Bibliography

SKAKUN (N. N.), 1987.– Opit rekonstruktsii khosyaystva drevnezemle deltchskikh obtshestv epohi eneolita Pritchernomerskogo rayona Bolgarii (V svete eksperimentalno-trasologitcheskikh dannikh). Leningrad.

SKAKUN (N. N.), 1989.– Kremneobrabativayutshee proisvodstvo v epohy paleometall v Bolgarii. *In : III[e] seminar Petroarcheology*. Plovdiv.

SKAKUN (N. N.), SEMENOV (V. A.), 1990.– Etnographski nablyudeniya verkhu blgarskogo celo v Odeska oblst na SSSR. *Vekova*, 3, Sofia.

KELTERBORN (P.), 1980. Kur Frage des Livre de beurre. *Takr buch der Schweizeruschen Gellschaft für Ur-und Frühgeschichte*, 65.

TODOROVA (H.) a.o, 1975.– Selitshnota mogila pri Golyamo-Deltshivo. *Raskopki i proutchvaniya*, V, Sofia.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Outillages d'os et de silex à Cuiry-lès-Chaudardes et à Darion, une consécration aux matières animales

*Isabelle SIDÉRA**

Résumé

La coordination des informations fonctionnelles et technologiques sur les outillages de pierre et d'os de deux sites rubanés contemporains (Darion, province de Liège, en Belgique, et Cuiry-lès-Chaudardes, Aisne, en France) conduit à quatre types de résultats ou de problèmes : 1. Mettre en relief les thèmes fonctionnels développés par les vestiges des activités ; 2. Appréhender la complémentarité opératoire et fonctionnelle entre les deux outillages, dans un souci de restitution du système technique ; 3. Envisager d'une manière plus pointue certaines techniques telles que l'exploitation des cuirs ; 4. Cerner des redondances ou des anomalies qui puissent permettre, par exemple, de critiquer la valeur de l'espace figuré par l'outillage. La corrélation entre les données obtenues et les contraintes possibles du milieu technique ou les choix culturels envisageables permet d'étayer une argumentation d'ordre historique sur la distribution fonctionnelle des matériaux.

Abstract

Coordination of functional and technological information about the stone and bone tools of two contemporary « Rubané » sites (Darion, province of Liège, Belgium, and Cuiry-lès-Chaudardes, Aisne, France) leads to four types of results or problems : 1. Emphasis on functional themes developed by the traces of activities ; 2. Apprehension of the operating and functional complementarity between the two types of tools, with a view to reconstructing the technical system ; 3. More detailed consideration of methods such as leather exploitation ; 4. Determination of redundancies or anomalies that may enable, for instance, the value of the space represented by the tools to be reconsidered. Correlation between the acquired data and either the pressures possibly produced by the technical environment or the cultural choices to be expected supports a historical argumentation concerned with the functional distribution of raw materials.

Dès la fin du XIX[e] siècle, les vestiges de la culture rubanée (VI[e] et V[e] millénaires) ont été mis au jour en Europe. Cependant, un pan entier des connaissances, notamment sur les relations avec le monde animal, restait inexploré, par absence de documentation. Dans ces régions, en effet, le

terrain sur lequel se sont installées ces populations, des loess, ne conserve pas les os à long terme. Les premières grandes séries d'ossements, préservées par le substrat limoneux qui les contient, sont découvertes en France dès lors que débutent les investigations archéologiques sur ces sociétés, vers la fin des années 50. Il faudra attendre les années 70 pour que cette documentation soit exploitée par T. Poulain, F. Poplin, J. Desse, P. Méniel et R. M. Arbogast plus récemment.

Les termes de consécration aux matières animales proviennent d'une problématique fixée d'après l'étude de l'outillage osseux de Cuiry-lès-Chaudardes, qui repose, grâce à plusieurs observations, sur la valorisation de la participation des animaux dans le complexe techno-économique rubané[1] :

1. La densité d'ossements animaux est, dans le Rubané, très supérieure à celle des périodes qui suivent. Leur densité moyenne est de 2 100 os par maison (Ilett, Plateaux, Coudart, 1986 : 138).

2. De même, la densité d'industrie osseuse est très supérieure à celle des périodes ultérieures. On relève une douzaine d'outils en os pour une quarantaine d'outils en pierre par maison (Ilett *et al.*, 1986 : 138), soit plus d'1 outil en os pour 4 outils en pierre.

3. Les données fonctionnelles de l'outillage composé avec les matières animales dures relèvent d'une participation très importante à la transformation des matières animales tendres estimée à près de 3/4 des outils (Sidéra, 1989).

Objectifs et méthodes

L'idée revient à réunir et exploiter les données éditées de l'outillage, d'os et de silex, dans le souci de restituer au moins partiellement le système technique. Il convient, d'après les résultats – récents – des différents modes d'analyses dont on dispose, de coordonner les informations que livre indépendamment chacun des outillages. On maintiendra cependant une spécificité, qui réside dans le projet de description de la représentation du monde animal dans les sociétés rubanées.

Par ailleurs, la valeur de l'espace intrasite, représentée par les vestiges des structures connues – bâtiments et fosses attenantes, fosses isolées –, pourra d'être abordée et critiquée par extension. Dans le cadre précis de la réflexion que l'on mènera ici, c'est l'étude fonctionnelle qui noue les 2 pôles de préoccupation (représentation animale et aspects spatiaux) et fabrique un outil d'analyse pertinent.

L'investigation, rendue possible par l'importance des séries lithique et osseuse sélectionnées[2], a parallélisé une étude fonctionnelle portant sur 2 254 artefacts en pierre[3] (dont 264 outils) du site belge de Darion (province de Liège, Belgique) (Caspar, 1988) à une étude technologique et fonctionnelle de 230 artefacts osseux de Cuiry-lès-Chaudardes (Aisne, France)[4] (dont 220 outils) (Sidéra, 1989). Ces 2 types d'outillages appar-

(1) Il faut reconnaître à G. Bailloud le pressentiment de l'importance du rôle des animaux dans ces sociétés. Il écrit en 1971 (p. 205) : « L'occupation sélective des terres les plus propices à l'agriculture, le grand nombre des meules et des éléments de faucille indiquent clairement un genre de vie essentiellement agricole..., mais les indications assez sommaires que l'on possède sur la faune indiquent que l'élevage et même la chasse jouent un rôle non négligeable plus important peut-être qu'en Europe centrale ; mais des études précises sont nécessaires pour avancer plus loin dans ce domaine »...

(2) Les sites de Cuiry et de Darion sont parfaitement complémentaires du point de vue documentaire. Tandis que Cuiry présente une série d'ossements exceptionnellement conservés en nombre et en qualité, qui en font un site de référence en la matière, les traces fonctionnelles sur le silex sont masquées par l'existence d'une patine bien développée (communication orale de M. Plateaux). Darion est, par contre, particulièrement bien documenté au niveau du silex, très abondant, et dont les traces sont d'une fraîcheur toute particulière (Caspar, 1988 : 77) ; mais les os ne sont pas conservés.

(3) Analysés selon les méthodes d'identification des micropolis de L. H. Keeley, P. Anderson-Gerfaut, de E. Mansur-Franchomme, P. Vaughan et H. Plisson (Caspar, 1988 : 32-33).

(4) Contrairement aux analyses tracéologiques, la méthode employée n'identifie pas précisément l'état et la matière travaillée. Elle procède par examen de diverses informations croisées qui permettent de restituer l'impact et l'action de l'artefact sur une matière que l'on envisage alors. Les informations fonctionnelles sur les objets en os sont obtenues par l'observation macroscopique (binoculaire et œil nu) de l'usure mécanique, de la cynétique et de la puissance de pénétration des outils dans une matière, ainsi que des changements de couleur des supports. Des arguments

tiennent de surcroît au même horizon chrono-culturel : le Rubané récent (vers la fin du V^e millénaire) (Ilett *et al.*, 1986 ; Keeley, Cahen, 1989), ce qui explique aussi le choix des données.

Dans chacune des études prises en compte, les aspects fonctionnels et spatiaux ont été traités, ce qui a permis de les confronter aisément et de tester la convergence des informations.

Objectifs spécifiques

Comment se formulent les problèmes spatio-fonctionnels dans l'industrie du silex, quelles questions et quelles réponses son étude amène-t-elle à proposer ? Quels en sont les résultats ? Existe-t-il des corrélations entre ces résultats, ces questions et ces réponses posées et envisagées par les études respectives des artefacts osseux et lithiques ? C'est ce que l'on a examiné par une comparaison systématique sur la sélection de 6 critères entre Cuiry et Darion.

Les objectifs précisément poursuivis correspondent à des questions écrites (Sidéra, 1989). L'étude des objets en os rubanés a, en effet, permis d'envisager :

1. Une représentation restreinte des activités exercées avec les objet en os, et donc une complémentarité opératoire entre silex et os.

2. L'existence de copies en os d'instrument en silex.

3. Un éventail de travail homogène, essentiellement fondé sur la transformation diversifiée des peaux, mais réalisé avec un effectif restreint d'objets.

4. Une représentation de l'espace plus ou moins fonctionnellement spécialisé ; et/ou la figuration d'un espace-temps particulier et variable d'un bâtiment à l'autre.

Rapprochements et inadéquations entre les informations fonctionnelles et technologiques des outillages de silex et d'os

Nature des gestes effectués avec les outillages

Peut-on d'emblée déceler, par les gestes que représente chacun des outillages considérés, une ou plusieurs spécificités fonctionnelles, propres à l'outillage lithique ou caractéristiques de l'outillage osseux ?

Les actions transversales représentent les gestes les plus communs aux 2 industries (67 % de l'outillage de silex, et estimées à 61 % dans l'outillage osseux) (Caspar : 122 ; Sidéra : 63-75) (fig. 1). Elles regroupent plusieurs actions : trancher, couper et frotter, frotter.

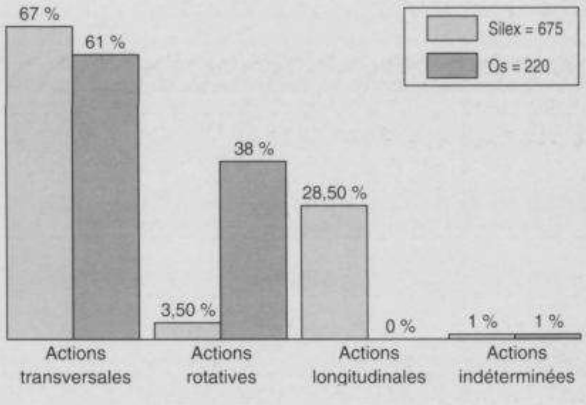


Fig. 1. Variations des gestes représentés dans l'outillage.

.../...

spatiaux y sont ajoutés : exclusions ou associations des types au sein des structures. Dans un souci de prudence, on parlera donc d'estimation pour les objets en os, car la part très exacte reste difficile à évaluer dans l'état actuel : cette méthode comporte certaines limites, en particulier pour certains types fonctionnels d'objets. La reconnaissance tracéologique d'un spécialiste de la question – prévue – est nécessaire. Par ailleurs, une expérimentation qui permette de formaliser les altérations macroscopiques observées sur les objets archéologiques et par rapport à un ensemble de matière est en cours. Elle a déjà fourni quelques résultats qui permettent d'appuyer certaines données.

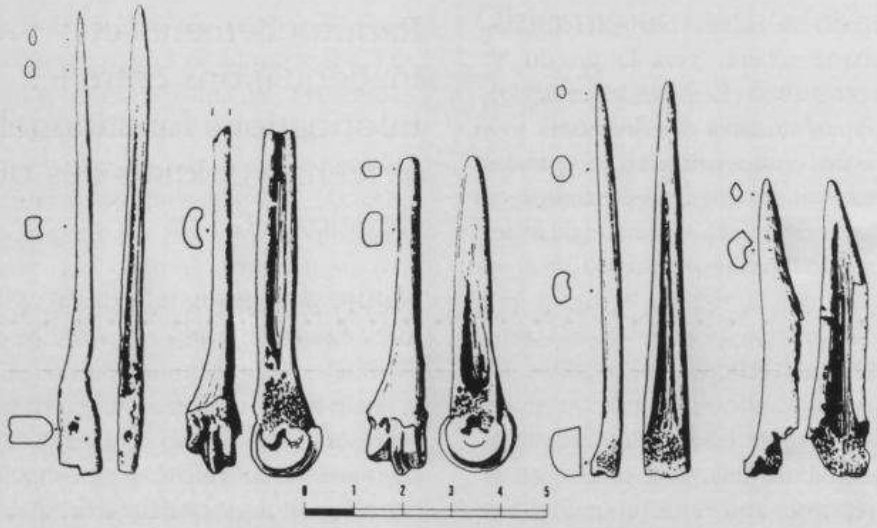


Fig. 2. Outils perforants de Cuiry-lès-Chaudardes.

Les actions rotatives, par contre, sont propres à l'outillage osseux (estimées à 38 %), alors qu'elles ne sont attestées dans l'outillage lithique qu'à 3 % environ (Caspar : 79) (fig. 2).

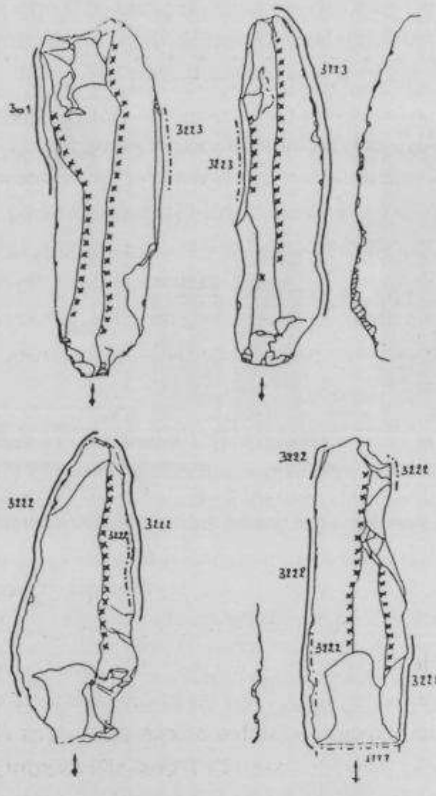


Fig. 3. Lames et fragments de lame brutes avec microtraces d'usage de Darion (d'après J.-P. Caspar, 1988).

En revanche, les actions longitudinales (*cf.* fig. 3) sont dévolues à l'outillage de silex (28 %) (Caspar, 1988, 79). Elles sont plus ou moins absentes de l'outillage osseux (Sidéra, 1989 : 13, 69, 70, 75, 141).

Il y a donc bien une complémentarité fonctionnelle, à un niveau d'ensemble dans l'outillage, qui profite de la qualité physique des matériaux ; mais il existe aussi des redondances, notamment représentées par les actions transversales.

Examen des relations typologie/fonction

Existe-t-il une constance dans l'association entre les typologies et les fonctions des outillages de pierre et d'os ?

– 30 % environ de l'outillage lithique présente tendanciellement une corrélation entre un type d'action et une matière, voire son état.

– 63,5 % de l'outillage de pierre présente une dominante de pièces ayant travaillé sur une seule matière.

– 29,5 % des outils de pierre présentent plusieurs zones d'usure.

– Seules quelques catégories (4), mais d'effectif réduit, sont strictement utilisées en mode unique, toujours transversalement : percuteurs, quartiers d'oranges, racloirs et éclats retouchés (au total 24 zones d'usure déterminées) (d'après Caspar, tabl. 8). Les autres catégories (9) n'associent que tendanciellement la typologie à une action particulière (en mode unique transversal) : les grattoirs

(146/162), les denticulés (34/35), les frites (19/21), les lames à crête (15/17), les nucléus sur éclats (6/7), les pièces esquillées (12/14). Les catégories (5) des lames de faucille (32/80), des lames (90/173) et des éclats (50/69), entre autres (Caspar : tabl. 8), à l'inverse, regroupent sans distinction plusieurs types d'actions.

– 7 catégories, tels les grattoirs (152/162), les lames à crêtes (15/17), les frites (15/21), les troncatures (14/17) (Caspar : tabl. 10), sont de préférence associées au travail de la peau.

Par contre, 3 catégories, les denticulés (30/35), les pièces esquillées (10/14), les nucléus sur éclats (4/7), sont de préférence associées au travail du bois.

Les armatures sont spécialisées aux carcasses (6/8).

Quant aux 5 autres catégories, des éclats (30/69), des lames (112/173), des éléments de faucilles (38/80), des perçoirs (15/34) et les quartiers d'orange (4/9), elles regroupent plusieurs matières[5].

Il est plus difficile d'évaluer le nombre d'outils en os susceptibles d'avoir travaillé selon un mode unique et plus ou moins associés à une matière, voire à un état, en l'absence d'investigation tracéologique. On citera, pour ce qui est attesté (36 % minimum), les outils tranchants utilisés par frottement, à front droit et convexe (53), ainsi qu'un ensemble de pièces variées vraisemblablement spécialisées, mais d'effectif peu élevé (8), auxquels s'ajoutent quelques outils utilisés en percussion comme les molaires de bovidé, par exemple (18). Le cas des poinçons est plus délicat à traiter.

Enfin, signalons que, si le réemploi est attesté dans l'outillage de pierre (un certain nombre de faucilles, par exemple, présentent un poli de peau qui se superpose au poli de plante non ligneuse (Caspar, 168)), très peu de réutilisations sont manifestes parmi les objets en os (- 5/220).

Le comportement de consommation à l'égard de la matière est donc variable selon qu'il s'agit d'os ou de silex. Ce dernier présente une économie d'exploitation particulière aux produits finis.

Nature et fréquence des matières travaillées par les outillages

Chacun des outillages valorise-t-il une matière particulière ou un thème particulier ? Existe-t-il une affiliation de matière propre à chacun des matériaux exploités ?

1. C'est le thème des matières animales tendres qui est mis en relief parmi les 2 outillages (75 % des polis des outils de silex, et estimé à 72 % maximum sur les outils d'os) (fig. 4).

	Outillage de silex		Outillage d'os	
	N	%	N	%
Matières animales	480	75	158	72 max.
Autres matières	158	25	62	28 min.
	638	100	220	100
Indéterminés	48			
Débitage/parure	10		10	
Total	675		230	

Fig. 4. Matières travaillées à l'aide de l'outillage de pierre et d'os.

2. Par contre, un hiatus est à relever concernant le travail des matières animales dures, particulièrement sous-représenté dans les deux cas. Malgré une densité élevée d'objets en os, on relève une certaine rareté des chutes de fabrication (-10 à Cuiry, Sidéra, 1989 : 54). Un seul exemplaire du travail des matières dures animales est attesté à Darion. Le problème de la spécificité du travail des matières osseuses, ou de sa territorialisation, reste donc posé[6].

Communauté techno-fonctionnelle des outillages

Une communauté technologique, morphologique et fonctionnelle existe entre les grattoirs de silex et les outils tranchants utilisés par frottement en os. Dans les deux cas, les pièces présentent soit des fronts droits, soit des fronts convexes (fig. 7 et 8). Les supports osseux de ces pièces sont, sauf

(5) Le premier chiffre concerne le travail des peaux.

(6) Un problème de conservation des micropolis, de tri des matériaux osseux ou de reconnaissance fonctionnelle, demeure posé.

exception, débités par percussion, à l'exemple des éclats de silex. Ils travaillent la peau à plus de 90 % des deux cas (152/159 en silex, et la quasi-totalité estimée pour les objets en os).

Les grattoirs en os constituent donc a *priori* des copies des grattoirs en silex.

Synthèse partielle et orientation

La remarquable constance, dans les deux cas d'outillage examinés, du traitement des matières animales tendres confirme le questionnement à la fois sur le système technique représenté et, d'une manière inhérente, sur l'espace figuré par le mobilier. Le système technique que décrit la réunion de l'outillage d'os et de silex, qui évoque une thématique bien marquée, est-il total ou partiel ? De même, en référence à cet état de l'outillage, l'espace qu'il figure est-il total ou spécialisé ? Autrement dit, il est légitime de se demander, d'après les éléments fonctionnels mis en lumière, si le bâtiment et son environnement immédiat représentent un ensemble d'activités sans lien opératoire direct, représentatives, en proportion et en genre, de l'énergie consacrée à la transformation des matériaux au Rubané ou, au contraire, représentatives d'un espace essentiellement consacré au thème animal ? Même si ces questions ne trouvent pas de réponse pour le moment, on peut admettre en attendant que la part animale dans la consommation, d'une manière globale au Rubané, est à réévaluer, et avec importance. Dans ce projet, le contenu d'un ensemble de structures archéologiques contemporaines reste à examiner, et ce en dissociant celui des fosses isolées de celui des fosses de construction qui bordent le long côté des maisons[7].

Les types d'outils en pierre, d'une manière générale, ne correspondent pas réellement à une fonction précise définie par une action, un matériau et son état, même si quelques types sont tendanciellement consacrés à une action et plus ou moins dévolus à une matière (cf. *supra* § 3-4). Les réemplois sont nombreux. Le travail de la peau est tout à fait commun. Il utilise la quasi-totalité des types d'outils en silex, bien que plusieurs d'entre eux lui soient plus ou moins spécialisés. Une économie spécifique semble régir la consommation du silex. Pour l'os, par contre, il semble que la correspondance soit plus serrée entre les actions, les matériaux et leur état, d'une part, et le type fonctionnel, d'autre part, bien qu'il s'agisse d'une réflexion plus pressentie que démontrée en l'état actuel des recherches. Une économie différente de celle du silex, plus consommatrice, paraît régir l'utilisation de l'os en tant que support. A cet égard, et sur la base d'éléments existants (cf. *supra* § 3-4), il est donc légitime de se préoccuper de la signification de la redondance techno-fonctionnelle entre les grattoirs de silex et d'os. C'est ce que l'on va examiner dans la partie qui suit.

Techniques d'exploitation des peaux

L'exploitation du silex et de l'os pour les grattoirs peut obéir à une complémentarité opératoire – l'existence d'une rationalisation techno-fonctionnelle où l'os et le silex ont une représentation restreinte est attestée en partie. Par extension, on peut projeter qu'il s'agit là de l'illustration de différentes séquences opératoires dans le travail de peausserie ou d'une spécificité technique qui valorise les qualités physiques propres à chacun des deux matériaux. Une recherche sur les techniques de peausserie et les activités liées à l'outillage de pierre et d'os s'impose de manière évidente. Le sujet est difficile à traiter – par la nature même des informations dont on dispose –, mais les propos qui suivent n'ont d'autre prétention que de constituer un essai.

Description des activités de peausserie à l'aide des lames et des grattoirs

421 zones d'usure sur 638 déterminées, soit 66 % de l'outillage de pierre, sont consacrées à la

(7) Ce travail a été commencé. Nous n'en ferons pas le détail ici, mais les résultats ne font ressortir aucune différence significative pour le moment.

peausserie à Darion (Caspar : tabl. 10) et sont principalement appliquées aux peaux souples (251/406 états déterminés, soit 61,8 %), puis sèches (128/406, soit 31,5 %) (fig. 5).

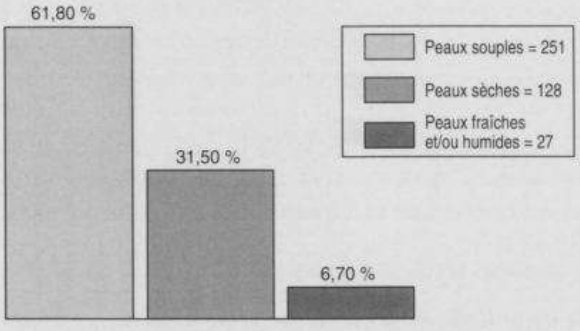


Fig. 5. État des peaux travaillées par l'outillage de pierre.

Les deux classes d'outils principalement représentées pour l'exécution de ces techniques sont les lames (112/163, soit 66,5 % de leurs zones d'usure) et les grattoirs (129/159, soit 81,2 %) (Caspar : tabl. 10) – qui représentent 57,3 % du total des zones d'usure déterminées. Mais, tandis que les lames sont consacrées, en proportion indifférenciée, à l'amincissement (90/173, soit 52 %) des peaux souples essentiellement et au découpage (82/173, soit 47,4 %) des peaux souples, puis sèches (Caspar, 138 ; tabl. 8 et 10), les grattoirs sont destinés au raclage (146/162) des peaux sèches (68,2 %, soit 88/129), puis à l'amincissement des peaux souples, soit exactement l'inverse des lames (Caspar : 138, tabl. 8 et 10) (fig. 6). ... « Le raclage de peaux souples, réalisé pratiquement toujours à l'aide de bords bruts, correspond, selon toute vraisemblance, à une phase de finition du travail des peaux, probablement pour amincir, régulariser et assouplir le cuir après traitement... ocre, argile, ou cendres introduites comme tanins minéraux pour absorber l'excédent de substances grasses appliquées (cervelle, graisse animale, huiles végétales...)... Le raclage de la peau sèche, principalement effectué à l'aide des front de grattoirs, a pu faire partie du traitement des peaux brutes quand un cuir d'une finesse particulière est désiré. Il était peut-être aussi destiné à faciliter, par effleurage préliminaire, la pénétration des substances tannantes.... » (Caspar, 1988 : 139).

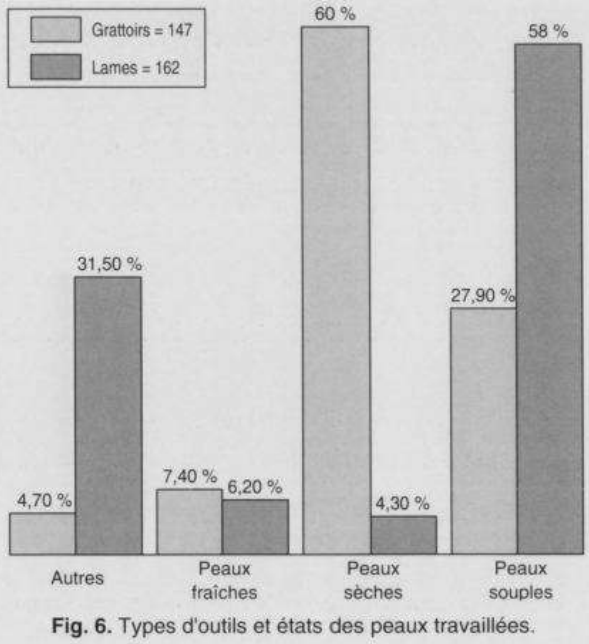


Fig. 6. Types d'outils et états des peaux travaillées.

Chaîne et phases opératoires du travail de peausserie

Les lames comme les grattoirs illustrent une partie incomplète de la chaîne opératoire de la peausserie : ils interviennent dans une phase finale du travail des peaux. Par ailleurs, ils évoquent soit deux phases opératoires du traitement des peaux (d'abord sèches, puis souples, en vue d'obtenir un seul produit de qualité particulière), soit deux techniques illustrant chacune l'acquisition de deux produits de qualités différentes : des cuirs souples, par opposition à des cuirs « rêches » (pour l'emmanchement ou l'emmaillottage des outils en os et en pierre, la confection de liens de sacs de chaussures, etc.). « Il est probable que les rubanés ont fait à la fois usage de peaux tannées et de cuir brut ». (Caspar : 139).

L'absence de la phase opératoire d'écharnage, qui recouvre 4 fronts de grattoirs sur la totalité de l'outillage de pierre, est remarquable : « ...la sous-représentation du travail d'écharnage des peaux brutes peut s'expliquer par l'exécution éventuelle de ce travail à l'extérieur du village, ou encore, du rôle présumé joué dans ce travail par les outils manufacturés dans d'autres matières » (Caspar, 1988 : 138). Mais encore, si ce travail est effectué avec le même outil que celui qui est utilisé pour les finitions, les traces de ce premier travail en chronologie ont pu être masquées ou effacées par les dernières opérations.

Activités opératoires des instruments osseux

En ce qui concerne les artefacts osseux, les pièces fonctionnellement identifiées, qui représentent 53 outils (soit 1/4 de l'outillage total), montrent deux types d'outils en proportion indifférenciée. Vingt et une pièces présentent un tranchant rectiligne (fig. 8) et aigu portant des traces de réaffûtage et/ou d'utilisation, perpendiculaires ou parallèles au tranchant. Ces outils, utilisés dans un geste de frottement coupant, linéaire et posé – ils ont un profil rectiligne –, ont été interprétés comme des écharnoirs et/ou des instruments à dépiler (dans la limite de la méthode employée, cf. note 4). La phase fonctionnelle et opératoire projetée pour ces outils comble ainsi le hiatus que présente l'industrie du silex de Darion.

Vingt-cinq pièces, en revanche présentent des particularités morphologiques et fonctionnelles différentes (fig. 8). Leur tranchant est, en vue aérienne et en profil, de forme convexe, tandis que leur plage de frottement est large et comporte un lustré bien développé et des stries superficielles pluridirectionnelles. Enfin, ils ne comportent aucune trace de réaffûtage, sinon des stries peu profondes, pluridirectionnelles. On a été conduit à interpréter cet ensemble d'éléments, entre autres (sur le plan spatial, ils sont systématiquement associés aux tranchants droits), comme des outils intervenant dans la phase d'assouplissement des peaux pour éventuellement faire pénétrer des substances graisseuses ou tannantes (d'où les stries), à l'égal des instruments en silex[8]. Le tranchant de ces outils, autoréaffûté par le geste en balancier dans

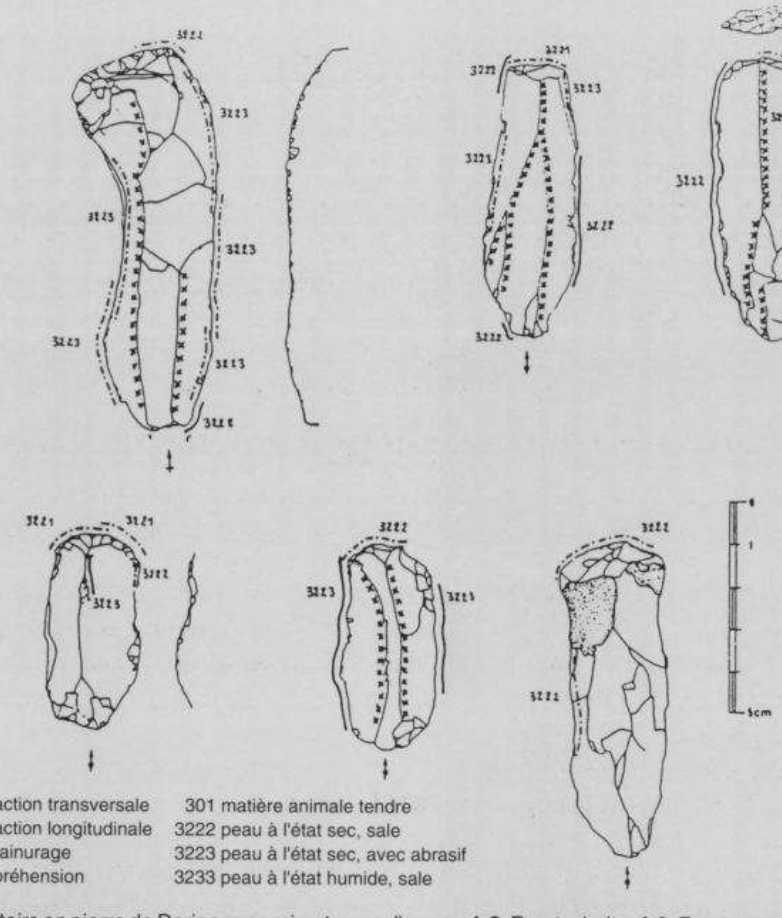


Fig. 7. Grattoirs en pierre de Darion avec microtraces d'usage. **1-3.** Fronts droits. **4-6.** Fronts convexes (d'après J.-P. Caspar, 1988).

(8) Signalons que les fronts droits ou convexes du silex, à l'inverse de l'os, exécutent des tâches indifférenciées (119 rectilignes, contre 115 convexes en action transversale) (d'après Caspar, tabl. 16) et interviennent sur la peau souple. L'os, au contraire, présente une spécificité morpho-fonctionnelle où les grattoirs à front droit (11/15) interviennent largement dans la phase de dépilation ou d'écharnage, tandis que les fronts convexes sont moins spécialisés (Sidéra : tabl. 53).

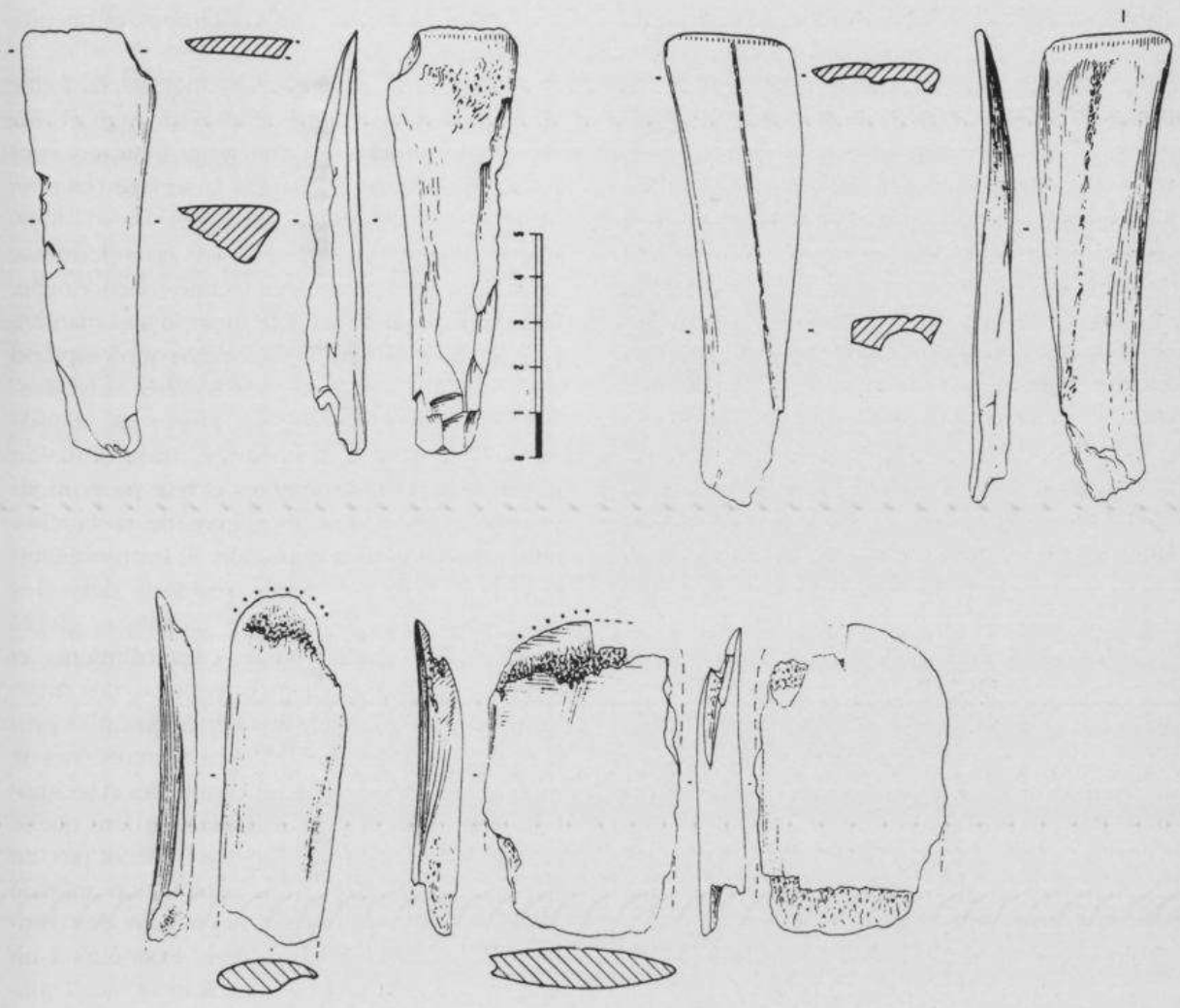


Fig. 8. 1, 2. Grattoirs à front droit de Cuiry-lès-Chaudardes (écharnoirs). **3, 4.** Grattoirs à front convexe (Cuiry-lès-Chaudardes).

lequel ils sont manipulés, semble plus ou moins fonctionnel dans l'amincissement d'une peau souple ou presque souple (Sidéra : 69-71).

Les expérimentations (en cours) d'écharnage et de dépilation, que l'on a reproduites avec un tranchant droit fréquemment réaffûté, utilisé en percussion posée dans un geste linéaire ainsi qu'avec un tranchant convexe utilisé en percussion posée, mais en geste de balancier, montrent des altérations comparables, sur le plan macroscopique, avec l'outillage archéologique (morphologie de la partie active, développement des polis, des stries, localisation, etc.). Signalons par ailleurs que les efforts à déployer pour tanner avec un instrument en os sont plus considérables et fastidieux qu'avec du silex. De plus, il s'agit de réaffûter l'instrument avec une fréquence élevée.

L'emboîtement opératoire entre les artefacts de pierre et certains artefacts en os est tel qu'il est permis d'admettre que cette fonction d'écharnage est principalement effectuée avec l'outillage osseux, même si cela soulève quelques problèmes irrésolus, notamment sur le plan technique.

Conclusion

Si les écharnoirs en os sont complémentaires sur les plans fonctionnels et opératoires des outils en silex, en revanche la seconde catégorie d'outils paraît tout à fait redondante en constituant un autre modèle de réalisation dont seule la matière varie.

Sur un plan plus général, la complémentarité fonctionnelle entre les outillages de pierre et d'os

– il appartient à la pierre de découper, à l'os de perforer les peaux, sans doute – n'est pas propre au Rubané. Elle demeure, en effet, depuis le Paléolithique jusqu'au moins la fin du Néolithique – les poinçons sont toujours abondants, et dans toutes les industries de cet ensemble de périodes. Par contre, l'existence en nombre des écharnoirs, ou, plus particulièrement encore, des outils à profil convexe en os, n'est attestée en Protohistoire qu'aux périodes rubanées ou de tradition rubanée : le Villeneuve-Saint-germain notamment. Ces pièces représentent donc une particularité chronologique, ce qui suscite quelques remarques.

Les autres changements majeurs que l'on peut invoquer, qui intéressent l'exploitation des matériaux entre le Rubané et les cultures postérieures, affectent les techniques d'acquisition du silex. Elles passent en effet du ramassage de surface des rognons (Plateaux, Pommepuy, 1990) à leur recherche en sous-sol, ce qui modifie considérablement la qualité et l'abondance de la matière recueillie. De petite taille et d'abondance restreinte quand elle est issue de la surface, cette qualité de rognon contraint la production d'outils, qui devient plus libre grâce à l'extraction.

On peut donc lier les propositions, la qualité économique de l'utilisation de l'os en tant que grattoir et leur unicité dans le Rubané, avec une profusion de roche liée à l'évolution de ses techniques d'acquisition, ainsi que la disparition des grattoirs en os avec les tradition rubanées. Les premières exploitations minières de Sumeg (Hongrie) remontent en effet à la fin de la céramique linéaire (Bacskay, 1986 : 12). Dans cette voie, l'utilisation de l'os comme grattoir est représentative de la prédominance d'une contrainte techno-fonctionnelle majeure liée à une carence relative de matière lithique, elle-même inhérente aux techniques d'acquisition du silex ; il faut reconnaître que l'emploi des matières osseuses pour les activités de peausserie est plus coûteux en effort que celui du silex.

Il serait probant, selon cette logique, de tester l'hypothèse dans d'autres contextes culturels ou chronologiques où les matériaux lithiques sont pareillement collectés depuis la surface (comme dans le Paléolithique par exemple).

Par ailleurs, l'utilisation de l'os ne répond pas seulement à une contrainte techno-fonctionnelle. Elle correspond sans doute aussi, d'une manière plus générale, à un autre phénomène qui comprend le mode de subsistance des sociétés rubanées. L'investissement déployé en faveur du monde animal (consommation carnée, transformation des matières dures et tendres et leur proportion) semble *a priori* – sous réserve de recherches plus poussées – très important. Si les problèmes que l'on peut se poser résident dans les représentativités du système technique global comme de l'espace connu – les bâtiments et leur fosses –, éventuellement vestigial, des structures réelles (?), l'image très agraire jusqu'ici projetée sur les sociétés néolithiques contraste tout de même avec ces données, fonctionnelles et technologiques. On peut alors se demander dans quelle mesure le mode de susbsistance ne serait pas, en fait, plus gouverné par une exploitation animale extensive, qui engendrerait par ailleurs des comportements culturels particuliers extérieurs à un système de contraintes : actuellement, sur l'utilisation des matières osseuses dans le système technique. Il est alors permis, en inversant l'ordre classique des propositions, de poser le problème de la part réelle accordée dans cette société à l'exploitation du monde végétal, et surtout à l'agriculture.

* *ERA 12 du CRA-CNRS, Institut d'Art et d'Archéologie, 3 rue Michelet, 75006 Paris, France.*

Bibliographie

BACSKAY (E.), 1986.– State of Affairs at Sümeg. *International conference on prehistoric flint mining and lithic raw material identification in the Carpathian Basin*, Budapest-Sümeg, 20-22 May, p. 11-25.

BAILLOUD (G.), 1971.– Le Néolithique danubien et le Chasséen dans le Nord et le Centre de la France. *In* : J. Lüning (Ed.), *Die afänge des Neolithikums vom Orient bis Nordeuropa*, Teil VI, Köln, p. 201-245, 8 pl.

CASPAR (J.-P.), 1988.– *Contribution à la tracéologie de l'industrie lithique du Néolithique Ancien dans l'Europe nord-occidentale.* Thèse de doctorat, Université

de Louvain-la-Neuve, 1988, 3 vol., 194 p. dactyl., 75 fig., 20 tabl.

ILLET (M.), PLATEAUX (M.), COUDART (A.), 1986.– Analyse spatiale des habitats du Rubané récent. *In* : J. Guilaine, J.-P. Demoule (Éd.), *Le néolithique de la France, Hommages à G. Bailloud*, Paris, Picard, p. 131-146.

KEELEY (L.-H.), CAHEN (D.), 1989.– Early Neolithic Forts and Villages in NE Belgium : a preliminary Report. *Journal of Field Archaeology*, 16, p. 157-176.

PLATEAUX (M.), POMMEPUY (C.), 1990.– Matières premières et sociétés préhistoriques dans la vallée de l'Aisne. « Les prospecteurs préhistoriques », Séance du 15 déc., *Société Préhistorique Française*, Comm.

SIDÉRA (I.), 1989.– *Un complément des données sur les sociétés rubanées, l'industrie de l'os de Cuiry-lès-Chaudardes*. Oxford, British Archaeological Reports, International Series 520, 208 p., 63 fig., 42 pl.

Matières dures animales et minérales

Coordinateur
V. Roux

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Travail des matières dures animales et minérales : réflexion sur la description des gestes techniques

*Valentine ROUX**

Les communications présentées dans cette session se répartissent en deux groupes, selon que sont traitées plus spécifiquement les modalités de fabrication ou d'utilisation des objets. Dans tous les cas, l'analyse de ces modalités a pour but la description des systèmes techno-économiques et, dans le meilleur des cas, l'approche de certains phénomènes socio-économiques. Pour enrichir les descriptions des techniques, tracéologues et technologues proposent alors, dans le cadre de ce colloque et comme le suggérait Semenov (1964 ; celui-ci proposait une analyse cinématique des opérations techniques), que soient également pris en compte les gestes de fabrication et d'utilisation des objets. En effet, les gestes représentent une composante majeure de l'activité technique, ce que soulignèrent des auteurs comme Mauss (1935), Leroi-Gourhan (1943) ou Haudricourt (1987 : 39) : « Dès 1936, Leroi-Gourhan classait les outils selon le geste d'emploi : percussion avec préhension, percussion avec jet. On pouvait dire que la civilisation matérielle d'un groupement humain déterminé n'était pas tant l'ensemble des objets qu'il fabrique ou utilise que l'ensemble de ses mouvements musculaires traditionnels et techniquement efficaces ». Les travaux d'Haudricourt (1955, 1964) ont montré, en particulier, que la connaissance de la gestuelle ou encore de l'ensemble des gestes qui la constitue (Koechlin, 1985) est nécessaire pour comprendre la filiation généalogique des opérations techniques et de leurs produits, qui s'effectue autant, sinon plus, par les gestes que par les formes de l'objet ou de l'outil.

En guise d'introduction à cette session sur le travail des matières dures animales et minérales, je poserai alors deux questions :

1. Quel est le niveau de description des gestes préhistoriques que l'analyse tracéologique et technologique, combinée, permet d'envisager ?

2. A partir de ce niveau de description, quels sont les domaines de recherche susceptibles d'enrichir notre compréhension des phénomènes techniques ?

Les termes de la première question relèvent du constat suivant : il est vain d'espérer reconstituer, dans tous les cas, les gestes des préhistoriques. En

effet, du seul point de vue ethnographique, on observe qu'à un outil et une utilisation peuvent correspondre des gestes de fabrication et d'utilisation différents. De nombreux exemples illustrent cette proposition. Ainsi, l'exemple du couteau pour éplucher les végétaux : dans l'Asie du Sud-Est, on épluche dans le sens opposé à soi. En Europe, le mouvement est inversé. En Inde, le foret à archet est maintenu dans la paume de la main, que protège une écorce de noix de coco. Chez les Eskimos, le même foret à archet est maintenu par les dents. En Inde, les potiers montent l'argile en position accroupie sur des tours-toupies. Au Népal, les potiers, sur les mêmes tours-toupies, montent l'argile en position debout. Dans le nord-ouest de l'Inde, les femmes mettent en forme et lissent le col des récipients façonnés à la main en pressant les parois de l'argile d'une main, et en faisant tourner le pot sur lui-même de l'autre. Dans le nord-est de l'Inde, au Manipur, les femmes exécutent la même opération technique en pressant les parois de l'argile à l'aide d'une ou deux mains tout en tournant autour du pot à reculons.

A priori, rares sont donc les situations archéologiques où l'on peut espérer reconstituer, à partir des seules études tracéologiques et technologiques, les gestes précis des préhistoriques. Des éléments extrinsèques seront nécessaires, relevant tant du spatial (ex. : répartition des éclats de débitage) que du matériel (ex. : dans l'Indus, présence de paumelles en coquillage qui révèlent le mode d'emploi des forets à archet harappéens (Kenoyer, 1986)).

Pourrait-on, néanmoins, envisager un niveau descriptif des gestes qui soit à la fois pertinent au regard d'une étude des techniques et compatible avec les informations que peuvent fournir les analyses tracéologiques et technologiques ?

Ces dernières permettent d'envisager la description des gestes de fabrication et d'utilisation des objets en termes de capacités psychomotrices et cognitives. Ces capacités se définissent indépendamment des modalités du geste, en fonction seulement des habiletés nécessaires à la réalisation de l'opération technique. Prenons ainsi l'exemple de la poterie tournée. Le centrage et le tournage de l'argile requièrent des capacités sensori-motrices spécifiques dans lesquelles n'interviennent ni le tour utilisé, ni la position du potier face au tour, ni la gestuelle employée (Roux et Corbetta, 1990). Autre exemple, la taille des roches dures. Celle-ci implique d'une part des compétences de planification dont la nature est indépendante des techniques utilisées, et d'autre part des compétences motrices qui varient en fonction des techniques, mais qui ne sont pas liées, toutefois, à des gestuelles particulières.

A partir d'une description des capacités psychomotrices et cognitives impliquées dans l'activité technique, plusieurs domaines de recherche sont alors susceptibles d'enrichir notre compréhension des phénomènes techniques. Je citerai, pour exemple, les trois suivants :

1. L'étude de la variabilité des caractères morpho-techniques des objets en fonction des habiletés requises pour leur fabrication et leur utilisation. On peut ainsi étudier le développement de la poterie tournée en fonction des compétences requises pour tourner des récipients de différentes formes et de différentes dimensions. En effet, au tournage des différents types de récipients correspond l'élaboration de différentes capacités sensori-motrices, que caractérise un nombre d'années d'apprentissage variable (Roux, 1990). Les variations morphologiques des assemblages indiqueront des variations de niveaux de compétence à l'échelle régionale. Les rythmes de développement et de diffusion de la technique du tournage pourront être alors décrits.

2. La relation entre les techniques d'un système donné du point de vue des compétences motrices et/ou cognitives. Ce rapport peut exister tant dans la conception des outils que dans leur mode d'utilisation. Prenons ici l'exemple de l'Inde, où, à l'instar d'autres pays de l'Asie du Sud-Est, les couteaux sont utilisés comme pièces dormantes (les végétaux sont coupés par percussion posée sur le tranchant de la pièce qui est fixe). On notera alors que les percuteurs, en l'occurrence des barres de fer apointées, sont également utilisés comme pièces dormantes. Je fais référence ici à Khambat, où les perles de cornaline sont taillées selon une percussion indirecte par contre-coup sur la barre de fer qui, joue ainsi le rôle d'une enclume (Roux et Pelegrin, 1989). La similitude du mode d'emploi du couteau et du percuteur (portée à mon attention par F. Sigaut) permet alors de caractériser l'un des aspects du système technique et de mieux comprendre les modalités techniques retenues, qui, en l'occurrence, répondent à une conception selon laquelle la matière travaillée est actionnée sur l'outil, et non l'inverse comme en Occident.

3. La filiation des techniques du point de vue des compétences motrices et/ou cognitives. L'étude de cette filiation portera sur le transfert (ou généralisation) des compétences d'une opération technique à l'autre.

Dans cette perspective, Haudricourt a étudié l'apparition des charrues et des araires. D'après lui, ces outils n'ont aucune filiation avec les instruments employés à retourner la terre, à savoir d'une part le bâton à fouir et la bêche qui frappe par percussion perpendiculaire, et d'autre part la houe qui frappe par percussion oblique. Les charrues et les araires sont des instruments qui sont traînés comme le râteau, et leur filiation généalogique est à rechercher dans cette direction, indépendamment du principe d'action (utilisation de l'énergie animale pour la traction des outils). Cette hypothèse est argumentée par le fait que les premiers araires en Égypte et en Mésopotamie effectuaient, au moment des semailles, un travail analogue à la herse ou au râteau. C'est beaucoup plus tard (époque romaine) que ces instruments ont été utilisés, comme les houes ou les bêches, à travailler la terre (Haudricourt, 1987 : 42).

Autre exemple d'étude : l'apparition du tour de potier. Le tour succède à la tournette, et l'on peut s'interroger sur une filiation éventuelle entre ces outils. Ce sont, en fait, deux outils qui requièrent des capacités psychomotrices distinctes (Roux et Corbetta, 1990). Les capacités afférentes à la tournette sont comparables aux capacités liées au façonnage des récipients à la main. Elles sont rapidement élaborées. Elles contrastent nettement avec les capacités requises pour la technique du tournage. Celles-ci sont longues et difficiles à apprendre. Leur spécificité est liée à l'utilisation de la force centrifuge à toutes les étapes du façonnage (centrage, creusage, amincissement, mise en forme). On en conclura que le tour et la tournette représentent deux phénomènes techniques distincts et que le seul principe d'action (le mouvement rotatif) ne permet pas d'établir de filiation généalogique entre ces deux outils.

Parmi les communications présentées ci-après, certaines tentent d'analyser les habiletés nécessaires à la réalisation des opérations techniques et envisagent des inférences d'ordre technique, fonctionnel ou socio-économique. D'autres sont en amont de cette recherche et s'attachent davantage à retrouver les processus techniques à l'œuvre dans l'utilisation ou la fabrication des objets. Dans tous les cas, ces études devraient contribuer, dans un avenir proche ou lointain, à l'histoire des systèmes techniques en termes de reproduction, de transfert et de généralisation des compétences psychomotrices et cognitives sous-jacentes aux habiletés techniques. A plus long terme, une telle histoire devrait éclairer d'un jour nouveau l'étude des mécanismes à l'œuvre dans des phénomènes aussi complexes que la spécialisation, la diffusion ou l'innovation.

* *CRA-CNRS, ERA 28, 1 place Aristide Briand, Meudon 92195 Cedex, France.*

Bibliographie

HAUDRICOURT (A. G.), 1964.– La technologie science humaine. *In* : *La Pensée*, v. 115, p. 28-35.

HAUDRICOURT (A. G.), 1987.– *La technologie science humaine. Recherche d'histoire et d'ethnologie des techniques*. Éd. de la Maison des sciences de l'homme, Paris, 343 p.

HAUDRICOURT (A. G.), BRUHNES-DELAMARRE (M. J.), 1955.– *L'homme et la charrue à travers le monde*. Gallimard, Paris, (Collection « Géographie humaine », 25).

KENOYER (J. M.), 1986.– The Indus bead industry. Contributions to bead technology. *In* : *Ornament*, vol. 10, n° 1, p. 18-21.

KOECHLIN (B.), 1985.– L'ethnotechnologie : une méthode d'approche des gestes de travail des sociétés humaines. *In* : *Geste et Image*, n° spécial, p. 13-38.

LEROI-GOURHAN (A.), 1943.– *Évolution et techniques. L'Homme et la matière*. Albin Michel, Paris, 367 p. (2e éd. 1971).

MAUSS (M.), 1935.– Les techniques du corps. *In* : *Journal de psychologie*, vol. 32, n° 3-4, p. 271-293.

ROUX (V.), 1990.– Élaboration d'une taxinomie pour mesurer les difficultés de tournage des céramiques préhistoriques et protohistoriques. *In* : V. Roux (Éd.), *Le tour du potier. Spécialisation artisanale et compétences techniques*. CNRS, Paris, Monographie du CRA, 4, p. 103-151.

ROUX (V.) et CORBETTA (D.), 1990.– Technique du tournage et spécialisation artisanale. *In* : V. Roux

(Éd.), *Le tour du potier. Spécialisation artisanale et compétences techniques*. CNRS, Paris, Monographie du CRA, 4, p. 19-99.

ROUX (V.) et PELEGRIN (J.), 1989.– Taille des perles et spécialisation artisanale. Enquête ethnoarchéologique dans le Gujarat. *In* : *Techniques et Culture*, vol. 14, n° juillet-décembre, p. 23-49.

SEMENOV (S. A.), 1964.– *Prehistoric technology*. Bradford-on-Avon, Moonraker Press, Wilshire (V. K.), 4th impression, 1976, 211 p.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Apports de la technologie et de la pétrographie pour la caractérisation des meules

*Annick SCHOUMACKER**

Résumé

L'objet de cette communication est de présenter une nouvelle méthodologie pour l'étude des meules préhistoriques. Étant donné la variabilité morphologique et pétrographique des outils de meulage préhistoriques, j'ai pensé que les roches utilisées possédaient des caractéristiques abrasives spécifiques. A partir de l'analyse des méthodes de fabrication industrielle des meules actuelles observées à la Norton SA, j'ai tenté de dégager les paramètres pertinents de ces outils. Ensuite, j'ai cherché à mettre en relation les caractéristiques d'abrasivité des matériaux et les caractéristiques pétrographiques des roches, en vue de l'étude du matériel archéologique.

Abstract

The aim of this communication is to present a new methodology for the study of prehistoric grindstones. In view of the morphological and petrographic variability of prehistoric grinding tools, I thought that the rocks used had specific abrasive characteristics. From the analysis of methods of manufacturing present grinding stones observed in the Norton SA, I tried to draw the relevant parameters of those tools. Then, I attempted to relate the abrasive characteristics of materials and the petrographic characteristics of rocks, with a view to examining the archaeological remains.

Les vestiges archéologiques regroupés sous le terme de « meules » sont divers dans leurs fonctions potentielles autant que dans leurs matières premières. Dans les définitions du langage courant (Petit Robert), deux types sont rassemblés sous ce mot : d'une part les meules à broyer ou moudre et d'autre part les meules à aiguiser ou polir. Archéologiquement, cette catégorie d'outils est mal définie, et l'on utilise plusieurs termes. On peut les regrouper dans deux catégories : les outils fonctionnant par percussion, qui effectuent un concassage (broyeur, pilon, mortier, percuteur), dont il ne sera pas question ici, et les outils fonctionnant par frottement, effectuant soit un broyage

(meule, molette = matériel de broyage), soit un polissage (polissoir, aiguisoir). Les critères de classification sont de type morphologique ou fondés sur l'observation des traces macroscopiques.

Pétrographiquement, les matières premières peuvent être très variées dans un même ensemble archéologique et aller du galet de quartz au basalte en passant par une quantité de roches plus ou moins grenues telles que la rhyolite, le granite, les grès plus ou moins fins, les calcarénites...

Les différences morphofonctionnelles, typologiques et pétrographiques au sein d'un même ensemble archéologique reflètent vraisemblablement un choix délibéré des hommes préhistoriques en fonction des ressources et des besoins. Pour mettre en évidence ce choix, j'ai tenté de comprendre l'impact des divers paramètres qui entrent en jeu dans un matériau abrasif. Les meules sont des outils couramment utilisés de nos jours pour une grande quantité de travaux divers tels que l'usinage de pièces métalliques, la taille du cristal, le défibrage du bois pour la fabrication du papier, les soins dentaires, le broyage des graines de moutarde... Actuellement, les meules sont agglomérées, c'est-à-dire fabriquées artificiellement avec deux éléments principaux : les grains d'abrasif et l'agglomérant. Je me suis donc adressée à une entreprise fabriquant des meules agglomérées et des matériaux abrasifs, la Norton SA, qui m'a accueillie dans son service-laboratoire de l'usine de la Courneuve pendant une quinzaine de jours. Je tiens à remercier cette entreprise pour tous les renseignements présentés ici.

La chaîne de fabrication :

• Les abrasifs et les agglomérants sont livrés séparément à l'usine et contrôlés, puis ils sont sélectionnés en fonction de la meule que l'on désire fabriquer et de sa future fonction.

Cette phase pourra permettre de comprendre les propriétés pertinentes des matériaux constitutifs.

• Les matières premières sont mélangées dans des proportions diverses selon les caractéristiques que l'on désire obtenir pour la meule finie. On doit donc déterminer les proportions des constituants qui vont entrer en jeu dans le mélange.

Ce stade permettra de voir le rôle de chaque élément dans l'association et l'influence sur le type de travail à effectuer.

• Les éléments sont malaxés pour donner un mélange homogène de manière à éviter les défauts de répartition des éléments et de cohérence dans la meule finie qui risqueraient d'induire une rupture.

Cette phase est trop étroitement liée aux contingences industrielles actuelles pour que l'on puisse en tirer des informations applicables aux problèmes archéologiques, si ce n'est pour soulever le problème des matériaux hétérogènes rencontrés sur les sites.

• Le mélange est ensuite pressé dans des moules sous des presses hydrauliques pour acquérir la forme et les dimensions voulues ainsi que leur compacité définitive.

A ce stade, on pourra appréhender le rôle des pores et de la compacité.

• On peut ensuite avoir un préusinage à cru pour améliorer la forme.

Cette phase n'a pas d'implications archéologiques.

• La meule est ensuite cuite dans un four tunnel pour devenir solide par vitrification de l'agglomérant.

Cette phase donnera des renseignements quant à la température de cuisson et aux transformations qui s'opèrent permettant d'interpréter les cas de chauffe du matériel archéologique.

• Les meules sont ensuite usinées pour acquérir la forme et les dimensions définitives désirées par le client.

Cela permettra d'appréhender le rôle de la morphologie et de la surface de travail. Pour usiner les meules, ce sont d'autres meules qui sont utilisées ; on pourra alors avoir des éléments sur la vitesse d'usure, la formation du lustrage et le dressage.

• Les produits finis sont ensuite contrôlés avant l'expédition. Un certain nombre de caractéristiques sont alors vérifiées.

Cette phase nous permettra de déterminer les possibilités de mesure sur des produits finis et les propriétés déterminant les caractéristiques pertinentes d'un matériau abrasif.

Les meules sont ensuite utilisées pour diverses tâches comme l'usinage de pièces métalliques : dans ce cas, l'outil est un disque ou un cylindre qui tourne sur lui-même et contre lequel on applique la pièce à travailler. Dans d'autres cas, comme celui des meules à moutarde, ce sont deux éléments qui tournent en sens inverse entre lesquels on place l'élément à broyer.

Archéologiquement, on peut comparer ces deux catégories respectivement aux familles des

polissoirs et du matériel de broyage. Cela permettra de comprendre les choix des meules lorsqu'on recherche une utilisation précise.

Cette chaîne ne sera pas décrite phase par phase, mais les problèmes seront abordés dans trois parties : la spécification, l'utilisation et les contrôles.

La spécification

Les meules possèdent une spécification, c'est-à-dire une série de paramètres intrinsèques qui caractérisent leurs capacités abrasives. L'utilisateur peut alors choisir la meule adaptée à la fonction qu'il désire. Sont pris en compte : la nature de l'abrasif, la grosseur du grain, le type d'agglomérant, le grade et la structure.

Nature de l'abrasif

Les abrasifs sont des corps cristallisés durs qui, par une action mécanique de type frottement sur des corps moins durs, sont capables de découper dans ceux-ci des petits copeaux (Norton, 1972 : 7). Ils sont caractérisés par la dureté, la résistance à la fracture et la morphologie. L'association de ces trois paramètres définit un type de grain.

La *dureté* est « la résistance d'un minéral à la destruction mécanique de sa structure » (Foucault, Raoult, 1984) et se traduit « par sa capacité à rayer d'autres corps » (Norton, 1972 : 7). Le grain d'abrasif doit toujours être choisi plus dur que la matière à travailler ; en effet, le grain ne pourra enlever de la matière et agir comme un rabot que s'il est plus dur. Si les duretés sont équivalentes, il y aura usure concomitante des éléments par écrasement des minéraux les uns contre les autres, ce qui n'est pas valable pour des questions de rendement. Pour évaluer ces relations de dureté, il existe des échelles comparatives comme l'échelle de Mohs, fondée sur le fait que les minéraux se raient entre eux ; on obtient dix graduations qualitatives. L'échelle de Knoop est quantitative, elle utilise des mesures prises par pénétration d'un élément de référence dans chaque matériau, c'est une échelle de « duretés proportionnelles » (Norton, 1972 : 7).

On utilise actuellement des abrasifs fabriqués (artificiels) dont on cherche constamment à améliorer la dureté pour travailler des matières industrielles de plus en plus dures. La catégorie des minéraux pouvant servir d'abrasifs est située au sommet de l'échelle de dureté, et les abrasifs artificiels sont recherchés toujours plus durs. Cependant, le diamant reste de loin la matière la plus dure. Pour le travail des matières tendres comme le bois, on utilise des abrasifs naturels sur papier (silex, quartz) qui sont amplement suffisants. Les alundums (alumine), de dureté 9, seront utilisés pour l'usinage des aciers ordinaires et des aciers spéciaux, mais aussi dans le cas des meules à moutarde. Les crystolons (carbure de silicium), de dureté 9,2, seront utilisés dans le cas de matières dures et cassantes ou de matières tendres et élastiques.

En archéologie, les types d'abrasifs ne seront pas aussi variés, mais on peut supposer que les mêmes propriétés de dureté ont été recherchées. La présence fréquente du quartz à l'état naturel – sables, grès, quartzites, roches endogènes acides... – et sa grande dureté (7) en font un abrasif potentiel important. Les feldspaths possèdent eux aussi une dureté compatible avec une utilisation comme abrasif et sont fréquents dans beaucoup de roches. L'émeri et le corindon de dureté 9 sont des éléments naturels plus rares dans la nature, et leur utilisation ancienne n'est attestée que rarement : la présence du corindon a été déterminée sur le site syrien de Ras Ibn Hani par J.-C. Échallier (Bordreuil *et alii*, 1983 : 413) ; son utilisation est présumée sur le site mésopotamien de Larsa (Schoumacker, sous presse).

La *résistance à la fracture* ou la fragilité traduit la capacité du grain à renouveler ses arêtes. Le grain d'abrasif au travail est en contact avec la matière et subit des efforts qui peuvent l'amener à la rupture. Un grain possédant une trop grande résistance va s'user et s'émousser et va perdre les qualités de coupe pour lesquelles il a été choisi. Un grain possédant une résistance trop faible va se fragmenter et disparaître rapidement : la meule s'usera trop vite. Une fragilité permettant la formation constante d'arêtes vives sans usure exagérée de la meule sera recherchée. Cet aspect est important dans l'industrie, où le choix de la fragilité du grain est possible. Archéologiquement, le choix d'une roche à dominance feldspathique (exemple des arkoses), avec des feldspaths possédant de nombreux plans de clivages (zones de fragilité), ou d'une roche à dominance quartzeuse n'aura vraisemblablement pas la même signification.

La *morphologie* du grain est importante pour la capacité d'attaque de la matière. En effet, un grain présentant des arêtes vives aura une capacité de coupe plus importante qu'un grain arrondi. Lorsqu'on observe à la loupe les morphologies des grains d'abrasifs Norton, on se rend compte que les grains présentent des angles plus ou moins aigus. Leur morphologie étant liée à leur comportement à la fracture, un grain qui se présente avec des arêtes aiguës aura tendance à les renouveler à chaque fracture soit au cours du concassage pour les amener à la grosseur désirée, soit au cours du travail. Chaque type d'abrasif Norton correspond à des types de travaux différents. Après observation à la loupe binoculaire, j'ai tenté de construire des groupes morphologiques pour les comparer à leurs propriétés. Selon le résultat que l'on veut obtenir – enlever beaucoup de matière sans se préoccuper de l'état de surface final –, on choisira un grain peu coupant (travail de dégrossissage) ; si la quantité de matière à enlever est en quantité moins importante mais que le travail doit être plus propre, on choisira un grain coupant.

Archéologiquement, le choix d'une roche détritique ou non détritique pourra être adapté à des utilisations diverses. Dans une roche détritique, les grains seront plus ou moins arrondis alors que dans une roche non détritique les grains seront sous leur forme cristalline avec des arêtes vives.

Le grain représente l'outil élémentaire, et ses dimensions ont donc une importance capitale dans le type de travail qui doit être accompli. La dimension des grains est symbolisée par un nombre pouvant varier de 8 à 900. Il indique le nombre de mailles au pouce de tamis à travers lequel passe le grain qui est arrêté par le tamis suivant. Au-delà de 240, la calibration est effectuée par lévigation (variation du temps mis par des corps de même densité mais de volume différent pour atteindre le fond d'un récipient rempli de liquide).

La régularité du travail dépend de l'homogénéité de la granulométrie, c'est-à-dire qu'un mélange de grains de tailles diverses doit être évité. On considère trois critères pour le choix de la grosseur du grain : la quantité de matière à enlever, le fini désiré et les propriétés de la matière à travailler. Un grain grossier permettra d'enlever davantage de matière, donnera un fini irrégulier et attaquera des matières tendres et élastiques. Si la matière à travailler est dure et cassante, elle ne permet pas le départ de copeaux profonds, et il faudra alors utiliser un grain plus fin.

Dans le cas des meules à moutarde, on veut réduire en poudre des graines de moutarde, matière tendre ; on recherchera un bon mordant et donc un grain grossier de 36 à 46. Archéologiquement, cette information est importante car pour un travail de meunerie le problème est équivalent. De plus, on sait que « le travail du meunier consiste, tout en conservant le germe, à détacher l'amande farineuse du son en broyant le grain. C'est ainsi que l'on obtient la farine » (CIFAP, sans date). La séparation doit se faire par cisaillement en diminuant le rôle de la composante compressive (encyclopédie Larousse) ; une granulométrie grossière permettra de coincer la graine et de jouer sur la plus grande élasticité de l'enveloppe (fig. 1 : A et B). Pour le travail de décorticage des grains de céréales vêtues, il ne faut surtout pas qu'il y ait écrasement des graines ; le travail ne doit donc s'effectuer que par cisaillement, sans composante compressive (fig. 1 : C) : la meule et la molette doivent donc conserver au cours du travail une certaine distance d'écartement. Cela est difficile à contrôler dans le cas des meules néolithiques à mouvement linéaire, c'est pourquoi on peut penser que cette phase s'effectuait par un autre moyen, dans un mortier de bois par exemple, comme dans les descriptions ethnographiques ; des vestiges archéologiques de mortiers et pilons en bois sont signalés par P. et A.-M. Pétrequin sur les sites de Chalain et Clairvaux.

On peut penser que l'homogénéité de granulométrie n'est pas prépondérante dans le cas du blé, mais pour un polissoir, par exemple, ce type de caractéristique devait être important. Il est vraisemblable qu'une pierre à polir devait être choisie pour sa granulométrie homogène et selon la grosseur de grain désirée pour le type de fini envisagé. Le choix dans le milieu naturel d'un matériau grenu homogène ne pose pas de problèmes majeurs. En effet, les roches endogènes possèdent des cristaux dont la dimension dépend de la vitesse de refroidissement lors de leur formation, c'est-à-dire que ces roches possèdent une certaine homogénéité de granulométrie, sauf dans quelques cas particuliers. En revanche, les roches exogènes détritiques possèdent des éléments qui ont subi un certain transport ; selon l'agent de migration, ces éléments seront triés ou non. Dans les dépôts gréseux, en fonction des variations des

apports et des variations climatiques, il existera des lentilles de granulométrie différente et de classement différent.

Un choix varié de matières premières en ce qui concerne la nature des grains est donc possible.

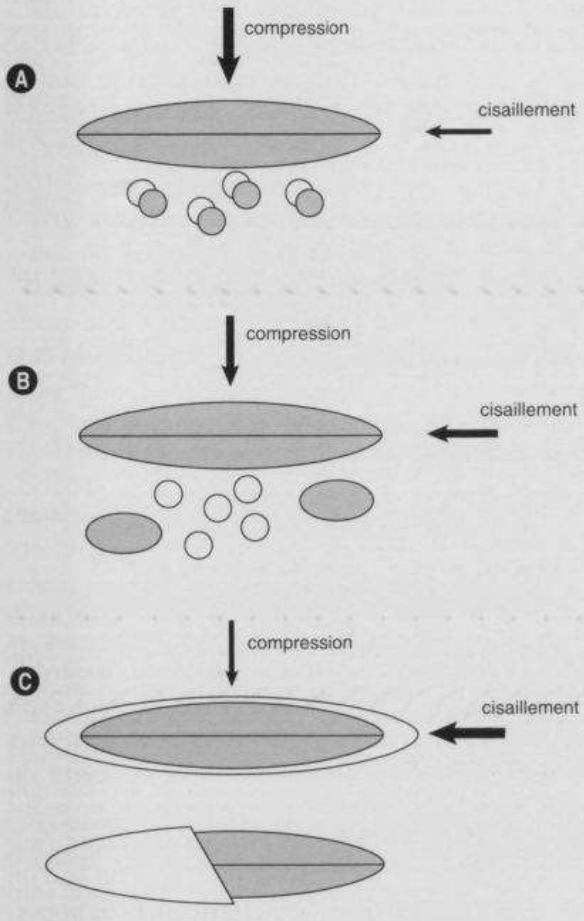


Fig. 1. Le broyage. **A.** Farine et son mélangés. **B.** Farine et son triés. **C.** Décorticage.

L'agglomérant

L'agglomérant retient les grains d'abrasifs en les maintenant entre eux par de petits piliers (fig. 2). De nos jours, il existe trois familles d'agglomérants, qui seront choisis en fonction des dimensions de la meule, des efforts qu'elle aura à subir, de sa vitesse de rotation... On peut citer les agglomérants métalliques utilisés pour les meules diamant, les agglomérants organiques (résinoïdes, latex, schellac...) et les agglomérants vitrifiés, qui sont les plus communs. Les premiers essais de fabrication de meules agglomérées ont été effectués en 1873 dans une ancienne poterie avec de l'argile comme agglomérant. Aujourd'hui, les agglomérants vitrifiés sont constitués par un mélange d'argile, de feldspath, de quartz, de chaux... dans des proportions choisies. La phase de cuisson est délicate, elle donne à l'agglomérant une structure amorphe proche de celle du verre. En général, les meules sont cuites à 1 250° C, et la cuisson dure 120 heures. Si la température est inférieure ou si les proportions des composants de l'agglomérant sont mauvaises, l'agglomérant cristallise au lieu de se vitrifier, et la meule sera moins solide à cause des plans de clivages générés par la cristallisation.

Lorsqu'on trouve des fragments de meules archéologiques chauffées, les compositions minéralogiques des roches étant souvent proches des compositions des meules vitrifiées (dans le cas des grès, par exemple, on retrouve la structure abrasif-agglomérant, c'est-à-dire grains-ciment constituée de quartz, feldspath, argile, calcaire...), on pourrait imaginer un traitement thermique volontaire pour vitrifier le ciment.

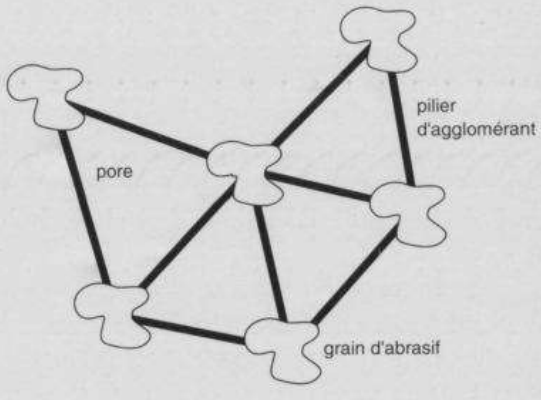


Fig. 2. Structure d'une meule agglomérée.

Cependant, la cuisson est un stade très délicat (température et temps de cuisson, proportions des composants de l'agglomérant) ; lorsqu'elle n'aboutit pas à la création d'une phase vitreuse, les propriétés ne sont pas améliorées.

La structure

La structure est l'indice de tassement des grains d'abrasif. Quand les grains sont espacés, la structure est ouverte, et, inversement, quand les grains sont serrés, la structure est fermée. Elle est caractérisée par un chiffre qui augmente quand le

pourcentage d'abrasif diminue. En pratique, la structure s'obtient lors du pressage de la meule mais toutes les structures ne sont pas faisables.

Archéologiquement, cette notion de structure ne sera pas abordée car les matières premières sont naturelles et la compaction diagénétique ne peut être appréhendée. De plus, la notion de compacité est directement traduite par le pourcentage de pores et sera donc abordée en même temps que le grade. Les notions de structure et de grade sont étroitement liées.

Le grade

La cohésion

Le grade est une notion empirique complexe. Il traduit la ténacité de la meule : les grains seront plus ou moins englobés et plus ou moins tenus par l'agglomérant, qui doit maintenir fermement le grain en position de coupe et doit le libérer après un travail suffisant. Le grade est un indicateur de la force avec laquelle l'agglomérant maintient en place les grains d'abrasif. Il indique la dureté de la meule. A quantité d'abrasif égal, une plus grande quantité d'agglomérant permettra de mieux retenir les grains. La variation du grade est liée à une variation des piliers d'agglomérant et donc à une variation du pourcentage de pores. Il est désigné par une lettre, du plus tendre, A (force de cohésion la plus faible), au plus dur, Z (force de cohésion la plus forte). La désignation du grade n'est pas le fruit d'une expression mathématique, elle provient de l'expérience. Mais cette notion intuitive est traduite mathématiquement par le pourcentage de pores ; il existe donc deux définitions du grade : l'une intuitive (indice de la force avec laquelle l'agglomérant maintient en place les grains d'abrasif), l'autre permettant une interprétation mathématique (valeur du pourcentage de pores en supposant les conditions de cuisson identiques) qui limite sa signification.

Dans le cas d'une roche, « la dureté traduit la résistance à l'usure qui se fait surtout par arrachement des grains (un grès mal cimenté est une roche tendre, bien que formée de quartz, minéral dur) » (Foucault, Raoult, 1984). La définition géologique de la dureté d'une roche se rapproche donc beaucoup de la notion de grade. Archéologiquement, cette notion paraît primordiale selon le travail que l'on désire effectuer. En effet, pour le broyage et la réduction en poudre, il ne faut pas qu'une trop grande quantité d'abrasif se détache et se mélange, surtout si la poudre doit être consommée.

Les pores

Le rôle des pores est très important dans l'utilisation d'une meule. En effet, si les grains ne sont pas complètement englobés dans le liant ils auront plus de mordant. De plus, si la quantité d'agglomérant est faible, et par conséquent la quantité de pores forte, les grains s'évacueront facilement après usure, et les nouveaux grains apparaîtront en relief et prêts au travail. En outre, les pores permettent l'évacuation des copeaux : cette évacuation est facile dans le cas d'une meule tendre, ce qui permet d'éviter l'échauffement et le lustrage. On choisira donc un grade tendre pour travailler une matière dure et un grade dur pour travailler une matière tendre.

Conclusion

On peut donc aisément s'apercevoir que le choix d'une meule ne s'effectue pas au hasard et que des paramètres qui pouvaient sembler avoir une importance relative sont en fait de tout premier ordre. Il est, de plus, inconcevable de partir du principe que ces paramètres n'ont pas été ressentis par les hommes préhistoriques. La découverte sur un même site archéologique d'un grès fin et d'un fragment de granite aura des conséquences importantes sur l'interprétation fonctionnelle. Comme les classifications typologiques morphologiques de cette gamme d'outil n'ont jusqu'à présent pas donné de résultats fondamentaux, on est en droit de penser que la morphologie de ce type d'outillage n'est pas la variable prépondérante.

Le choix s'effectue aussi par la recherche des caractéristiques mécaniques des roches à partir des possibilités d'approvisionnement de chaque site.

Utilisation

Dureté d'action

Lors de l'utilisation un certain nombre de paramètres complémentaires dépendant des con-

ditions d'utilisation viennent s'ajouter à ceux qui sont déjà évoqués. Ils sont regroupés sous la notion de dureté d'action, qui correspond au comportement plus ou moins dur de la meule au travail. En effet, lors de l'utilisation, la dureté de la meule ne sera pas la même selon la vitesse de rotation, la dimension de la surface active et la profondeur de passe. On pourrait définir la dureté d'action comme la dureté apparente différente de la dureté intrinsèque et de la dureté des grains. Cette propriété est complètement intuitive, et les paramètres qui la gouvernent ne sont ni tous bien définis, ni quantifiés.

La profondeur de passe

La profondeur de passe correspond à l'épaisseur de la couche de matière enlevée (fig. 3 : A) ; elle est liée à la pression avec laquelle la meule est en contact avec la matière.

Dans l'industrie, on peut décider de la profondeur de passe et l'on se rend compte que si cette valeur augmente, à surface de contact égale, les efforts tangentiels subis par chaque grain seront d'autant plus importants. Les grains s'arracheront alors plus facilement et la meule se comportera comme si elle était plus tendre.

Pour des meules manuelles de type préhistorique, le paramètre de la profondeur de passe dépend de la pression avec laquelle on travaille. Cela signifie que les roches très dures devront être utilisées avec une force manuelle de frottement plus importante pour agir et renouveler les grains. Dans le cas d'un travail de polissage, les outils devront être dans des roches du type des grès, relativement tendre pour limiter la force nécessaire au travail. Dans le cas d'un travail avec deux éléments du type meule-molette, le problème est différent car il ne s'agit pas d'enlever une certaine quantité de matière mais d'écraser un élément pour le réduire en poudre. L'effort à produire n'est donc pas du même ordre, il est plus lié à des problèmes de mordant (cf. *Les pores*).

La surface de contact

La surface active de travail a un rôle important sur l'échauffement et sur la dureté d'action. En ce qui concerne l'échauffement, j'ai déjà parlé du rôle des pores, qui permettent l'évacuation des copeaux et facilitent la circulation d'un lubrifiant (dans le cas d'un travail à sec, il faudra utiliser une meule plus tendre). Si la surface de contact augmente, le problème de l'échauffement sera plus aigu, et l'utilisation d'un liquide d'arrosage deviendra nécessaire.

Archéologiquement, l'utilisation d'un lubrifiant comme de l'eau ou de l'huile a pu s'avérer indispensable dans le cadre d'un travail de polissage lorsque l'objet à polir était de grandes dimensions.

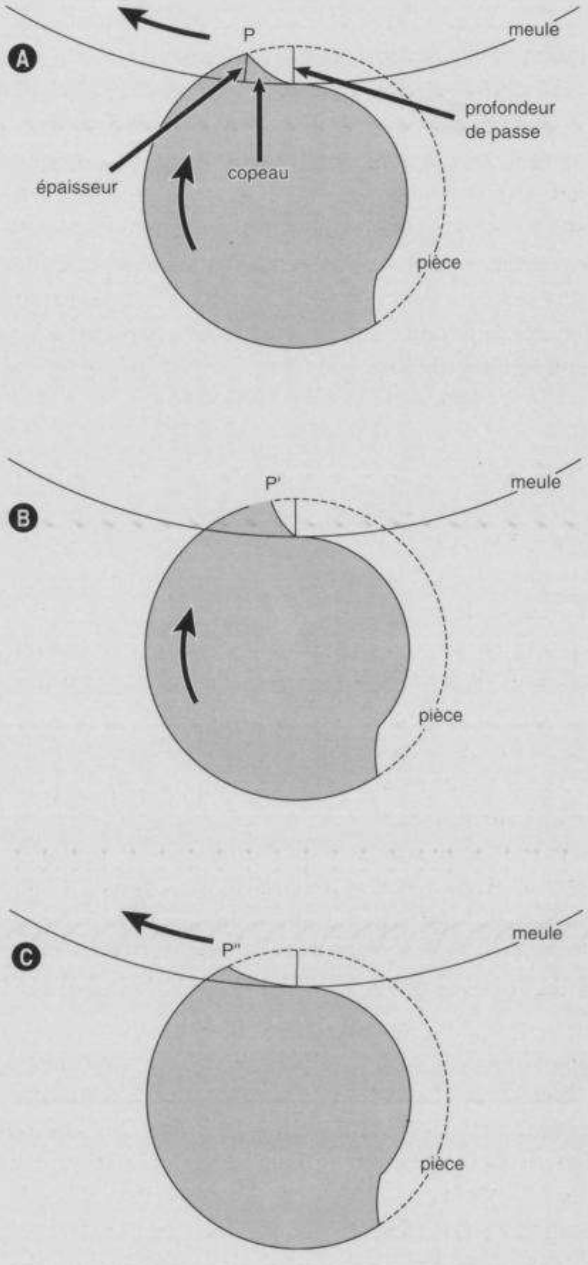


Fig. 3. Rôle de l'utilisation. **A.** Comportement standard. **B.** Augmentation de la vitesse de la pièce sur la meule. **C.** Augmentation de la vitesse de la meule sur la pièce.

La surface de contact joue également un rôle dans la répartition de la pression. En effet, la pression est répartie sur l'ensemble des grains qui composent la surface, ce qui signifie que, lorsque la surface augmente, la pression reçue par chaque grain est moindre. Les efforts tangentiels sont donc moins importants, et l'arrachement se fait moins facilement : la meule se comportera alors comme si elle était plus dure. Si la surface active est plus grande, il faudra choisir une meule plus tendre ou une meule à grains plus grossiers et plus espacés pour diminuer le nombre de points de contact et augmenter ainsi la pression sur chaque grain.

La vitesse d'utilisation

La vitesse d'utilisation est sensible au niveau de la dimension du copeau enlevé par chaque grain. En effet, plus la vitesse de l'objet sur la meule sera grande, plus le chemin parcouru par le grain dans le même laps de temps sera grand, et plus le copeau sera épais (fig 3 : B). En revanche, si la vitesse de la meule augmente, le même copeau sera enlevé plus rapidement et il sera plus petit (fig 3 : C). Selon la vitesse d'utilisation, les dimensions du copeau vont varier et les efforts seront différents. Si le copeau est grand, les efforts seront importants et les grains se détacheront plus facilement, la meule se comportera alors comme si elle était plus tendre.

Archéologiquement, dans le cas d'un polissage manuel, la vitesse d'utilisation n'aura vraisemblablement pas d'implications. Pour les meules à deux éléments, type meule-molette, on peut différencier les meules à mouvement « linéaire » de celles qui sont à mouvement « rotatif », deux types de vitesses seront alors à envisager. Dans le cas de meules à mouvement linéaire enchâssées, les vitesses et les pressions que l'on pourra exercer seront plus importantes.

L'usure

La notion de dureté d'action évoquée ci-dessus est en liaison étroite avec l'usure. En effet, lorsque la meule se comporte comme si elle était plus tendre, cela signifie qu'elle s'use plus rapidement puisque les grains sont facilement et rapidement évacués. Une meule bien adaptée à son travail, la meule idéale, serait une meule ni trop dure ni trop tendre, dont les grains sont éliminés dès qu'ils sont usés et renouvelés par les suivants. Mais ce cas n'est pratiquement jamais réalisé et la meule subit soit une usure trop rapide, soit un lustrage progressif. Le phénomène de lustrage est dû à l'usure des grains, qui s'émoussent sans s'éliminer, et à l'encrassement des pores, qui se chargent de copeaux. Dans ce cas, il est nécessaire d'effectuer un dressage de la meule dont le procédé diffère selon le travail à effectuer. La meule peut être dressée au diamant, les grains sont alors arasés et se retrouvent à niveau avec l'agglomérant. Mais elle peut aussi être dressée à la molette, ce qui provoque des fractures par pression sur l'agglomérant et déchausse les grains. La surface de travail est formée, en fin de dressage à la molette, d'une couche abrasive irrégulière où des grains d'abrasifs intacts font saillie à des hauteurs différentes. Ce deuxième procédé sera choisi dans le cas où l'on recherche un gros débit sans précision.

Archéologiquement, cela soulève deux remarques : tout d'abord, dans le cas où la meule est parfaitement bien adaptée à son travail, les traces de poli ne doivent pas pouvoir s'observer puisque les grains sont évacués au fur et à mesure. L'étude des traces d'usage sur une meule est possible à condition qu'elle soit relativement mal adaptée, ce qui est un peu paradoxal. Cependant, il faut préciser que le choix d'une matière première s'effectue dans une gamme de roches naturelles qui ne permettent pas la maîtrise de tous les paramètres. Il est donc certain qu'aucune meule archéologique ne sera idéale.

Ensuite, le procédé de dressage à la molette est tout à fait assimilable au piquetage archéologique ou ethnologique de réavivage des surfaces actives. Ce piquetage permet de rendre à la meule le mordant nécessaire et en quelque sorte de la « réattendrir ». Il semble y avoir une liaison entre la grosseur de grain et le type de dressage. En effet, un grain grossier et un dressage à la molette sont adaptés à un travail grossier.

Le phénomène de lustrage est d'autant plus fréquent et tangible que cette adaptation est mauvaise ; le nombre des dressages en sera augmenté. La fréquence des réavivages dépendra de l'habileté de l'opérateur, ce qui fait entrer en jeu encore une fois l'expérience et l'habitude.

Ethnologiquement, on remarque également que les fréquences de réavivage varient selon les utilisateurs et peuvent s'effectuer à des stades diffé-

rents dans une certaine marge. En effet, le piquetage demande du temps et de l'énergie, et le choix du moment précis où il devient nécessaire dépend de l'appréciation de celui qui utilise la meule.

Bilan économique

Industriellement, le critère économique est « le seul critère objectif qui doit orienter, après essais, le choix de la meule la plus rentable » (Norton, 1929 : 11). Une meule tendre s'use vite, et, pour augmenter la rentabilité, on recherchera toujours la limite supérieure du grade admissible, car le meilleur rendement correspond en général à la meule dont le grade est le plus élevé. Cependant, il ne faut pas choisir un grade trop dur pour éviter un lustrage trop fréquent. « On sait en effet que les meules s'usent essentiellement au cours des dressages » (Norton, 1929 : 12). La recherche sera donc orientée vers une meule qui se lustre le moins possible.

Pour évaluer la meule la plus rentable, on effectue des essais comparatifs pour déterminer les coûts :

– coût de la meule par unité produite pendant sa durée de vie ;

– coût de la main d'œuvre et de l'entretien par unité produite ;

– coût du dressage ;

– coûts annexes de gestion des stocks, de contrôle et des machines.

Le pouvoir de coupe doit assurer :

Avantages	Objectifs
Débit important	Grande productivité Rapidité de fabrication
Coupe froide (pas d'échauffement)	Bonne qualité des pièces Peu de contrôle
Tenue de forme	Grande durée de vie de la meule Grande durée de vie de l'outil de réaffûtage Peu de renouvellement des meules Peu de contrôle
Polyvalence	Peu de stocks Peu de rotation

Archéologiquement, on est en droit de penser que des objectifs économiques semblables étaient importants, outre les contraintes culturelles. En effet, le choix de la meule par les hommes préhistoriques devait être adapté aux objectifs fonctionnels mais aussi aux ressources en matière première. Pour la matière première, il faut prendre en compte le coût de la recherche selon les disponibilités, les coûts de l'extraction et du transport, en particulier lorsqu'il s'agit de blocs lourds. L'investissement de fabrication sera différent en fonction de la forme sous laquelle se présente la matière première : galet, bloc ou affleurement. En outre, selon les caractéristiques de la roche, la dépense d'énergie nécessaire à la mise en forme ne sera pas la même pour une roche de grade dur ou de grade tendre.

Lors de l'utilisation, la force de travail nécessaire et la fréquence des dressages demanderont de l'énergie. De plus, comme nous l'avons vu, c'est essentiellement au cours des dressages que la meule s'use, tout cela entrera donc forcément dans le choix d'une matière première.

On peut supposer que les matières premières recherchées seront, dans l'ordre de la chaîne opératoire :

– les plus proches et les plus facilement transportables ;

– celles qui sont naturellement préformées ;

– celles adaptées à un effort d'utilisation moindre ;

– celles nécessitant une faible fréquence de réavivage ;

– celles donnant une bonne qualité du produit fini.

Toutes ces contraintes n'entreront pas en compte au même degré, elles dépendront aussi des disponibilités naturelles, des contraintes culturelles et du niveau technologique de la population. Il y aura des priorités dans les choix des hommes préhistoriques, et il existera notamment une évolution chronologique ; à l'époque romaine par exemple, les meules en basalte vacuolaire pouvaient circuler sur de longues distances.

Les contrôles

Divers types de contrôles sont effectués dans l'usine, permettant de vérifier les qualités des produits tant à l'amont qu'à l'aval de la chaîne de fabrication. Les méthodes de contrôle font toujours intervenir des étalons de référence connus. Les contrôles sont effectués sur les matières premières avant la fabrication de la meule et sur les produits finis avant la vente. D'après ce que j'ai vu, il semble

qu'il ne soit pas nécessaire de mettre en œuvre une technique complexe d'observation pour l'étude du matériel archéologique. Il me semble en effet suffisant d'observer une surface sciée ou polie à la loupe binoculaire de chaque vestige archéologique pour évaluer les caractéristiques physiques. Ce type d'observation est courant en sédimentologie pour comprendre les milieux de dépôt des roches détritiques. Il existe donc des chartes visuelles permettant d'évaluer de manière reproductible les pourcentages de grains (fig. 4 : A), leur forme (fig. 4 : B) et leur classement (fig. 4 : C) dans la roche. Ces chartes peuvent également être utilisées à l'inverse pour évaluer le pourcentage de pores. De plus, la détermination pétrographique en lames minces de quelques échantillons raisonnablement sélectionnés permettra de connaître les minéraux et leurs duretés.

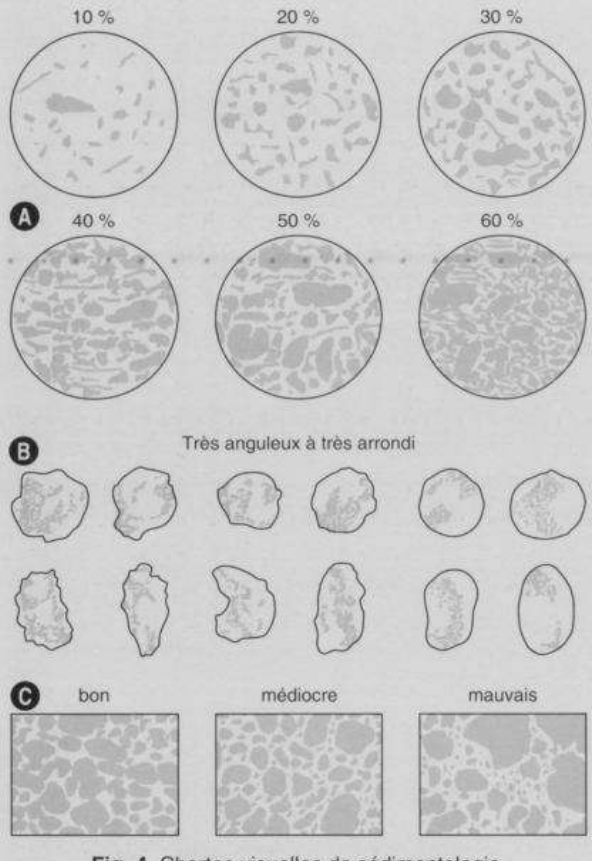


Fig. 4. Chartes visuelles de sédimentologie.
A. Estimation du pourcentage de grains. **B.** Estimation de la forme des grains. **C.** Estimation du classement des grains.

Conclusion

Sur les sites archéologiques, la variabilité pétrographique est réelle et peut être observée dans les collections et dans les travaux bibliographiques. Les typologies utilisées sont souvent morphofonctionnelles mais le lien avec la pétrographie et les caractéristiques physiques qui en découlent est rarement effectué. Les roches que l'on rencontre couramment dans les milieux naturels sont diverses, et j'ai tenté d'effectuer une classification des roches les plus fréquentes.

• Les *grès* sont des roches détritiques formées de grains de quartz de dureté 7, plus ou moins arrondis, de tailles variables et maintenus par un ciment. Selon la nature du ciment, calcaire ou siliceux, et sa quantité, les grades seront plus ou moins durs. Si ces grès possèdent un ciment siliceux très induré ou s'ils sont métamorphisés, ils donnent des quartzites (quartzites sédimentaires ou quartzites métamorphiques) dont le grade est très dur. Si les fragments feldspatiques sont nombreux, on a des grès arkosiques puis des arkoses. Ces dernières possèdent une grande proportion de feldspaths, de dureté 6, à nombreux plans de clivages. La famille des grès présente une gamme variée de possibilités qui lui permettent d'être adaptés à n'importe quelle utilisation, du point de vue des capacités physiques de travail. Leur étude nécessitera donc de prendre en compte tous les paramètres vus précédemment.

Il existe en sédimentologie une classification des grès selon la dimension des grains qu'ils contiennent (CSRPPGN, 1974) :

- lutites : de 0 à 50-62 microns ;
- grès fins : de 50-62 à 500 microns ;
- grès moyens : de 0,5 à 1 mm ;
- grès grossiers : de 1 à 2 mm ;
- rudites : plus de 2 mm.

L'utilisation d'une classification de ce genre, qui peut être assouplie pour l'archéologie, permet de faire des comparaisons valides entre sites. En effet, la détermination de fin ou grossier est trop souvent influencée par l'échantillonnage des roches présentes sur le site à la suite de la sélection effectuée par les hommes préhistoriques.

• Les *calcaires* sont des roches sédimentaires constituées de fragments calcitiques d'origine diverse, très fréquents dans les formations géologiques. Les cristaux de calcite ont une dureté de 3, la dimension de ces grains peut varier, mais dans l'ensemble la granulométrie reste fine ; ce sont des roches de grade tendre. Elles vont s'user rapidement et demander de fréquents dressages si on

veut un peu de mordant. Cependant, dans le cas des calcarénites, le grain est plus grossier, le mordant est donc meilleur et les dressages pourront être un peu moins fréquents ; la vitesse d'usure liée à l'utilisation reste équivalente mais celle qui est due aux ravivages sera diminuée.

• Les *roches magmatiques* proviennent du refroidissement du magma, on peut citer par exemple les granites et les basaltes. Elles sont classées selon deux critères : leur teneur en silice exprimée sous forme de quartz (acidité) et leur texture, qui dépend de la vitesse de refroidissement et traduit la granulométrie. Le précis de pétrographie de Jung (1963) définit la texture grenue comme la caractéristique d'une « roche entièrement cristallisée dont les éléments sont de même dimension, sensiblement celle d'un grain de blé » On aura donc des familles de textures : texture grenue puis microgrenue, microlitique et vitreuse par diminution de la dimension des grains jusqu'à une structure amorphe, pour chaque famille de composition chimique. On peut citer trois familles :

Pôle riche en silice →		Pôle pauvre en silice
granite microgranite rhyolite obsidienne	diorite microdiorite andésite obsidienne	gabbro microgabbro ou dolérite basalte tachylite

La structure des roches magmatiques peut être homogène comme dans le cas des granites, schisteuse ou gneissique, c'est-à-dire présentant des lits de minéraux de duretés différentes (cas des roches métamorphiques de type gneiss ou micaschiste), ou bien vacuolaire comme certains basaltes ou les ponces. Ces dernières sont formées de bulles séparées par de minces parois de verre. Les roches vacuolaires permettent le renouvellement automatique du mordant en évitant le piquetage.

Chaque type de roche présente donc des caractéristiques de granulométrie et de grade précis. Or nous savons maintenant qu'un grade tendre permettra un polissage rentable et qui sera amélioré par des grains durs et coupants. Selon la granulométrie, le fini sera plus ou moins fin et pourra donc correspondre à des phases différentes du travail : dégrossissage, polissage...

Un grade tendre permettra également une mise en forme et un entretien, par bouchardage ou piquetage, facile puisque les éléments qui retiennent les grains ensembles sont facilement cassés. Mais l'usure sera également plus rapide.

De plus, pour un travail de broyage, de nombreux grains de la roche vont se détacher et se mélanger à la poudre. Dans ce type de travail, une granulométrie fine ne sera pas très favorable car le mordant ne sera pas suffisant. Il faudra y suppléer par un piquetage répétitif de façon à mettre en relief des groupes de petits grains équivalant à une granulométrie plus grossière. La vitesse d'usure en sera accentuée.

Un grade dur aboutira à un lustrage de la meule qui nécessitera un dressage et usera la meule, mais permettra une réduction du nombre de fragments rocheux mêlés à la poudre. Cependant, la mise en forme et l'entretien seront plus difficiles. Une roche naturellement vacuolaire évitera les dressages et l'usure qu'ils engendrent.

Au cours de ce stage, j'ai pu remarquer que l'empirisme et l'habitude avaient un rôle très important. De plus, en archéologie, l'étude porte le plus souvent sur le stade de rejet de l'outillage, en fin de chaîne opératoire, ce qui inverse la démarche. C'est pourquoi l'étude de ce matériel doit être liée à un programme expérimental visant à tester les caractéristiques définies théoriquement. De plus, cette phase du travail permettra des comparaisons de traces, autre approche nécessaire à l'analyse de cette catégorie d'outils complexes. Les premières expérimentations effectuées ne permettent pas encore d'avancer des résultats, mais confirment de manière évidente les variations des capa-cités de travail des différentes matières premières.

Malgré les différences entre les contraintes culturelles et techniques préhistoriques et celles du contexte technologique actuel, ces informations d'ordre physique et mécanique sont utilisables en archéologie.

Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier la Société Norton et tout le personnel de l'usine de La Courneuve pour leur accueil et pour la patience dont cadres et ouvriers ont fait preuve à mon égard.

Je suis également reconnaissante à P. Anderson, S. Beyries, D. Binder, J. Courtin et J.-C. Échallier pour leurs conseils.

* *CRA-CNRS, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France.*

Bibliographie

ANONYME, (s. d.).– *Instructions pour les essais et analyses.*

ANONYME, (s. d.).– *Instructions pour le contrôle.*

ANONYME, (s. d.).– *La rectification cylindrique extérieure.* Paris, Norton SA, 157 p.

ANONYME, 1929.– *Étincelles Norton*, mars-avril 1929, vol. 3, n° 2. Paris, Norton SA, 15 p.

ANONYME, 1966.– *Comment choisir une meule.* Paris, Norton SA, 71 p.

ANONYME, 1970.– *Tronçonnage : le tronçonnage à la meule.* Paris, Norton SA, 36 p.

ANONYME, 1972.– *Formulaire aide-mémoire des utilisateurs de meules.* Paris, Norton SA, 300 p.

BORDREUIL (P.), LAGARCE (J.), LAGARCE (E.), BOUNNI (A.), SALIBY (N.), 1984.– Les découvertes épigraphiques de Ras Ibn Hani (Syrie) en 1983 : un lot d'archives administratives. *Académie des inscriptions et belles lettres*, avril-juin 1984, p. 411-414.

CAILLEUX (A.), 1976.– *Géologie générale.* Paris, Masson, 346 p.

CHAMBRE SYNDICALE DE LA RECHERCHE ET DE LA PRODUCTION DU PÉTROLE ET DU GAZ NATUREL, 1974.– *Méthodes modernes de géologie de terrain, 1, principes d'analyses sédimentologiques.* Paris, Technip, 95 p.

CENTRE D'INFORMATION DES FARINES ET DU PAIN, (s. d.).– *Le blé la farine le pain.* Paris, Sepaic, 21 fiches.

FOUCAULT (A.), RAOULT (J.-F.), 1984.– *Dictionnaire de géologie.* Paris, Masson, 347 p.

JUNG (J.), 1969.– *Précis de pétrographie : roches sédimentaires métamorphiques et éruptives.* Paris, Masson, 332 p.

PÉTREQUIN (P.), PÉTREQUIN (A.-M.), 1988.– *Le Néolithique des lacs : préhistoire des lacs de Chalain et de Clairvaux.* Paris, Errance, 281 p.

SCHOUMACKER (A.), (sous presse).– Les ateliers de roches dures. *In* : J.-L. Huot (Éd.), *Larsa, travaux de 1987-1989.* Paris, Recherche sur les civilisations.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Identification des traces de manipulation, suspension, polissage sur l'art mobilier en os, bois de cervidés, ivoire

*Francesco d'ERRICO**

Résumé

L'identification des traces de suspension ou d'une longue manipulation, proposée dans le passé pour certaines pièces paléolithiques en os ou en ivoire, n'a jamais été démontrée. Au cours de ce travail, des traces de manipulation, de suspension et de polissage avec la peau sont reproduites expérimentalement et observées au MEB. La largeur des stries semble le seul critère permettant de différencier ces traces. Des objets en os longtemps manipulés et des pièces archéologiques datées du Magdalénien et du Solutréen sont aussi analysés à titre de comparaison.

Abstract

The identification of hanging and handling traces, proposed in the past for several Paleolithic bone pieces, has never been demonstrated. Hanging, hand-ling and hide polishing traces were experimentally reproduced and observed with SEM on bone, antler and ivory. The width of striations seems to be the only criterion for differentiating these traces. Long-handled objects and some Magdalenian and Solutrean pieces were also analysed with a view to comparing results.

Introduction

Il a été dit maintes fois que certaines zones lustrées visibles sur des pièces d'art mobilier paléolithiques étaient la conséquence d'une manipulation ou d'un transport. Ces traces constitueraient la preuve d'une longue utilisation, continue ou périodique, résultat de la fonction symbolique des objets. Un lustré produit par la préhension répétée serait, par exemple, présent sur une plaquette en os de l'abri Blanchard (Marshack, 1970 : 31 ; 1985 : 18) ou sur certaines figurations féminines paléolithiques (1990). Le lustré de la plaquette moustérienne de Tata (Hongrie) démontrerait que le façonnage d'objets

symboliques remonterait au Moustérien (1976). Le cheval sculpté de Vogelherd (Marshack, 1970 : 31 ; 1985 : 18) serait « profondément usé et poli par une longue manipulation et peut-être par le transport dans un sac » (Marshack, 1984 : 573-4 ; 1976 ; 1987 ; 1989). L'auteur en déduit qu'il s'agit d'un « cheval symbolique fait pour être utilisé, manipulé, probablement dans des rites périodiques... ». Cette même constatation serait à étendre aux autres pièces de Vogelherd.

Toutefois dans aucun de ces travaux ne sont exposés les critères analytiques qui permettraient d'attribuer l'aspect lustré des pièces à la manipulation prolongée ou au transport. Ces interprétations prêtent donc à discussion.

En effet, en s'appuyant sur les mêmes évidences, J. Hahn (1987) interprète le poli de la tête de cheval de Vogelherd comme une usure due à la suspension. Il est clair que l'absence de critères d'analyse rend plausible toute interprétation.

Quelles sont les traces laissées par une utilisation non fonctionnelle de l'objet ? Dans quelle mesure l'état de conservation des pièces cachera-t-il pour toujours les traces que leur vie symbolique a produites sur la surface ?

L'étude technologique de l'art mobilier ne peut pas faire abstraction des problèmes liés à l'identification de ces traces car elles s'entremêlent avec les stigmates du façonnage et les traces post-déposition.

Or, l'aspect poli d'objets en os, bois de cervidés, ivoire peut être le résultat d'un aménagement technologique. Le polissage peut constituer l'étape finale du façonnage de la pièce et peut être obtenu par l'application d'abrasifs, par frottement avec une peau ou à la main. Un polissage peut aussi intervenir après le façonnage du fait de l'utilisation de l'objet (utilisation fonctionnelle, suspension, manipulation, transport...). De même, il peut se produire à la suite d'une altération naturelle intervenue avant ou pendant l'enfouissement de l'objet. Enfin, il peut se produire après sa découverte (restauration, étude...).

Nous avons entrepris depuis deux ans (d'Errico, sous presse) une recherche qui a pour but d'établir des critères microscopiques à base expérimentale pour différencier les traces de polissage intentionnel, de manipulation, de suspension et de transport. Cet article présente les résultats concernant la manipulation, la suspension et le polissage avec la peau.

Matériaux et méthodes

Expérimentation

Quarante fragments (os longs de cheval, bœuf, homme, bois de cerf ou de renne ou d'élan, ivoire d'éléphant) ont été découpés en morceaux. Ces pièces ont été façonnées en divers types de polyèdres (cubes, parallélépipèdes, prismes, polyèdres irréguliers) à l'aide d'une polisseuse (Presi, Eybens), avec des disques de granulométrie intermédiaire.

Les surfaces des pièces issues de ce traitement sont couvertes de sillons parallèles, les arêtes sont nettes et rectilignes. La moitié des pièces a été polie en produisant des sillons de largeur comprise entre 10 et 25 µm, l'autre moitié des sillons allant de 2 à 8 µm (fig. 1). Dans le premier cas, les sillons sont visibles à l'œil nu, dans le deuxième à la loupe binoculaire.

Après le façonnage, les pièces ont été nettoyées avec de l'acétone et de l'eau distillée de manière à détacher les microrésidus encore adhérents.

Une prise d'empreinte avec l'élastomère Provil L (Bayer, Leverkeusen) a suivi le nettoyage pour enregistrer l'état de surface avant l'expérimentation. Pour chaque pièce plusieurs faces ont été répliquées, chaque face faisant l'objet de deux empreintes.

Cinq pièces ont été façonnées avec des tranchants lithiques ou avec des côtés de burins et répliquées ensuite selon le même procédé.

Certaines faces ont été soumises au passage répété des doigts, d'autres ont été polies avec une peau tannée ou une peau sèche de veau ou de lapin préalablement raclées au grattoir, d'autres encore avec la fourrure de lapin. Le geste responsable de ces traitements a toujours été exercé dans une même direction et avec un mouvement de va-et-vient. Dans le cas du polissage au doigt certaines faces ont été polies en suivant deux directions perpendiculaires ou en changeant de direction à chaque geste. Dans tous les cas le polissage s'est poursuivi pendant 30 mn, mais il a été interrompu toutes les 10 mn par un nettoyage et une double prise d'empreinte à l'élastomère.

Quatre pièces perforées au perçoir ont été répliquées et suspendues aux bras d'un agitateur d'éprouvettes (Jouan). Une cordelette en fibre végétale a été utilisée pour deux d'entre elles, les deux autres étaient suspendues avec un lien en

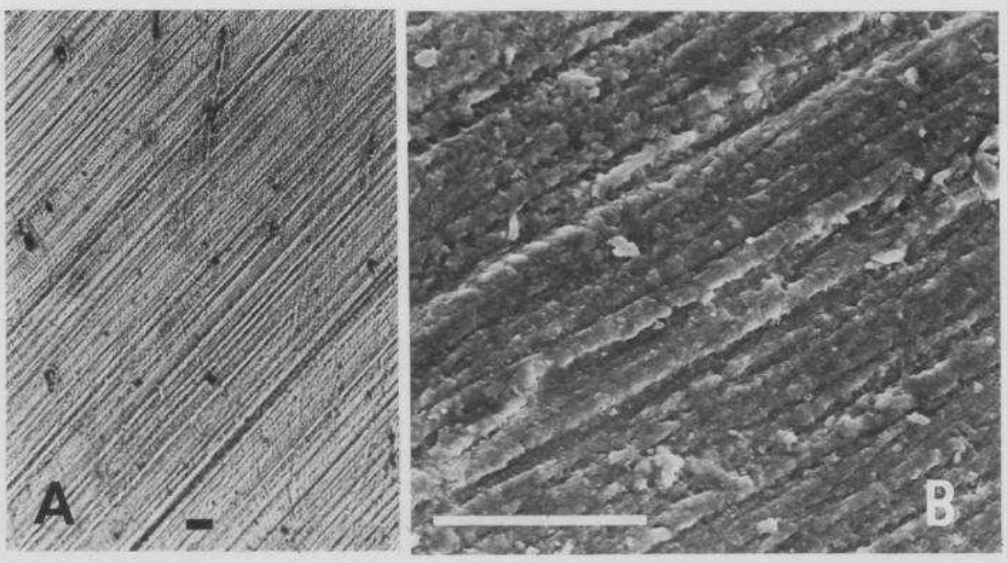


Fig. 1. Surfaces osseuses issues du façonnage à la polisseuse. **A.** Réplique photographiée en lumière transmise. **B.** Réplique photographiée au MEB. Échelle égale à 10 µm.

cuir. La suspension simulée a durée 50 heures. Six prises d'empreintes, précédées d'un nettoyage, se sont succédé après 10 mn, 40 mn, 2 h, 7 h, 20 h, 50 h.

Des positifs en résine RBS (T2L Chimie) ont été réalisés à partir des empreintes en élastomère. La double prise d'empreinte a permis d'obtenir deux positifs de chaque étape d'usure.

Un des positifs, métallisé à l'or-palladium, a été observé au MEB. Du fait de la transparence de la résine le deuxième positif a été observé avec un microscope à lumière transmise.

Cette technique, à notre connaissance inédite, permet d'obtenir une image très contrastée. La lumière traverse la réplique en résine en arrivant à la surface observée. Plus cette surface sera plate et donc perpendiculaire au faisceau lumineux, plus il y aura de lumière envoyée vers l'objectif.

Pièces originales

Un tibia humain, manipulé depuis un siècle par les étudiants en médecine de l'université de Turin, et un fume-cigare en tibia de dinde, fortement poli par la manipulation, ont été répliqués et observés au MEB.

Le même procédé a été appliqué aux objets d'art mobilier en os de l'abri des Câbones, Jura (Magdalénien final) (d'Errico et David, sous presse), et à deux côtes gravées et encochées datées du Solutréen et provenant du site de Solutré.

Résultats

Manipulation par les doigts

A l'œil nu, la surface soumise à ce traitement prend un aspect brillant dès les cinq premières minutes. Un émoussement des arêtes des polyèdres intervient après 30 minutes.

A l'échelle microscopique (fig. 2 : A et B), l'usure efface partiellement les sillons produits par la polisseuse.

Les zones usées sont traversées par de fines stries orientées dans la direction suivie par le doigt (fig. 2 : C). La largeur de ces stries ne dépasse jamais 1 µm, et elle est généralement inférieure à 0,5 µm. Les arêtes des pièces expérimentales montrent des stries de même dimension (fig. 2 : D).

Quand la manipulation est exercée sur une surface façonnée par un tranchant lithique (fig. 3) l'usure efface presque complètement les traces du façonnage et révèle des stries identiques (fig. 3 : E) à celles qui sont décrites sur les pièces aménagées à la polisseuse. L'usure se développe aussi sur les arêtes des zones en creux en les adoucissant sur un demi-millimètre de profondeur.

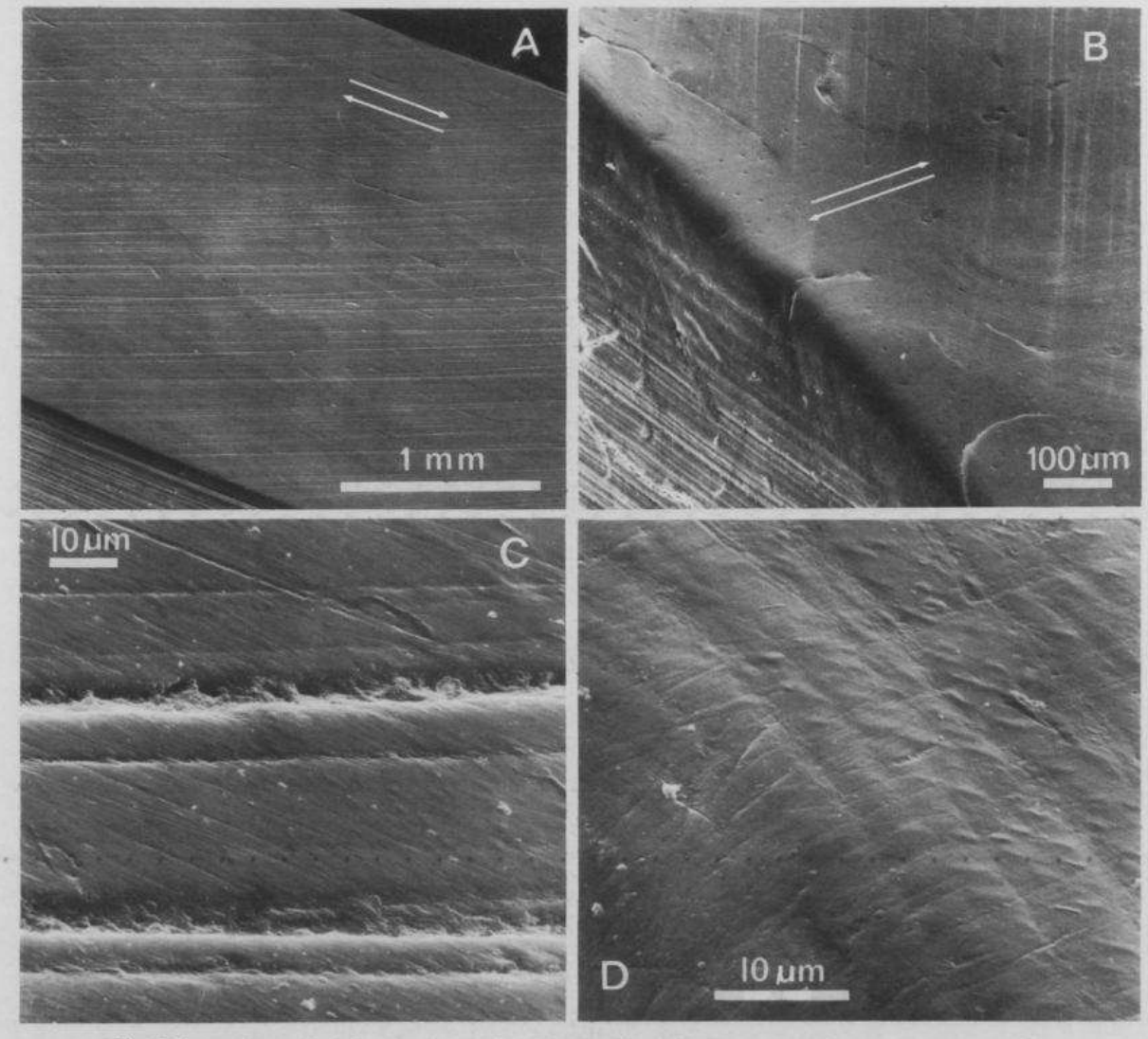


Fig. 2. Traces de manipulation sur des surfaces aménagées à la polisseuse (**A, C.** 10 mn ; **B, D.** 30 mn). Ce traitement produit des stries d'une largeur inférieure à 1 µm (les flèches indiquent la direction du mouvement des doigts).

Si le polissage s'effectue dans deux directions prédominantes ou avec des changements continus de direction, le nombre de stries visibles diminue jusqu'à donner l'impression d'une surface complètement homogène.

Polissage par la peau et la fourrure

Ce traitement produit, à l'œil nu, des surfaces moins brillantes que la manipulation.

A l'échelle microscopique, les surfaces usées montrent de fines stries orientées dans la direction du mouvement. Sur les arêtes, ces stries sont plus courtes et plus larges que celles de la surface plate. Ce phénomène reste constant indépendamment de la peau utilisée et du type de tannage. La différence réside dans la largeur moyenne des stries.

La peau tannée provoque les stries les plus larges. Elles peuvent atteindre 10 µm sur la surface et 15-17 µm sur les arêtes (fig. 4 : A). La peau raclée développe des stries de largeur maximale de 10 µm sur la surface et de 15 µm sur les arêtes (fig. 4 : B).

La fourrure de lapin (fig. 4 : C et D) engendre des stries atteignant rarement 7 µm de largeur sur la surface et 10 µm sur les arêtes (normalement entre 2 et 4 µm).

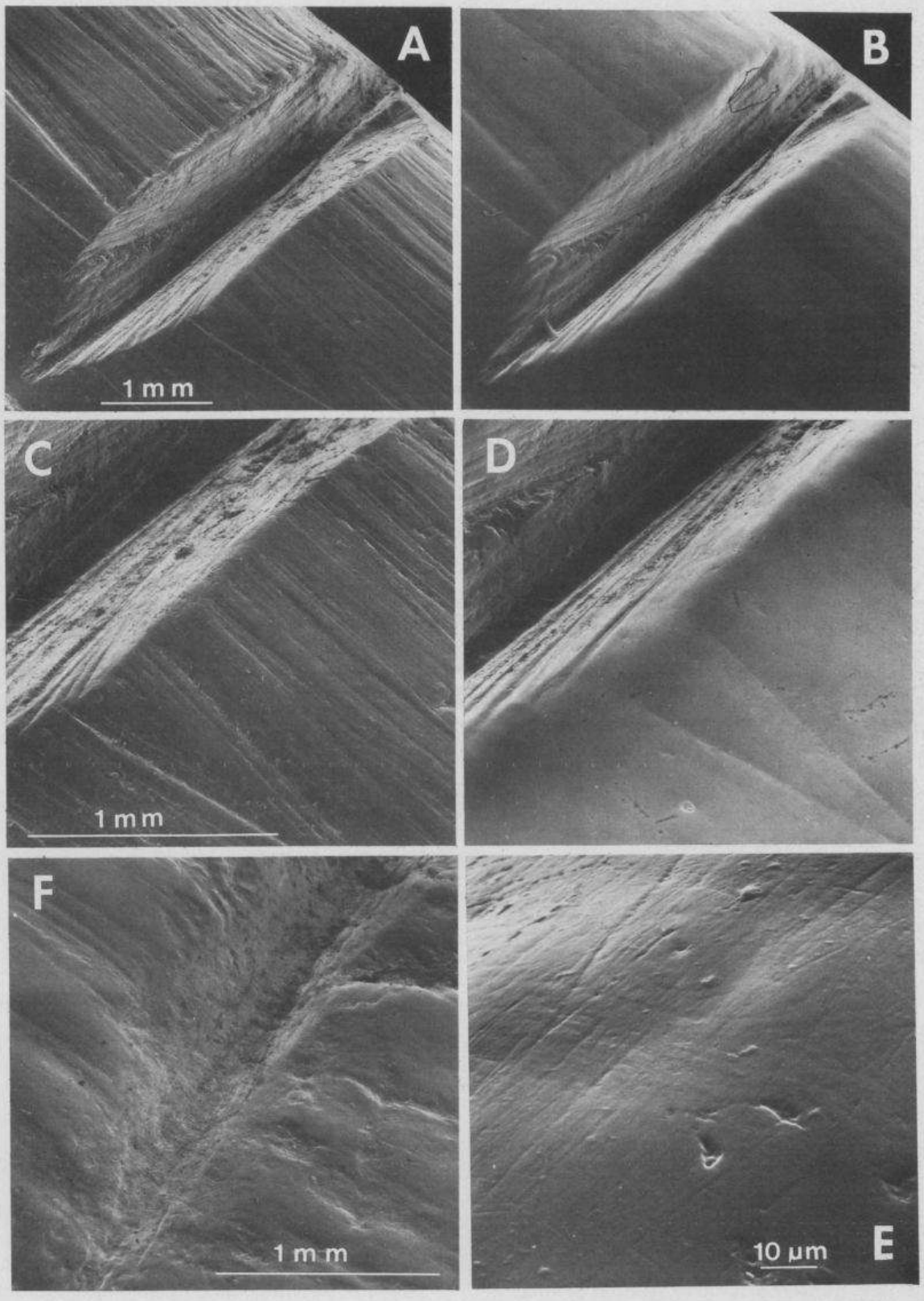


Fig. 3. Surface raclée traversée par une entaille. **A, C.** Après le façonnage. **B, E.** Après 30 mn de manipulation par un mouvement de va-et-vient suivant la direction de l'entaille. **F.** Entaille sur une côte de rhinocéros (Musée de Solutré).

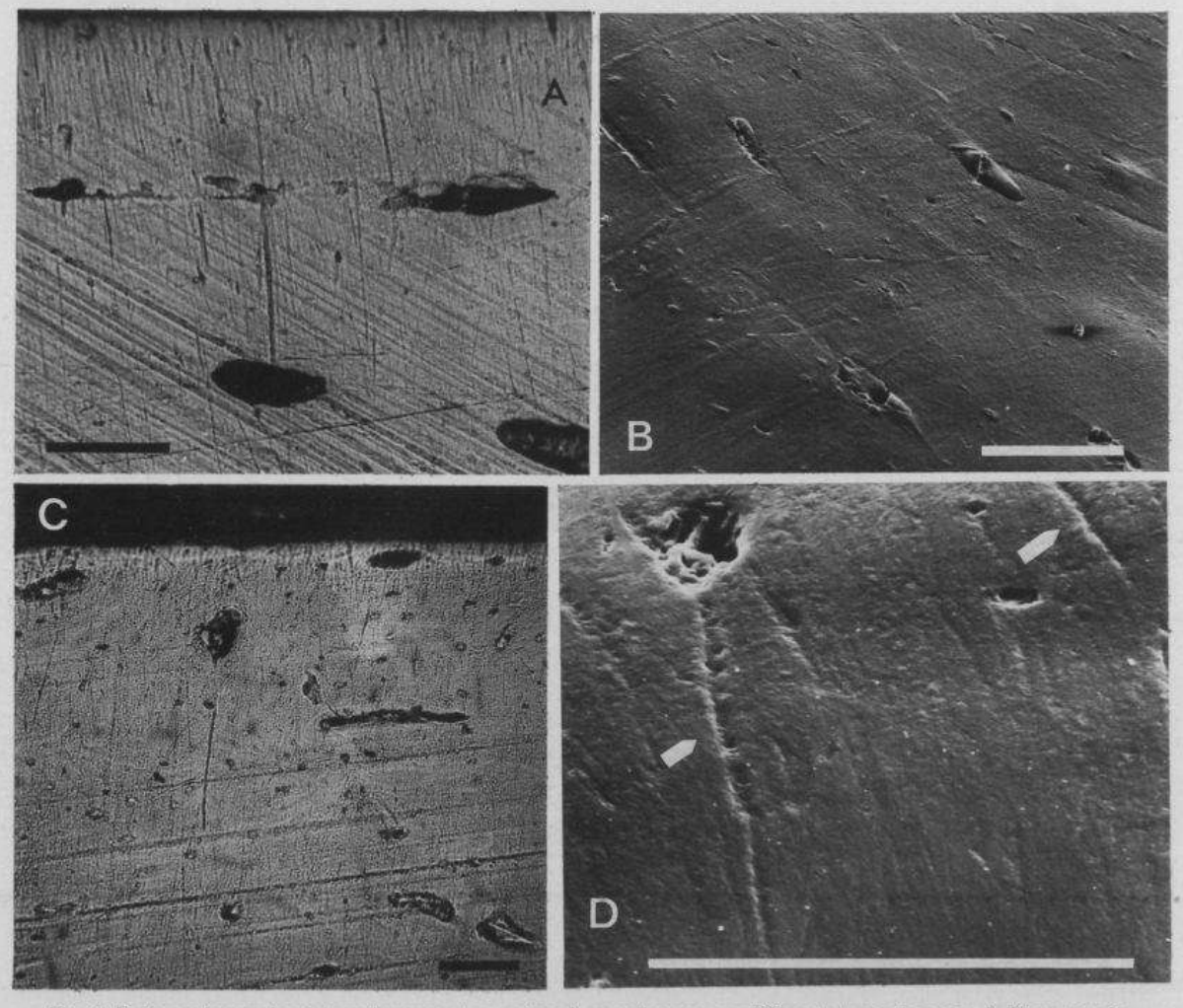


Fig. 4. Surfaces façonnées à la polisseuse et soumises à un polissage par différents types de peau. **A.** Peau tannée. **B.** Peau sèche raclée au grattoir. **C, D.** Fourrure de lapin (les flèches indiquent des stries de grandes dimensions permettant de différencier ce traitement de la manipulation). Échelle égale à 100 µm.

Traces de suspension

Les traces de la suspension se développent sur la surface en contact avec le lien. A l'intérieur de la perforation, l'usure affecte les arêtes en relief entre les sillons concentriques produits par la rotation de l'outil (fig. 5). Après 50 h de suspension simulée, ces zones sont complètement aplanies. De rares stries, courtes, perpendiculaires à l'orifice et ne dépassant pas 1 µm de largeur, les traversent.

En dehors de la perforation, l'usure s'étale sur environ 2 mm autour de la ligne d'attache. Dans cette zone les sillons créés par la polisseuse ont disparu presque complètement (fig. 5 : C et D). Les zone usées révèlent des stries simples ou multiples, orientées vers le centre de la perforation (fig. 5 : E) et ne dépassant pas 2 µm de largeur.

Pièces originales

Tibia humain

A l'œil nu la crête tibiale apparaît comme une des zones les plus usées et révèle au MEB un aspect homogène, interrompu par de nombreuses sorties de canaux vasculaires (fig. 6 : A).

De longues stries, perpendiculaires à la crête, atteignent 5 à 8 µm de largeur. En s'éloignant légèrement de cette zone (fig. 6 : B), il est possible de rencontrer une morphologie quelque peu différente. Des zones d'aspect homogène, en léger relief, alternent avec des zones en creux, d'aspect plus rugueux. Quand le passage d'une zone à l'autre est brusque on remarque que ce dernier se produit à cause du détachement de la lamelle d'os primaire la plus superficielle.

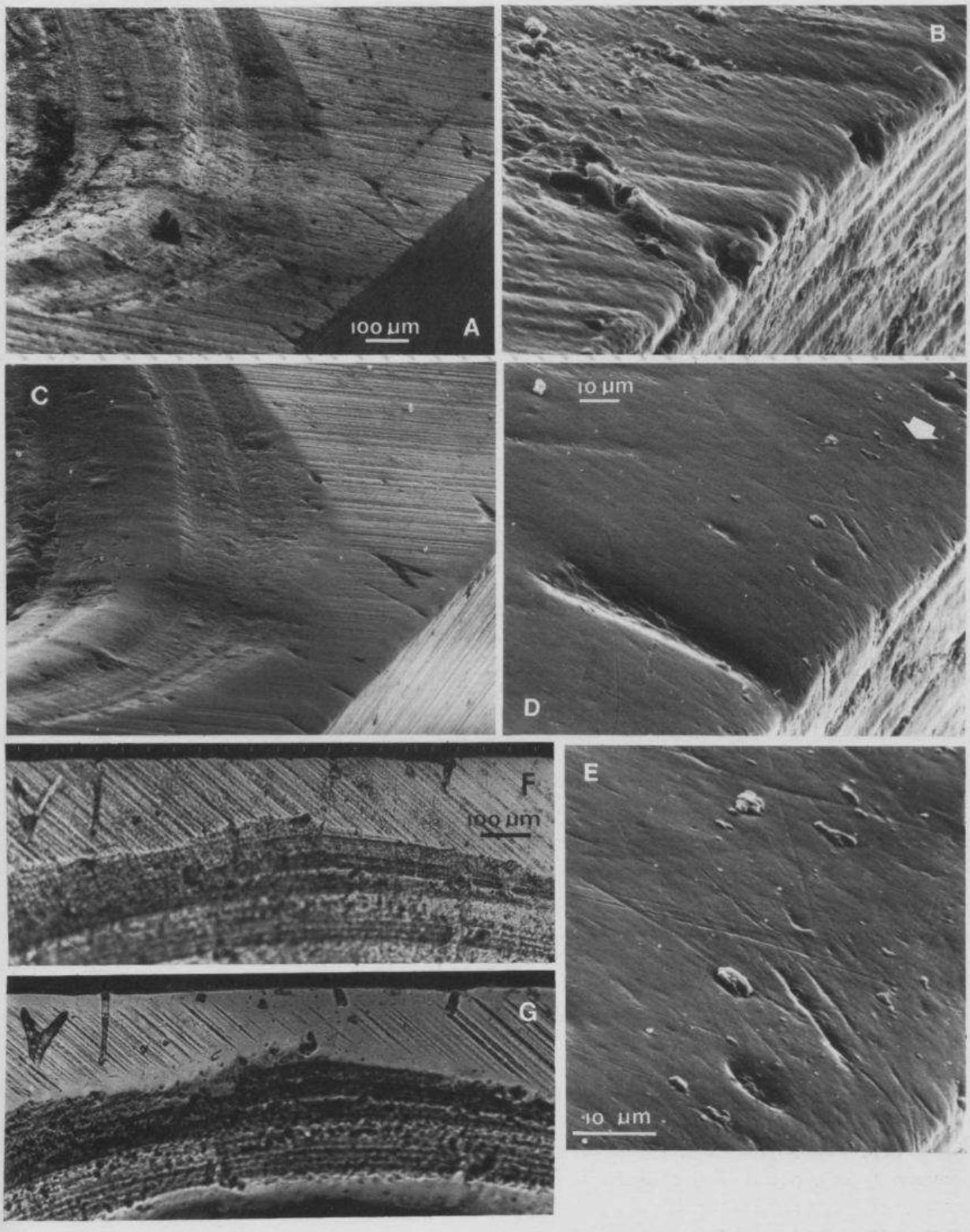


Fig. 5. Traces de suspension, reproduites expérimentalement avec un agitateur d'éprouvettes. **A, B, F.** Bord de la pendeloque expérimentale avant la suspension simulée. **C, E, G.** Bord de la pendeloque après la suspension simulée. La flèche en D indique la zone agrandie en E.

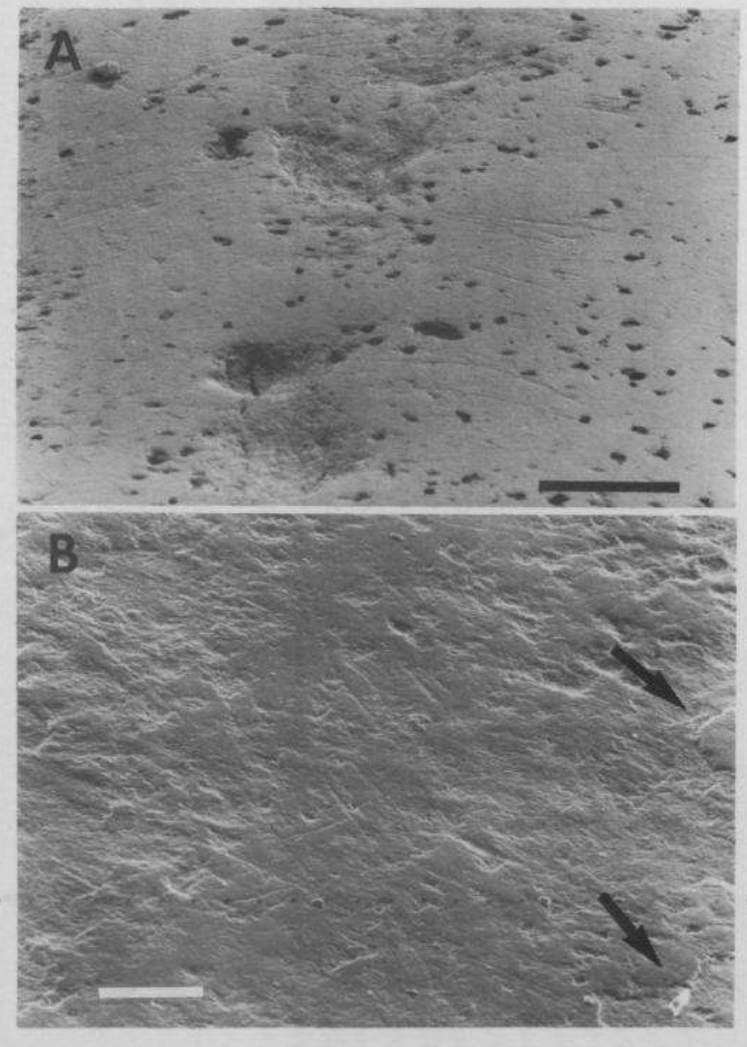


Fig. 6. Tibia humain manipulé pendant un siècle par les étudiants en médecine de l'université de Turin. **A.** Crête tibiale. **B.** Zone moins usée adjacente à la crête (les flèches indiquent le bord de détachement de lamelles d'os primaire). Échelle égale à 100 µm.

Quelques stries traversent les zones en léger relief.

Fume-cigare en tibia de dinde

Les zones polies révèlent au MEB une surface complètement homogène et presque dépourvue de stries de largeur supérieure à 1 µm.

Pièces archéologiques

Les bords des côtes de Solutré font apparaître des surfaces adoucies (fig. 3 : F). Les stries de grande dimension en sont pratiquement absentes, celles de petite dimension sont rares et ne dépassent généralement pas 2-5 µm de largeur. L'usure adoucit les bords des entailles sans modifier le fond. Les pièces d'art mobilier de l'abri des Câbones présentent un aspect différent (fig. 7). La surface d'un os d'aigle gravé est traversée de nombreuses stries fusiformes de directions et dimensions très variables. Les bords et l'intérieur des traits gravés semblent faiblement atteints par l'altération de la surface.

Discussion et conclusions

L'identification des traces de manipulation, de polissage, de suspension et de transport sur des objets archéologiques ne peut être faite sur la simple observation des originaux.

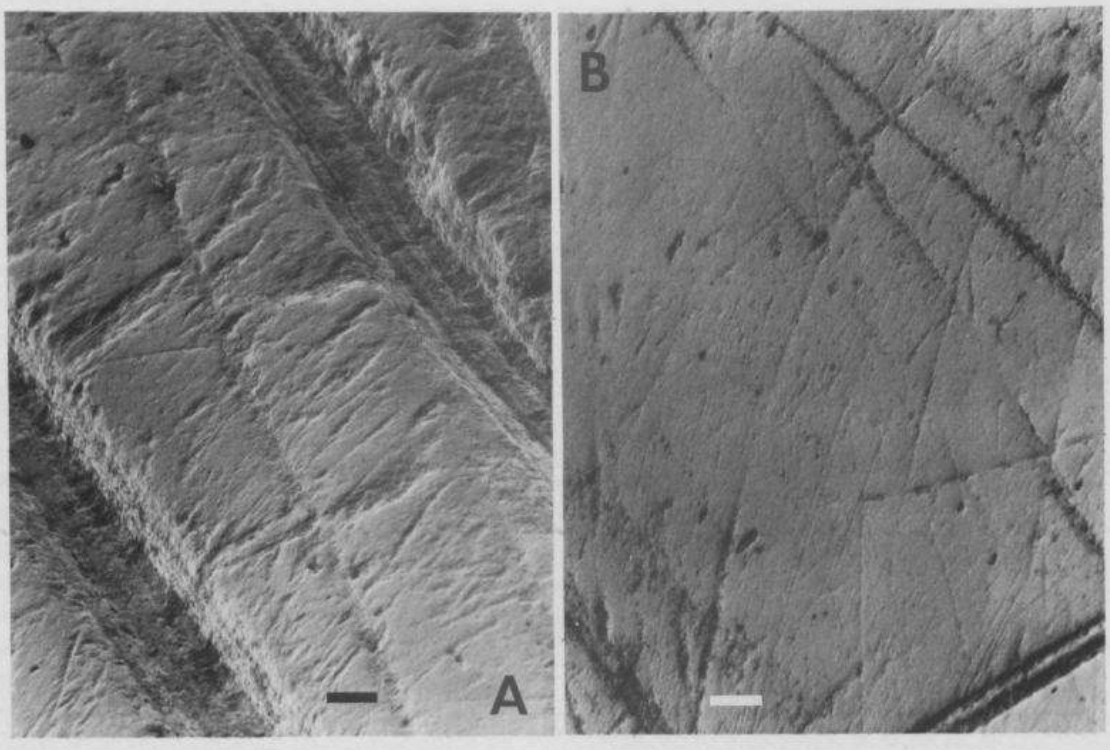


Fig. 7. Surface de radius d'aigle gravé (abri des Câbones, Jura, Magdalénien final) présentant des stries de dimension et direction variées. Échelle égale à 100 µm.

Sur la base de la largeur des stries, il est possible de faire la différence entre la manipulation et le polissage avec la peau. Les stries produites par ce dernier traitement augmentent leur largeur en fonction de la dureté de la peau (fig. 8).

	Largeur des stries (µm)			
	Surface		Arêtes	
	max.	moyen.	max.	moyen.
Manipulation	1	< 0,5	1	< 0,5
Polissage fourrure lapin	7	< 0	10	< 5
Polissage peau raclée	10	< 5	15	< 5
Polissage peau tannée	10	< 8	17	< 8

Fig. 8. Largeurs des stries caractéristiques

De même, les traces d'une suspension libre peuvent être identifiées sur des pendeloques en se basant sur l'emplacement des zones polies et sur la direction et la largeur des stries qui s'y développent (cf. aussi d'Errico *et al.*, dans ce volume).

Contrairement à ce qu'on pourrait imaginer la manipulation produit une altération marquée de la surface osseuse, capable d'effacer complètement les traces technologiques préexistantes.

Nous ne connaissons pas la raison pour laquelle la manipulation produit des stries de dimensions aussi stables (< 1 µm de largeur). En réalisant expérimentalement, pendant une minute, des traces de manipulation sur les surfaces crâniennes de *Macaca fascicularis*, Bromage (1984) remarque l'effacement partiel de la topographie de l'os ainsi que de fines stries. Il attribue ces dernières au déplacement forcé de particules d'os détachées par le doigt.

Notre expérimentation a montré que ces stries continuent à se développer même après 30 mn de manipulation, quand la surface est devenue complètement lisse. Or, à ce stade elle devrait être dépourvue de particules osseuses. On peut en déduire que des particules naturellement présentes sur les doigts peuvent aussi jouer un rôle dans la production de ces stries. Cela expliquerait leur dimension constante.

Il est probable que cette usure soit aussi la conséquence d'une action chimique due à la sueur. Ce fait est suggéré par l'altération différentielle qu'elle provoque sur le tissu osseux en mettant en

relief les lamelles osseuses du système haversien (fig. 2 : B et 4 : E).

Le caractère ultramicroscopique de certaines traces que nous avons reproduites a requis, préalablement à l'expérimentation, un aménagement des surfaces à la polisseuse. Ce dernier était le seul moyen pour démontrer l'existence de ces traces. Ensuite nous avons pu montrer que celles-ci se produisent identiques sur des objets travaillés à l'outil lithique.

Les résultats expérimentaux semblent donc applicables à l'analyse des surfaces archéologiques.

Mais il est possible que des traces visibles sur les objets archéologiques, et semblables à celles qui sont produites expérimentalement, soient la conséquence d'autres causes.

En effet, les traces de manipulation et polissage à la peau peuvent être confondues avec d'autres stigmates produits par l'homme préhistorique (façonnage, utilisation fonctionnelle, transport) ou avec des traces successives à l'abandon des pièces (post-déposition).

Le façonnage à l'aide de substances abrasives, celui qui s'approche le plus de notre expérimentation, provoque des stries plus larges (d'Errico *et al.*, 1982) que celles engendrées par la peau et par la manipulation.

L'utilisation d'outils en os sur des matériaux mous comme la peau ou la graisse (Shipman et Rose, 1988) produit sur les outils des zones polies semblables à celles provoquées par la manipulation. Ce fait n'est pas étonnant car il s'agit d'un frottement entre les mêmes matériaux. La différence réside dans la localisation des traces : les traces d'utilisation se développent exclusivement sur le bord actif.

Le transport simulé dans un sac en cuir (d'Errico, sous presse) révèle que chaque type de transport (objet seul ou avec des pièces lithiques ou osseuses) produit des stigmates caractéristiques et différents de ceux laissés par la manipulation ou la peau.

Plusieurs causes naturelles peuvent également produire un aspect poli sur des objets en os.

Les ossements peuvent être polis par un transport fluviatile, par des mouvements dans le sol dus à la cryoturbation, par le piétinement, par le léchage ou par l'ingestion de la part des carnivores (Binford, 1981 ; Morlan, 1984 ; d'Errico, Giacobini, 1986). Des expériences récentes (Shipman et Rose, 1988) ont montré qu'un polissage marqué peut être produit sur des pièces soumises à un long transport hydrique dans un milieu loessique ou par la projection du loess à l'aide d'un pistolet à pression. Un long transport hydrique peut être exclu pour des pièces d'art mobilier découvertes *in situ*. Des critères pour distinguer un polissage par le loess d'une manipulation doivent encore être établis. Cependant, notre expérimentation montre que les zones en creux ne sont pas attaquées par la manipulation. Cela peut constituer un critère de différenciation.

Des traces produites postérieurement à la découverte de l'objet ont été également décrites (Bromage, 1984 ; d'Errico et Giacobini, 1985). Si, après leur découverte, des objets sont longuement manipulés ou polis, ce traitement peut provoquer des traces semblables à celle produites par les hommes préhistoriques. L'analyse des pièces doit aussi tenir compte de leur histoire après la découverte. Cela confirme l'intérêt de nos résultats dans le domaine de la conservation de l'art mobilier.

L'observation de quelques pièces originales permet une comparaison avec les résultats expérimentaux.

L'aspect homogène et la quasi-absence de stries plus larges d'1 µm rendent la surface du fume-cigare très semblable à celle produite expérimentalement par une manipulation effectuée en suivant plusieurs directions.

Sur le tibia humain, l'aspect de la crête est comparable à celui produit par la manipulation expérimentale, mais certaines stries, perpendiculaires à la crête, ne peuvent pas, par leur dimensions, être attribuées à la manipulation. Ces stries se sont développées sur une surface déjà usée. Elles ont pu se produire à cause du déplacement de l'objet ou de son rangement avec d'autres os.

L'absence de stries de grandes dimensions rapproche la surface de la côte de Solutré de celle produite par la manipulation. L'adoucissement des arêtes des entailles rappelle aussi la surface expérimentale soumise à ce traitement. Le poli se développe sur les bords de la côte et non sur ses surfaces plates. Cette altération différentielle est difficilement explicable par un polissage dû au loess et aussi par un polissage à la peau. Une attaque chimique ne peut pas être envisagée car les altérations qu'elle produit (Bromage, 1984) sont ici absentes. De plus, l'attaque devrait intéresser la surface entière, sans épargner l'intérieur des en-

tailles. Enfin, quelques résidus de sédiment couvrent les surfaces polies. Ce fait témoigne de leur ancienneté. Sur la base des critères d'analyse disponibles une longue manipulation doit être considérée comme une cause plausible pour ces altérations, mais il est aussi clair que le référentiel expérimental est encore trop réduit pour permettre une véritable identification.

Par contre l'aspect poli de la pièce de l'abri des Câbones ne peut être attribué ni à la manipulation ni à un polissage par la peau. En effet la surface est couverte de stries de toutes directions qui dépassent parfois les 30 µm de largeur. De telles caractéristiques n'ont jamais été observées sur le matériel expérimental. De plus les bords des traits gravés ne semblent pas atteints par l'altération, phénomène normal dans la manipulation. D'autres facteurs naturels ou artificiels doivent donc être évoqués pour expliquer ces traces.

En résumé, les critères établis expérimentalement peuvent permettre de repérer des traces de manipulation ou de polissage avec la peau sur certaines pièces archéologiques. Par contre, sur d'autres pièces, ces critères permettent d'affirmer que ces actions ne représentent pas le principal facteur d'altération.

Remerciements

Je tiens à remercier G. Giacobini pour ses conseils, P. L. Blick et P. Paillet pour leur lecture critique du manuscrit.

Cette recherche a été conduite dans le cadre d'une bourse NATO Science Program avec l'appui technique de la Fondation Kodak Pathé et de Bayer Dental France.

* *Institut de paléontologie humaine, UA 184 du CNRS, 1 rue René Panhard, 75013 Paris, France.*

Bibliographie

BINFORD (L. R.), 1981.– *Bones, ancient men and modern myths*. New York, Academic press.

BROMAGE (T. G.), 1984.– Interpretation of scanning electron microscopic images of abraded forming bone surface. *Am. Jour. Physical Anthr.*, 64, p. 161-178.

D'ERRICO (F.), sous presse.– La vie sociale de l'art mobilier paléolithique. Manipulation, transport, suspension des objets en os, bois de cervidés, ivoire. *In* : M. Egloff, K. Zimmermann (Éd.), *Actes de la Réunion sur l'art paléolithique*. Berne, Berner Zirkel für Ur-und Frühgeschichte.

D'ERRICO (F.), GIACOBINI (G.), 1985.– Approche méthodologique de l'analyse de l'outillage osseux. Un exemple d'étude. *L'Anthropologie*, 89, 5, p. 457-472.

D'ERRICO (F.), GIACOBINI (G.), 1986.– L'emploi des répliques en vernis pour l'étude de surface des pseudo-instruments en os. *In* : M. Patou (Éd.). *Outillage peu élaboré en os et bois de cervidés. Artéfacts*, 3, p. 57-68.

D'ERRICO (F.), GIACOBINI (G.), PUECH (P. F.), 1982-1983.– Varnish Replicas : a new method for the study of worked bone surfaces. *Ossa*, 9-10, p. 29-51.

D'ERRICO (F.), JARDÓN-GINER (P.), SOLER-MAYOR (B.), 1992.– Critères à base expérimentale pour l'étude des perforations naturelles et artificielles sur coquillages. *In* : *Traces et fonction : les gestes retrouvés*, ce vol.

D'ERRICO (F.), DAVID (S.), sous presse.– L'analyse technologique de l'art mobilier. Le cas de l'abri des Cabônes (Ranchot, Jura). *Gallia Préhistoire*.

HAHN (J.), 1987.– Fonction et signification des statuettes du Paléolithique supérieur européen. *In* : J. Clottes (Éd.). *L'art des objets au Paléolithique*, t. 2, Les voies de la recherche. Ministère de la Culture, p. 173-183.

MARSHACK (A.), 1970.– *Notation dans les gravures du Paléolithique supérieur. Nouvelles méthodes d'analyse*. Bordeaux, Publications de l'Institut de Préhistoire de l'université de Bordeaux.

MARSHACK (A.), 1972.– *Les racines de la civilisation. Les sources cognitives de l'art, du symbole et de la notation chez les premiers hommes*. Paris, Plon.

MARSHACK (A.), 1976.– Some implications of paleolithic symbolic evidence for the origin of language. *Current Anthropology*, 17, 2, p. 276-82.

MARSHACK (A.), 1984.– Concepts théoriques conduisant à de nouvelles méthodes analytiques, de nouveaux procédés de recherche et catégories de données. *L'Anthropologie*, 88, 4, p. 573-586.

MARSHACK (A.), 1985.– *Hierarchical Evolution of the Human Capacity : The Paleolithic Evidence*. New York, American Museum of Natural History.

MARSHACK (A.), 1990.– The female image : a « time-factored » symbol : a study in style and modes of image use in the European Upper Paleolithic. *Proceedings of Prehistoric Society*, 56 (sous presse).

MORLAN (R. E.), 1984.– Toward the definition of criteria for recognition of artificial bone alterations. *Quaternary Research*, 22, p. 160-171.

OLSEN (S. L.), SHIPMAN (P.), 1988.– Surface modification on bone : trampling versus butchery. *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 535-553.

SHIPMAN (P.), 1981.– Applications of scanning electron microscopy to taphonomic problems. *Annals of New York Academic Science*, 376, p. 357-386.

SHIPMAN (P.), ROSE (J. J.), 1988.– Bone tools : an experimental approach. *In* : S. L. Olsen (Ed.) *Scanning electron microscopy in archaeology*, Oxford, BAR International Series, 452, p. 303-335.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Des outils de silex pour la fabrication de la poterie

Bernard GASSIN,*
*avec la collaboration d'Yves GARIDEL***

Résumé

Quelques outils en silex du site chasséen de la grotte de l'Église supérieure (Var, France), présentant un lustre visible à l'œil nu, ont été sélectionnés au cours de l'analyse fonctionnelle de l'industrie lithique. L'observation a montré que certains outils ont raclé en coupe positive de la terre ou de l'argile. Une expérimentation associant un tracéologue et un potier a permis d'explorer les finalités de cette opération de raclage, sa place dans la chaîne opératoire de la fabrication de la poterie, et de préciser la variabilité des traces d'utilisation en fonction du geste, de la nature et de l'état de l'argile, du dégraissant etc. Ces observations sont replacées dans le contexte du système technique néolithique.

Abstract

A few flint tools from the Chassey culture site of the « grotte de l'Église supérieure » (Var, France), bearing a bright luster visible to the naked eye, were selected during the functional analysis of the lithic industry. Observation showed that some tools had scraped earth or clay with a whittling motion. An experimentation associating a use-wear analyst and a potter was carried out to study the aims of this work, its place in the « chaîne opératoire » of the pottery making, and to ascertain the variability of use-wear traces depending on the motion, the nature and state of the clay, the way in which it is tempered, and so on. Some inferences are made about Neolithic technology.

La grotte de l'Église supérieure, fouillée par Jean Courtin de 1967 à 1970 (Courtin, 1968, 1974), s'ouvre dans les falaises calcaires des gorges du Verdon, à la limite des départements du Var et des Alpes-de-haute-Provence. Elle a livré une stratigraphie complète du Chasséen (IV^{e} et III^{e} millénaires BC, datations non calibrées).

Dans le cadre d'une étude synthétique de l'industrie lithique (Binder et Gassin, 1988 ; Binder, 1991b), l'analyse tracéologique a révélé la présence, dans les couches 6 et 7, d'un petit ensemble (N = 5) d'éléments lithiques (fig. 1 à 3) présentant des traces d'usage semblables, et qui se distinguent nettement du reste de l'industrie lithique[1]. Ces traces

(1) Plus de 350 outils ou éléments du débitage ont été observés à la loupe binoculaire et au microscope métallographique, révélant des usages très variés.

consistent notamment en un lustre important, visible à l'œil nu sur quatre pièces en silex non chauffé ; un poli intense affecte également le cinquième élément, mais il n'est pas visible à l'œil nu car il s'agit de silex débité après traitement thermique, présentant donc une surface très brillante.

Description des traces d'utilisation

Un éclat à troncature bifaciale porte, sur le bord gauche (fig. 2), un poli couvrant (pour le vocabulaire descriptif, voir Plisson, 1985), plus étendu dans la partie mésiale, aussi développé sur une face que sur l'autre. De nombreuses stries, parallèles entre elles, indiquent un mouvement oblique par rapport au bord ; un nombre plus restreint de stries marginales sont orientées selon l'axe longitudinal. Le fil actif et les nervures voisines sont fortement émoussés. Le bord est marqué par des enlèvements alternants, d'inclinaison variable, postérieurs ou antérieurs au poli. Le bord opposé présente un écaillage plus irrégulier et un poli moins développé, localisé sur les extrémités proximale et distale du bord, ainsi que sur la nervure axiale de la face supérieure.

Le deuxième éclat (fig. 3) a un bord actif concave ; le poli, un peu moins développé, est mésial et orienté obliquement ; la zone polie n'a que quelques petits enlèvements isolés ; les extrémités distale et proximale portent de grands enlèvements rasants, postérieurs au poli, peut-être liés à un deuxième usage de l'éclat (comme coin à fendre ?), qui a écaillé l'extrémité distale.

Ces deux pièces ont été utilisées pour racler, tandis que deux des trois autres (fig. 1 : 1 à 6) semblent impliquées dans des opérations de coupe longitudinale ; cependant, la fragmentation ou la retouche ultérieure de ces dernières interdit une reconstitution précise de leur mode d'utilisation.

Sur les deux éclats entiers, les caractéristiques du poli (couvrant, à trame unie, grenu, très finement strié, avec une forte abrasion du bord et des reliefs) évoquent le contact avec un ou des matériaux de type « terre » : l'extension du poli indique un matériau tendre dans lequel le silex a pénétré assez profondément, la forte abrasion interdit le travail du bois, la forte pénétration avec une faible longueur de bord actif ne permet pas d'envisager le travail de la peau. La répartition des traces et la morphologie des pièces excluent le contact fortuit avec les sédiments (Vaughan, 1985 ; Mansur-Franchomme, 1986) ou leur usage pour creuser le sol (Keeley, 1980 ; Van Gijn, 1988). L'hypothèse de leur utilisation pour la fabrication de la poterie, déjà suggérée ou démontrée dans des contextes différents (Gysels et Cahen, 1982 ; Anderson-Gerfaud *et alii*, 1989 ; Van Gijn, 1989), a donc été envisagée.

Expérimentation

Protocole expérimental

Compte tenu de l'hypothèse de départ, plusieurs objectifs ont été assignés à l'étude expérimentale :

A. Concernant la technologie céramique :

– Quelle peut être l'utilité, du point de vue du potier, du raclage de l'argile ?

– A quelle phase de la chaîne opératoire de la fabrication des poteries ce travail peut-il intervenir ?

– Les traces laissées par le raclage sur l'argile peuvent-elles être oblitérées par des opérations techniques postérieures ?

B. Concernant la tracéologie lithique :

Comment les traces d'utilisation varient-elles selon la nature du matériau travaillé (argile, dégraissant), son état (degré d'humidité), selon le temps de travail, selon la position de l'outil, le mode de préhension, la morphologie des outils en silex ?[2].

Pour résoudre ces questions, deux types d'expériences ont été mis en œuvre :

(2) Tous les facteurs de variabilité n'ont pas été testés : les outils utilisés lors de l'expérimentation sont taillés sur des silex à grain fin, comparables aux matières premières des outils néolithiques étudiés ; les argiles proviennent, pour l'essentiel, soit du gisement de la grotte de l'Église lui-même, soit d'un autre réseau karstique (grotte du Tram à Roquefort-les-Pins, Alpes-Maritimes).

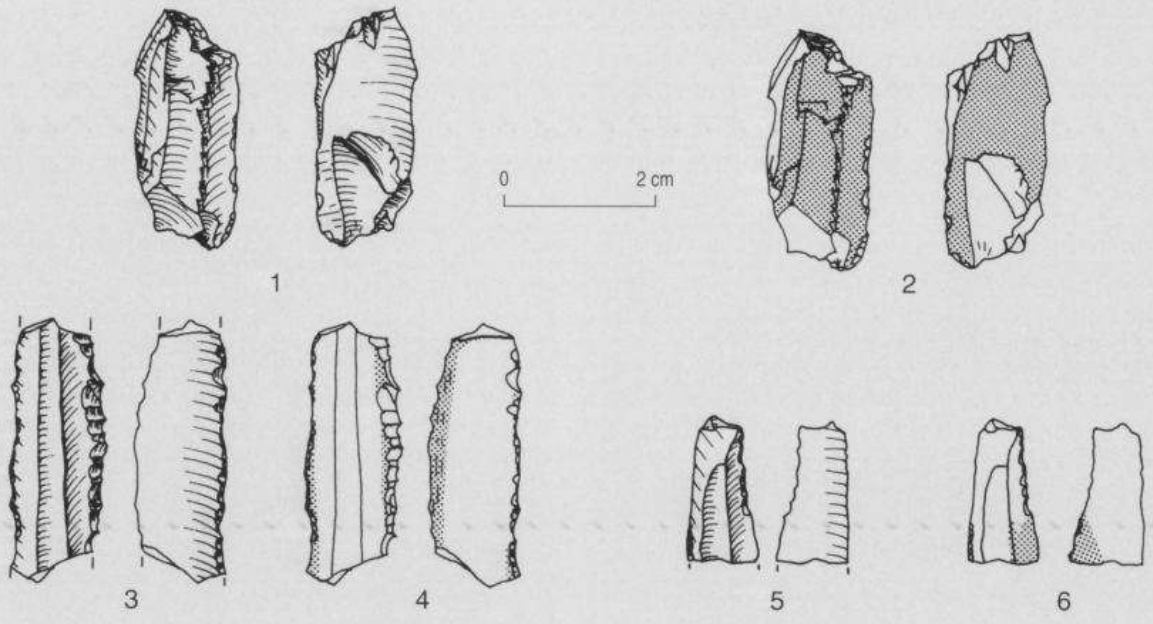


Fig 1. 1, 2. Lame esquillée n° 4427 G8 7. Silex blond. Trame : poli orienté parallèlement au bord. **3, 4.** Fragment mésial de lame à retouche rasante, n° 3102 C9 6. Silex blond. Poli en bandes parallèles aux bords. **5, 6.** Fragment distal de lamelle, n° E5 6. Silex blond chauffé avant débitage. Poli en écharpe.

– Utilisation d'outils en silex pour la fabrication de poteries, selon des techniques aussi proches que possible des techniques préhistoriques, par un potier expérimenté (Y. G.) ; l'utilisation des outils lithiques n'a pas alors été soumise à des impératifs de contrôle de variables diverses, telles que l'angle d'attaque, etc. ; les outils ont simplement servi à un artisan pour accomplir une tâche donnée, dans le respect des contraintes techniques et morphologiques constatées sur les poteries préhistoriques. Ce type d'expérience est essentiel pour résoudre les questions soulevées en A.

– Utilisation d'outils en silex, dans des situations qui ne sont pas forcément « réalistes », mais avec un contrôle aussi strict que possible de variables concernant l'état et la composition des pâtes céramiques, la durée du travail, les angles d'attaque et de dépouille… Ces expériences sont destinées à répondre au deuxième type de question.

Bien entendu, ces deux approches ne sont pas contradictoires, puisque certaines expériences satisfont à ces deux types d'exigences ; quoi qu'il en soit, elles sont nécessairement complémentaires.

Intérêt et modalités du raclage et de la découpe de l'argile

Le raclage et la découpe de l'argile peuvent répondre à différentes nécessités ou options techniques, dont les références proviennent soit d'observations ethnographiques auprès de populations (sub)actuelles fabriquant des poteries modelées, soit d'expérimentations à finalité archéologique, soit des connaissances des fabricants contemporains de céramique tournée.

La découpe selon un mouvement longitudinal peut être envisagée pour découper des plaques d'argile, ou pour éliminer l'excès de pâte sur le pourtour d'un moule dans lequel une plaque d'argile a été estampée (Sanders, 1976 ; Raimbault, 1980). Ces opérations se font sur pâte plastique.

Le raclage des céramiques, postérieurement à leur modelage, est utilisé expérimentalement (Arnal, 1976 ; Garidel, 1985) pour amincir les parois (fig. 4 : 1, fig. 5). Bien que l'on puisse généralement obtenir des parois minces directement par modelage, le raclage peut s'avérer utile lorsque la pâte, trop « maigre », peu plastique, se modèle difficilement. L'usage de cette technique dépend également de la compétence de l'artisan, un potier

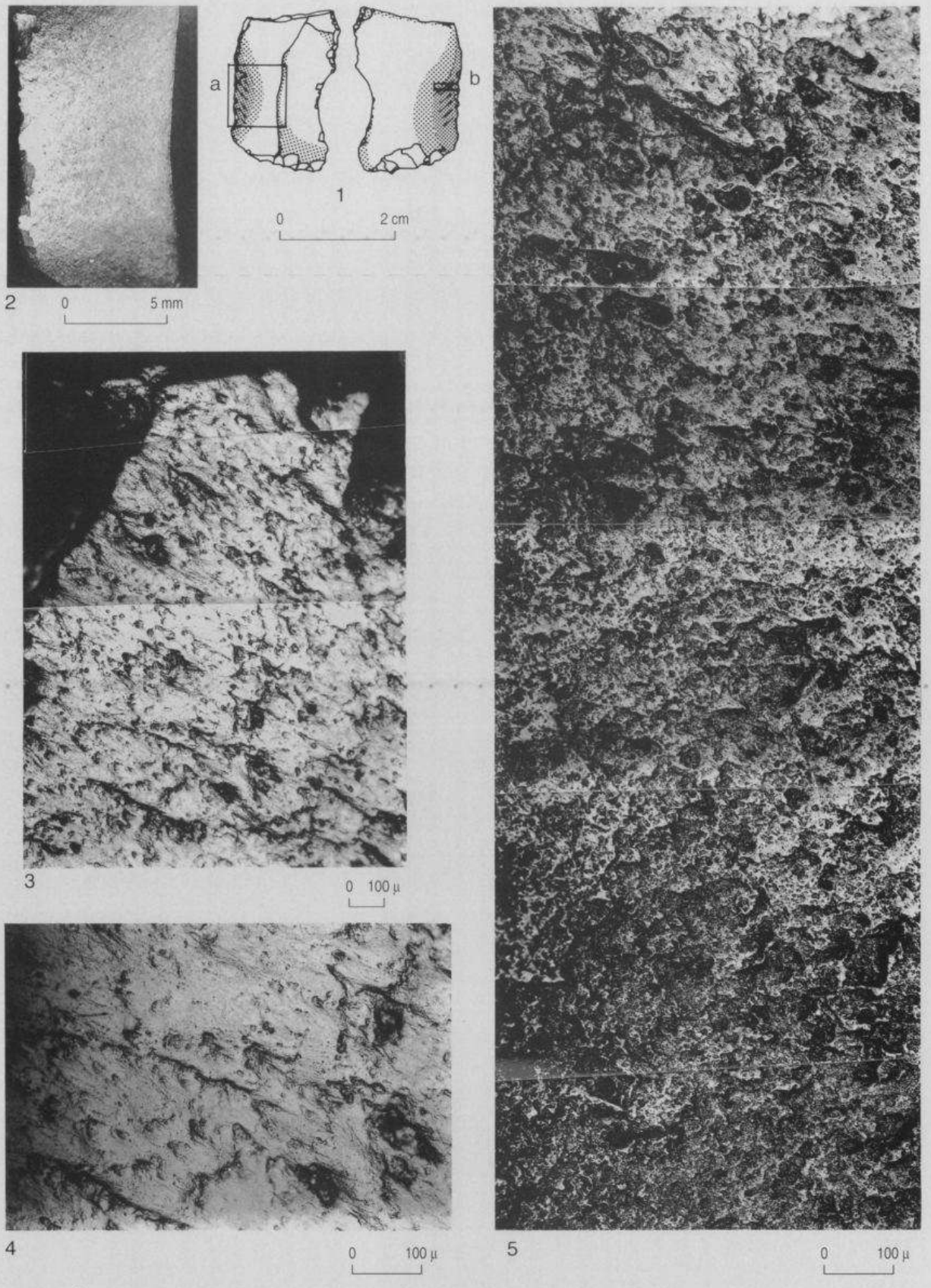


Fig. 2. 1. Éclat tronqué n° 8035 I7 6. Trame : poli d'utilisation. a : localisation du détail 2 ; b : localisation des photographies 3 à 5. **2.** Écaillage et poli d'usage (7,5x). **3.** Poli interne près du bord (100x). **4, 5.** Détails de 3 (200x).

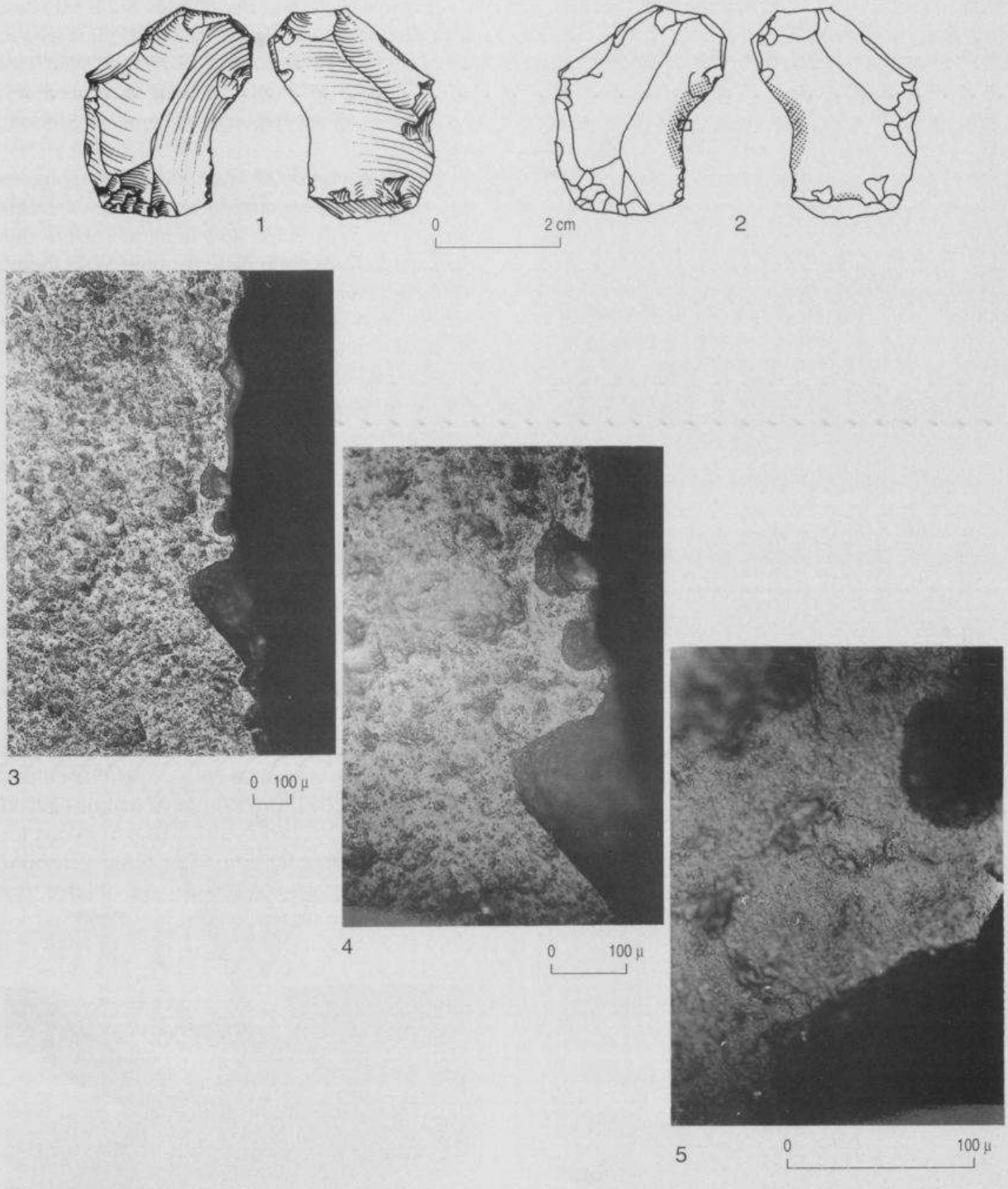


Fig. 3. 1. Éclat esquillé n° 3996 G7 7. **2.** Localisation des traces d'usage et des photographies. **3.** Poli et écaillage sur la face supérieure (100x). **4.** Détail de 3 (200x). **5.** Détail de 4 (500x).

expérimenté n'y ayant recours que de façon exceptionnelle. Le raclage s'apparente au tournassage des potiers modernes : après le modelage au tour, le vase subit un séchage préliminaire ; lorsqu'il a acquis suffisamment de fermeté, il est centré sur le tour, à l'aide d'un mandrin d'argile, en position retournée ; le potier enlève alors des copeaux avec un tournassin (lame métallique) ou une mirette (boucle de fil métallique) ; cette opération sert surtout à la mise en forme du pied.

Le raclage peut également servir à biseauter, ou à tronquer et niveler la lèvre, en la rabotant (fig. 4 : 2 et 3), ou à éliminer l'excès de terre sur le pourtour d'un moule[3].

Une forme particulière de raclage est employée pour le décor par excision. Sur pâte verte, l'extrémité distale d'une lame dégage un décor en creux. La zone active du tranchant est très peu étendue.

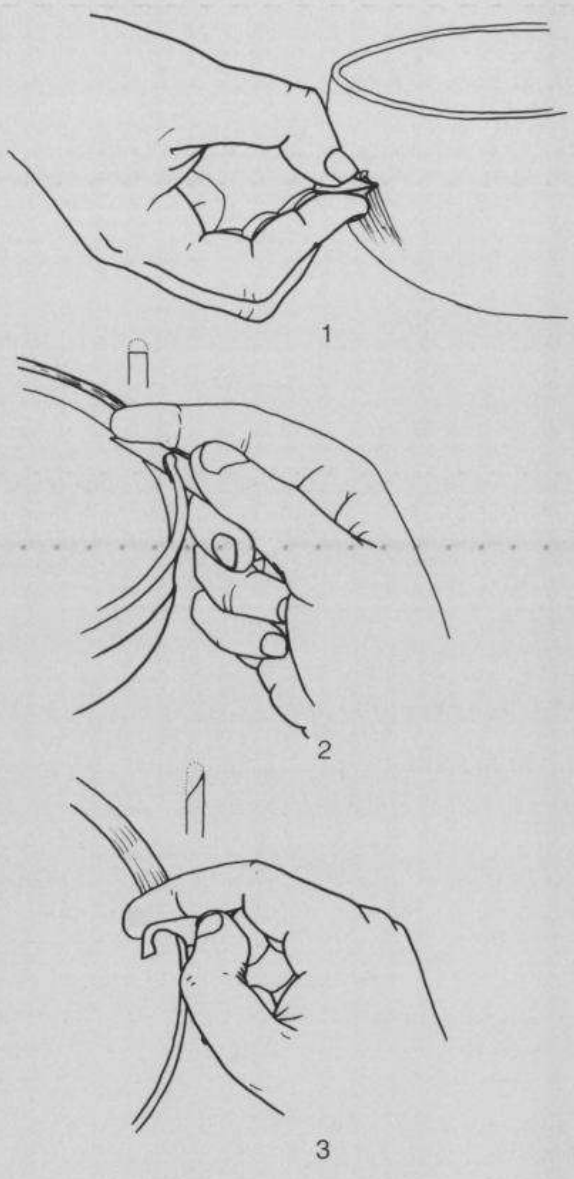


Fig. 4. 1. Amincissement externe de la paroi d'un vase par raclage en coupe négative. **2.** Arasement de la lèvre d'un vase par raclage en coupe positive. **3.** Biseautage interne de la lèvre d'un vase par raclage en coupe positive.

Il convient de préciser que les outils en silex, trop agressifs, ne sont pas efficaces pour le lissage des surfaces. En revanche, le raclage peut être effectué avec des outils en matières périssables, comme les « kanna » japonais en bambou (Sanders, 1976).

L'intervention du raclage à différents moments de la chaîne opératoire correspond à différents états de la pâte, selon son humidité. Alors que l'élimination de l'excès de terre autour d'un moule s'effectue sur une argile plastique, l'amincissement des parois s'effectue nécessairement au moment où la pâte a acquis, par le séchage, suffisamment de fermeté pour ne pas se déformer sous la pression de l'outil, mais où elle est encore assez humide et souple pour permettre la formation de copeaux réguliers. A ce stade, la pâte est définie comme « verte » ou « ayant la consistance du cuir ». Si le raclage est mis en œuvre, il sera suivi d'un lissage (sur pâte verte) et d'un polissage (à sec), pour régulariser la surface, la rendre moins poreuse. Ces deux opérations font disparaître toutes les traces de raclage antérieures (fig. 7 : 3 et 4).

Deux positions de raclage sont possibles : la coupe positive (outil tenu tangentiellement à la surface de la céramique, angle d'attaque supérieur à 90°, angle de dépouille faible, angle de taillant aigu) et la coupe négative (angle d'attaque égal ou inférieur à 90°) (Rigaud, 1977) (fig. 6) ; dans les deux cas, et notamment en coupe positive, le bord actif peut être perpendiculaire ou oblique par rapport au sens de translation.

Fig. 5. Biseautage interne et amincissement de la lèvre d'un vase.

(3) Cet usage (éliminer l'excès de terre autour d'un moule) n'a pas été expérimenté.

En coupe positive, le raclage provoque peu d'arrachements des grains de dégraissant (fig. 7 : 1). Il peut être mis en œuvre pour amincir la face interne des cols, pour biseauter ou niveler les lèvres (fig. 4 : 2 et 3), pour amincir n'importe quelle zone externe.

La coupe négative permet l'amenuisement des parois (fig. 4 : 1) ; l'usage d'un grattoir paraît plus indiqué pour un amincissement interne. Avec ce mode de raclage, de nombreux grains de dégraissant sont arrachés et traînés sur la surface, donnant à celle-ci un aspect très rugueux (fig. 7 : 2).

Le choix de l'une ou de l'autre position de raclage ne paraît pas systématique. Si les « kannas » japonais sont plutôt utilisés en coupe positive (Sanders, 1976), les tournassins en métal des potiers occidentaux travaillent généralement en coupe négative (Colbeck, 1974), mais ils peuvent aussi racler en coupe positive ; en fait, la position varie en fonction de la tâche à effectuer, du tour de main du potier, et un même outil peut servir dans plusieurs positions différentes (Culas et Collet, potiers, comm. pers.). La variabilité individuelle de l'usage des outils en silex, en os, en bois, utilisés par des expérimentateurs, conduit parfois à des outils (en os et bois surtout) qui, façonnés par l'usure, sont adaptés au geste d'un utilisateur et peuvent difficilement être utilisés par un autre. La similitude du constat chez des artisans modernes et chez des expérimentateurs explorant les techniques néolithiques permet d'envisager, avec quelque probabilité, qu'il a pu en être de même pour les potiers néolithiques. Il semble en effet que les contraintes techniques du travail de l'argile laissent place à d'importantes variations individuelles et/ou culturelles (Perlès, 1986).

On peut ainsi envisager différents niveaux de choix :

– recours ou non au raclage ;

– utilisation systématique du raclage, comme étape obligée de la chaîne opératoire, ou mise en œuvre du raclage pour résoudre tel ou tel problème circonstanciel ;

– utilisation de racloirs en silex, en bois, en os ... ;

– raclage en coupe négative ou en coupe positive.

Chaque niveau de choix peut être d'ordre culturel ou individuel. Il semble cependant difficile d'envisager d'aller jusqu'à identifier des artisans par le mode d'usure de leurs outils.

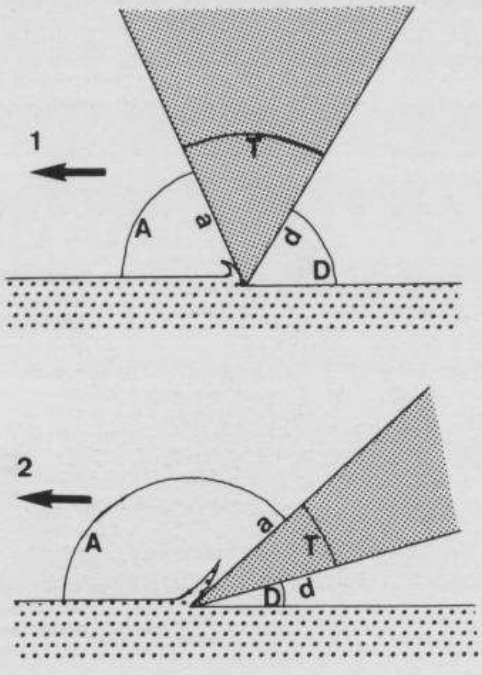


Fig. 6. 1. Coupe négative. **2.** Coupe positive. La flèche indique le sens de translation de l'outil. A : angle d'attaque. D : angle de dépouille. T : angle de taillant. a : face d'attaque. d : face en dépouille.

Traces d'utilisation sur les outils expérimentaux en silex

La collection expérimentale de référence comprend une première série de 14 silex utilisés spontanément, pendant plusieurs mois, par plusieurs expérimentateurs en poterie ; ces expériences, mal contrôlées, ont surtout servi à élaborer un protocole expérimental pour une deuxième série d'une quarantaine de pièces. Celle-ci a visé à contrôler les facteurs de variabilité des traces d'usage : mode d'action de l'outil, degré d'humidité de la pâte, nature de l'argile, du dégraissant, granulométrie du dégraissant, temps de travail.

Mode d'action de l'outil

Des traces différentes correspondent aux différents modes d'utilisation des outils :

– Lorsqu'il s'agit d'un raclage, avec l'axe du

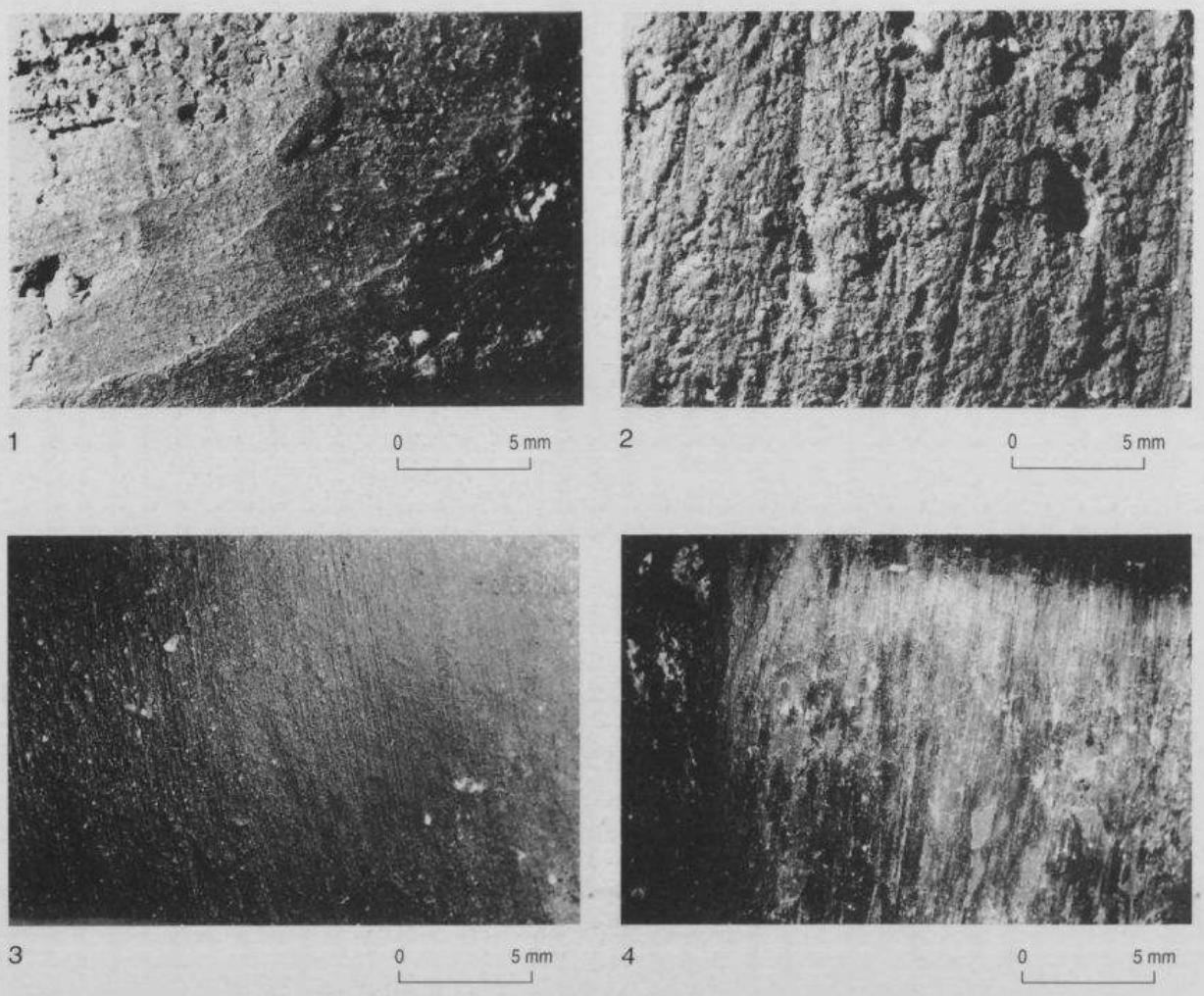


Fig. 7. 1. Trace de raclage en coupe positive sur la paroi d'un vase (7,5x) : facettes, peu d'arrachements. **2.** Traces de raclage en coupe négative sur le même vase : stries et arrachements nombreux. **3.** Même vase, après lissage. **4.** Même vase, après polissage.

bord actif perpendiculaire ou oblique par rapport à la direction de translation, la combinaison d'un certain nombre de critères permet de distinguer les traces produites par une coupe négative de celles qui résultent d'une coupe positive (tabl. 1).

Aucun critère de distinction n'a pu être défini pour distinguer les lames ou éclats utilisés pour un amincissement interne du col, ayant biseauté ou tronqué la lèvre, ou ayant raclé la face externe de la panse. Simplement, les éclats dont le bord actif présente une nette concavité semblent peu adaptés au raclage de la panse, alors qu'ils conviennent parfaitement pour le biseautage du bord.

Les lames utilisées pour une découpe longitudinale se distinguent par la localisation et la répartition du poli : celui-ci s'étend en diagonale à une extrémité de l'outil, et il est marqué par des stries parallèles et obliques. Sur une lame utilisée pour découper des plaques d'argile sur un plateau en bois, on note également des enlèvements bifaciaux et un très fort émoussé, dû à la conjonction de l'action abrasive de la pâte céramique et de la faible élasticité du bois.

Degré d'humidité de la pâte

Pour un temps de travail donné (15 mn), pour une même pâte et pour un même geste (coupe positive), on constate un gradient dans l'intensité des traces d'usure, en fonction de l'humidité de la pâte. Avec une pâte très plastique, l'écaillage est absent, l'émoussé du bord peu prononcé, le poli est terne, à trame lâche, non strié, peu étendu. L'intensité maximale est atteinte avec une argile ayant la consistance du cuir : enlève-

Caractères	Coupe négative	Coupe positive
Répartition des enlèvements d'usage	Abondants et continus sur la face en dépouille, absents sur la face d'attaque	Souvent présents sur les deux faces sans symétrie rigoureuse
Types d'enlèvements d'usage	En majorité écailleux, courts, semi-abrupts, à extrémité biseautée	Souvent rasants et à extrémité réfléchie
Émoussé	Présent sur le bord actif, parfois plus développé sur la face en dépouille	Présent sur le bord actif, souvent plus développé sur la face en dépouille, affecte les nervures de la face en dépouille, même si elles sont éloignées du bord
Extension du poli	Très marginal sur la face en dépouille, plus étendu sur la face d'attaque	Envahissant à couvrant sur les deux faces, souvent plus étendu et plus brillant sur la face d'attaque
Stries	Présentes sur les deux faces, en général perpendiculaires au bord, parfois parallèles sur la face d'attaque	Présentes sur les deux faces, en général plus nombreuses sur la face en dépouille, perpendiculaires ou obliques par rapport au bord actif

Tabl. 1. Traces de raclage sur argile verte. Critères de distinction entre coupe négative et coupe positive.

ments d'usage nombreux, fort émoussé, poli très couvrant, à trame unie, assez brillant, très strié (fig. 8 à 10).

L'expérimentation n'a pas permis de vérifier si le raclage prolongé (plusieurs heures, par exemple) sur une argile plus plastique produit des traces (notamment un poli) similaires à celles qui résultent d'un travail plus bref sur une argile plus ferme. Cela paraît tout à fait plausible, dans la mesure ou les lames expérimentales publiées par P. Anderson-Gerfaud *et alii* (1989), utilisées sur une « pâte céramique mouillée qui tournait sur un tour » (ce qui accélère le processus d'usure), n'ont produit un lustre visible à l'œil nu qu'à partir de 45 minutes d'utilisation ; l'installation du lustre est donc plus lente que lors de nos expériences. Toutefois, les deux expérimentations ne sont pas directement comparables, et, dans le contexte de la céramique modelée, la pratique expérimentale suggère que le raclage de l'argile plastique n'est pas une tâche probable (cf. *supra*).

Nature de l'argile et du dégraissant

Les essais n'ont pas montré de différence notable entre les argiles de la grotte de l'Église supérieure et de la grotte du Tram, mais il s'agit d'argiles issues de contextes géologiques similaires (réseaux karstiques dans des calcaires). Pour les autres argiles testées, le nombre restreint d'expériences directement comparables ne permet pas de tirer de conclusions ; il semble cependant que ce facteur joue un rôle non négligeable, et il conviendra, par prudence, de tester les argiles susceptibles d'avoir été utilisées sur chaque site.

La plupart de ces expériences ont été faites avec de la calcite broyée (dureté : 3, sur l'échelle de Mohs), conformément aux observations faites sur la céramique du site ; une seule expérience semble indiquer qu'un dégraissant quartzeux (dureté 7) induit un poli et un émoussé du silex plus intenses. Il ne s'agit là que d'une piste qui devra être explorée en fonction des dégraissants présents dans les pâtes céramiques étudiées.

Granulométrie du dégraissant

Pour le raclage en coupe positive des pâtes vertes, on peut distinguer d'une part les argiles pures ou avec un dégraissant composé de calcite fine (moins de 0,5 mm), pour lesquelles l'écaillage est soit absent, soit peu abondant (fig. 8 : 5 à 7), et d'autre part les pâtes incluant soit un dégraissant plus grossier (calcite de 0,5 à 1,25 mm), soit un dégraissant non trié (avec des éléments grossiers), dont le raclage avec une lame ou un éclat à bord relativement aigu provoque un écaillage important, alternant ou bifacial, et quasi continu sur tout le bord actif (fig. 8 : 1 à 4). Les autres caractères de l'usure (poli, émoussé, stries) ne présentent pas de différences notables, sauf si le dégraissant est très grossier et très abondant : dans ce cas, l'écaillage devient très abondant, le poli moins intense, plus mat ; cependant, ce type de pâte n'est pas conforme au modèle du contexte archéologique.

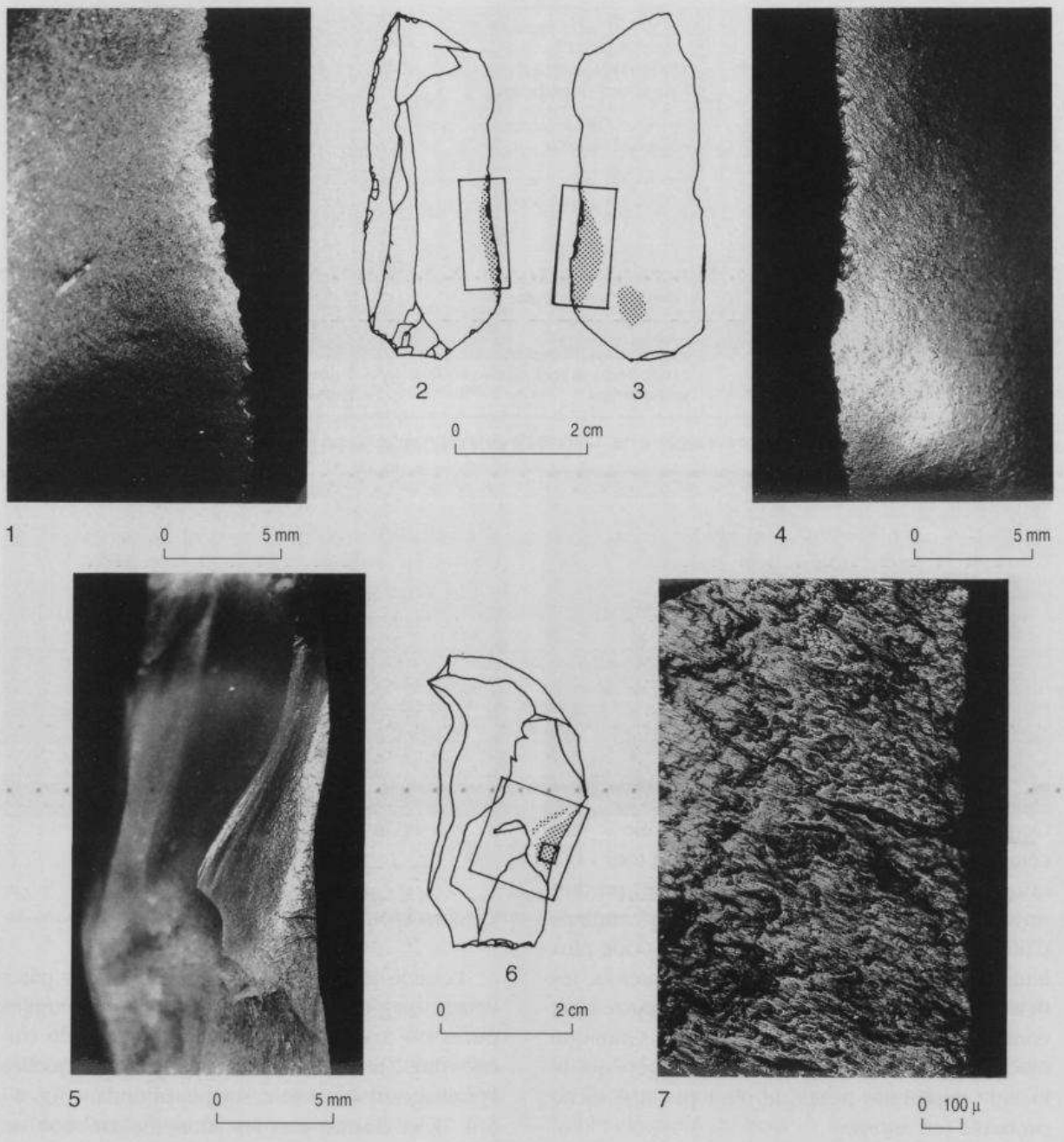


Fig. 8. 1 à 4. Exp. N° 655. Racler un vase, en coupe positive, pâte verte ; dégraissant : calcite broyée, non calibrée ; temps : 15 minutes ; face d'attaque : face supérieure. **1, 2.** face d'attaque. **3, 4.** face en dépouille. **5-7.** exp. n° 657. Racler un vase en coupe positive ; pâte verte ; dégraissant : calcite broyée fine (< 0,5 mm). Face d'attaque : face inférieure. **5.** face en dépouille, détail (7,5x). Pas d'écaillage, poli développé. **7.** détail du poli (100x).

Temps d'utilisation

Un poli très intense apparaît rapidement (5 à 10 minutes de travail) lors d'un raclage sur pâte verte. Si l'on prolonge la durée d'utilisation (jusqu'à 1 heure), le bord devient plus émoussé, la trame du poli se resserre de plus en plus loin du bord.

Traces de préhension

Sur quelques lames ou éclats ont été observées des traces de préhension : il s'agit de taches diffuses de poli fluide grenu sur les surfaces, plus marquées sur les convexités (fig. 10), et d'un léger émoussé, accompagné d'un poli marginal fluide à doux lisse, sur les arêtes ; on trouve aussi parfois

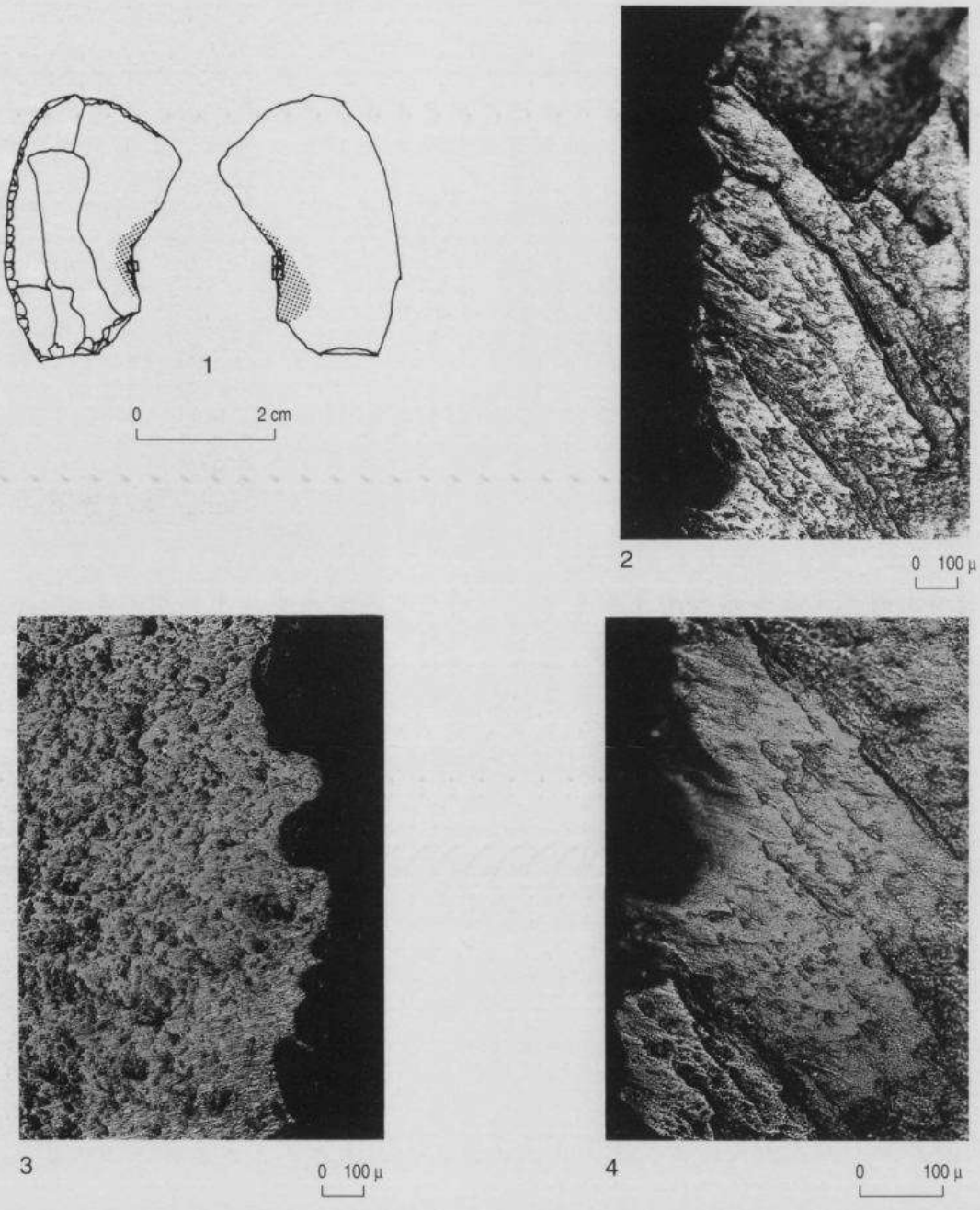


Fig. 9. Exp. n° 647. Biseauter le bord d'un vase. Raclage en coupe positive. Face d'attaque : face supérieure. Argile verte, non dégraissée. Temps : 12 mn. **1.** Localisation du poli et des photographies. **2.** Écaillage et poli sur la face en dépouille (100x). **3.** Écaillage et poli sur la face d'attaque (100x). **4.** Détail de l'émoussé et du poli sur la face en dépouille (200x).

des stries, plus ou moins nombreuses et désordonnées. Ces traces n'ont pas été observées sur toutes les pièces expérimentales ; cela est parfois dû à une lacune de l'observation, mais peut aussi s'expliquer par le fait que, dans certains cas, les doigts des expérimentateurs étaient propres. En effet, le développement de ces traces relativement importantes semble lié au fait que le potier a fréquemment les mains maculées d'argile (et de dégraissant), ce qui renforce considérablement l'usure. Ce même phénomène a déjà été noté, dans d'autre contextes expérimentaux (Moss et Newcomer, 1982 ; Vaughan, 1985 ; Owen et Unrath, 1989).

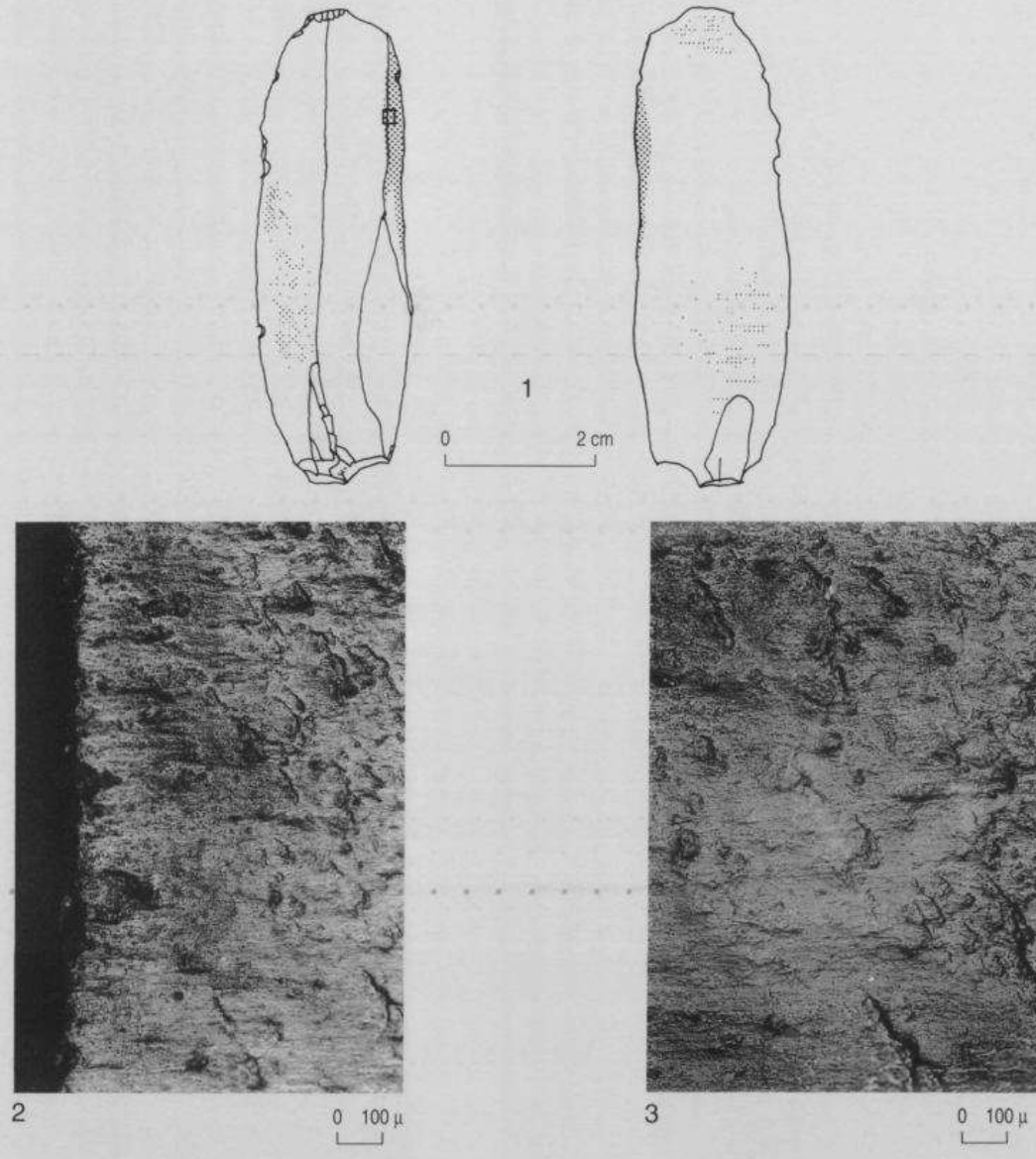


Fig. 10. Exp. n° 621. Amincir la panse d'un vase (argile dégraissée à la calcite broyée, non calibrée) ; coupe positive ; face d'attaque : face inférieure. Lame tenue à deux mains, par les extrémités distale et proximale. **1.** Trame dense : traces de raclage. Trame lâche : traces de préhension. Rectangle : localisation des photographies. **2.** Détail du poli et de l'émoussé de la nervure (100x). **3.** Détail du poli (200x).

Synthèse des observations

Le raclage de la céramique avec des outils en silex est possible, sur des pâtes vertes, pour amincir les parois, ou pour niveler ou biseauter la lèvre. Le raclage peut s'effectuer en coupe positive ou négative. En coupe positive, les traces produites sont un écaillage alternant d'importance variable, un fort émoussé du bord, un poli bifacial en auréole, envahissant sur les deux faces, brillant, rapidement visible à l'œil nu, avec un aspect fluide à doux grenu ; il est marqué par de nombreux trous et des stries, perpendiculaires ou obliques ; à fort grossissement (500 x) un chevelu de fines rides donne au poli un aspect chagriné. En coupe négative, il y a un écaillage sur la face en dépouille, un émoussé marqué, un poli très marginal sur la face en dépouille, plus étendu sur la face d'attaque, où il est cependant moins développé que lors d'une coupe positive.

Il paraît possible de déduire de ces observations expérimentales que les deux éclats entiers

(n° 8035 I7 6 et n° 3996 G7 7) ont été utilisés en coupe positive, en position légèrement oblique, pour amincir les parois, ou niveler ou biseauter la lèvre des céramiques, sur pâte verte. Les traces visibles sur le bord droit, sur le pan droit et sur la nervure centrale du n° 8035 I7 6 sont probablement dues à la préhension de l'outil, à main nue, avec des doigts souillés de pâte. Quant aux trois autres pièces, leur fragmentation interdit de proposer des interprétations aussi précises, car l'expérimentation a bien montré l'importance des caractères de répartition des traces. On doit se contenter d'évoquer la probabilité de leur usage sur de la terre ; les indices lisibles sur deux lames s'opposent à ce qu'elles aient été utilisées de la même façon que les éclats entiers : il s'agit d'un mouvement longitudinal.

Conclusions

La présence, parmi le matériel lithique de la grotte de l'Église supérieure, de deux probables outils de potier est-elle suffisante pour que l'on puisse conclure à la préparation sur place des poteries ? L'étude de l'industrie lithique (Binder, 1984 ; Binder, Gassin, 1988 ; Binder, Perlès, 1990 ; Binder, 1991b) a montré que les outils en silex blond non chauffé correspondaient probablement à une production spécialisée hors du site. Ces outils sont fréquemment réaffûtés et réutilisés ; c'est le cas, de façon évidente, pour le n° 3997 G7 7, qui a été transformé en pièce esquillée postérieurement à son utilisation probable sur de la céramique. Rien n'interdit de penser qu'une partie des tâches réalisées avec ces outils l'a été hors du site.

L'examen des tessons de céramique n'a pas permis d'observer de traces de raclage ; cependant, ce constat n'est pas probant, dans la mesure où le lissage et le polissage des vases, systématiques dans le contexte chasséen, font disparaître toute trace de raclage. Des disques découpés dans des tessons, de forme circulaire ou ovale, et de dimensions réduites (7 à 10 cm), sont signalés par J. Courtin (Courtin, 1974). L'usage de ces disques comme estèques est une hypothèse qui demanderait à être vérifiée, dans la mesure où elle a été vérifiée sur d'autres sites (Binder, sous presse). De même, une étude ultérieure du gisement devra vérifier de façon systématique la présence ou l'absence d'éventuels brunissoirs sur galets.

Plusieurs outils en os sont de possibles lissoirs ou estèques : dans la couche 8, un outil mousse, très mince (1 mm), sur fragment de côte, avec une base perforée et une extrémité distale ogivale, dissymétrique, et un fragment d'une pièce similaire. Dans la couche 6, un objet réalisé sur un fragment d'omoplate, de forme rectangulaire, avec des angles arrondis et un grand côté légèrement concave ; le coté concave et un coté adjacent sont fortement émoussés. On peut cependant imaginer d'autres fonctions pour ces outils (travail de la peau, par exemple ?) ; par ailleurs, l'industrie osseuse de la grotte de l'Église supérieure présente une moins grande proportion d'outils mousses que la plupart des autres sites chasséens (Sénépart, comm. pers.).

Le réseau karstique de la grotte de l'Église recèle d'importantes quantités d'une argile rouge de très bonne qualité (Courtin, comm. pers.). Les néolithiques disposaient donc sur place de la matière première nécessaire à la fabrication de la céramique ; on connait par ailleurs au moins un exemple certain d'extraction de l'argile en grotte (dans la grotte de Foissac, cf. Clottes *et alii*, 1979), qui montre que les techniques d'extraction sont très simples. Il serait nécessaire de procéder à des analyses pétrographiques afin de vérifier si les pâtes des céramiques chasséennes de la grotte de l'Église sont compatibles avec les ressources minérales disponibles ; cependant, la céramique n'ayant pas encore fait l'objet d'une étude complète, ces analyses n'ont pas été engagées pour l'instant. Un rapide examen préliminaire (Échallier, comm. pers.) a simplement montré que les pâtes paraissaient assez homogènes.

Les données actuellement disponibles ne permettent donc pas de confirmer, par un faisceau d'indices convergents, la fabrication sur place de la céramique. Dans des contextes néolithiques, celle-ci a rarement pu être démontrée. Sur le site néolithique ancien de la grotte Lombard (Binder, 1991a), la présence de vases non cuits (ou à cuisson incomplète) et de blocs de pâte céramique préparée, mais non utilisée, a permis de mettre en évidence la fabrication locale de poteries ; un seul outil, un brunissoir sur galet, a pu être associé à cette production.

La rareté (ou l'absence) des outils liés à la production céramique a déjà été soulignée (Perlès,

1986), ainsi que les difficultés pour reconstituer les chaînes opératoires. La découverte d'outils de raclage des céramiques et la définition de leurs stigmates caractéristiques constituent un élément de solution à ce problème. Concernant un élément important du système technique (Lemonnier, 1983) néolithique, ces informations sont d'un intérêt non négligeable. Encore faut-il qu'il ne s'agisse pas d'une pratique anecdotique. A. Van Gijn (1989) signale l'usage de lames de pierre non emmanchées, pour « mettre en forme des poteries », par les Cocopa de Californie. Archéologiquement, les seules références que nous ayons trouvées concernent des périodes où l'usage du tour était déjà établi : sur le site de Nausharo au Pakistan (civilisation de l'Indus, III^{e} et II^{e} millénaires avant notre ère), des lames ont été utilisées pour « façonner et réduire les parois externes des récipients » (Anderson-Gerfaud *et alii*, 1989) ; sur les sites de l'Âge du Fer du Tierceau, à Orp-le-Grand (Belgique), et de Massul, à Longlier (Luxembourg), des éclats de silex ont servi à racler de l'argile sèche (Cahen, 1976 ; Gysels et Cahen, 1982). Il s'agit donc, pour l'instant, d'une pratique peu connue.

Il conviendra d'être attentif à ce problème lors de l'étude des gisements néolithiques, notamment ceux où l'on suspecte une importante production céramique.

* *CRA-CNRS, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France.*
** *Laboratoire d'ethnologie, Université de Nice-Sophia Antipolis, Faculté des lettres et sciences humaines, avenue E. Herriot, 06200 Nice, France.*

Bibliographie

ANDERSON-GERFAUD (P.), INIZAN (M.-L.), LECHEVALLIER (M.), PELEGRIN (J.), PERNOT (M.), 1989.– Des lames de silex dans un atelier de potier harappéen : interaction de domaines techniques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, t. 308, série II, p. 443-449.

ARNAL (G. B.), 1976.– *La céramique néolithique dans le Haut-Languedoc*. Mémoires du Centre de recherches archéologiques du haut Languedoc, n° 1.

BINDER (D.), 1984.– Systèmes de débitage laminaire par pression : exemples chasséens provençaux. *Préhistoire de la pierre taillée II, débitage laminaire*. Paris, Cercle de recherches et d'études préhistoriques, p. 71-84.

BINDER (D.), 1991a.– *Une économie de chasse au Néolithique ancien. La grotte Lombard à Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes)*. Monographie du CRA, n° 5. Paris, CNRS

BINDER (D.), 1991b.– Facteurs de variabilité des outillages lithiques chasséens dans le sud-est de la France. *In* : A. Beeching, D. Binder, J.-C. Blanchet, C. Constantin, J. Dubouloz, R. Martinez, D. Mordand, J.-P. Thevenot, J. Vaquer (Éd.), *Identité du chasséen*. Actes du colloque international de Nemours 1989, Mémoires du Musée de Préhistoire de l'Ile de France, n° 4, p. 261-272.

BINDER (D.), (sous presse).– Recherches sur l'établissement néolithique moyen de la villa Giribaldi (Nice, Alpes-Maritimes). *In : Actes du 23^{e} Congrès préhistorique de France*, Paris, 1989.

BINDER (D.), GASSIN (B.), 1988.– Le débitage laminaire chasséen après chauffe : technologie et traces d'utilisation. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries lithiques : tracéologie et technologie*. Oxford, BAR International Series, 411, 1, p. 93-125.

BINDER (D.), PERLÈS (C.), 1990.– Stratégies de gestion des outillages lithiques au Néolithique. *Paléo*, 2, p. 257-283.

CAHEN (D.), 1976.– Pierres taillées trouvées dans des sites d'habitat de l'Âge du Fer en Belgique. *Bulletin de la Société Royale Belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 87, p. 29-36.

COLBECK (J.), 1974.– *La poterie. Technique du tournage*. Paris, Dessain et Tolra.

COURTIN (J.), 1968.– Recherches sur le Néolithique provençal. *Cahiers ligures de préhistoire et d'archéologie*, 17, p. 220-229.

COURTIN (J.), 1974.– *Le Néolithique de la Provence*. Mémoire de la Société préhistorique française, 11, Paris, Klincksieck.

CLOTTES (J.), DUDAY (H.), GARCIA (M.), ROUZAUD (A.) et ROUZAUD (F.), 1979.– Les carrières d'argile de la grotte de Foissac (Aveyron). *Bulletin de la Société préhistorique française, 76*, fasc. 7, p. 198-199.

GARIDEL (Y.), 1985.– Expérimentations pratiques de technologies céramiques. *Documents d'Archéologie méridionale*, 8, p. 133-139.

GYSELS (J.) et CAHEN (D.), 1982.– Le lustre des faucilles et les autres traces d'usage des outils en silex. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 79, fasc. 7, p. 221-224.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental determination of stone tool uses, a microwear analysis*. Chicago, The university of Chicago Press.

LEMONNIER (P.), 1983.– L'étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle. *Technique et culture*, 1, p. 11-26.

MANSUR-FRANCHOMME (M. E.), 1986.– *Microscopie du matériel lithique : traces d'utilisation, altérations*

naturelles, accidentelles et technologiques. Cahiers du Quaternaire, n° 9, Paris, CNRS.

MOSS (E. H.) et NEWCOMER (M. H.), 1982.– Reconstruction of tool use at Pincevent : microwear and experiments. *In* : D. Cahen (Éd.), *Tailler ! Pour quoi faire : préhistoire et technologie lithique II. Recent progress in microwear studies*. Studia Praehistorica Belgica, p. 289-312.

OWEN (L.), UNRATH (G.), 1989.– Microtraces d'usure dues à la préhension. *L'Anthropologie*, 93, fasc. 3, p. 673-688.

PERLÈS (C.), 1986.– Interprétation comparée du matériel lithique et céramique sur un site néolithique (d'après l'exemple de Franchthi, Grèce). *In* : M.-T. Barrelet, J.-C. Gardin (Éd.), *A propos des interprétations archéologiques de la poterie, questions ouvertes*. Recherches sur les civilisations, mémoire n° 64, p. 95-105.

PLISSON (H.), 1985.– *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des microusures : recherche méthodologique et archéologique*. Thèse de doctorat, Université de Paris I.

RAIMBAULT (M.), 1980.– La poterie traditionnelle au service de l'archéologie : les ateliers de Kalabougou (cercle de Segou, Mali). *Bulletin de l'IFAN*, 42, série B, n° 3, p. 441-474.

RIGAUD (A.), 1977.– Analyse typologique et technologique des grattoirs magdaléniens de la Garenne à Saint-Marcel (Indre). *Gallia-Préhistoire*, 20, fasc. 1, p. 1-43.

SANDERS (H.), 1976.– *Connaître et réaliser la céramique japonaise*. Paris, Office du livre.

VAN GIJN (A. L.), 1988.– The use of bronze age sickles in the Netherlands : a preliminary report. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries lithiques : tracéologie et technologie*. Oxford, BAR International Series, 411, 1, p. 197-218.

VAN GIJN (A. L.), 1989.– *The wear and tear of flint. Principles of functional analysis applied to Dutch neolithic assemblages*. Analecta paraehistorica Leidensia, 22.

VAUGHAN (P.), 1985.– *Use-wear analysis of flakes stone tools*. Tucson, University of Arizona Press.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Chipped flints as tools for processing hematite grains. Example from Rydno (central Poland)

*Elzbieta DANIELCZYK**

Résumé

Rydno, complexe unique de sites de l'Âge de Pierre entourant une mine d'hématite préhistorique, a livré de nombreux assemblages de silex. Sur un certain nombre d'artefacts, on observe des surfaces et des bords bossués et/ou abrasés. On a effectué des expériences pour vérifier l'hypothèse selon laquelle ces traces d'usure seraient dues au traitement de l'hématite. La première série d'expériences ne confirme pas cette hypothèse.

Abstract

Rydno, a unique complex of Stone Age sites surrounding a prehistoric hematite mine, has yielded many flint assemblages. On a number of artifacts, characteristic battered and/or abraded edges and surfaces can be observed. Experiments have been undertaken to check the hypothesis that these use-wear traces might have resulted from hematite processing. The first series of experiments does not confirm this hypothesis.

In central Poland, in the northern foothills of the Holy Cross Mountains, an unique complex of Stone Age sites surrounding prehistoric hematite mines was discovered already in the twenties[1]. The sites of this complex, called Rydno, are very densely packed on the surface of the sandy-gravel accumulation terrace of the Kamienna River. The downcutting of this terrace is dated to the early Bölling Interstadial. Nearby, there is a hill, the core of which is composed of Triassic sandstones, and covered with fluvioglacial sediments of the Riss glaciation. Within the sandstone there is a lense of conglomerate made of quartz, hematite, chert and sandstone gravel in a dark red clayey matrix. This

(1) The following data on the Rydno site complex are based on R. Schild and H. Królik's monograph (1981).

bed is truncated and outcrops in the slope of the hill within an area measuring some 100 by 30 to 40 m. There, several prehistoric exploitation pits were excavated.

The surrounding site complex covers an area of about 3 square km. The number of the hitherto discovered flint concentrations approaches one hundred. Based on the radiocarbon dating and archaeological materials, the earliest settlement of the area and hematite exploitation seems to be confirmed for the Bölling Interstadial : Hamburgian, Late Magdalenian and the Bromme-Segebro type assemblages have been found there. The majority of sites, however, are connected with the Arch Backed Piece Complex of the Alleröd period and with the Masovian Cycle (also called Swiderian Culture) of Younger Dryas/Early Preboreal Age. The Mesolithic sites, while less numerous, are also present as are the later ones, from Neolithic and Bronze Age.

The hematite exploited at Rydno occurs in the form of gravels and pebbles of a size up to 3 cm in diameter. Some of them are more reddish and the others, being harder, are black in colour. The use of dark red clayey matrix from the bed cannot be excluded when we take into account a relatively small estimated yield of hematite grains from the excavated exploitation units (1894 g per cubic meter – Schild, Królik, 1981 : 63).

There is sound circumstantial evidence indicative of the hematite powdering on the spot. Most of the flint concentrations are contained within oval hollows saturated with the hematite powder. Besides, the hematite grains are to be found in the context of flint concentrations. The pre-war collections from Rydno contain a bulk of stone artifacts that can be thought to show traces of being used in the hematite processing activities : grinding stones, flat abrading stones and pounders. These particular items have, however, no firm cultural context since they were surface findings in most cases.

My immediate interest here is a hypothesis put forward by R. Schild (1967) and stating that chipped flint artifacts also played a role in the hematite processing.

On a number of cores and flakes from Rydno very characteristic battered and abraded surfaces can be observed. This feature is absent in two other Stone Age collections of comparable size (Swidry i Stankowicze) examined in this respect. It is worth saying that S. Krukowski, former excavator of Rydno, tended to couch this aspect of flints from Rydno in fairly normative terms as a special way of core preparation, and he even coined a special name for the industry (oral information from R. Schild).

The flint materials from Rydno that were available to me comprised the pre-war collections and our current findings there. I selected the specimens on which wear traces were visible with the naked eye. As to the raw material of artifacts, a mined variety of so-called chocolate flint predominated. There were a few specimens, however, of erratic flint. Therefore, to avoid problems with confusion of natural abrasion with man-induced damage, I have examined only traces that were situated on industrial surfaces. It should be also emphasized that many flints from Rydno bear wind polish, but it can easily be distinguished from the traces we were interested in. Overall 24 items (17 cores and 7 flakes) with 39 working edges or surfaces were chosen (fig. 1 ;

position	description	number of working units	range of edge angle	mean edge angle	range of length (cm)	mean length	range of width (cm)	mean width
Edges of flaking surface and preparation crest	a	10	65-120	92	0,55-4,2	2,35	0,05-0,3	0,17
	b	4	80-95	90	1,9-5,5	3,6	0,15-0,5	0,28
	c	5	80-120	106	1,0-3,0	2,0	0,3-1,2	0,56
Edges of striking platform	b	5	80-100	88	1,2-3,5	2,36	0,4-0,7	0,56
	c	6	60-110	91	1,3-4,0	2,6	0,4-1,0	0,6
Any flat or domed surface	b	3						
	c	6						
a) abraded	b) abraded and battered			c) battered				

Table. 1.

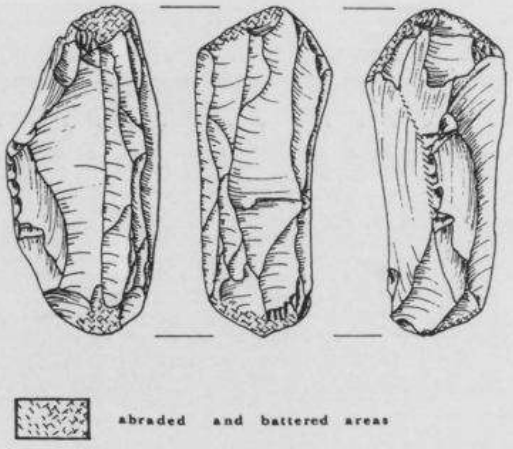
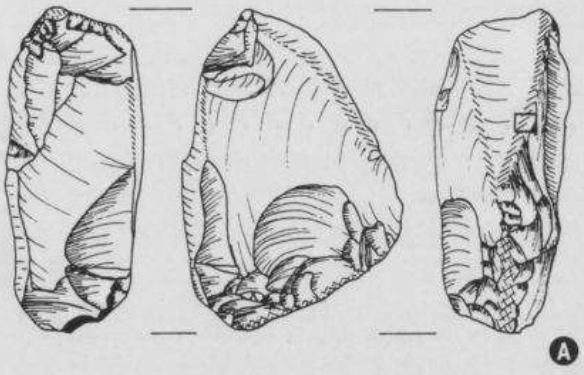


Fig. 1. Core from Rydno (scale 3/4).

fig. 2 : A ; fig. 3 : A ; fig. 4 : A). Most of the cores are the very characteristic cores of Masovian Cycle. The length of artifacts varies from 2 to 7 cm. Presence of wear traces on the dorsal face of flakes, as well as partial obliteration of traces on some cores by further exploitation, indicates that those cores could have been used as tools and as cores simultaneously. The position and description of examined traces are presented in table 1.

The invasiveness of wear traces and their character suggested an activity using some hard mineral material. To check whether they could have resulted from hematite powdering I ground samples of hematite grains using experimental cores and quartzite sandstone as the grinding slab. The morselling of samples with striking platforms and surfaces appeared to be much less comfortable and efficient than accomplishing this task with a simple stone pounder. It confirmed an intuitive supposition that an edge with an acute or slightly obtuse working angle cannot be very suitable for an activity of crushing grain-shaped material, especially if the edge is slightly convex as was the case on several prehistoric items. The work with edges and small surfaces of experimental flint tools caused an increase in dispersal and a greater loss of hematite than the work with a stone pounder. In both cases the soaking of the hematite grains in water before processing, or adding some water or grease during the work, diminished loss of material and made hematite grains softer and easier to crumble. Only in the final stage of grinding, when hematite was already well morcelled, the work with the flint pounder became more effective. Probably the narrow working surface of the pounder



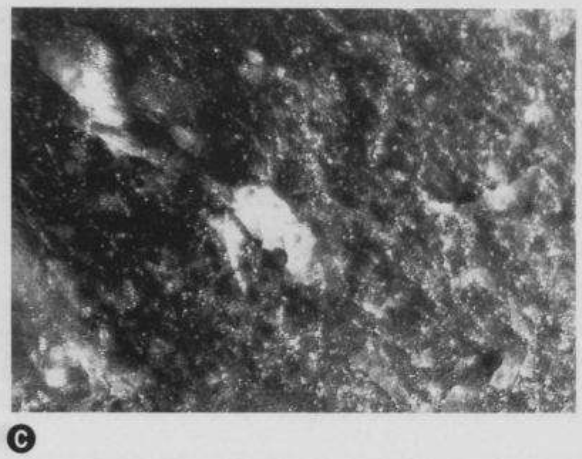
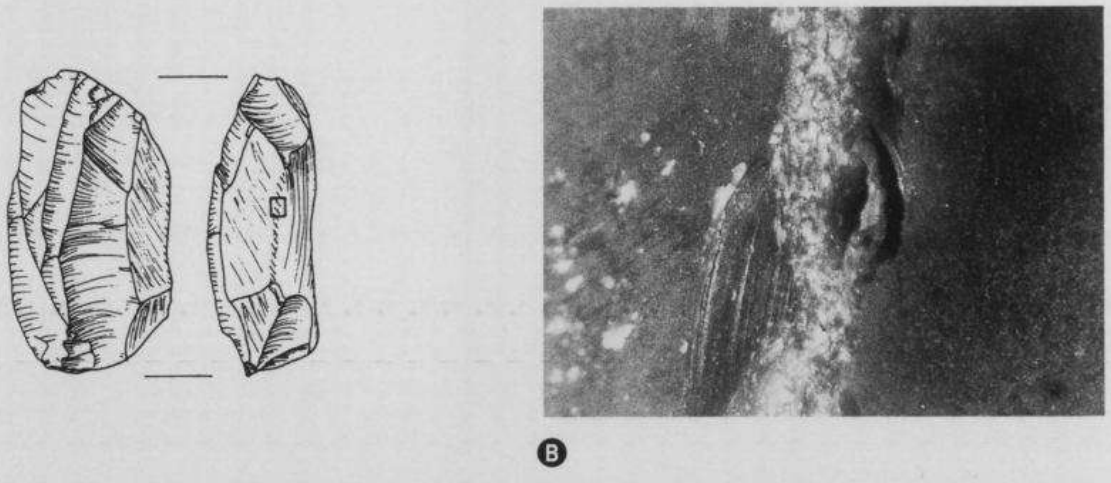


Fig. 2. A. Core from Rydno (scale 3/4). **B.** Used edge at magnification 6,5x. **C.** The same place at magnification 25x.

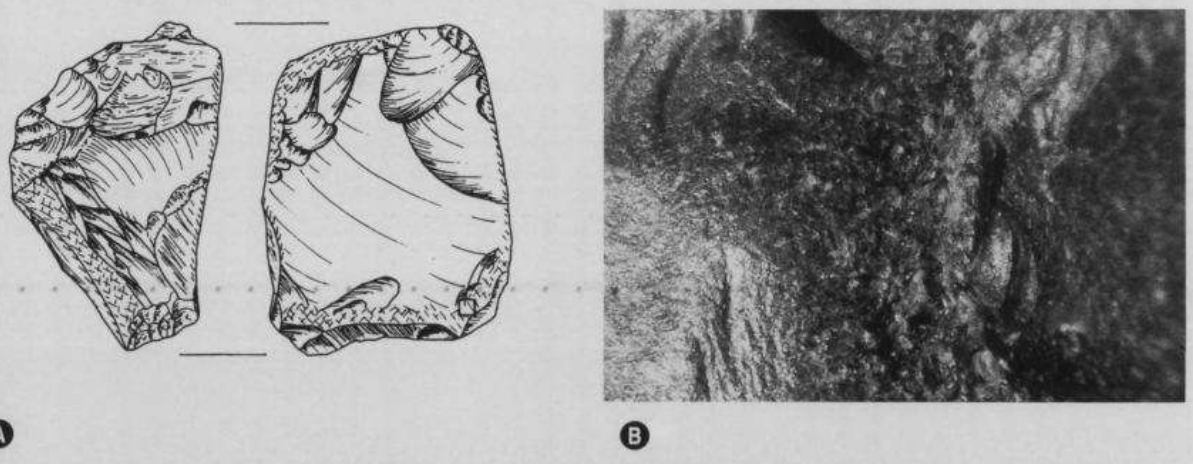
was recompensed by the relatively greater force of this restricted surface applied to the worked material.

The crumbling of grains produced only small chips detached from the ridges. As the grinding proceeded the interscar ridges as well as the whole working edge got rubbed and ground in few minutes of work. It was only strong, aimless



A B

Fig. 3. A. Core from Rydno (scale 3/4). **B.** Used edge at magnification 6,5x.



A B

Fig. 4. A. Core from Rydno (scale 3/4). **B.** Used edge at magnification 6,5x.

battering of the edge against the slab, that produced the pecking and crushing effect so well marked on many prehistoric items. Moreover the abrasion of prehistoric working edges, which are porous and uneven, is difficult to compare with the abrasion of experimental edges, which become smooth and have a well developed polish (fig. 2 : B et C ; fig. 3 : B ; fig. 4 : B ; fig. 5).

Powdered hematite infiltrates the pores on flint surfaces quite easily. Even after washing, experimental tools have pigment particles still adhering. No such residues were revealed on archaeological cores during examination under the microscope. The rest of soil still present on uncleaned tools is reddish. The simple treatment with HCl and

Fig. 5. Experimental edge of striking platform at magnification 6,5x (majority of scars caused by knapping).

NH_4Cl proves presence of iron, but it is impossible to distinguish the soil components from the pure hematite (compare Keeley, 1980 : 172).

Based on this preliminary inquiry I doubt if in fact presented wear traces derived from the hematite processing as the circumstantial evidence suggested.

It is difficult to point to any other functional explanation as to the origin of these particular traces. Discussion with a flint-knapper[2] did not allow to suggest any purposeful activity during the process of knapping which could produce any comparable traces.

For some of the cores (those longitudinal in shape with crushed edges of striking platforms) there exists a possibility that they were used to make stone grinding slabs porous. Examples of such slabs do exist in the collections from Rydno.

Anyway, for the time being, the activity or rather the group of activities connected with the set of conspicuous wear traces on cores from Rydno is still unclear.

* *Panstwowe Muzeum Archeologiczne, 00-950 Warszawa, ul. Dluga 52, Poland.*

Bibliography

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental determination of stone tool uses. A microwear analysis.* Chicago, The University of Chicago Press.

SCHILD (R.), 1967.– Wielkoprzemysłowe stanowisko Rydno IV/57 (Grzybowa Gora, pow. Starachowice). *In : Materiały do prahistorii plejstocenu i wczesnego holocenu Polski.* Warszawa.

SCHILD (R.), KRÓLIK (H.), 1981.– Rydno, a final paleolithic ochre mining complex. *Przeglad Archeologiczny,* vol. 29, p. 53-100.

(2) Witold Migal from the State Archaeological Museum in Warsaw.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Horn experimentation in use-wear analysis

*Alfred PAWLIK**

RÉSUMÉ

La corne était une matière travaillée pour de multiples usages dans les groupes de chasseurs-cueilleurs préhistoriques et plus récents. La tracéologie lui a jusqu'ici accordé peu d'attention. C'est pourquoi on a travaillé de la corne avec différents outils en silex dans des expériences contrôlées. Les surfaces d'outils utilisées ont montré au microscope une formation substantielle de micro-usure Cela peut être intéressant pour une prochaine analyse tracéologique.

ABSTRACT

Horn was a multipurpose worked material for prehistoric and more recent hunter-gatherer groups. In use-wear analysis it has received little attention so far. Therefore horn was worked with different flint tools in controlled experiments. The used tool surfaces showed well developed microwear under the microscope. This may be of value for future use-wear analysis.

Introduction

Horn is a widely available and easily obtainable material. Horned animals, *e. g.* cattle, antilope, sheep and goats, live in almost all climates. In contrast to antler, horn consists almost completely of layers of keratin which are laid down over horn-cores, bony protuberances on the skull (Hodges, 1964 : 153-155). It is a relatively soft and elastic material which can be easily worked. Horns can be removed from the horn-cores without much difficulty, especially after a short period of decay has broken down the connective tissue. However the horn itself also rots somehow, and the upper layers begin to flake off, especially at the base.

The main component of horn, keratin, has a high sulphur content and decays quickly. Archaeological finds can therefore not be expected in older sites. However, evidence that horn was used in the Paleolithic is shown by the Venus relief of Laussel, France. Ethnographic reports on hunter and gatherer groups of northern North America show that the natural shape of horn was often utilized for making containers. In addition, horn was used to produce parts of composite bows, handles, sections of weapons

and tools, ornaments and musical instruments (Owen, this volume).

Although horn was not an unimportant worked material for prehistoric and more recent hunter and gatherer groups, it has received little attention in research directed toward microscopic use-wear analysis so far. There are only terse comments which state that working horn, even for long periods, left only scant use-wear traces, with polish similar to that caused by working antler for a short period : « Très marginal, de coalescence dure ondulée unie, le plus souvent en forme de spots, ce poli peut être confondu avec celui produit par un très bref travail de bois de cervidé. » (Plisson, 1985 : 59). It therefore appeared advisable to carry out a series of experiments with horn. The skulls of freshly butchered cattle were obtained and left out in the summer sun for a few days. During this time, the connective tissue between the horns and the bony protuberances of the skull had decayed and the horns could be twisted off easily. They were then stored in a dry, dark room for *ca.* 12 weeks before the beginning of the experiments. For this preparatory work I thank Mr Hans Schwarz, Institut für Urgeschichte, Tübingen.

The experimental framework

The natural form of horn is ideally suited for making waterproof containers. Thus, a horn was made into a transportable and sturdy container. The horn was first soaked in water for 48 hours. This made it possible to rub off most of the scaley parts of the surface, present near the base, with the hand.

The actual work with stone tools consisted of the following steps (pl. 1) :

Cutting off the unstable base of the horn

The thickness of the horn, especially near the base, varied greatly. Up to 30 mm from the base, it was under 1.5 mm in parts. In such areas, the horn was fragile when dry and easily damaged. When moist, these areas became soft and gummy and could be formed without difficulty. However, they were also stringy and it was not possible to tear them off in a controlled manner as this at times caused more damage than it helped. It therefore seemed best to remove this edge. A flake with parallel edges (E1/5-90) was used as the cutting tool (pl. 2 : A).

Smoothing the cut edge and scraping off the remaining scales

The horn edge and surface were then finished with a scraper on a blade (E2/7-90) (pl. 2 : B). During this work, the tool and the worked area were repeatedly moistened.

Engraving a circular groove

A circular groove for securing a thong (*e. g.* for fastening on a belt) was then engraved near the horn tip. This was done with a burin (pl. 2 : C) and the addition of water.

Boring a hole near the base

As the last step, a hole for tying the fastening thong was bored near the base. During this activity, care was also taken that the bore hole had sufficient lubrication. The tool utilized was a retouched borer (E4/7-90) (pl. 2 : D).

Documentation of the experiments

After the tools were selected, they were photographed, and prints of 1 : 1 were glued to photocopied protocol sheets. The utilized motions, tool angles and working angles were recorded in detail whenever possible, otherwise briefly. The prehension and handling of the tools were documented with texts, sketches and photographs. The duration of each task and an estimation of the number of strokes were also noted. The duration of a task in time or number of strokes says little about the actual intensity and effectivity of the work carried out. Furthermore, in practice it is hardly possible for an experimenter to give even approximately correct statements about the number of strokes in longer tasks. For tasks that involve cutting, shaving or the removal of some worked material, an assessment of the work done can also be obtained by weighing the worked material and the tool

before and after the work. This provides another parameter for judging both the amount of wear and the force used and therefore the actual work carried out with the tool. Of course this method can hardly be used for cutting activities on meat, skin or plants. However, when scraping hide, for example, material is removed from the meat side by a very intensive activity, *i. e.* there is a measurable difference in weight before and after the task. Measurements of this type produce objective and reproducible results, especially for harder materials. An electronic laboratory scale which weighs exactly to one hundredth of a gram is ideal. With this type of scale one can also measure the continuing wear on the tool itself, which is often only very small on experimental tools (Pawlik, 1991).

However, working moist materials or adding liquid as a lubricant or softening agent makes such measurements more difficult as the worked material, horn in this case, takes on a considerable weight of water. After interruptions in work, the pieces must be re-weighed. Special care must be taken, as a single moment of inattentiveness can make any judgment of the amount of work performed impossible. Nonetheless, this method has proved of value and was thus added to the protocol sheets.

The experiments

All the utilized tools were freshly knapped from northern European chalk flint by Mr Harm Paulsen, Landesamt für Vor- und Frühgeschichte, Schleswig, Germany. They were weighed before use and checked for possible micro-traces or special surface characteristics. The tools were all held with the left hand during the experiments.

Cutting off the base of the horn

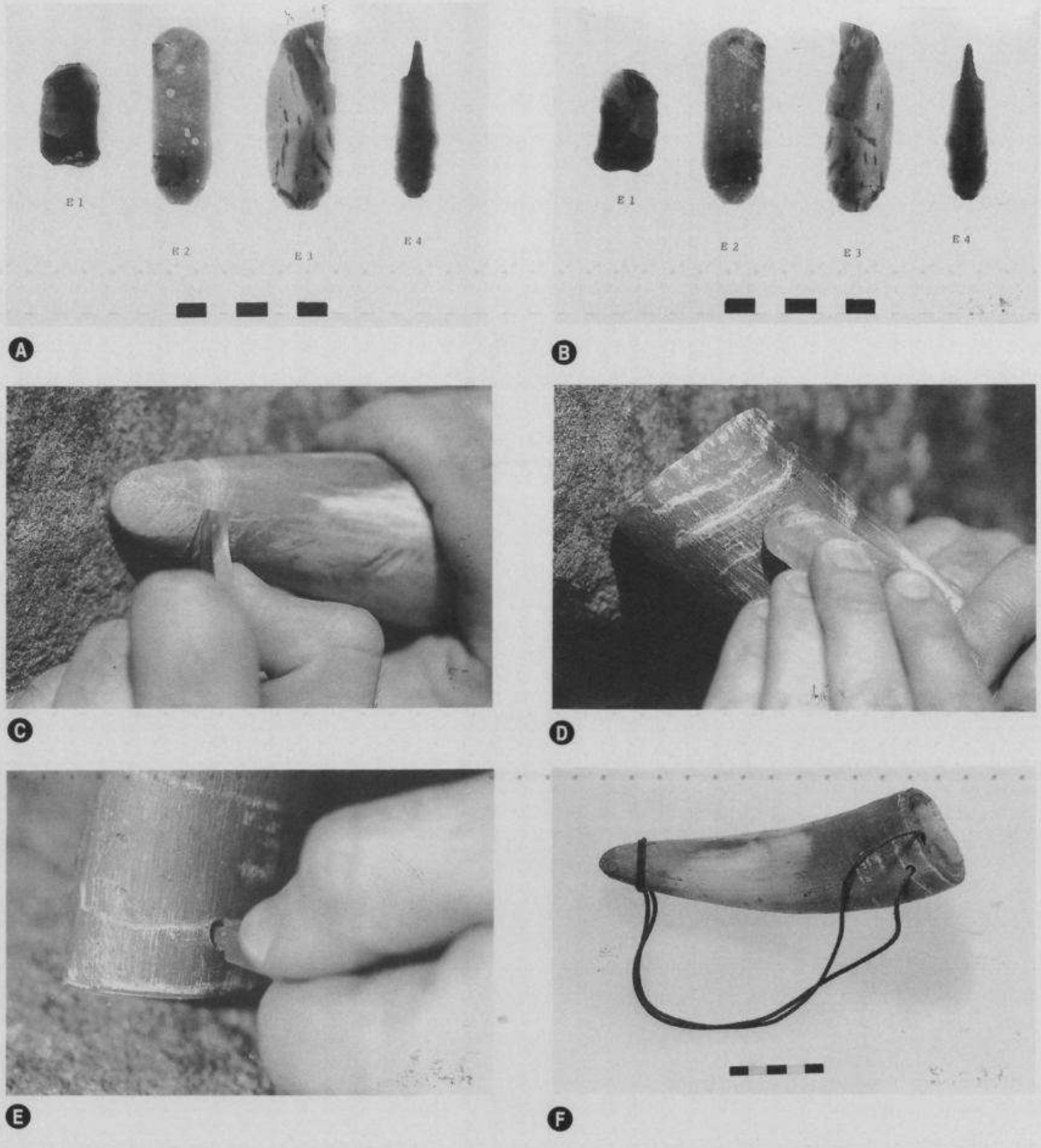
This experiment was done with tool E1/5-90, a flake with parallel and relatively straight edges. To make handling easier, a small sharp corner on the proximal edge was dulled with a limestone pebble. One lateral edge was used throughout for the cutting. It was generally held perdendicular to the surface being worked and moved back and forth under constant pressure. The tool was used for a total of 95 minutes and analyzed after the first 15 minutes and again after another 30 minutes. Although the horn had been soaked in water long enough and the worked area was continuously moistened, there was a noticeable dulling of the tool before the task was half finished (however, not near as much as from the working of dry horn). This is made clear by the differences in the horn weights : a decrease of 1.52 g was measured after the first interval of 15 minutes, but only 0.78 g after the second interval of 30 minutes which was twice as long. In the last 50 minutes, the achievement remained constant, and a difference of 1.55 g was measured. At the end of the experiment, the flake tool showed wear but was still employable. It had lost a total weight of 0.08 g.

Smoothing the cut edge and the surface of the horn

A scraper on a blade, tool E2/7-90, was used for this purpose. The scraper cap was utilized for smoothing the cut edge and the horn surface and a lateral edge was employed for a relatively short period to remove a ridge from the cut edge. The tool was used in short, quick movements in one direction with an acute contact angle (< 20°). The working direction was more or less perpendicular to the height of the scraper cap or the lateral edge, respectively. The smoothing took 33 minutes and resulted in a weight difference of 0.82 g of horn. The trimming with the lateral edge lasted 11 minutes and removed 0.18 g of horn splinters. After the task, there was no visible wear on the tool, even microscopically, and it had only lost 0.02 g in weight.

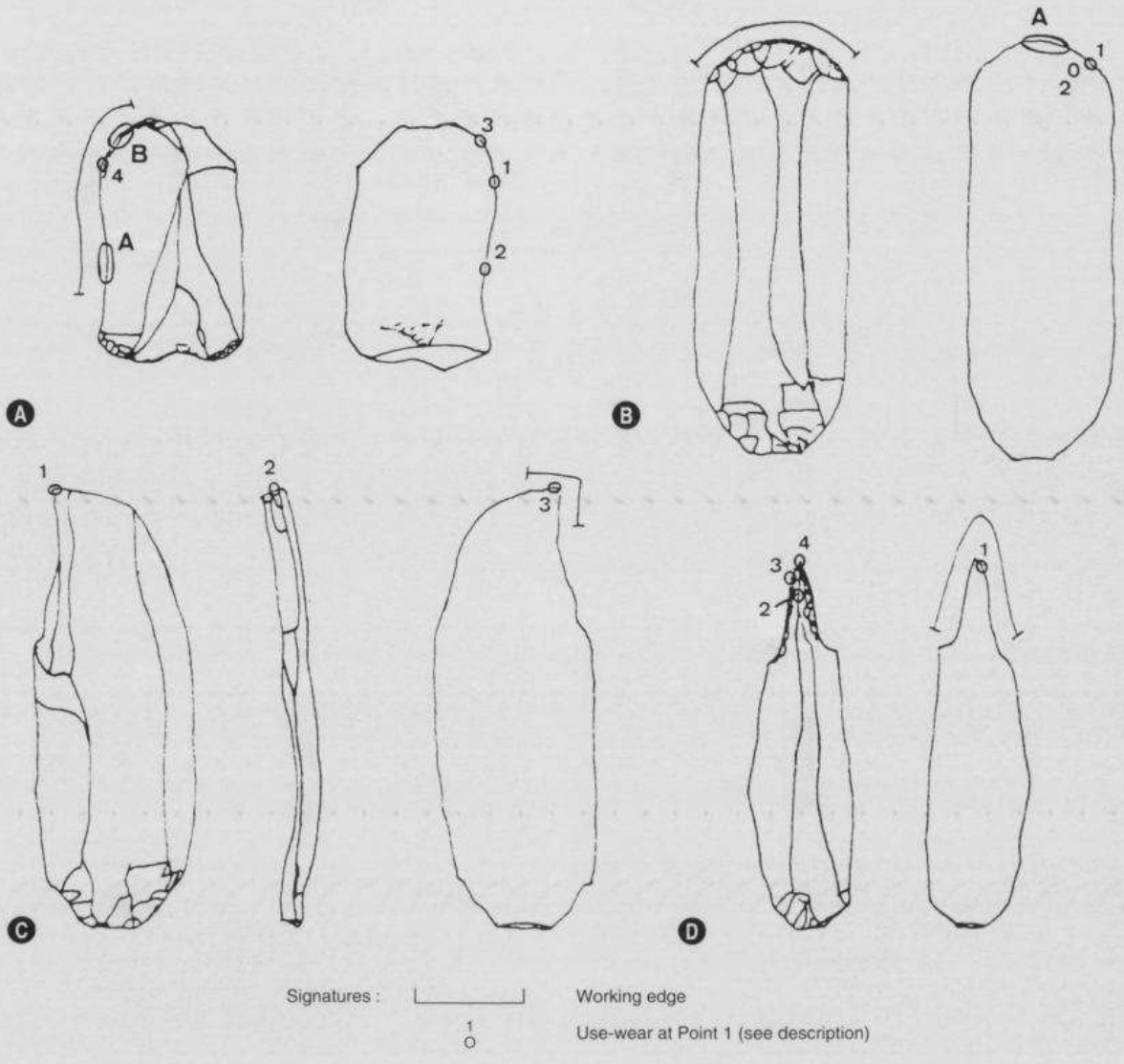
Engraving a circular groove

This task was carried out with a transverse burin (E3/7-90) whose facet was struck along the broken distal end of a blade. The functional area was the burin bit. First, a preliminary circular groove with a V-shaped section was engraved in the horn. For this, the burin was moved in one working direction perpendicular to the burin facet almost at a right angle to the worked material. As always, the worked zone was kept constantly moist. It proved advantageous to work the groove step by step



Pl. 1. Horn Experimentation. **A.** The experimental tools, dorsal surfaces. **B.** The experimental tools, ventral surfaces. **C, D, E.** Stages of the Horn Experimentation. **F.** The finished container.

around the horn. After 42 minutes, a ring with a V-shaped section was finished which had a depth of 0.9-1.0 mm and a maximum width of 2.4 mm. Because of the comparatively small working face of the tool, the horn had only lost 0.26 g in weight in this case. The groove was then widened. For this, the broad side of the burin bit was moved in a working direction parallel to the burin facet. After 33 minutes, a circular groove with a rectangular section 4 mm wide and 1.0-1.1 mm deep was created. The horn showed a weight difference of 0.25 g. No appreciable wear could be discerned on the implement, which weighed 0.03 g less than before the task.



Pl. 2. Utilized tools showing the marked position. **A.** E1/5-90. **B.** E2/7-90. **C.** E3/7-90. **D.** E4/7-90.

Boring

This task was carried out with a long thin blade whose distal end had been worked to a regularly shaped borer point with a slightly conical outline (E4/7-90). The borer was thus well suited for boring holes which could only be undertaken from one surface of the worked material as is the case with cylindrical bodies. The borer was placed perpendicular to the horn surface and moved back and forth with a constant, but not too strong, pressure from the hand joint. It was held directly next to the base of the borer point so that it could be kept from jumping from the desired position. After 8 minutes, a small facet of the borer tip broke off, although this did not affect the work in any way. This caused a weight loss of 0,02 g. No further chipping was noticed. It took 33 minutes to bore through the horn and a further 8 minutes to finish the slightly conical hole, which had an outer diameter of 5.65 mm, an inner diameter of 4.6 mm and a depth of 5.4 mm. The horn had lost a total of 0.24 g of weight. No further weight loss could be ascertained on the borer.

This concluded the working of the horn. A thong could then be fastened to it. All of the tools had served their purpose and could have been utilized further.

The Use-Wear analysis

Before the analysis, the lithic tools were cleaned in an ultrasonic tank with a weak, 0.5 % solution of potassium hydroxide (KOH). In order to avoid contact with the metal sides of the tank, they were placed in a cotton net that hung free in the solution. A cleaning time of 20 minutes was sufficient.

The tools were analyzed with a reflected light microscope and a stereomicroscope. The reflected light microscope is an Olympus Model BHMJ which was developed for metallurgical analyses. It is equipped with the following :

– a 12V/15W halogen bulb and an adjustable transformer ;

– a vertical illuminator with analyzer, polarizer, aperture iris diaphragm, field iris diaphragm and filter mount ;

– a microscope body with coarse and fine adjustment and a quintuple revolving nosepiece ;

– a trinocular observation tube with eyepieces WF10x and micrometer reticles ;

– objectives M10, LWD MPlan20, LWD MPlan40 ;

– a Nomarski differential interference contrast attachment with a magnification factor of 1.1x.

The total magnification lies between 100x and 440x.

The stereomicroscope is also an Olympus, Model SZTr. It is equipped with a zoom objective and allows a continuously adjustable magnification between 7x or 14x to a maximum of 40x or 80x depending on the objective used.

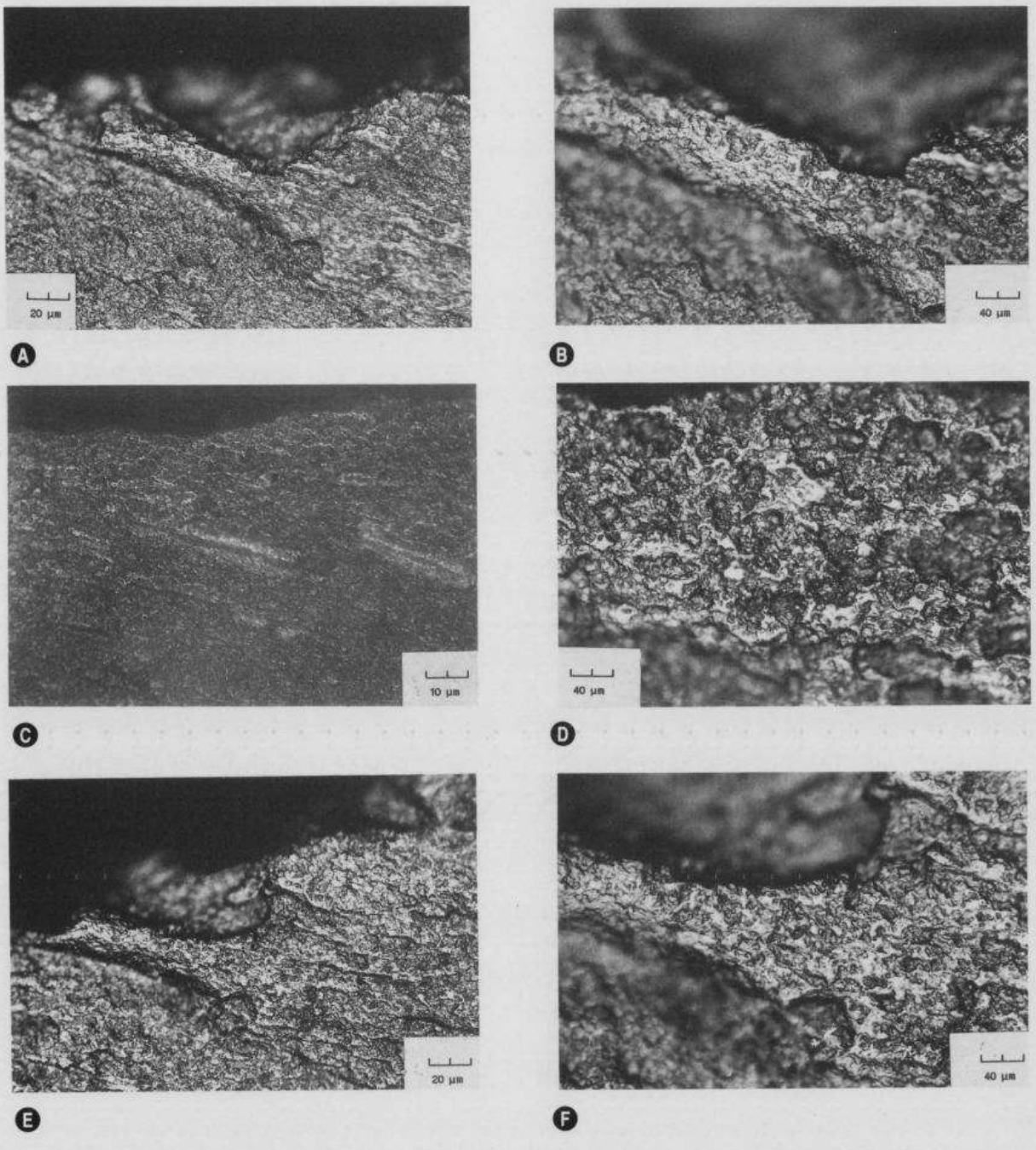
The photomicrographic equipment includes a SLR camera body Olympus OM2N with a winder, an integrated light measurer and a time automatic (up to 120 seconds) as well as a photo eyepiece NFK 3.3XL. The camera is connected to the microscope with the photomicro adapters L and PM-ADF.

Use-wear traces from longitudinal motions

On the edge of the tool used for cutting (E1/5-90), an easily recognizable use-wear polish could be seen on exposed high areas after just 15 minutes. This appeared to be brightly reflective and was clearly delimited from the inner surface. The surface of the polish was slightly convex and characterized by micropits up to 1 µm across. In addition, there were also irregular crater-like depressions (pl. 3 : A, B - Pos. 1).

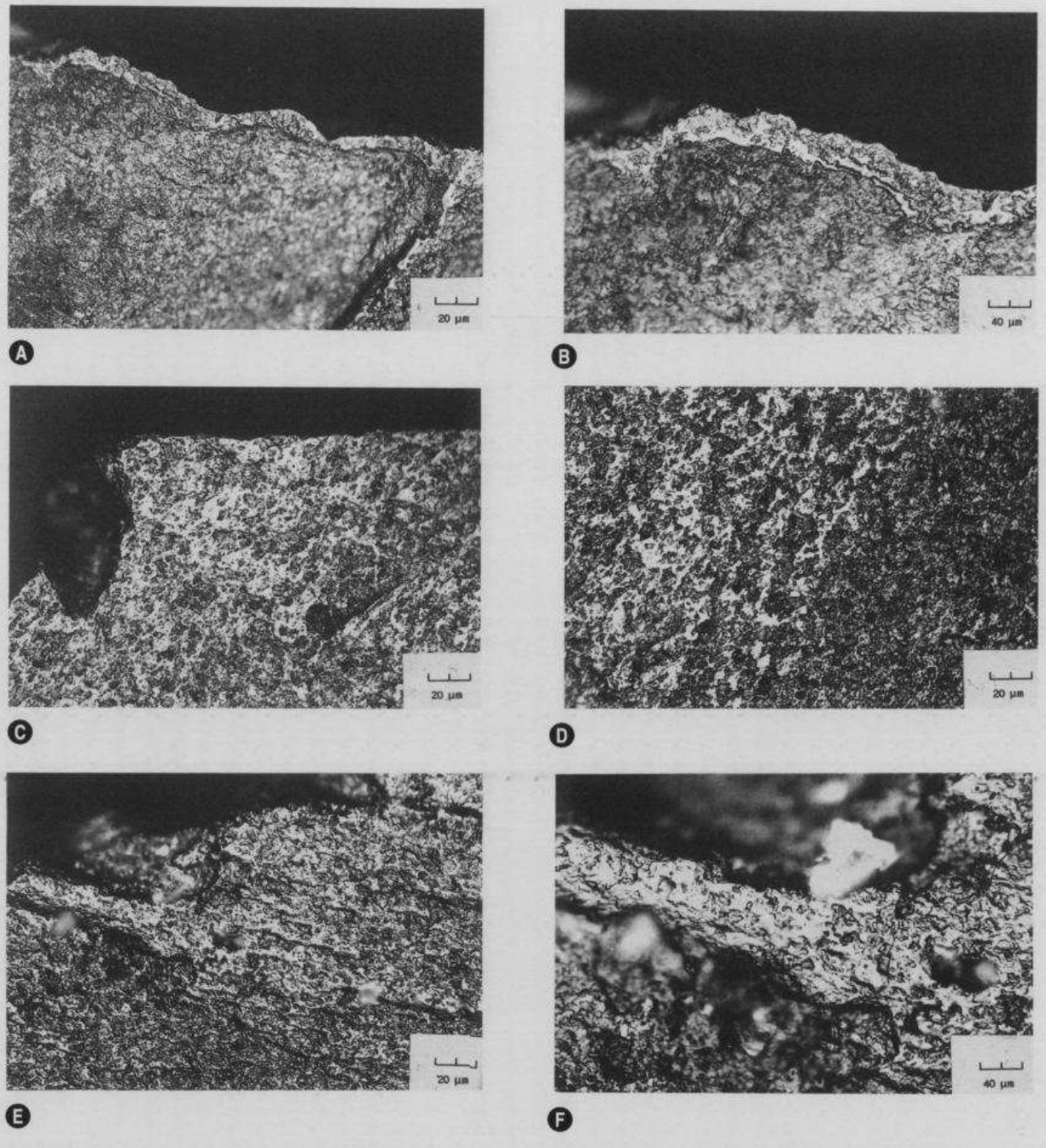
After another 30 minutes of cutting, the polish had spread in a reticular manner along the working edge and was ca. 300 µm wide (pl. 3 : C, D - Pos. 2). The polish at Position 1 had not increased considerably, only a weak spreading of the polish onto the lower lying areas of the microtopography could be ascertained (pl. 3 : E, F - Pos. 1). The formation of a polish bevel, often observed during the working of middle-hard to hard materials (Vaughan, 1981, 1985), was absent to a large extent. At Position 3, the suggestion of such a bevel could be observed on the edge and on the ridge of a microchip. The edge line was, however, clearly raised above the inner surface of the negative. In comparison to the other polish, this one was more reflective, micropitting was missing and only a few crater-like depressions could be observed (pl. 4 : A, B - Pos. 3). An advanced connection of the « polish nets » had already occurred on the dorsal surface. On the surface of the polish, fine striations running in the working direction were vaguely visible, but could not be resolved with the camera. Edge rounding was observed at a magnification of 220x (pl. 4 : C). A clear delimitation between the polish and the inner surface still predominated, as at Pos. 4 dorsal, ca. 1.4 mm from the edge (pl. 4 : D).

At the end of the task (after another 50 minutes), the polish bevel at Pos. 3 had almost completely disappeared. A leveling and rounding of the edge line had apparently taken place, whether through abrasion or accumulation being unknown. The inner surface of the negative was now covered by a rough and uneven polish. Although the reticular impression of the polish at Pos. 1 had once again become stronger and the polish as a whole had become more intense, there was no essential change in the last 50 minutes (pl. 4 : E, F ; pl. 5 : C). A clear surface formation of polish occurred dorsally as can be observed at Pos. 4 (pl. 5 : A). At a higher magnification the micropitting on the uneven and plastic surface can be distinctly seen (pl. 5 : B). The formation of a reticular pattern of polish is, in my experience, typical of harder organic worked materials (Pawlik, 1991). These, in contrast to softer ones such as hide or meat, do not yield so much to the unevenness of the surface structure of the utilized tool and therefore first come into contact with the higher areas of the microrelief, whereas softer materials are capable, at least at times, of conforming themselves to the tool surface.



Pl. 3. Horn Experimentation (E1/5-90). **A.** Position 1, polish after 15 min. of cutting. **B.** Detail of Position 1. **C.** Position 2, reticular polish formation after 45 min. of cutting. **D.** Detail of Position 2. **E.** Position 1 after 45 min. of cutting. **F.** Detail of Position 1.

The analysis of the edge damage with the stereomicroscope showed two characteristic areas along the dorsal surface of the working edge. At Zone A in the distal region, larger, flat negatives run parallel to the edge, some dorsal and some ventral (pl. 5 : D). At Zone B on the dorsal surface of the edge, there was a 4.5 mm long row of regularly shaped flat negatives with a « second edge row » (Vaughan, 1981) directly along the edge (pl. 5 : E). The « second edge row » was formed by small, regular negatives whose form could not be determined, although some have step and hinge distal forms. At Zone B ventral there were only a few individual scars with « shallaw

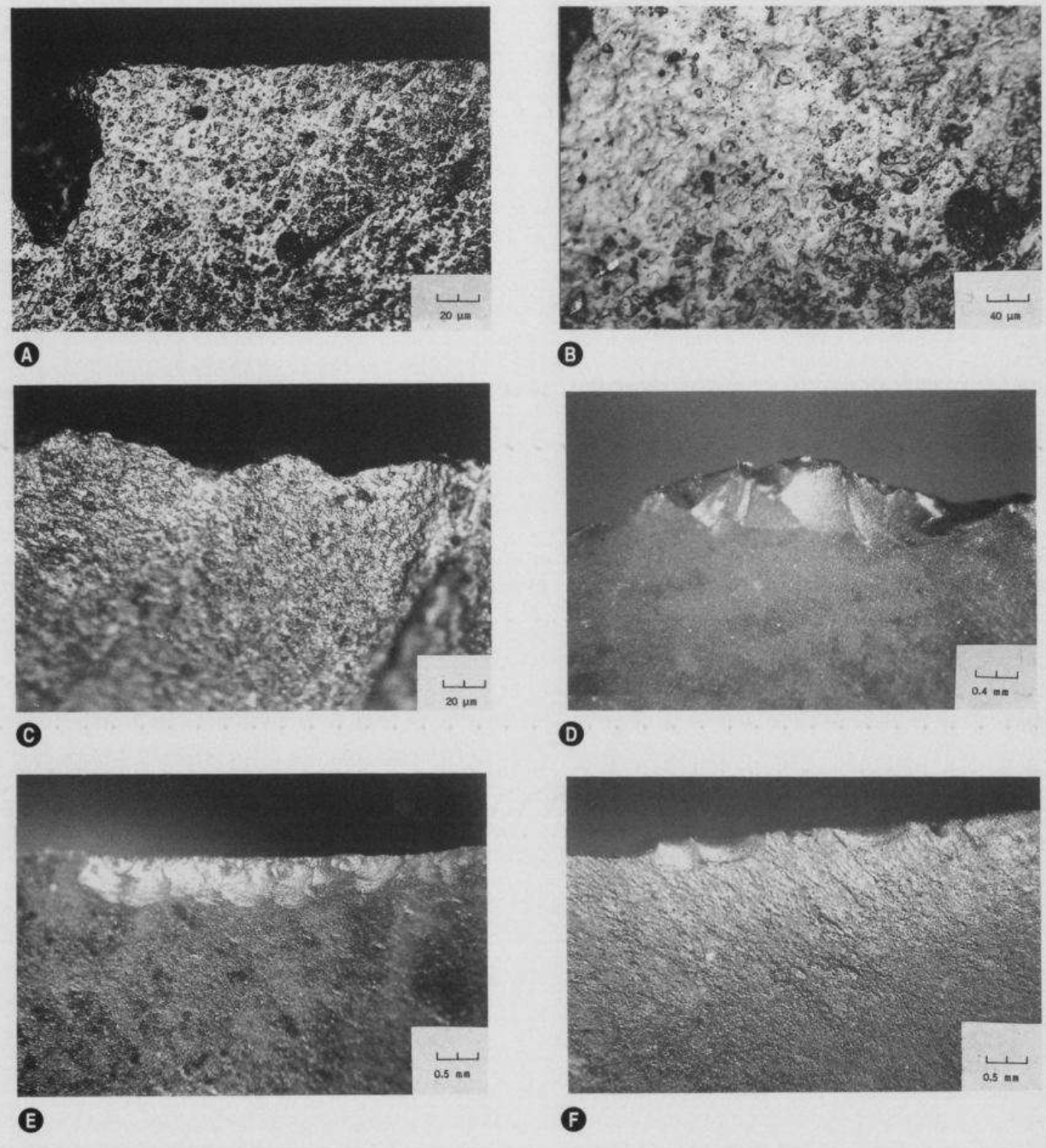


Pl. 4. Horn Experimentation (E1/5-90). **A.** Position 3, polish bevel. **B.** Detail of Position 3. **C.** Position 4, faint edge rounding. **D.** Position 4, view of the inner surface. **E.** Position 1 after 95 min. of cutting. **F.** Detail of Position 1.

break » (Vaughan, 1985 : 21) proximal sections and distal feather and step forms (pl. 5 : F).

Use-Wear Traces from Transverse Motions

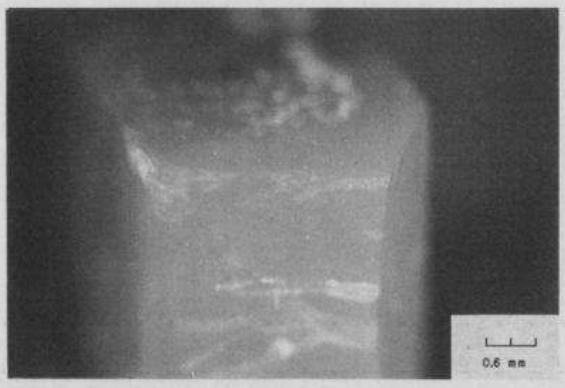
After 15 minutes of use, isolated spots of use-wear polish ca. 50 µm across could be observed on higher areas of the otherwise unaltered edge of the ventral scraper surface. These spots of polish had smooth surfaces, but were plastically convex with very vague striations which could not be resolved with the camera (pl. 6 : I - Pos. 1). After another 15 minutes, no changes could be observed at Position 1, however the polish spots along the scraper edge had increased in number. In addition,



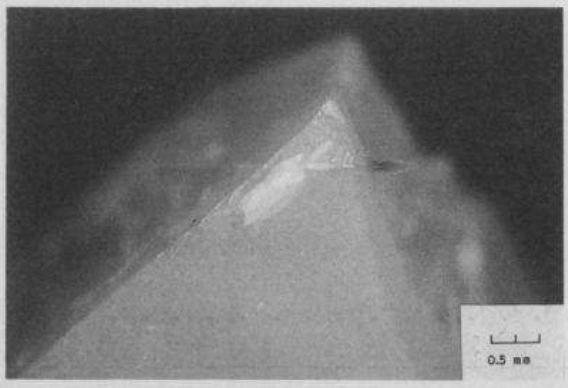
Pl. 5. Horn Experimentation (E1/5-90). **A.** Position 4 after 95 min. of cutting. **B.** Detail of Position 4, undulating pitted surface texture. **C.** Position 3 after 95 min. of cutting. **D.** Zone A. **E.** Zone B, ventral. **F.** Zone B, dorsal.

spots of polish also occurred on the inner surface near the edge, *e. g.* at Position 2 (pl. 6 : J - Pos. 2), 0.5 - 2 mm from the edge. Characteristic of these small spots of polish was a highly reflective surface, a clear delimitation from the neighboring surface, diffuse striations running in the direction of the motion, few depressions within the polish surface and a plastic appearance. At the zenith of the scraper cap in the region of Zone A, a bevel-like, but still unconnected weak edge polish had begun to form (pl. 6 : H).

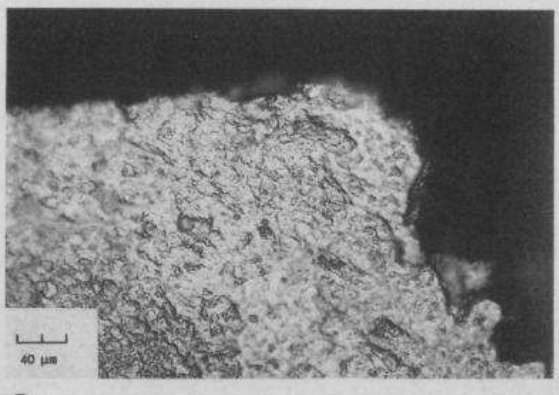
In comparison to the cutting edge described above, the polish surface had no clearly recognizable micropitting, although similar diffuse depressions could be observed. Neither was there any formation of a reticular pattern, which was cer-



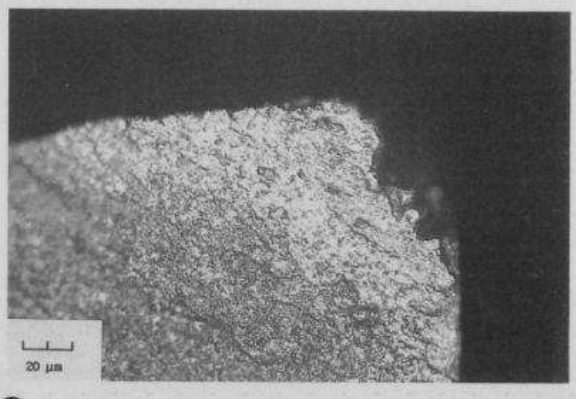
A



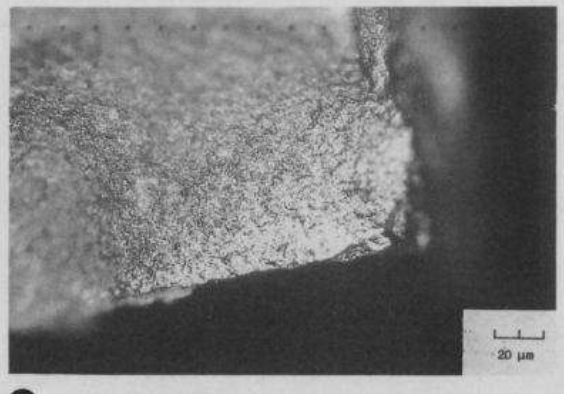
B



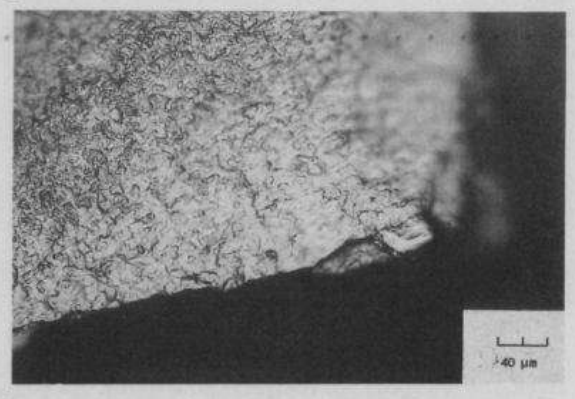
C



D

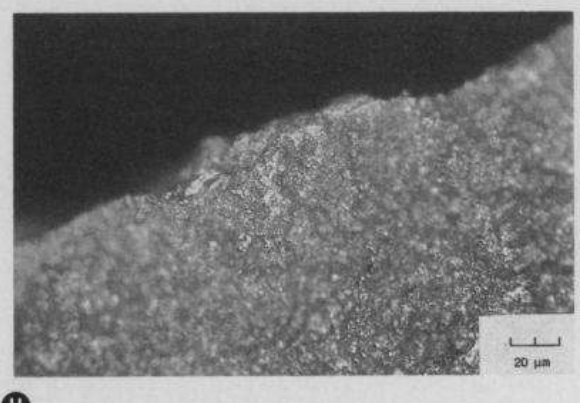


E

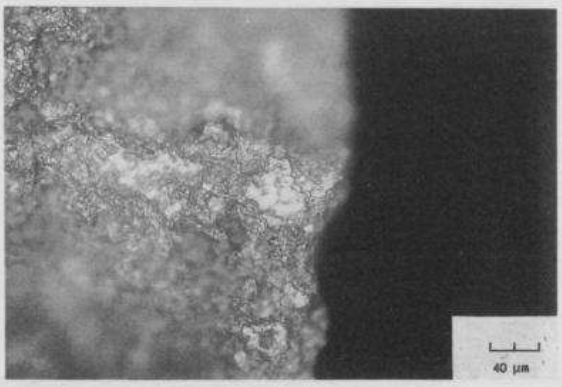


F

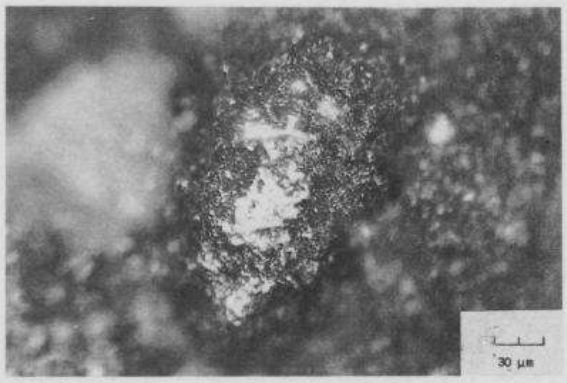
G



H



I



J

Pl. 6. Horn Experimentation (E3/7-90). **A.** Burin bit. **B.** Burin bit, ventral. **C.** Postion 1. **D.** Detail of postion 1. **E.** Position 2. **F.** Detail of position 2. **G.** Position 3. **H.** Zone A, beginning of polish bevel formation. **I.** Position 1. **J.** Position 2, highly reflective spots of polish with vague striations.

tainly due to the considerably more limited contact zone between the worked material and the tool. The dorsal scraper cap was, as expected, very difficult to analyze. In so far as this was possible, no polish was discovered on the surfaces of the negatives. The 11 minute activity with the lateral edge left, at the very most, only a somewhat higher reflectivity of the surface, but no observable polish.

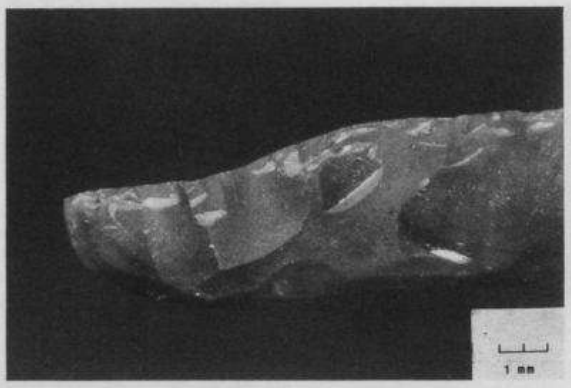
Use-wear traces on the burin (E3/7-90) occurred mostly near the bit. A very sharp dividing line between the untouched inner surface and the polish could be seen on the dorsal surface. Together with the edges it formed an isosceles triangle, a clear indicator of the direction of the working angle of the burin (pl. 6 : C, D - Pos. 1). On the ventral surface, the region of the bit was too fractured to allow such a distinct development form. The polish was similar to that on the scraper, there were almost no micropits. On the burin facet itself, towards the dorsal surface (pl. 6 : E, F) and towards the ventral surface (pl. 6 : G), an extensively linked and very brightly reflective polish occurred on the edges. Striations were missing completely, although the general impression was linear. Once again, the clear delimitation to the inner surface is striking (pl. 6 : E, F, G). Although this tool was held very firmly and much pressure was applied, no traces of prehension could be observed. At the very most there was an increase in « optical noise » in comparison with the fresh flint surface.

Under the stereomicroscope, a continuous line of very small and irregularly formed scar negatives could be seen along the bit. Most of the negatives lie on the burin facet, the contact surface during the second part of the task. It is interesting that the ventral part of the bit, in contrast to the dorsal part, has a diagonal line of scars although during the engraving with the narrow section of the burin facet the dorsal part was doing the shaving (pl. 6 : A, B).

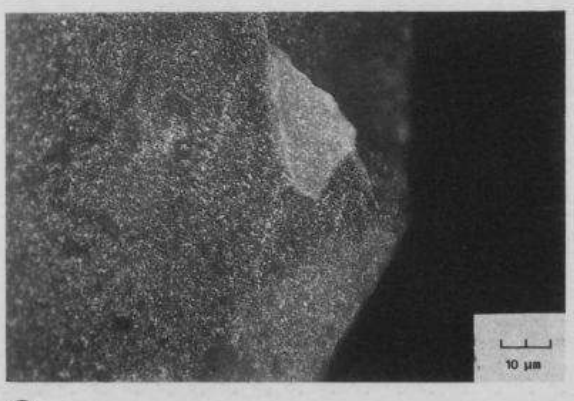
Use-Wear Traces from Rotating Motions

The most important characteristic of the use-wear traces on the borer (E4/7-90) was the different development of the polish on the dorsal and ventral surfaces. At Position 1, directly adjacent (ventral) to the tip, polish could be observed running linearly in the direction of the rotation. In contrast to the previously described polishes it had clear striations. The components of the linear polish were incompletely connected with each other. Individually they appeared plastic, giving a smooth to lightly wavey impression. They were without micropits or crater-like depressions and were slightly less reflective than the other polishes described (pl. 7 : C, D). Otherwise, a polish in the initial stage of development with somewhat brighter reflection could be seen ventrally along the cutting edge. There was also a clear formation of polish immediately adjacent to the tip on the dorsal surface. This, however, was a brightly reflective polish with a reticular pattern distribution on the narrow ridge surface at Pos. 2. Short, vaguely visible

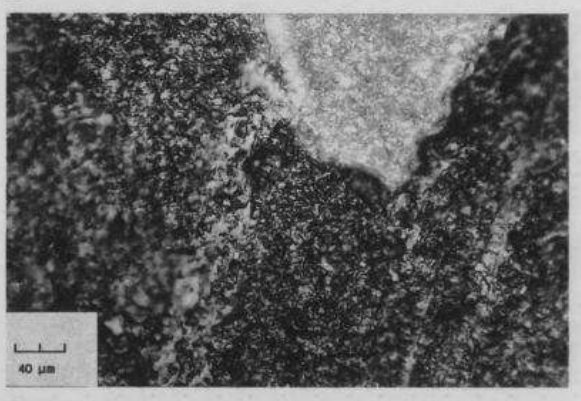
A



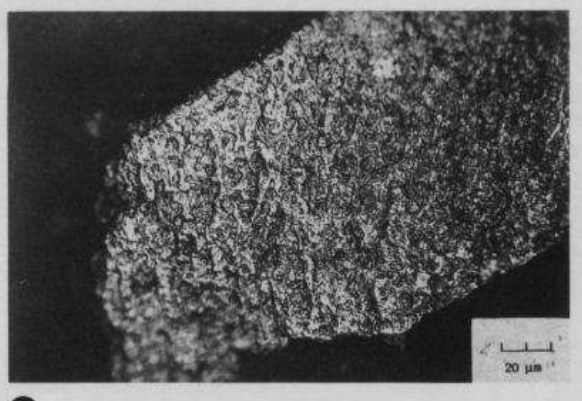
B



C



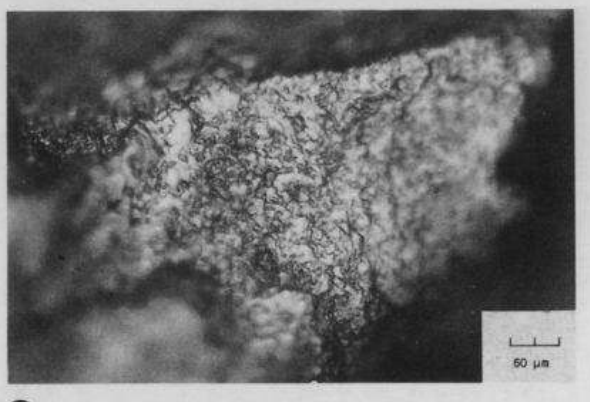
D



E

F

G



H

striations (ca. 10 µm long) occurred in the polish, but regular micropits were missing (pl. 7 : E, F).

The retouched edge sections were very heavily fractured. Weak traces of polish could only be seen there occasionally, mostly on the ridges between the negatives, *e. g.* Pos. 3 (pl. 7 : G), and on the borer tip (pl. 7 : H - Pos. 4). They were characterized by numerous fine striations running in the direction of the rotation.

The retouch negatives had so many different types of micro-scars that an analysis of possible edge damage on the dorsal surface with the stereomicroscope was not worthwhile (pl. 7 : A, B). On the ventral surface no edge damage was observed.

Conclusion

Working horn with longitudinal, transverse and rotating motions leaves recognizable use-wear polishes on stone tools. Characteristic of these are the formation of reticular patterns of polish in the area of contact with the worked material and a sharply delimited border between the polish and the interior surface. The polishes are brightly reflective and can be clearly differentiated from the neighboring surface of the tool. The polish structure is built up of individual spots, which are more or less intensively connected. Although the individual spots appear to be smooth and either flat or lightly plastic, the impression on the whole is more rough and wrinkled. There are also some irregularly shaped crater-like depressions in the surface of the polish. Longitudinal motions leave a micropitting of the polish with small holes less than 1 µm across. These micropits are missing almost completely on tools used in transverse motions. Clearly defined striations almost never occur, although rarely there are diffuse, relatively short ones. As a rule, working horn tends to lead to the formation of polish bevels less often than the working of harder materials such as bone, antler, ivory or wood. In the few cases where a polish bevel could be detected (E1/5-90), it was only temporary and disappeared almost completely as the work progressed.

Signs of wear were limited on the horn working tools. A partial rounding of the working edge could be observed on the tool (E1/5-90) used for cutting. It is of special interest that longitudinal motions produced a « second edge row » of scars normally associated with the working of harder materials, *e. g.* bones, antler, wood (Vaughan, 1981 : 113 ; 1985 : 22-23, 142-145). Engraving with the burin left limited scarring restricted to a narrow band along the burin bit. In contrast, no edge damage could be observed on the ventral surface of the scraper or borer.

Even after a very mild cleaning, the working of horn left no detectable residues on the tool surfaces. These would seldom be preserved in archeological contexts.

The attempt to work dry horn was very ineffective and quickly dulled the tool edge. The knowledge that adding a liquid lubricant makes it easier to work all harder materials is a very simple empirical experience, which one can assume that early man learned very early, even if archeological evidence is difficult to obtain.

The use-wear polishes produced by working horn can be morphologically ordered into the group of harder organic materials (Pawlik, 1991). The group includes polishes from working wood, bone, teeth and antler, but also ivory which has additional special attributes. The ability to differentiate between these worked materials on experimental tools and even more so on archeological artefacts is very limited or perhaps impossible. They do, however, have group specific attributes which separate them from other groups, *e. g.* hard inorganic materials (Pawlik, 1991). One of these attributes, which is especially pronounced in horn polish, is the formation of reticular patterns of polish. Other attributes are polish bevels on the used edges and a smooth plastic texture on developed polish surfaces. Polish bevels do form during the working of horn at times, even if they disappear as the work progresses. The individual spots of horn polish have the typical plastic surface texture, although the total picture appears more wrinkled.

In contrast to Plisson's (1985 : 59) observations, use-wear traces from working horn occurred more

←

Pl. 7. A. Borer tip. **B.** Borer tip. **C.** Position 1, linear polish and striations. **D.** Detail of position 1. **E.** Position 2, reticular polish on dorsal ridge. **F.** Detail of position 2. **G.** Position 3, dorsal polish. **H.** Position 4, dorsal polish.

frequently and fell into the range of hard materials. Horn cannot be excluded as a possible worked material in microscopic use-wear analyses of lithic artefacts and must be included in group determinations of hard materials, if specific materials are named at all. At the present stage of research, however, it appears to be more appropriate not to always give detailed worked material reconstructions of archeological artefacts, but in questionable cases to be content with group determinations as the maximum possible material-specific assertion.

Acknowledgement

Translated by Linda R. Owen, Institut für Urgeschichte, Universität, Tübingen.

* *Institut für Urgeschichte, Universität Tübingen, Schloß, 7400 Tübingen, Germany.*

Bibliography

HODGES (H.), 1964.– *Artifacts. An Introduction to Early Materials and Technology.* London, John Baker.

OWEN (L. R.), UNRATH (G.), (Ed.), 1986.– *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools.* Tübingen, Early Man News 9.10.11.

OWEN (L. R.), 1992.– Materials worked by Hunter and Gatherer Groups of Northern North America. Implications for Use-Wear Analysis. *This Volume.*

PAWLIK (A.), 1991.– *Experimente an einigen gebräuchlichen Werkstoffen der paläolithischen Kleinkunst und die Funktionsanalyse der verwendeten Steingeräte.* Master's Thesis, Institut für Urgeschichte, Universität Tübingen.

PLISSON (H.), 1985.– Étude fonctionnelle des outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des microusures ; recherche méthodologique et archéologique. Thèse N. D., Université de Paris I.

UNRATH (G.), OWEN (L. R.), VAN GIJN (A.), MOSS (E. H.), PLISSON (H.), VAUGHAN (P.), 1986.– An Evaluation of Microwear Studies : A Multi-Analyst Approach. *In* : L. Owen, G. Unrath (Ed.), *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools.* Tübingen, Early Man News 9.10.11, p. 117-176.

VAUGHAN (P.), 1981.– *Lithic Microwear Experimentation and the Functional Analysis of a Lower Magdalenian Stone Tool Assemblage.* Ph.D. Dissertation, Department of Anthropology, University of Arizona Press, Tucson.

VAUGHAN (P.), 1985.– Use-Wear Analysis of Flaked Stone Tools. Tucson, University of Arizona Press.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Huellas de uso en sílex en el yacimiento de Santa Catalina. Consideraciones sobre la manufactura del utillaje óseo y la funcionalidad del asentamiento

Juan José IBÁÑEZ ESTÉVEZ,*
Jesús Emilio GONZÁLEZ URQUIJO,*
Rosa RUIZ IDARRAGA,*
*Eduardo BERGANZA GOCHI**

Résumé

L'étude des traces d'utilisation des outils de silex des niveaux magdaléniens final et aziliens du gisement de Santa Catalina (Vizcaya, Espagne) a apporté des informations sur l'ensemble des activités pratiquées et des matières travaillées sur le site. A partir de ces résultats est tentée une reconstitution des processus techniques de façonnage des instruments osseux, au sein desquelles deux phases ont été distinguées : la fabrication et l'entretien. Leur identification contribue à l'interprétation de la fonction générale du site.

Abstract

The lithic use-wear analysis of the Azilian and Late Magdalenian levels in the site of Sta. Catalina (Biscay, Spain) provides a set of results about the worked materials and the motions evolved with each lithic tool. An inference of the nature of bone and antler tasks is intended through analysis of the characteristics of use-wear traces. In this way, we distinguish between manufacture and mending tasks. Finally, the nature of these works is related to the general functionality of the settlement in which they took place.

Introducción

Desde hace algo más de 3 décadas, gran parte de los estudios sobre el paleolítico se han orientado hacia la definición de la funcionalidad de los asentamientos, como paso previo para comprender las estrategias de aprovechamiento del medio en estos periodos. Este tema se ha abordado desde

diferentes aspectos como la variabilidad formal de las industrias líticas, el análisis de los restos de fauna o el estudio de la estructuración del espacio en los asentamientos, integrando los datos dentro de teorías obtenidas a partir de observaciones etnográficas.

Con los análisis de huellas de uso se ha abierto una nueva vía de investigación, enfocada directamente hacia estos comportamientos económicos. Sin embargo, en los últimos años, las expectativas generadas no se han visto cumplidas. Se ha extendido la opinión de que es necesario desarrollar más las potencialidades de este campo, tanto en lo que se refiere a la técnica de análisis como a la interpretación de resultados.

El estudio que presentamos se ciñe al segundo de los aspectos, el de la interpretación de los resultados arqueológicos. Los materiales sobre los que se ha practicado el estudio de huellas de uso pertenecen a los dos niveles superiores del yacimiento de Santa Catalina. Este yacimiento en cueva, en la actualidad en curso de excavación, se encuentra en Lekeitio, NE de Vizcaya, en la zona oriental de la costa cantábrica española.

Planteamientos y objetivos

Despues de la fase de observación microscópica, el analista de huellas de uso se encuentra con un amplio conjunto de datos sobre actividades y materias trabajadas. Una de las posibilidades que se le plantean es reconstruir el comportamiento que generó las huellas y el sentido económico de tal comportamiento. La dificultad estriba en establecer el significado real, es decir, el contexto y la finalidad de cada actividad. Siguiendo un ejemplo, es evidente que una misma « actividad », como el serrado de madera, adquiere significados económicos muy diferentes si participa en la elaboración de un mango, de un vástago de flecha o de una pértiga sobre la que apoyar el enramado que cubre una cabaña.

Por tanto, es necesario elaborar mecanismos que nos permitan llegar a reconocer los procesos técnicos en los que intervino el útil a partir de nuestras informaciones sobre las materias o la forma en que actuaron. El objetivo de esta comunicación es aportar elementos que permitan traducir los resultados del análisis funcional en comportamientos concretos que se integran a su vez dentro de procesos más complejos.

Para ello hemos elegido las actividades realizadas en asta y hueso ya que la preservación de los materiales trabajados permite analizar los productos acabados y los desechos de fabricación además de los instrumentos líticos que intervinieron en el trabajo.

Para los fines de este estudio, dentro de los procesos técnicos sobre materias óseas se van a distinguir entre las labores de fabricación y las de reparación.

La fase de elaboración se definirá por la sucesión de actividades encaminadas a obtener, en un primer momento, un soporte sobre el que fabricar el útil, en segundo lugar a conformar el soporte y, por último, a afinarlo, aguzarlo,... en una fase final de acabado (Campana, 1989).

Las labores de mantenimiento son actuaciones poco intensas y sobre zonas restringidas de la pieza que buscarán reavivar las zonas embotadas o dañadas. Por ello serán actividades similares a las de la fase de acabado. Si el daño es tan importante que obliga a reconformar la pieza, esta reparación sería equivalente a la introducción de nuevo de la pieza en el proceso de fabricación. De esta manera, marcamos la diferencia entre fabricación y mantenimiento tanto por la finalidad de la actividad – creación de un útil « ex novo » frente a la reparación de uno ya fabricado – ; como por su alcance – arreglo de zonas concretas frente a modificación de la forma general del soporte –.

Concretando lo expuesto hasta ahora, el primero de los objetivos que nos proponemos es explorar las posibilidades que los resultados de los análisis de huellas de uso ofrecen para reconstruir los procesos técnicos sobre materias óseas desarrollados en el asentamiento.

Esta reconstrucción de los procesos técnicos se relaciona con la comprensión de la funcionalidad del asentamiento. Se ha comprobado en contextos etnográficos que existe una interrelación entre las fases de los procesos técnicos que se desarrollan en un lugar de habitación y la finalidad de ese lugar dentro del esquema económico diseñado por el grupo (Yellen, 1977 ; Binford, 1978, 1980 ; Keeley, 1982 ; Torrence, 1989). Por tanto, como segundo objetivo, pretendemos relacionar las fases de los procesos técnicos reconocidos con la funcionalidad de las ocupaciones y con las estrategias económicas del grupo.

Metodología

En este estudio se integran los resultados obtenidos de la observación de los restos óseos con los procedentes del análisis de huellas de uso.

El reconocimiento de la funcionalidad del utillaje lítico se ha basado en la observación de las huellas de uso presentes en los filos activos (ver González e Ibáñez, en este coloquio). En el nivel aziliense han sido analizadas 175 piezas y 309 en el magdaleniense, tanto retocadas como no retocadas.

En el análisis de la industria ósea hemos procedido en primer lugar a distinguir macroscópicamente la materia en que se confeccionaron los productos. Este trabajo ha sido realizado por el paleontólogo P. Castaños.

Se han estudiado los productos acabados y los desechos de fabricación. La interpretación se ha basado en las referencias aportadas en estudios y programas experimentales elaborados por otros investigadores (Clark y Thompson, 1954 ; Newcomer, 1974 ; Dauvois, 1974 ; Stordeur, 1977 ; Julien, 1982 ; Campana, 1989).

Los productos de asta y hueso

El utillaje en asta y hueso se compone de un total de 31 piezas, 9 en el nivel aziliense y 22 en el magdaleniense. La distribución por tipos y materias es la siguiente :

NIVEL AZILIENSE						
	Arpón	Punzón	Aguja	Azagaya	Otros	Desechos
Hueso	2	2	1	0	2	0
Asta	1	0	0	0	0	0
Indet.	0	0	0	1	0	0
NIVEL MAGDALENIENSE						
	Arpón	Punzón	Aguja	Azagaya	Otros	Desechos
Hueso	0	3	1	1	0	0
Asta	1	2	0	5	1	3
Indet.	0	2	0	2	1	0

Tabla 1. Materiales óseos de Santa Catalina.

Los procesos técnicos sobre materias óseas estuvieron encaminados a la elaboración de arpones, azagayas, punzones y agujas, principalmente. Se observan diferencias en la materia prima empleada ; en el nivel magdaleniense domina el asta mientras en el aziliense el hueso es más abundante.

Unicamente se han localizado tres desechos de fabricación de asta, en el nivel magdaleniense. Dos de ellos son fragmentos basales de cornamenta de ciervo, con señales de intenso aprovechamiento. Este es el principal indicio de la existencia de las primeras fases de la fabricación de útiles en asta en el nivel magdaleniense.

Interpretación de las huellas de uso : criterios e hipótesis

En primer lugar, es preciso establecer los criterios que nos van a permitir transformar los datos del análisis funcional en informaciones sobre las fases de los procesos técnicos en los que ha participado el útil.

Según hemos señalado, los trabajos de fabricación de utillaje óseo implican el desarrollo de distintas etapas técnicas desde la obtención del soporte hasta el acabado del útil. A partir de los estudios sobre técnicas de elaboración de utillaje óseo es posible relacionar ciertos *tipos de actividades simples* – de perforación, de serrado, ... – con las diferentes fases de elaboración del útil.

El trabajo de raspado tiene sentido en las tres etapas de la fabricación – extracción del soporte, conformación y acabado – y también durante la reparación. Sin embargo, las actividades de serrar, grabar y perforar son propias de las primeras etapas de la fabricación y son menos corrientes en las fases de acabado o en los trabajos de reavivado y mantenimiento (Campana, 1989).

Durante la elaboración del útil se hace necesario realizar una amplia *gama de actividades* sobre la materia trabajada, desde el grabado y el serrado hasta la perforación y el raspado de la pieza. En contraste con esta diversidad, los trabajos de reparación reflejarán un conjunto limitado de actividades en el que dominarán las de raspado.

Por otra parte, el hecho de que el proceso de elaboración implique series de actividades diferentes encadenadas y sucesivas facilita el que una misma herramienta lleve a cabo actividades distintas. Sin embargo, los procesos de reavivado y mantenimiento del utillaje serán más sencillos por lo que la *asociación de activadades distintas en el mismo útil* será menos probable.

En tercer lugar, suponemos que existirá una vinculación entre el predominio de la fabricación

o de la reparación y la *intensidad* con la que se trabajó. En este sentido, la fabricación de utillaje requerirá mayor esfuerzo y dedicación que la reparación. La mayor cantidad de tiempo y esfuerzo empleado en las labores de fabricación quedará reflejado en la mayor intensidad de uso del utillaje lítico.

La intensidad del uso de cada útil se puede medir tanto por el número de zonas activas por pieza como por el grado de desarrollo de las huellas de uso – fundamentalmente el pulido –. El criterio creado señala que las herramientas de sílex reflejarán un aprovechamiento más intenso en un asentamiento donde se fabricó el utillaje óseo. Este aprovechamiento se apreciará en un mayor número de zonas activas por pieza y en un más claro desarrollo del pulido. Aunque en contextos arqueológicos concretos la escasez de materia prima lítica puede ser determinante en el grado de aprovechamiento de los útiles, este no es el caso de Santa Catalina donde una fuerte proporción de piezas brutas no ha sido utilizada.

En cuarto lugar consideraremos la *longitud de la zona activa*. Esta dependerá sobre todo del volumen de la materia que se está trabajando. En las actividades de raspado y serrado, una mayor extensión de la superficie a modificar implicará un contacto más amplio entre el filo activo y la materia sobre la que actúa. En la fabricación de utillaje en asta y hueso los mayores volúmenes de materia se trabajan en las primeras fases de la fabricación y los menores durante el acabado y la reparación. Por lo tanto, en estas fases el tamaño de las zonas activas será menor. Naturalmente, la comparación sólo se puede establecer entre zonas activas que hayan realizado el mismo trabajo.

Otra posibilidad es que la longitud total de lo que interpretamos como una zona activa sea el resultado de varios usos contiguos. En este caso, una mayor longitud de zona activa estaría reflejando una mayor intensidad de uso que es un rasgo al que hemos atribuido el mismo significado.

Es necesario matizar que para valorar este criterio hay que tener en cuenta el tamaño de las piezas de que disponía cada grupo ya que la longitud de la herramienta va a condicionar la longitud del filo que se emplea.

A este conjunto de criterios se puede sumar la *naturaleza de la zona activa*, que puede ser natural, retocada o conseguida por fractura. Suponemos que para trabajos más específicos e intensos de elaboración se tenderá a preparar o reavivar la zona activa mediante fractura o retoque. En las labores de reparación esperamos que no se invierta el mismo esfuerzo en la conformación de la zona activa y que no sea necesario el reavivado por lo que se usará más a menudo filos naturales.

Para que los criterios propuestos resulten efectivos es preciso que los posibles cambios en los procesos técnicos no sean demasiado grandes. En el caso de los dos conjuntos que comparamos se puede asumir que la estructura de la fabricación y reparación del utillaje óseo no varió en lo sustancial debido al uso de un instrumental lítico similar y a la presencia de los mismos tipos de útiles y soportes óseos en ambos niveles.

Sin embargo, en todos los criterios señalados intervienen otros factores que los relacionados con el contexto y la finalidad de los trabajos. Por esta razón sólo se considerarán aceptables sus indicaciones cuando se produzca una coincidencia significativa de un conjunto amplio de criterios.

Aplicación de los criterios

En este análisis se van a considerar los útiles que han trabajado sobre asta o hueso. La diferenciación entre estas dos materias se basa en las características de las zonas pulidas. El pulido producido por el trabajo de hueso presenta, en contraste con el que causa el asta, una extensión más marginal, una topografía más lisa y una asociación de tramas más restringida de forma que el contacto entre la zona pulida y la no pulida es más neto.

Sin embargo, la distinción entre el pulido generado por el contacto del sílex con estas dos materias no siempre es posible. Por ello, en una buena parte de las atribuciones funcionales no se ha llegado a precisar la materia trabajada más allá de una calificación genérica como materia ósea.

El trabajo en hueso

En el yacimiento de Santa Catalina hemos detectado 35 zonas activas que trabajaron sobre hueso, distribuidas en 14 piezas diferentes. De este conjunto, 26 zonas activas repartidas en 10 piezas corresponden al nivel magdaleniense y 9 zonas activas en 4 piezas, al nivel aziliense.

			Aziliense	Magdaleniense
VARIEDAD ACTIVIDADES	Grabar		0	6 (23,1 %)
	Serrar		0	5 (19,2 %)
	Perforar		0	2 (7,7 %)
	Raspar		9 (100 %)	13 (50,0 %)
ASOCIACION DE ACTIVIDADES			0	50 %
INTENSIDAD DE USO	Num. de I.U.Z.		2,2	2,6
	Desarrollo pulido	Alto	0 %	19,2 %
		Medio	88,9 %	65,4 %
		Bajo	11,1 %	15,4 %
LONGITUD DE LA I.U.Z.			11,1 mm	19,3 mm
CARACT. FILO	Natural		77,8 %	46,2 %
	Fracturado		22,2 %	15,4 %
	Retocado		0 %	38,5 %

Tabla 2. Características del utillaje empleado en hueso.

El análisis de la proporción de actividades en los dos niveles refleja una mayor variedad en el nivel II (magdaleniense) en el que están representadas, además del raspado, las actividades de grabado, serrado y perforación. En claro contraste, en el nivel aziliense las 9 actividades reconocidas son de raspado.

En cuanto a la asociación de actividades en la misma pieza, no se produce en el aziliense pero sí ocurre en el 50 % de las piezas del nivel magdaleniense.

Por lo que respecta a la intensidad de uso, los datos referentes al número de zonas activas por pieza y los de desarrollo de huellas coinciden en señalar un mayor aprovechamiento de los útiles en el nivel magdaleniense que en el aziliense.

El número medio de zonas activas por pieza es mayor en el nivel magdaleniense (2,6) que en el aziliense (2,2). Se añade que casi el 20 % de las zonas activas usadas en el nivel magdaleniense presentan pulidos muy desarrollados, por ninguna de las del nivel aziliense.

El análisis de la longitud de las zonas activas completa la imagen que vamos obteniendo, ya que en el caso del raspado – única actividad comparable – las zonas activas usadas en el nivel aziliense son más cortas (11,1 mm de media) que las del nivel magdaleniense (19,3 mm). Si tenemos en cuenta que los útiles que rasparon hueso sólo son un 18 % más largos en el nivel magdaleniense que en el aziliense, podemos desechar que el tamaño del útil influya significativamente en esta diferencia.

El estudio de la zona activa muestra una tendencia a que se empleen filos más específicos en el nivel magdaleniense, creados por retoque o fractura.

En resumen, los criterios utilizados para analizar el trabajo del hueso en Santa Catalina reflejan una mayor variedad de actividades, una mayor intensidad de uso, una longitud superior y una más clara especificidad de las zonas activas en los útiles que trabajaron hueso en el nivel magdaleniense. En el nivel aziliense, la única actividad observada es la de raspado y se practicó con menor intensidad y con zonas activas menos específicas.

La confluencia de los criterios indicadores nos llevan a aceptar que en el nivel aziliense dominaron las fases de reparación de utillaje óseo frente a las de fabricación. La impresión es la contraria en el caso del nivel magdaleniense.

Los trabajos en asta

El trabajo sobre asta se ha obsevado en 131 zonas activas de 47 piezas líticas. 108 zonas y 37 de estas piezas son del nivel magdaleniense y 23 zonas activas de 10 útiles corresponden al aziliense.

En términos generales los resultados de los útiles que trabajaron asta en los dos niveles son parecidos sin que se aprecien las diferencias señaladas en el trabajo del hueso.

Tanto en el nivel magdaleniense como en el aziliense son variadas las acciones si bien con un predominio del raspado. Un porcentaje alto de útiles muestra huellas de más de una actividad lo que parece reflejar la existencia de cadenas técnicas relativamente complejas en los dos conjuntos. El trabajo fue intenso y se actuó con zonas activas bastante específicas, participando en los trabajos sobre todo raspadores y buriles.

			Aziliense	Magdaleniense
VARIEDAD ACTIVIDADES	Grabar Serrar Perforar Raspar		4 (17,4 %) 2 (8,7 %) 1 (4,3 %) 16 (69,6 %)	8 (7,4 %) 14 (13,0 %) 3 (2,8 %) 83 (79,6 %)
ASOCIACION DE ACTIVIDADES			50 %	40,5 %
INTENSIDAD DE USO	Num. de I.U.Z.		2,3	2,9
	Desarrollo pulido	Alto Medio Bajo	13,0 % 60,7 % 26,1 %	2,9 % 79,6 % 15,0 %
LONGITUD DE LA I.U.Z.		Raspar Serrar	13,1 mm 15 mm	20 mm 24 mm
CARACT. FILO	Natural Fracturado Retocado		30,4 % 21,7 % 47,8 %	42,6 % 13,9 % 43,5 %

Tabla 3. Características del utillaje empleado en asta.

Hipótesis de explicación

Según los datos que hemos aportado, se nos presenta una dualidad de comportamiento en cuanto a los trabajos que tuvieron lugar en el yacimiento. En el nivel aziliense las labores sobre hueso fueron fundamentalmente de reparación mientras en asta dominaban las de fabricación de utillaje. En el nivel magdaleniense se llevan a cabo tareas de fabricación tanto en asta como en hueso.

La explicación de estos comportamientos se va a ensayar desde el contexto económico en el que tienen lugar y serán entendidos como una adecuación entre costes de producción y beneficios de uso.

El coste de producción depende básicamente de tres factores : la abundancia de materia prima, el tipo de técnicas de elaboración empleada y la disponibilidad de tiempo para llevar a cabo la tarea. Este último factor actúa de forma que en un contexto en el que se plantea una necesidad principal, que debe ser satisfecha en un tiempo limitado, la mayor parte del tiempo y del esfuerzo se destinarán a tal actividad (Torrence, 1989) por lo que en estos contextos el coste de las actividades secundarias queda encarecido. Por su parte, el beneficio de uso estará determinado por el grado de necesidad que se tiene de crear un utillaje concreto, es decir, por la importancia que las labores desarrolladas con ese utillaje tienen en un contexto determinado.

Suponemos que el conjunto del grupo prehistórico atendía estas consideraciones para establecer una estrategia económica más rentable.

Aunque somos conscientes de que los ciclos de producción y uso son más complejos que lo que se desprende de lo expuesto, consideramos que estos planteamientos generales son útiles para una primera explicación de los procesos de fabricación y reparación del utillaje óseo.

Los procesos técnicos relacionados con el hueso en el nivel aziliense son muy simples. Esto puede ser interpretado como un intento de reducir los costes de fabricación o como reflejo de una necesidad limitada de utillaje de hueso en este contexto. En el primer caso, o la escasez de materia prima o las limitaciones de tiempo encarecerían el coste de la fabricación por lo que se aportarían a la ocupación útiles ya elaborados y se alargaría su vida activa mediante la reparación. La primera alternativa – la escasez de materia prima – debe desecharse por la abundancia de huesos sin huellas de modificación dentro del nivel aziliense. La segunda alternativa implicaría una estrategia en la que se hubiera optado por simplificar los procesos técnicos que se llevan a cabo durante la ocupación.

Contamos por tanto con dos hipótesis posibles :

– reducida disposición de tiempo para la realización de labores costosas, como la fabricación de utillaje en hueso, causada por la existencia de otras actividades más importantes en el asentamiento que consumen la mayor parte del tiempo de la ocupación.

– limitada relevancia de las labores desarrolladas con utillaje de hueso en el asentamiento lo que explicaría un proceso técnico simplificado en esta materia.

La contrastación de ambas hipótesis requiere

de mayor información sobre el conjunto de actividades que se desarrollaron en el asentamiento lo que remite en último término a su funcionalidad. En este sentido, otros investigadores han señalado la relación que existe entre las fases de los procesos técnicos que se realizan y la funcionalidad de los asentamientos (Binford, Binford, 1966 ; Binford, 1978 ; Keeley, 1982 ; Torrence, 1989). En el gráfico 1 se recoge el porcentaje de materias trabajadas en ambos niveles.

Las proporciones de los trabajos sobre asta y hueso se invierten de un nivel a otro. Mientras en el nivel magdaleniense domina el trabajo de asta en el aziliense se modificó más a menudo el hueso. Estos datos coinciden con los que aportan los restos óseos de ambos niveles (cf. tabla 1) apuntando la existencia de un proceso de sustitución del asta por el hueso como material preferido para la confección de instrumentos óseos en la transición del magdaleniense final al aziliense. Este extremo ya había sido señalado (Múgica, 1983).

En el gráfico aparecen otros datos significativos. En primer lugar, comprobamos la importancia de los trabajos sobre hueso en el nivel aziliense ; ello implica que las actividades con útiles de hueso no eran marginales en el asentamiento. Por tanto, hay que desechar la hipótesis que planteaba que la sencillez de los procesos técnicos estaba causada por la poca importancia del instrumental de hueso en el contexto estudiado.

La otra hipótesis señalaba una limitación del tiempo disponible a causa de la dedicación del asentamiento a otras actividades. En el gráfico se aprecia que en el nivel aziliense destacan las actividades de carnicería y el trabajo de la piel fresca. Además, la evidencia de caza es superior a la que se ha observado en el nivel magdaleniense.

Este grupo de actividades – caza, carnicería y trabajo de la piel fresca – representa una fase coherente de captación y primera transformación de recursos animales. Estas actividades están representadas sobre todo en asentamientos especializados tipo cazadero (Donahue, 1985). Así, las características del nivel aziliense se acercan a las de un asentamiento especializado. Sin embargo, estos trabajos están menos representados en el nivel magdaleniense, lo que se suma a la importancia de las labores de manufactura para indicar que la función del asentamiento durante el magdaleniense era menos especializada.

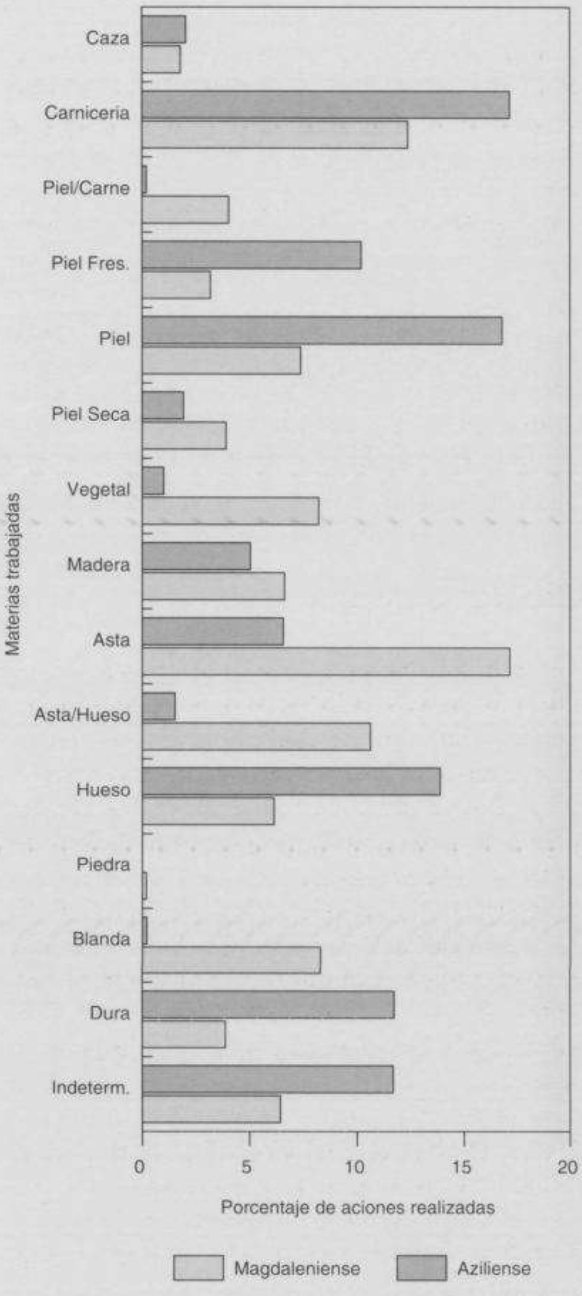


Fig. 1. Materias trabajadas en la cueva de Santa Catalina.

Al estudiar los soportes laminares encontramos otro elemento que refuerza la caracterización del nivel aziliense como producto de uno o varios asentamientos centrados en la caza y en las primeras fases de transformación de los recursos animales. El análisis del conjunto de la industria lítica ha demostrado que se puede establecer cierta relación entre el tipo de soporte laminar en el que se elabora un útil y la actividad a que se destina. Las laminillas se emplean en la confección de puntas

y laminillas de dorso, empleadas a su vez en actividades de caza y corte de carne. Por el contrario, las láminas se emplean para construir útiles que se utilizan en una amplia gama de actividades, entre las que no se encuentran las de caza. En términos generales, se puede esperar que en un cazadero la proporción de laminillas frente a láminas será superior a la que haya en un asentamiento menos especializado. Donahue (1985) ha establecido para el caso de Paglicci esta misma relación entre laminillas y especialización del asentamiento en la caza. Esta apreciación se cumple en Santa Catalina ya que mientras en el nivel aziliense las laminillas suponen el 71,8 % de los productos laminares en el nivel magdaleniense la proporción desciende hasta el 47,6 %.

En conjunto, los datos apuntan a que frente a un tipo de asentamiento menos especializado, en época magdaleniense, en el nivel aziliense la función de la cueva estaba más especializada en relación con la caza y el tratamiento inmediato de los animales cazados. De esta forma se comprenden mejor las diferencias que se dan en uno y otro nivel respecto al trabajo del hueso. Se puede aceptar que en un asentamiento de funcionalidad especializada se intente evitar realizar actividades marginales costosas, que interferirían el desarrollo de la actividad principal. Por esta razón, se reduciría el esfuerzo invertido en las actividades de manufactura aportando al asentamiento útiles ya fabricados que sólo serían reparados durante la ocupación a medida que el uso y desgaste de la pieza así lo demandara. La planificación de las labores de manufactura reflejaría la necesidad de potenciar al máximo el tiempo dedicado a las labores de captación de recursos.

En un asentamiento no especializado el factor tiempo no sería tan limitativo por lo que podrían desarrollarse actividades que requirieran mayor cantidad de tiempo y esfuerzo. Esto coincide con las características del trabajo del hueso en el nivel magdaleniense.

Aún otro dato más viene a confirmar esta hipótesis. La transformación de la piel en estado seco es una actividad lenta y que exige cierta dedicación. Keeley (1988) ha establecido una correlación entre esta actividad y los asentamientos no especializados, en los que estaría más indicada. En Santa Catalina, el trabajo de la piel seca es comparativamente poco importante ya que apenas se trabajó con soportes no retocados ; sin embargo, es apreciable una mayor representación de estos trabajos en el nivel magdaleniense.

El interés en rentabilizar el tiempo mediante la planificación de las actividades que se refleja en el nivel aziliense parece confirmarse a partir del análisis de otras actividades de manufactura, como las llevadas a cabo sobre madera.

En efecto, si observamos el tipo de actividades llevadas a cabo sobre la madera apreciamos que en el nivel aziliense las actividades de raspado predominan pero que en el magdaleniense hay mayor proporción de labores de grabado y serrado estando también representadas las de perforación y percusión.

De nuevo, los criterios de variedad de actividades, intensidad de uso y longitud de la zona activa aportan una indicación coincidente al

			Aziliense	Magdaleniense
VARIEDAD ACTIVIDADES	Grabar		1 (7,7 %)	3 (9,7 %)
	Serrar		1 (7,7 %)	5 (16,1 %)
	Perforar		0	2 (6,5 %)
	Golpear		0	2 (6,5 %)
	Raspar		11 (84,6 %)	19 (61,3 %)
ASOCIACION DE ACTIVIDADES			20 %	29,4 %
INTENSIDAD DE USO	Num. de I.U.Z.		1,75	1,9
	Desarrollo pulido	Alto	0 %	0 %
		Medio	50 %	62,6 %
		Bajo	50 %	37,5 %
LONGITUD DE LA I.U.Z.		Serrar	12 mm	26 mm
		Raspar	14 mm	19 mm
CARACT. FILO	Natural		64,3 %	40,6 %
	Fracturado		0 %	15,6 %
	Retocado		35,7 %	43,7 %

Tabla 4. Características del utillaje empleado en madera.

asociar las labores de fabricación con el nivel magdaleniense y las de reparación con el aziliense.

A pesar de la diferencia de contextos, se encuentran similitudes entre los procesos técnicos que se pueden deducir en el nivel magdaleniense 0 de Cassegros (Vaughan, 1985) y los del nivel aziliense de Santa Catalina. En la materia « asta/hueso » la diversidad de actividades es muy limitada y el raspado es la labor que domina – 84 % de las zonas activas –. En cuanto a la naturaleza de la zona activa, el 42 % están sin retocar, el 32 % fracturadas y sólo el 10 % retocadas. En la madera los datos son similares ya que el 92 % de las actividades son de raspado y se trabajó esencialmente con piezas sin retocar. El espectro de actividades del asentamiento refleja una clara especialización, aunque en este caso en el trabajo de la piel seca.

Si hasta ahora todas las indicaciones eran coherentes, el trabajo de asta no responde a las expectativas generadas ya que, de acuerdo con los criterios que empleamos, en el nivel aziliense de Santa Catlina se habría elaborado utillaje en esta materia. Sin embargo, no es extraño que un mismo grupo humano diseñe diferentes estrategias de elaboración de utillaje (Torrence, 1989) como queda patente, entre múltiples ejemplos, en el diferente comportamiento de los Alyawara australianos a la hora de fabricar los cuchillos para hombres o los cuchillos para mujeres (Binford, 1986).

En el caso del aziliense de Santa Catalina, la explicación de estas diferencias se puede basar en razones funcionales. En términos generales, se observa una tendencia a que el asta se emplee para confeccionar utillaje que va a soportar fuertes impactos mientras el hueso se destina a la fabricación de punzones, agujas,.... Se ha señalado la tendencia a que los arpones magdalenienses se fabriquen en asta (Julien, 1982). Esta dualidad de funciones es detectada por Newcomer (1974) en el estudio de las puntas de Ksar Akil y por Campana (1989) en útiles natufienses. El motivo puede encontrarse en las características de los dos materiales ya que el hueso es más fragil y duro mientras que la tenacidad y flexibilidad del asta es más apropiada para tareas de impacto, misión que cumple en la naturaleza (Newcomer, 1974 ; Campana, 1989).

A partir de esta explicación sería comprensible que en un asentamiento especializado en la caza y transformación inicial de recursos animales se haga necesario elaborar una parte del utillaje destinado a la captura de los animales. Como parece ocurrir con el resto del utillaje que no se fabrica en el asentamiento, es probable que el equipo inicial de caza se aportara ya elaborado. Sin embargo, el uso intenso de estos útiles en circunstancias de fácil deterioro llevaría a la fabricación de otros nuevos a medida que los primeros iban quedando inservibles. Tal comportamiento sería paralelo al que observamos en la talla de sílex, que estaba orientada a la fabricación de laminillas para armar útiles de caza.

Sin embargo hay dos extremos que no cuadran con esta explicación. En primer lugar, en el nivel aziliense no se confirma la dualidad funcional que se proponía para el asta y el hueso ya que dos arpones están fabricados en hueso. En segundo lugar, si se cumpliese la relación asta/útiles de caza, se debería esperar que en el nivel aziliense hubiera mayor presencia de los trabajos sobre asta que sobre hueso cuando ocurre lo contrario. Una nueva explicación que da cuenta de estos hechos debe incluir seguramente un esquema de fabricación del utillaje de caza en el nivel aziliense más complejo que el que hemos sugerido hasta ahora y que los datos conseguidos no permiten articular todavía.

Conclusión

Las informaciones obtenidas a partir de las huellas de uso permiten ciertas deducciones sobre el contexto y la finalidad de las actividades de los útiles. Las posibilidades quedan potenciadas cuando se puede disponer de los desechos y productos finales de las labores en los que participaron los útiles, como ocurre en este caso con el material óseo de Santa Catalina.

En el estudio que presentamos los criterios aplicados estaban orientados a un reconocimiento de los procesos técnicos muy general, en el que sólo se distingue entre el predominio de la fabricación o del mantenimiento del utillaje.

Sin embargo, las posibilidades de definición de los trabajos de manufactura en materias óseas no se agotan en la dualidad que hemos utilizado. Sería interesante avanzar en la generación de criterios que lleven a una caracterización más precisa de todas las fases de los procesos técnicos, desde la captación hasta el abandono, también sobre otras

materias además de las óseas. Para alcanzar este objetivo, será necesario desarrollar programas experimentales replicativos de los distintos procesos de transformación de materias.

La relevancia de este enfoque no es exclusivamente su aporte a la historia de la tecnología o el reconocimiento más preciso de comportamientos concretos. Dada la interrelación de todos los actos económicos, establecer las fases de los procesos técnicos que se desarrollan, planifican o evitan en un asentamiento informa sobre la estrategia general de aprovechamiento del entorno que practica el grupo.

Por esta razón, los comportamientos deducidos sobre la organización del trabajo en materias óseas se ha relacionado con el conjunto de trabajos llevados a cabo en el lugar. Para el nivel magdaleniense final, Santa Catalina ofrece la imagen de un asentamiento multifuncional, en términos comparativos ; en el nivelo aziliense se producen una o varias ocupaciones más especializadas en la caza y primeras labores de descuartizado y tratamiento de la piel fresca. Estas imágenes deben verse enriquecidas por la información que aportarán otros estudios complementarios.

En principio, la relativa especialización detectada en el nivel aziliense y la planificación de alguna de las actividades de fabricación parecen responder a un sistema de aprovechamiento económico de cierta complejidad y organización. Sin embargo, la comprobación de una hipótesis que supone relaciones entre asentamientos no se puede hacer en el marco de un sólo yacimiento ; es preciso extender el estudio a otros cercanos y coetáneos que proporcionen el contexto necesario.

* *Museo Arqueológico, Etnográfico e Histórico Vasco, c/ Cruz 4, 48005, Bilbao, España.*

Bibliografía

BINFORD (L. R.), 1978.– *Nunamiut ethnoarchaeology.* New York, Academic Press.

BINFORD (L. R.), 1979.– Organization and formation processes : looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research*, 35, 3, p. 255-273.

BINFORD (L. R.), 1980.– Willow smoke and dogs tails : hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation. *American Antiquity*, 45, 1, p. 4-20.

BINFORD (L. R.), 1986.– An Alyawara day : making men's knives and beyond. *American Antiquity*, 51, p. 547-562.

BINFORD (L. R.), BINFORD (S. R.), 1966.– A preliminary analysis of functional variability in the Mousterian of Levallois facies. *American Anthropologist*, 68, 2, p. 238-295.

CAMPANA (D. V.), 1989.– *Natufian and Protoneolithic bone tools. The manufacture and use of bone implements in the Zagos and the Levant.* Oxford, BAR International Series, 494.

CLARK (J. G. D.), THOMSON (M. V.), 1954.– The groove and splinter technique of working antler in Upper Palaeolithic and Mesolithic Europe with special reference to the materials from Star Carr. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 19, p. 148-160.

DAUVOIS (M.), 1974.– Industrie préhistorique et expérimentation. *In* : H. Camps-Fabrer (Éd.), *Premier Colloque international sur l'industrie de l'os dans la Préhistoire.* Edions de l'Université de Provence, p. 73-84.

DONAHUE (F. D.), 1985.– Landscape and site function : a preliminary report on Paglicci Cave. *In* : C. Malone, S. Stoddart (Ed.), *Papers in Italian Archaeology, IV.* Oxford, BAR International Series, 244.

JULIEN (M.), 1982.– *Les harpons magdaléniens.* Paris, CNRS.

KEELEY (L. H.), 1982.– Hafting and retooling : effects on the archaeological record. *American Antiquity*, 47, p. 798-809.

KEELEY (L. H.), 1988.– Lithic economy, style and use : a comparison of three Late Magdalenian sites. *Lithic Technology*, 17, 1, p. 19-25.

MUGICA (J. A.), 1983.– Industria de hueso en la prehistoria de Guipúzcoa. *Munibe*, 35, p. 451-631.

NEWCOMER (M. H.), 1974.– Study and replication of stone tools from Ksar Akil (Lebanon). *World Archaeology*, 6, p. 138-153.

STORDEUR (D.), 1977.– La fabrication des aiguilles à chas. Observation et expérimentation. *In* : *Méthodologie appliquée a l'industrie de l'os préhistorique.* Paris, CNRS.

TORRENCE (R.), 1989.– Retooling : towards a behavioral theory of stone tools. *In* : R. Torrence (Ed.), *Time, energy and stone tools.* Cambridge, Cambridge University Press.

VAUGHAN (P. C.), 1985.– *Use-wear analysis of flaked stone tools.* Tucson, The University of Arizona Press.

YELLEN (J. E.), 1977.– *Archaeological approaches to the present.* New York, Academic Press.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Methods of manufacturing shell beads at prehistoric Mississippian sites in southeastern North America

*Richard W. YERKES**

RÉSUMÉ[1]

Les procédés développés par les artisans préhistoriques mississipiens pour fabriquer des colliers de coquillages ont été reconstitués grâce à des études de reproductions expérimentales, des analyses microscopiques (tracéologie) et des observations ethnographiques. Une étude des données ethnographiques sur la décoration des coquillages dans le sud-est de l'Amérique du Nord est présentée ; les résultats des copies expérimentales et des analyses tracéologiques sont résumés. Les résultats de ces recherches sont utilisés pour reconstituer les techniques de fabrication de colliers de coquillages employées sur le site de Cahokia, en Illinois, et pour analyser la nature de la spécialisation artisanale au Mississippien entre 900 et 1400 de notre ère. Les emplacements où s'effectuait la fabrication de colliers de coquillages sont examinés, et les éléments de standardisation et de spécialisation dans le processus de production sont considérés. Enfin, on traite du rapport entre les systèmes de production artisanale de coquillages et l'émergence d'une différenciation de statut et de sociétés de classe.

ABSTRACT

The processes that prehistoric Mississippian artisans developed to manufacture shell beads have been reconstructed through experimental replication studies, microwear analysis and ethnographic observations. A survey of ethnographic data on shell-working in southeastern North America is presented, and the results of the replication experiments and microwear analyses are summarized. The results of these studies are used to reconstruct the techniques of shell bead manufacturing employed at the Cahokia site, Illinois, and to investigate the nature of Mississippian craft specialization between AD 900 and 1400. The locations where shell bead manufacturing took place are examined, and the evidence for standardization and specialization in the production process is considered. Finally, the relationship between shell craft production systems and the rise of status differentiation and ranked societies is discussed.

(1) French abstract prepared by Pierrette Graindorte.

Introduction

In her introduction to the proceedings of the 1986 Shell Bead Conference in Rochester, New York, Lynn Ceci (1989) stated that the anthropology of shell beads is now an established field of research. Many anthropologists and archaeologists have found that shell beads are more than simple curiosities or primitive ornaments. Detailed studies of shell bead production, exchange and utilization have provided insights into the social, political, economic and ritual behavior of ancient and contemporary societies.

In North America, scholars have studied the *Dentalium* and wampum beads that were used as currency during the historic period and debated whether or not prehistoric Indians used shell beads as primitive money (Arnold, 1987 ; Becker, 1980 ; Ceci, 1982 ; Holmes, 1883 ; King, 1982 ; Smith, 1983 ; Stearns, 1889 ; Taxay, 1970). While a number of researchers considered the role of shell beads in social and political transactions as well as trade, most of their investigations have focused on tribal or simple chiefdom-level societies such as the Chumash or Iroquois. The role of shell beads in Mississippian societies, the most complex prehistoric polities in North America, has rarely been investigated.

John R. Swanton (1928, 1946) believed that shell beads had been used as a currency in three areas of eastern North America before the period of European contact, and one of these regions was inland from the Gulf of Mexico, in the Mississippian heartland. James A. Brown (1989) argued that shell beads were important components in the social, economic, religious and political transactions associated with the Southeastern Ceremonial Complex.

However, some archaeologists believe that the acquisition of marine shell and the production of beads were organized on the household level. These researchers suggest that shell beads were not made by craft specialists (Brown *et al.*, 1990 ; Muller, 1987). Ethnohistoric accounts of shell use by the natives of southeastern North America include descriptions of transactions where shell beads served as a medium of exchange (Jones, 1873 ; Stearns, 1889), but they tell us very little about the methods that were used to manufacture the beads.

Methods of manufacturing shell beads

The techniques that were used to manufacture beads from shell must be reconstructed through the examination of shell artifacts that represent different manufacturing stages (Hammet and Sizemore, 1989 ; Holmes, 1883 : 214-215 ; Jones, 1873 ; Titterington, 1938) ; by replication studies where modern researchers try to duplicate the ancient methods of manufacturing shell beads (Francis, 1989 ; Morse, 1975 ; Sierzchula, 1980) ; and through the microscopic examination of use-wear traces on the prehistoric chipped stone tools that were used to manufacture shell items, particularly the distinctive Mississippian microdrills (fig. 1).

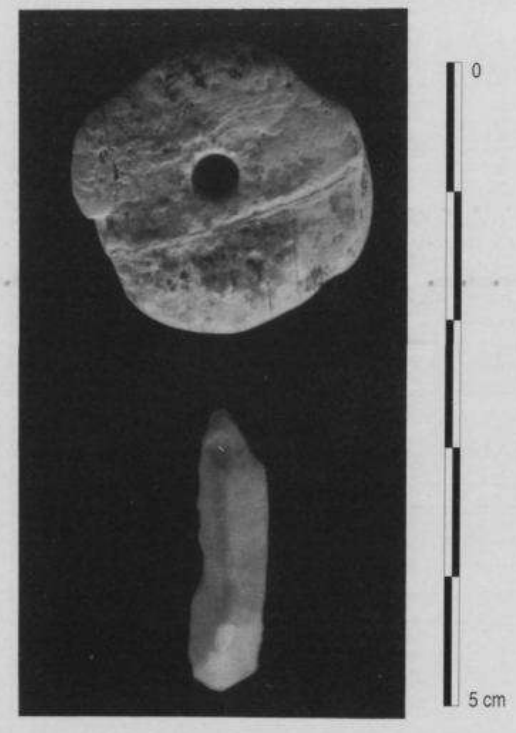


Fig. 1. Marine shell disc bead (top) and Burlington chert microdrill (bottom) from the Cahokia site, Illinois.

Shell Artifacts

Examination of shell artifacts from southeastern North America reveals that large freshwater clam (*Unio*) and marine conch shell (especially *Busycon* species) were used to make disc beads that varied in thickness from wafer thin to 9.5 mm (Holmes, 1883 : 222). Marine shell beads are more common

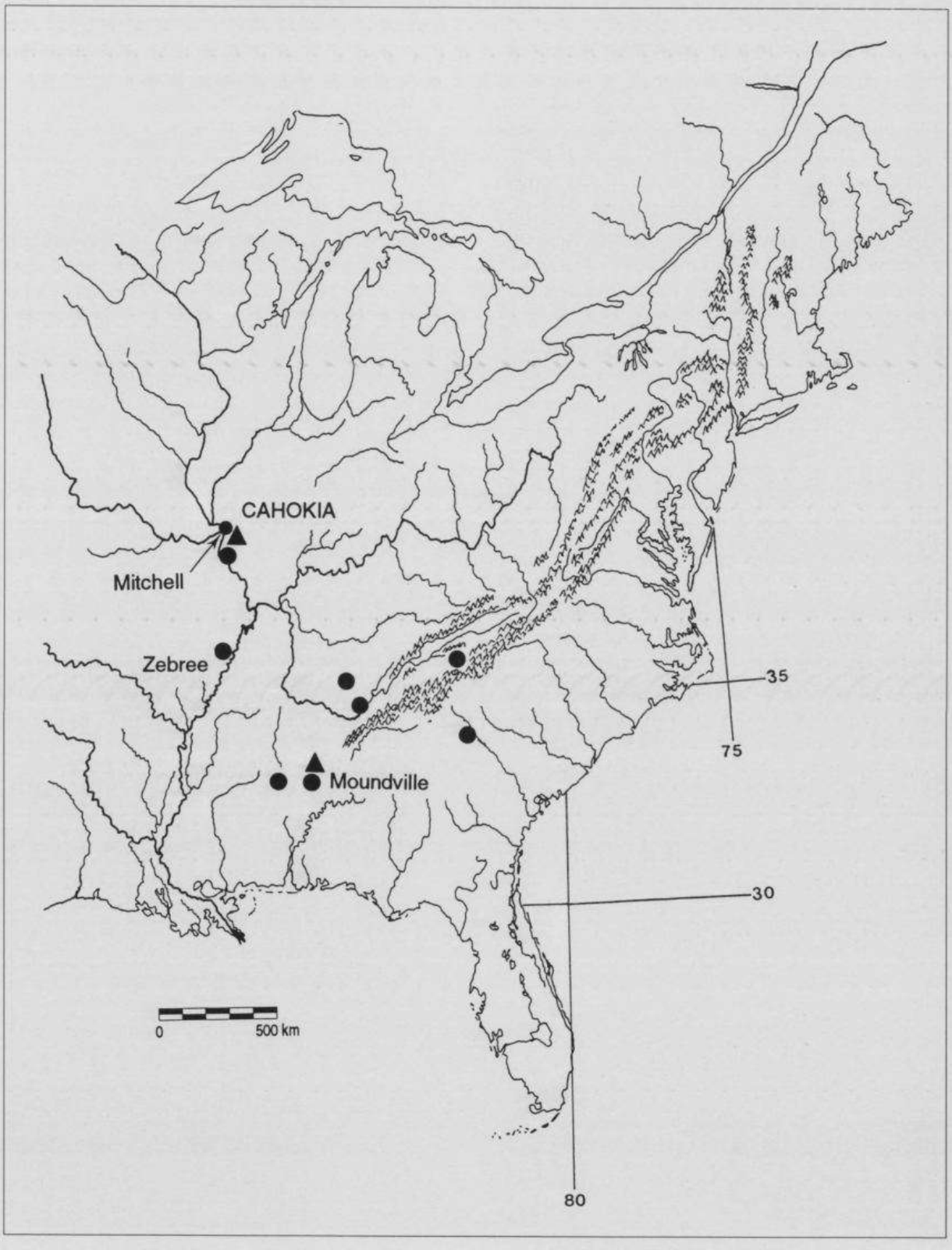


Fig. 2. Map of eastern North America showing the locations of the middle Mississippian sites mentioned in the text. Triangles mark large temple mound centers, dots represent sites or regions where concentrations of microdrills have been found (after Yerkes, 1989a).

at the larger Mississippian temple towns. For example, the Cahokia site in the central Mississippi Valley (fig. 2) is said to have the greatest concentration of marine conch shell artifacts found at any inland site in eastern North America (Parmalee, 1958). The marine shell had to be transported some 1,100 kilometers from the seacoast to the Cahokia site (Yerkes, 1990).

The distribution of shell artifacts at Mississippian sites suggests that large temple towns such as Cahokia, Mitchell and Moundville contained workshops where large quantities of marine shell beads were produced (Smith, 1990 ; Yerkes, 1989a, 1989b). However, small quantities of beads were made in some households at smaller Mississippian villages and farmsteads like the Zeebree site (*ibid.*, Morse, 1975). The data from sites in the Cahokia settlement system suggest that both a local and a central production system (Spence, 1985) existed, with attached specialists (Brumfiel, Earle, 1987) producing shell beads for the elite at the Mississippian temple towns, while independent craftspeople made shell beads at outlying sites where bead production was not under the control of the Cahokia elite (Yerkes, 1990).

Replication Studies and Microwear Analysis

Several researchers have tried to replicate the ancient techniques that were used to make shell into beads through experimentation, examination of shell artifacts, ethnographic observations and a survey of the literature. Peter Francis, Jr., of the Center for bead research, prepared a summary of his investigations (Francis, 1989) and noted that shell may be used to make beads in two ways. The entire shell may be perforated and used as a bead, or large shells can furnish blanks that can be

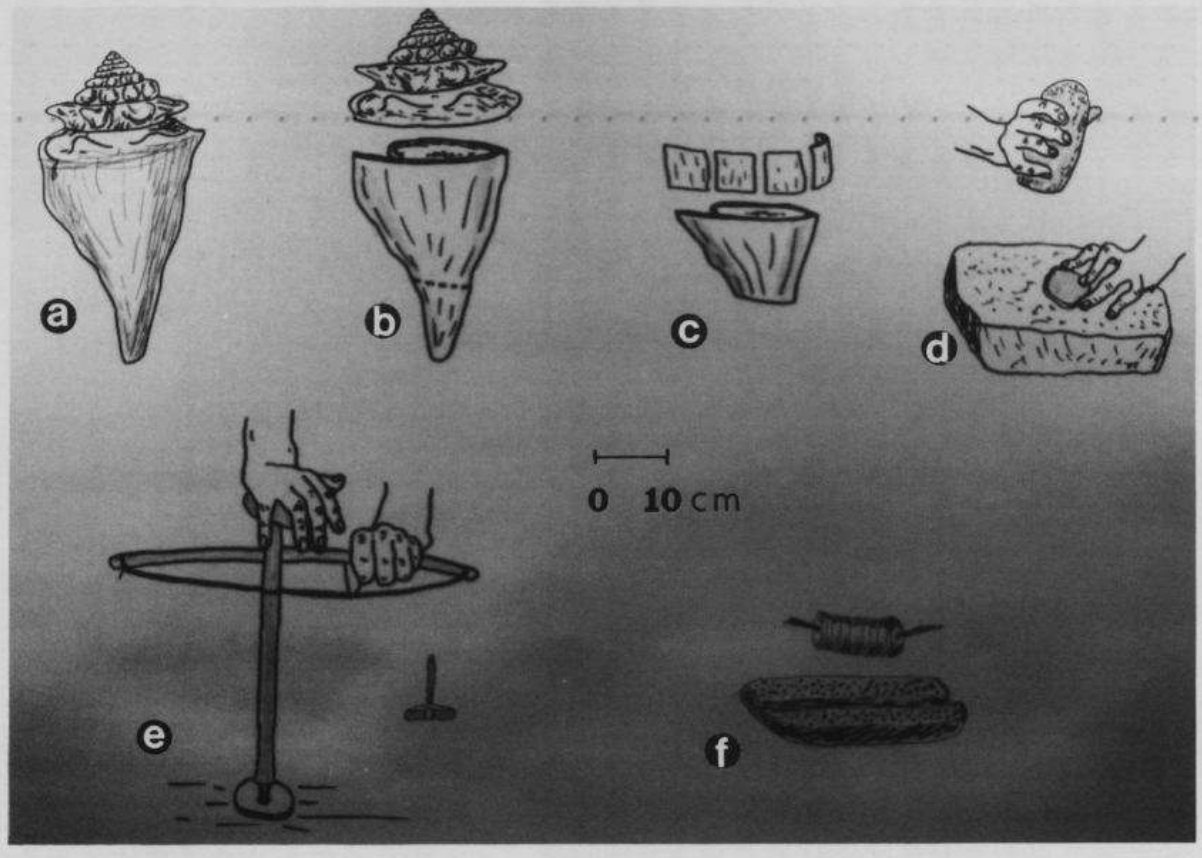


Fig. 3. Reconstructed methods of manufacturing disc beads from conch shell. **a.** *Busycon* shell. **b.** Removing the outer portion of the conch shell. **c.** Cutting out rectangular bead blanks. **d.** Rounding off the corners of the bead blanks with a hammer stone. **e.** Perforating the bead blanks with a bow drill. **f.** The heishi technique of finishing the strung beads with a grooved abrader. After Francis (1989), Sierzchula (1980).

shaped into beads. In Mississippian society, entire *Marginella* and *Anculosa* shells were made into beads, but disc beads made from parts of *Busycon* and other large marine conch shells were more common and ubiquitous (Brown, *et al.*, 1990 : 270). Several archaeologists have tried to identify the techniques that were used to manufacture these disc beads (Holmes, 1883 ; Morse, 1975 ; Sierzchula, 1980). In these studies, the outer portion of conch or whelk shells were removed either by indirect percussion with an antler punch and wooden baton (Sierzchula, 1980 : 32), or by incising the shell with a chert flake and breaking off shell bead blanks by hand (Morse, 1975 ; also see Francis, 1989). A hammer stone was used to round off the corners of the shell bead blanks before they were perforated with a chipped stone microdrill (fig. 3).

Several different methods were used to drill the shell beads in the replication experiments. Ethnographic reports of shell bead manufacturing are rare (Gijn, 1990 : 47), but 18th century accounts of southeastern Indians describe a technique where an iron nail stuck in a cane or reed is rolled on the thigh with the right hand, while a bit of shell is held in the left hand until it is drilled through (Lawson, 1860). This was described as very tedious work, and modern replication experiments have shown that it was very time consuming (fig. 4). Modern experimenters found that the bow drill (fig. 3) or pump drill was much more effective for drilling shell beads (Francis, 1989 ; Sierzchula, 1980) ; however, I have not be able to find any ethnohistorical reference that describes the use of the bow drill or pump drill by southeastern Indians.

An alternate method of drilling that seems to have been as effective as using a bow drill was to rotate the reed drill shaft between the palms of both hands with a downward pressure exerted at the same time (Francis, 1989 ; Morse, 1975 ; Sierzchula, 1980). This is the same method that was used by the southeastern Indians to start a fire with a fire-drill (Swanton, 1946 : 423), and it also could have been used to bore holes in shell beads (fig. 5).

Jeanne Arnold (1987 : 26) notes that the Chumash Indians used this fire-drill technique to manufacture shell beads in workshops, at sites on the Santa Barbara Channel Islands in California.

Microwear analysis of chipped stone microdrills from Cahokia revealed that a very regular pattern of striations was present on many of the implements

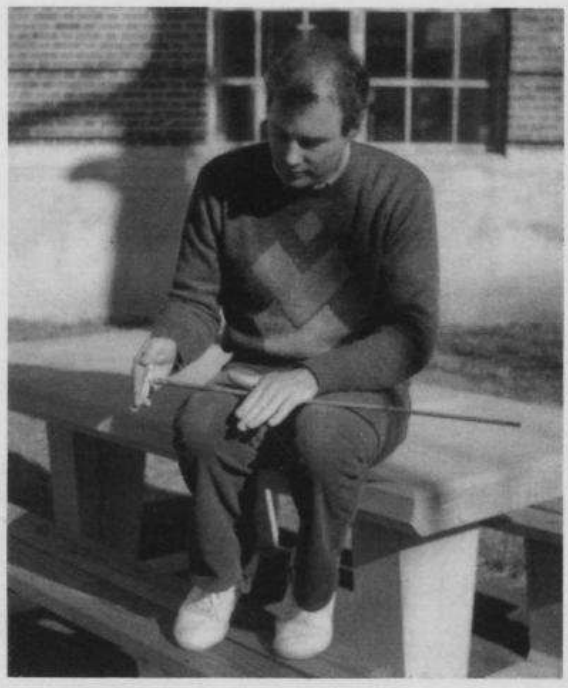


Fig. 4. Stephen Paris demonstrates how to perforate a shell bead blank by rolling a cane shaft (tipped with a chert microdrill) on his thigh.

Fig. 5. Perforating a shell bead blank using the fire drill technique.

and that the striations were oriented normal to the long axis of the microdrills (fig. 6). In an earlier article (Yerkes, 1983 : 511), I concluded that these regular striations suggested that the Cahokia microdrills were hafted and used with the bow drill, since I only observed the regular patterns on the experimental microdrills that I had used in a simulated bow drill. After looking at the results of replication studies cited above, I believe that these regular striation patterns could have been produced on microdrills that were hafted on shafts that were rolled between the palms of both hands (the fire-drill technique) or used with some sort of mechanical assistance such as the bow drill. However, I do not believe that the shell beads that were made at Cahokia were drilled by rolling the drill shaft along the thigh or by holding a microdrill in the hand and twisting it back and forth.

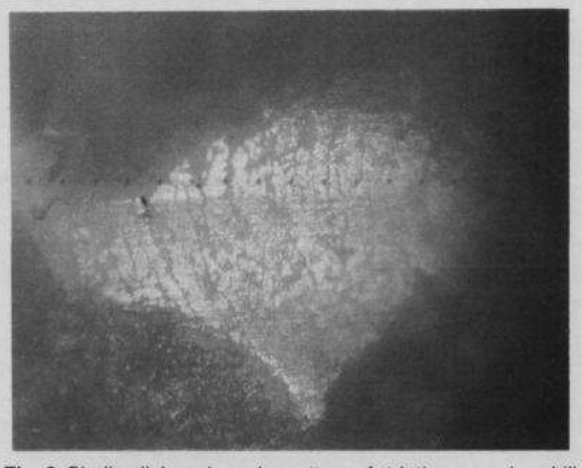


Fig. 6. Shell polish and regular pattern of striations on microdrill from the Powell Mound at the Cahokia site (as seen with an Olympus BHM microscope at 100x).

After the bead blanks were bored, they probably were strung together and rubbed across a flat or grooved stone (fig. 3). Peter Francis (1989 : 31) called this process the heishi technique, since heishi means shell bead in the language of the Santo Domingo Pueblo Indians of New Mexico, where he saw native bead makers use this method to finish and polish disc beads. However, Francis noted that the technique was widely used, as has been archaeologically identified in India, Thailand, and North and South America (*ibid.*).

The social context of shell bead production

Prehistoric Mississippian artisans seem to have manufactured shell disc beads with techniques that were widely used in both the Old and New Worlds. However, there is some evidence for economic specialization (Arnold, 1987), since the marine shell raw material is concentrated at possible shell bead workshops within large Mississippian centers such as Cahokia and the Mitchell site on the American Bottom (Brown *et al.*, 1990 ; Yerkes, 1989a, 1989b, 1990), and the shell bead makers used standardized chert microdrills to bore holes in the shell beads. The microdrills are part of a distinctive Cahokia Microlithic Industry, and they are not found in Woodland stone tool assemblages from eastern North American sites (Mason and Perino, 1961 ; Yerkes, 1983).

The microdrills represent a technological improvement in the process of manufacturing shell disc beads, but they may indicate that the Mississippian economy was reorganized to facilitate the production of large quantities of marine shell disc beads. Beads and beaded garments were some of the craft items that members of the Mississippian elite used as prestige goods and tokens for social and political transactions as well as economic activities (Steponaitis, 1986).

In a recent discussion of Mississippian trade and the evolution of exchange relations, James Brown, Richard Kerber and Howard Winters examined the role of shell beads in the Prestige Goods Economy of Mississippian polities. They conclude that marine shell disc beads would serve as a stock of readily accepted, locally manufactured valuables that were essential to make payments for all manner of social debts (Brown, *et al.*, 1990 : 270).

They suggest that beads could be produced with simple, but time-consuming, methods, and that they would be found at sites throughout the Mississippian settlement system, but occasionally in considerable concentrations (*ibid.*).

While I would agree that Mississippian shell disc beads should be treated as prestige goods rather than as a primitive currency, and that the distribution of shell beads, bead manufacturing refuse and chert microdrills at sites in the Cahokia Mississippian settlement system indicates that these prestige goods were produced at workshops in the

largest temple towns and at some of the households in smaller villages and farmsteads (Yerkes, 1989a, 1989b, 1990), it seems that the production system at the Cahokia and Mitchell sites had developed far beyond the scale and complexity of local household activities. The large quantities of microdrills manufactured at microdrill workshops at Cahokia and the amount of shell beads that were apparently manufactured at other craft areas suggest that attached specialists were at work producing these prestige goods for budding elites who were trying to establish their rank and standing in Mississippian society. These activities may have led to a reorganization of the Mississippian economy in a unique form that was not found in other prehistoric or historic societies in the Eastern Woodlands of North America.

* *Department of Anthropology, The Ohio State University, 245 Lord Hall, 124 W. 17th Avenue Columbus, Ohio 43210-1364, USA.*

Bibliography

ARNOLD (J. E.), 1987.– *Craft Specialization in the Prehistoric Channel Islands, California*. Berkeley, University of California Publications in Anthropology 18.

BECKER (M. J.), 1980.– Wampum : The Development of an Early American Currency. *Bulletin of the Archaeological Society of New Jersey*, 36, p. 1-11.

BROWN (J. A.), 1989.– On Style Divisions of the Southeastern Ceremonial Complex : A Revisionist Perspective. *In* : P. Galloway (Ed.), *The Southeastern Ceremonial Complex : Artifacts and Analysis*. Lincoln, University of Nebraska Press, p. 183-204.

BROWN (J. A.), KERBER, (R. A.), WINTERS (H. D.), 1990.– Trade and the Evolution of Exchange Relations at the Beginning of the Mississippian Period. *In* : B. Smith (Ed.), *The Mississippian Emergence*. Washington, Smithsonian Institution Press, p. 251-280.

BRUMFIEL (E. M.), EARLE, (T. K.), 1987.– Specialization, Exchange, and Complex Societies : an Introduction. *In* : E. Brumfiel, T. Earle (Ed.), *Specialization, Exchange, and Complex Societies*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 1-9.

CECI (L.), 1982.– The Value of Wampum among the New York Iroquois : A Case Study in Artifact Analysis. *Journal of Anthropological Research*, 38, p. 97-107.

CECI (L.), 1989.– The Anthropology of Shell Beads : Subsistence, Systems, and Symbols. *In* : C. Hayes, L. Ceci (Ed.), *Proceedings of the 1986 Shell Bead Conference*. Rochester, N. Y., Rochester Museum and Science Center, Research Records 20, p. 1-6.

FRANCIS (P.), 1989.– The Manufacture of Beads from Shell. *In* : C. Hayes, L. Ceci (Ed.), *Proceedings of the 1986 Shell Bead Conference*. Rochester, N.Y., Rochester Museum and Science Center, Research Records 20, p. 25-36.

GIJN (A. L.) van, 1990.– *The Wear and Tear of Flint*. Leiden, Analecta Praehistorica Leidensia 22.

HAMMETT (J. E.), SIZEMORE (B. A.), 1989.– Shell Beads and Ornaments : Socioeconomic Indicators of the Past. *In* : C. Hayes, L. Ceci (Ed.), *Proceedings of the 1986 Shell Bead Conference*. Rochester, N. Y., Rochester Museum and Science Center, Research Records 20, p. 125-138.

HOLMES (W. H.), 1883.– Art in Shell of the Ancient Americans. *Second Annual Report of the Bureau of American Ethnology, 1880-1881*. Washington, Smithsonian Institution, p. 185-267.

JONES (C. C.), 1873.– *Antiquities of the Southern Indians, Particularly of the Georgia Tribes*. New York.

KING (C. D.), 1982.– *The Evolution of Chumash Society : A Comparative Study of Artifacts Used in Social System Maintenance in the Santa Barbara Channel Region Before A.D. 1804*. Ph. D. dissertation, University of California, Davis.

LAWSON (J.), 1860.– *History of Carolina*. Raleigh, N. C. (originally published in 1714).

MASON (R. J.), PERINO (G.), 1961.– Microblades at Cahokia, Illinois. *American Antiquity*, 26, p. 553-557.

MORSE (D. F.), 1975.– *Report of Excavations at the Zebree Site 1969*. Fayettevile, Arkansas Archaeological Survey, Research Report 4.

MULLER (J.), 1987.– Salt, Chert, and Shell : Mississippian Exchange and Economy. *In* : E. Brumfiel, T. Earle (Ed.), *Specialization, Exchange, and Complex Societies*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 10-21.

PARMALEE (P. W.), 1958.– Marine Shells of Illinois Indian Sites. *Nautilus* 71, 4, p. 132-139.

SIERZCHULA (M. C.), 1980.– *Replication Studies of the Zebree Microlithic Industry*. M.A. thesis, Department of Anthropology, University of Arkansas, Fayetteville.

SMITH (B. D.), 1990.– *The Mississippian Emergence*. Washington, Smithsonian Institution Press.

SMITH (T. J.), 1983.– Wampum as Primitive Valuables. *Research in Economic Anthropology* 5, p. 225-46.

SPENCE (M. W.), 1985.– Specialized Production in Rural Aztec Society : Obsidian Workshops of the Teotihuacan Valley. *In* : W. Folan (Ed.), *Contributions to the Archaeology and Ethnohistory of Greater Mesoamerica*. Carbondale, Southern Illinois University Press, p. 76-125.

STEARNS (R. E. C.), 1889.– Ethno-Conchology - A Study of Primitive Money. *Annual Report of the Smithsonian Institution, Report of the National Museum, 1887*, Part II, p. 297-334.

STEPONAITIS (V. P.), 1986.– Prehistoric Archaeology in the Southeastern United States, 1970-1985. *Annual Review of Anthropology* 15, p. 363-404.

SWANTON (J. R.), 1928.– Aboriginal Culture of the Southeast. *42nd Annual Report, Bureau of American Ethnography, 1924-1925*, p. 673-726.

SWANTON (J. R.), 1946.– *The Indians of the Southeastern United States*. Bureau of American Ethnology, Bulletin 137. (Reprinted 1979 by Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.)

TAXAY (D.), 1970.– *Money of the American Indians and Other Primitive Cultures of the Americas*. New York, Nummus Press.

TITTERINGTON (P. F.), 1938.– *The Cahokia Mound Group and its Village Site Materials*. St. Louis, P. F. Titterington.

YERKES (R. W.), 1983.– Microwear, Microdrills, and Mississippian Craft Specialization. *American Antiquity* 48, p. 499-518.

YERKES (R. W.), 1989a.– Shell Bead Production and Exchange in Prehistoric Mississippian Populations. *In* : C. Hayes, L. Ceci (Ed.), *Proceedings of the 1986 Shell Bead Conference*. Rochester, N. Y., Rochester Museum and Science Center, *Research Records*, 20, p. 113-124.

YERKES (R. W.), 1989b.– Mississippian Craft Specialization on the American Bottom. *Southeastern Archaeology*, 8, p. 93-106.

YERKES (R. W.), 1990.– *Craft Specialization in Shell Artifact Production at Cahokia*. Paper presented at the 55th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Las Vegas, Nevada.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Critères à base expérimentale pour l'étude des perforations naturelles et intentionnelles sur coquillages

Francesco d'ERRICO,*
*P. JARDÓN-GINER**, B. SOLER-MAYOR***

Résumé

Huit techniques de perforation sont reproduites expérimentalement sur des coquillages. L'analyse microscopique (loupe binoculaire et MEB) de ces perforations, et de perforations produites par des agents naturels, isole des critères pour identifier chaque technique ou cause naturelle. La reproduction expérimentale, à l'aide d'un agitateur d'éprouvettes, des traces produites par la suspension met en évidence des critères spécifiques. Ces nouveaux critères d'analyse sont mis à l'épreuve sur un échantillon de pièces archéologiques des grottes du Parpalló et de Beneito.

Abstract

Eight bore techniques were experimentally used on shells. Microscopic analysis of boreholes and other holes, made by natural agents (predators, natural fractures), reveals criteria to distinguish each boring factor. Hanging traces, produced using a test tube-shaking machine, were also described. Experimental criteria were tested on archaeological shells from Parpalló and Beneito Caves (Spain).

Introduction

L'utilisation des coquillages comme objets de parure constitue l'une des plus notables innovations culturelles développées par *Homo sapiens sapiens* dès le début du Paléolithique supérieur. Les diverses informations livrées par ces objets ont stimulé plusieurs voies de recherche. Par leur provenance, les coquillages témoignent des circuits de déplacement des groupes humains et des échanges entre groupes (Fischer, 1876 ; Bosinski et Hahn, 1973 ; Sacchi, 1986 ; Taborin, 1987).

La richesse de formes, de couleurs et de dimensions fait du choix d'une espèce ou d'un ensemble d'espèces un remarquable moyen de caractérisation culturelle. La variation du choix des espèces

offre une clé pour identifier les éléments de continuité et d'originalité dans les traditions culturelles du Paléolithique supérieur (Taborin, 1987).

Les coquillages ont été souvent aménagés en objets de parure à l'aide de perforations. Des techniques diverses sont mises en œuvre pour la réalisation de cet aménagement. Les perforations représentent, dans la plupart des cas, le seul élément qui permette d'associer aux coquillages un comportement technologique particulier. Pourtant le problème des critères à utiliser pour distinguer ces différents comportements technologiques a été rarement abordé (Francis, 1982 ; Yerkes, ce vol.). On a généralement conduit l'étude technologique des perforations sur les objets de parure en décrivant les stigmates liés à la perforation et en essayant de les interpréter en termes de comportement technique.

Le premier objectif de cette recherche est de repérer expérimentalement des critères pour distinguer les techniques de perforation sur coquillage.

Des orifices produits par des facteurs naturels se rencontrent aussi sur les coquillages. Nous essaierons d'établir des critères pour les différencier des perforations faites par l'homme. L'application des critères expérimentaux sur un échantillon de coquillages archéologiques permettra de vérifier la validité de la méthode.

Il a été suggéré (Taborin, 1987) que certains stigmates visibles sur les coquillages archéologiques seraient la conséquence de leur suspension et que la localisation de ces traces permettrait de reconstituer le mode de fixation. Cependant aucun critère

N°	Espèce	Technique action	Origine	Outil perforat.	Lieu trav.	Temps suspens.	Type susp.	Durée
1	*Cerastoderma*	Abrasion + pression	Externe	Pointe silex	Umbo	4' 30 "		*
2	*Theodoxus*	Pression	Interne	Éclat pointu	Dos	2 "	Suspendu	3 mois
3	*Cerastoderma*	Abrasion	Externe	Galet quartzite	Umbo	12 "	Cousu	3 mois
4	*Nassarius*	Pression	Interne	Éclat pointu	Dos	2 "	*	*
5	*Cerastoderma*	Abrasion + Per. rot.	Externe	Surf. abras.+Perçoir	Umbo	10 "	Suspendu	3 mois
6	*Glycimeris*	Percussion directe	Externe	Galet quartzite	Umbo	2 "	*	*
7	*Glycimeris*	Percussion directe	Externe	Galet quartzite	Umbo	1 "	Suspendu	2 mois
8	*Glycimeris*	Percussion directe	Externe	Galet calcaire	Umbo	30 "	*	*
9	*Glycimeris*	Percussion directe	Externe	Galet quartzite	Umbo	2 "	*	*
10	*Glycimeris*	Percussion directe	Externe	Galet calcaire	Umbo	4 "	Fracturé	*
11	*Glycimeris*	Percussion directe	Externe	Galet quartzite	Umbo	30 "	*	*
12	*Cyclope*	Abrasion + Per. rot.	Externe	Surf. abras.+ Perçoir	Basal	30 "	*	*
13	*Cerastoderma*	Percussion directe	Externe	Galet quartzite	Umbo	*	*	*
14	*Glycimeris*	Percussion directe	Externe	Galet quartzite	Umbo	*	*	*
15	*Cerastoderma*	Percussion indirecte	Interne	Pointe sil. et galet	Sous l'umbo	*	*	*
16	*Cerastoderma*	Percussion indirecte	Externe	Pointe sil. et galet	Sous l'umbo	1 "	Cousu	2 mois
17	*Cerastoderma*	Pression + Per. rot.	Externe	Pointe silex	Sous l'umbo	*	Suspendu	2 mois
18	*Glycimeris*	Abrasion	Externe	Galet	Umbo	10-15 "	*	*
19	*Glycimeris*	Percussion	Externe	Pointe sil. et galet	Sous l'umbo	1 "	*	*
20	*Cerastoderma*	Pression + Per. rot.	Externe	Pointe silex	Sous l'umbo	5 "	*	*
21	*Cerastoderma*	Pression + Per. rot.	Externe	Pointe silex	Umbo	17 "	Cousu	2 mois
22	*Pecten*	Perf. par rotation	Externe	Pointe silex	Auricules	3 "	Suspendu	1 mois
23	*Cerastoderma*	Abrasion	Externe	Quartzite	Umbo	15 "	*	*
24	*Cerastoderma*	Abrasion	Externe	Quartzite	Umbo	2 "	*	*
25	*Cerastoderma*	Pression + Per. rot.	Externe	Pointe silex	Umbo	4 "	*	*
26	*Glycimeris*	Perf. par rotation	Externe	Pointe silex	Sous l'umbo	15 "	Suspendu	3 mois
27	*Cyclope*	Abrasion	Externe	Galet	Basal	35 "	*	*
28	*Nassarius*	Pression	Interne	Pointe silex	Dos/Labre	1 "	Suspendu	2 mois
29	*Nassarius*	Pression	Interne	Pointe silex	Dos/Labre	1 "	Suspendu	2 mois
30	*Theodoxus*	Abrasion + Perf. rot.	Externe	Pointe silex	Dos	5 "	Suspendu	2 mois
31	*Theodoxus*	Pression	Interne	Pointe silex	Dos	15 "	Suspendu	2 mois
32	*Glycimeris*	Abrasion	Externe	Calcaire	Umbo	3 "	*	*
33	*Glycimeris*	Abrasion	Externe	Calcaire	Umbo	15 "	Suspendu	2 mois
34	*Glycimeris*	Prédateur	Externe		Dos	*	Agitateur	6 h
35	*Glycimeris*	Perc. dir. ponctuelle	Externe	Pointe silex	Dos	*	Agitateur	6 h
36	*Glycimeris*	Perc. dir. diffuse	Externe	Galet	Umbo	*	Agitateur	6 h
37	*Cerastoderma*	Percussion indirecte	Interne	Pointe sil. ret.	Dos	*	Agitateur	6 h
38	*Cerastoderma*	Sciage	Externe	Tranchant silex	Dos	*	Agitateur	6 h
39	*Cerastoderma*	Perf. par rotation	Externe	Pointe sil. ret.	Dos	*	Agitateur	15 h
40	*Glycimeris*	Abrasion	Externe	Calcaire	Umbo	*	Agitateur	6 h
41	*Cerastoderma*	Grattage	Externe	Pointe sil. ret.	Dos	*	*	*

Fig. 1. Protocole expérimental.

expérimental n'a été repéré jusqu'à maintenant pour identifier de telles traces de suspension. Le deuxième objectif de ce travail est donc de reproduire expérimentalement ces traces et de définir les critères éventuellement identifiables sur le matériel archéologique.

Matériaux et méthode

Matériel expérimental

L'expérimentation a été conduite sur un échantillon de coquillages de différentes espèces et dimensions extrait d'un lot de plusieurs centaines de spécimens collecté sur une plage méditerranéenne.

Orifices naturels

Une partie des coquillages ramassés présentaient des orifices dus à des facteurs naturels (fracture, prédateur). Plusieurs de ces orifices naturels ont été analysés.

Perforations expérimentales

Huit techniques de perforation, signalées dans la littérature, et semblant être présentes sur nos pièces archéologiques, ont été reproduites expérimentalement (fig. 1) :

1. Percussion directe ponctuelle : le coquillage, appuyé sur une surface, est percuté à plusieurs reprises avec un outil lithique pointu.

2. Percussion directe diffuse : une ou plusieurs percussions sont exercées à l'aide d'un galet sur l'umbo du coquillage tenu à la main.

3. Percussion indirecte : un percuteur porte un ou plusieurs coups sur l'extrémité d'un outil. L'autre extrémité, en contact avec le coquillage posé, produit, par contrecoup, un orifice.

4. Pression : une pression est exercée à l'aide d'une pièce lithique pointue jusqu'à l'ouverture d'une fracture.

5. Sciage : l'orifice est produit par le mouvement de va-et-vient d'un tranchant lithique.

6. Abrasion : le frottement du test sur une surface abrasive produit l'ouverture d'un orifice.

7. Grattage : l'extrémité d'un outil lithique pointu produit une perforation par raclage du test sur une petite surface.

8. Perçage : la perforation est générée par la rotation répétée de l'extrémité pointue d'un outil. Les techniques décrites ci-dessus ont été combinées sur certaines pièces.

Suspension expérimentale

Des coquillages percés expérimentalement ont été soumis à une prise d'empreinte en élastomère, selon les méthodes décrites ci-dessous. Cela a permis de conserver l'état de surface précédant la suspension expérimentale. Certains coquillages ont été portés au cou par plusieurs expérimentateurs pendant des périodes allant d'un à trois mois. Huit coquillages ont été suspendus à un agitateur d'éprouvettes pendant 6 ou 15 heures. Des liens en cuir et en chanvre ont été utilisés dans les deux cas.

Matériel archéologique

Les coquillages archéologiques examinés appartiennent à deux grottes du Levant espagnol, Parpalló (Gandia, València) et Beneito (Muro d'Alcoi, Alicante). Le matériel du Parpalló provient des niveaux du Solutréen moyen et du Magdalénien supérieur (Pericot, 1942 ; Aura, 1989 ; Soler, 1990). Le matériel de Beneito est issu des niveaux aurignaciens, gravettiens et solutréens (Iturbe et Cortell, 1987).

Analyse microscopique

Les pièces expérimentales et archéologiques ont été lavées à l'acétone et observées à la loupe binoculaire. Les perforations ont fait l'objet d'une prise d'empreinte avec l'élastomère Provil L (Bayer, Leverkeusen, Allemagne). Les positifs en résine (RBS, T2L, Chimie, 11230 Chalabre), tirés de ces empreintes (d'Errico, 1988), ont été métallisés à l'or-palladium et observés au MEB (Jeol JSM 255 II).

Résultats

Les différents procédés technique et processus naturels responsables des perforations peuvent être distingués d'après le contour de l'orifice, sa morphologie, et d'après certains stigmates microscopiques (fig. 2).

		Origine de l'action				Contour			Morphologie								Critères microscopiques								
																	surface d'attaque						surface opposée		
		Lamellibranches		Gastéropodes																					
		face externe	face interne	face externe	face interne	circulaire	allongé	irrégulier	cylindrique	cylindrique convexe	conique convexe	conique droite	conique concave	biconique concave	linéaire	irrégulière	points d'impact	stries d'impact	stries d'outil	enlèvements	fissures	abrasion artificielle	abrasion naturelle	enlèvements	fissures	abrasion naturelle
Actions natur.	Prédateur	●		●		●			●	●	●															
	Fracture naturelle	●		●		●		●						●		●				●	●		●	●	●	●
Actions humaines	Perc. directe ponctuelle	●		●		●		●								●	●			●	●			●	●	
	Perc. directe diffuse	●		●		●		●								●	●	●		●	●			●	●	
	Percussion indirecte	●	●		●	●		●								●	●			●	●			●	●	
	Pression	●	●		●	●		●								●				●	●			●	●	
	Sciage	●		●			●					●			●				●					●		
	Percement par rotation	●	●	●		●					●		●						●	●				●		
	Abrasion	●		●		●		●							●							●		●		
	Grattage	●		●				●			●					●			●					●		

Fig. 2. Principaux critères pour l'identification des modes de perforation du coquillage.

Identification des perforations naturelles

Deux facteurs provoquent des perforations naturelles : l'action de prédateurs marins et le processus de délabrement du test.

Prédateurs marins

Certains prédateurs marins (Céphalopodes, Gastéropodes, Turbellariés) percent les coquillages à l'aide d'un petit organe appelé « radula ». La radula est une langue (fig. 3) pourvue de microdenticulations en tissu minéralisé (Carriker, 1961, 1969 ; Bishop, 1975). Ramolli par une sécrétion acide, de composition encore mal connue, le test est attaqué par la radula, qui racle sa surface avec un mouvement rotatoire jusqu'au percement.

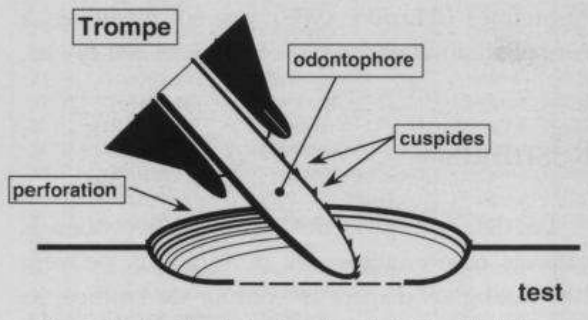


Fig. 3. Perforation du test par la radula d'un *Naticidae* (d'après Bishop 1975 redessiné).

Les Céphalopodes (par exemple le Poulpe) percent les coquillages pour injecter un liquide, excrété par les glandes salivaires, qui tue la proie (Wodinsky, 1969). L'injection du liquide ne nécessite pas une perforation de grande dimension. De ce fait, la perforation des Céphalopodes, généralement conique, dépasse rarement 1 mm de diamètre sur la surface externe et 0,4 mm sur l'interne (Arnold et Arnold, 1969). De telles dimensions ne permettent pas de confondre ces perforations avec celles produites par l'homme ou par les autres prédateurs marins. De même, ces perforations peuvent être difficilement utilisables pour la suspension.

Six familles de Gastéropodes produisent des perforations dans les coquillages : les Cymatiidae, Muricidae, Thaididae, Naticidae, Helicidae et Oleacinidae. Des études descriptives et expérimentales se sont intéressées aux perforations effectuées par les Muricidae et les Naticidae (Carriker et Yochelson, 1968). Le comportement des autres familles est moins connu.

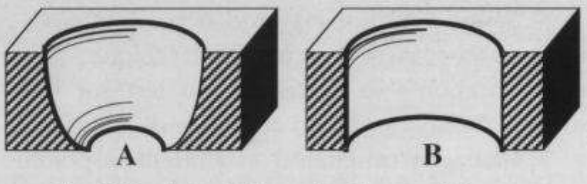


Fig. 4. Morphologie des perforations produites par les Naticidae (A) et les Muricidae (B).

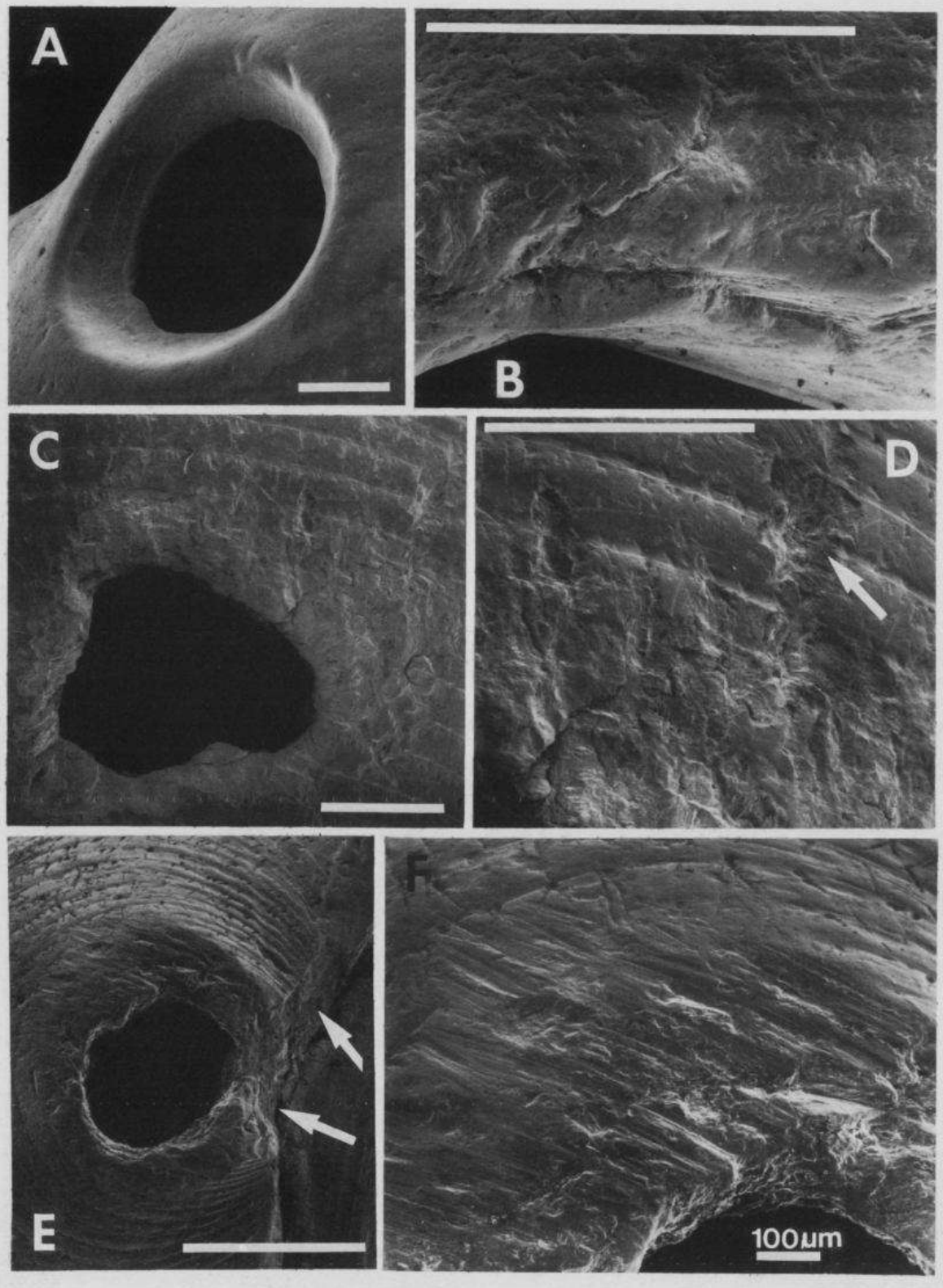


Fig. 5. Photographies au MEB de perforations naturelles et artificielles.
A. Perforation due à un *Naticidae*. **B.** Fracture naturelle. **C.** Perforation pratiquée par percussion directe ponctuelle. **D.** Détail de la précédente montrant l'ouverture de fractures et la morphologie des impacts (flèche). **E.** Percussion directe diffuse. Les flèches indiquent des enlèvements marquant le point d'impact. **F.** Détail de la précédente montrant des stries qui marquent la direction de la percussion. Échelles égales à 1 mm.

Les Naticidae et les Muricidae creusent des orifices dans le but d'insérer leur trompe dans le corps de la victime et d'extraire les tissus mous dont ils se nourrissent. Ces perforations sont donc plus grandes (jusqu'à 4-5 mm de diamètre) que celles produites par les Céphalopodes. Elles méritent d'être examinées en détail. En effet, elles peuvent être confondues avec les perforations dues à l'homme et elles ont pu être utilisées telles quelles par les préhistoriques. Le mode de creusement du test et la morphologie de l'organe de perforation diffèrent notablement entre les Muricidae et les Naticidae. De ce fait les perforations qu'ils creusent peuvent être distinguées morphologiquement (Fretter et Graham, 1962). Les perforations produites par les membres de la première famille sont cylindriques, celles de la deuxième ont une forme conique à bord incurvé (fig. 4 et 5 : A). L'observation en laboratoire du comportement de ces prédateurs a montré qu'il n'existe pas une zone préférentielle pour effectuer la perforation. La position des perforations creusées par les Naticidae dépend probablement de la manière dont la proie est maintenue. De ce fait une certaine répétitivité a été remarquée dans l'emplacement de la perforation sur les mêmes espèces.

Cependant la localisation de la perforation ne doit pas être considérée comme un critère à retenir pour distinguer les perforations dues à des prédateurs de celles qui sont dues à d'autres facteurs.

L'interruption du processus de perforation obtenue lorsqu'on détache le prédateur de la proie montre (Carriker, 1969) que les parois des perforations inachevées sont couvertes de faisceaux de stries. Aucune trace de ces stries de raclage n'a pu être repérée par nous sur les coquillages ramassés sur la plage et présentant des perforations dues à des prédateurs.

Perforation par délabrement

La perforation est une des modifications naturelles (séparation des valves, usure, cassure, fragmentation, dissolution, désintégration) qui peuvent se produire sur la coquille après la mort de l'animal. Sur les Lamellibranches, la perforation est la conséquence de l'usure en facette. Ce terme fut employé par Pratje (1929, *in* Rolin, 1971) pour désigner une destruction correspondant à un polissage par le sable. Hollman (1968, *in* Rolin, 1971) identifie deux types de facettes, celles du crochet et celles de la région médiane des valves. Les premières se présentent sous forme de méplat à l'extrémité pointue du crochet. Ces usures débuteraient du vivant de l'animal à cause du contact répété des crochets et s'accentueraient après sa mort à la suite du relâchement des muscles. Les facettes médianes se situent sur la ligne de plus forte courbure des valves. Leur origine serait due, selon Driscoll (1967), à un enfouissement partiel des bords de la valve qui exposerait à l'érosion sa seule partie centrale. De ce fait le contour de la perforation dépend de la forme du test.

Quand la fracture qui a produit l'ouverture de l'orifice est récente, le bord de la perforation peut montrer des fissures (fig. 5 : B). Si la perforation a subi l'abrasion marine, la morphologie tend à devenir biconique et à présenter des surfaces émoussées.

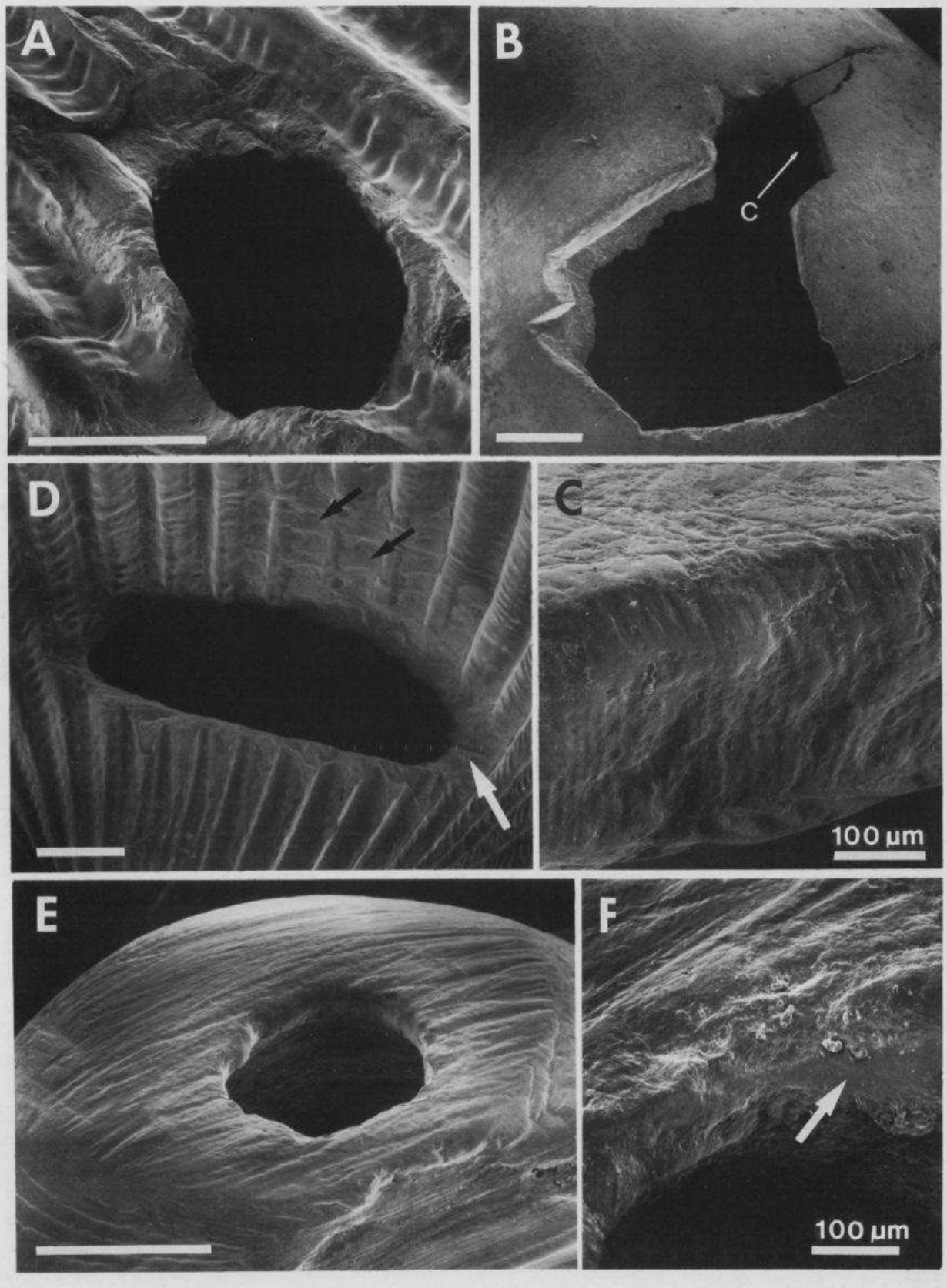
Identification des procédés techniques

La percussion directe ponctuelle provoque des orifices à contour subcirculaire ou irrégulier et de morphologie irrégulière (fig. 5 : C). Le bord de la perforation a un aspect ébréché et traversé de fissures. Des points d'impact en forme de cupule s'observent autour de la zone ébréchée (fig. 5 : D). De la face d'attaque partent des enlèvements qui s'étendent sur la face opposée. Les enlèvements se développent rarement sur la face d'attaque.

La percussion directe diffuse (fig. 5 : E) produit parfois sur la face externe des enlèvements adjacents au point d'impact. Si plusieurs percussions

→

Fig. 6. Photographies au MEB de perforations expérimentales et archéologiques.
A. Percussion indirecte. **B.** Pression exercée de l'intérieur vers l'extérieur (Gastéropode porté au coup pendant trois mois). **C.** Bord de fracture avec un léger émoussé produit par la suspension expérimentale. La morphologie en sillons parallèles fait partie de la structure du test. **D.** Perforation produite par sciage. Les flèches noires indiquent des stries dues à un contact latéral du tranchant au cours du façonnage, la flèche blanche des stries produites par la zone active du tranchant à la fin du façonnage. **E.** Perforation par abrasion. La direction des stries indique la direction du mouvement au cours du façonnage. **F.** Lamellibranche provenant du Parpalló, percé par abrasion. La flèche indique une zone polie située sur les parois de la perforation. Échelles égales à 1 mm.


A
B
C
D
C
100 µm
E
F
100 µm

ont été nécessaires pour ouvrir la perforation, le pourtour de l'orifice révèle une surface abrasée et traversée de stries orientées selon la direction de mouvement du percuteur (fig. 5 : F).

La percussion indirecte (fig. 6 : A) est une technique moins contraignante que la précédente quant à l'emplacement de la perforation. Les faces internes ou externes peuvent également être choisies. Au contraire de la précédente elle ne montre pas de surface abrasée autour de la perforation, dont les bords ont toujours un aspect frais.

Les perforations par pression (fig. 6 : B) ont un contour irrégulier qui prend souvent la forme d'un polygone avec des fissures et des enlèvements. Il est probable que cette morphologie est due au fait que l'ouverture de la fracture suit les lignes de structure du test.

Les orifices résultant d'un sciage avec un tranchant lithique (fig. 6 : D) sont allongés. Les stries qui s'observent à proximité de la perforation et à ses extrémités indiquent la direction du mouvement de l'outil. De petits enlèvements apparaissent sur la face opposée.

Le percement par rotation avec un outil lithique (fig. 7 : A) produit des orifices circulaires de morphologie conique. Des stries concentriques ou subconcentriques sont présentes sur les parois de l'orifice et, parfois, sur son pourtour. Des enlèvements se développent sur la surface d'attaque et sur la surface opposée.

La technique de l'abrasion (fig. 6 : E) pro duit autour de l'orifice une surface plate couverte de stries fusiformes parallèles. De ce fait la forme de la perforation dépend de la forme de la surface attaquée. Comme l'orientation des stries correspond à la direction du mouvement pendant l'abrasion du test, il est possible de connaître l'orientation du coquillage au cours du façonnage.

Lors d'une perforation par grattage, de nombreuses stries d'outil sont visibles autour de l'orifice. Cette technique diffère de la précédente car elle ne produit pas de surface plate autour de la perforation. Ses stries ont des dimensions plus variables et ne sont jamais parfaitement parallèles. L'ornementation du coquillage (par exemple la présence de côtes très marquées) peut conditionner la direction du mouvement lors du grattage.

Dans ce cas les stries de grattage suivent la même direction que les côtes.

Identification des traces de suspension

Des traces de suspension ont pu être identifiées seulement sur deux lamellibranches, suspendus pendant 15 et 6 h respectivement à un agitateur d'éprouvettes, ainsi que sur un Gastéropode porté au cou pendant trois mois. La suspension expérimentale produit deux types de stigmates : poli et stries.

Le poli se développe sur les parois de l'orifice, où il efface les stigmates du façonnage. Après 15 h de suspension l'orifice produit par rotation (fig. 7 : A-B) ne conserve que des vestiges très émoussés de la morphologie initiale. Le léger émoussé produit par la suspension au cou (fig. 6 : C) semble être un premier stade de développement du poli qu'on observe sur les pièces suspendues artificiellement.

Les zones polies de la pièce suspendue pendant 15 h révèlent, à fort grossissement (fig. 7 : C), des stries allongées perpendiculaires au bord, ne dépassant pas 1 µm de largeur.

Analyse du matériel archéologique

La reconnaissance, sur les perforations archéologiques, des stigmates décrits sur les perforations expérimentales permet d'identifier les procédés techniques mis en œuvre par les préhistoriques (fig. 8).

Ainsi les techniques de l'abrasion, de la percussion indirecte, de la rotation et de la pression ont pu être identifiées sur les pièces de Parpalló. Une coquille de ce site présente une perforation due à un prédateur, sur une autre le grattage du test a été suivi par un perçage par rotation. A Beneito les techniques sont moins variées, tout comme les espèces malacologiques. L'abrasion et la pression sont les procédés les plus fréquents. La première s'observe de préférence sur les *Glycimeris* sp., et elle est pratiquée toujours sur l'umbo. Le deuxième procédé a été employé le plus souvent pour percer le dos des *Theodoxus fluviatilis*.

Trois empreintes de perforation par abrasion des *Glycimeris* de Cova de Beneito ont été observées au MEB. Mis à part un léger poli visible sur les parois d'une des perforations (fig. 6 : F), ces pièces ne présentent pas de stigmate qui puisse être attribué à la suspension. De plus leur surface n'a pas la même fraîcheur que les pièces expérimen-

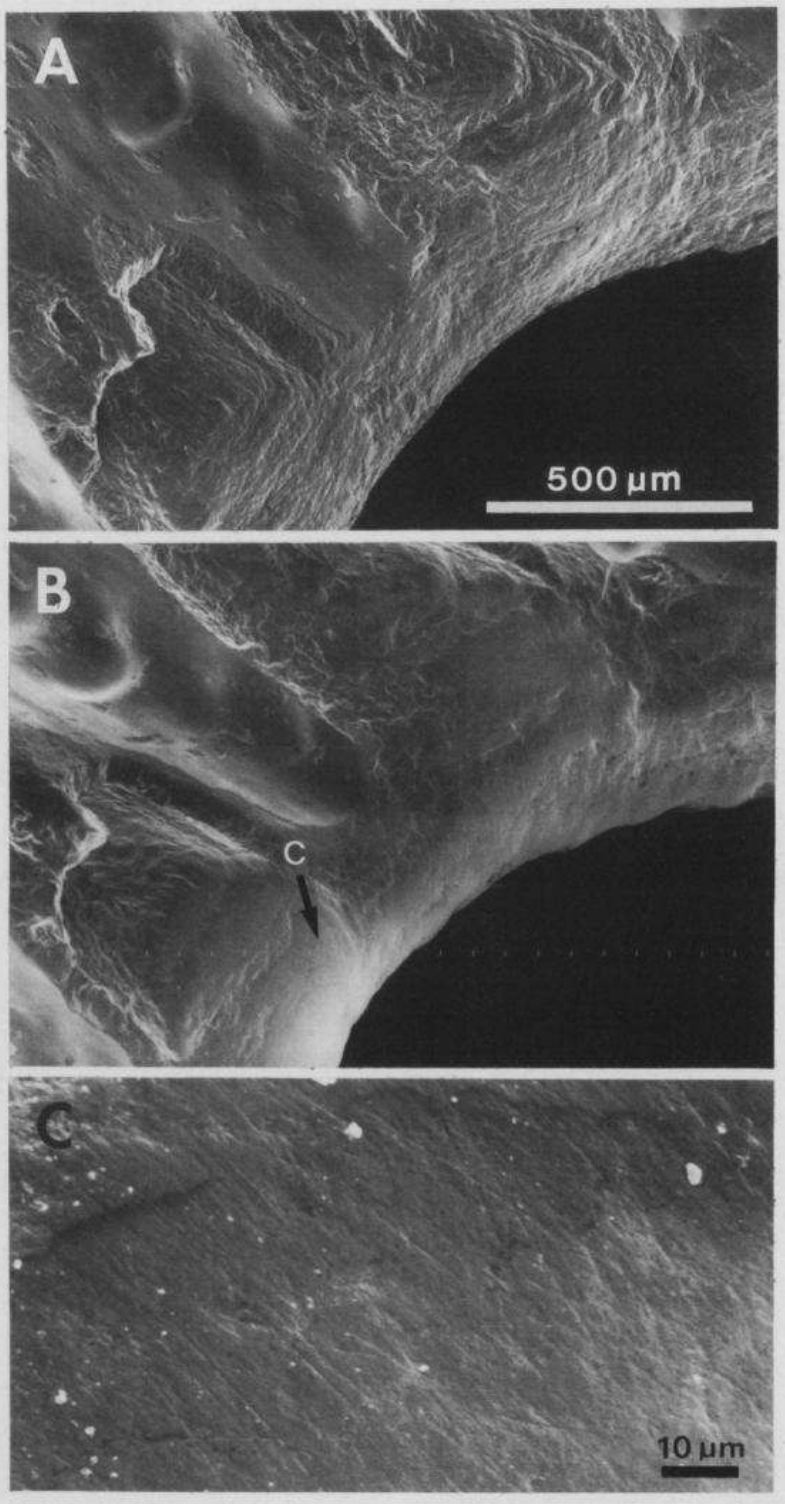


Fig. 7. Perforation expérimentale obtenue par rotation d'une pointe en silex. **A.** Bord de la perforation après le façonnage. **B.** Même zone après 15 h de suspension à un agitateur d'éprouvettes. **C.** Zone montrant des stries perpendiculaires à la perforation et ne dépassent pas 1 µm de largeur

Dos	Espèce	Procédé technique	Origine Action	Emplacement Perforation	Provenance	Référence
1	*Donax trunculus*	Animal prédateur	Externe	Dos	Parpalló-Magd. sup.	P.6366
2	*Mytilus edulis*	Grattage + rotation	Externe	Sous le sommet	Parpalló-Indét.	P.6373
3	*Littorina saxtalis*	Abrasion	Externe	Base	Parpalló-Magd. sup.	P.6376
4	*Pectinidae*	Percussion indirecte	Interne	Dos	Parpalló-Magd. sup.	P.6386
5	*Theodoxus fluv.*	Pression	Interne	Dos	Parpalló-Solutr.-Grav.	P.6384
6	*Littorina sp.*	Percussion		Dos	Parpalló-Solutr.-Grav.	P.6317
7	*Theodoxus fluv.*	Pression	Interne	Dos	Beneito-Indéterminé	R/2576
8	*Glycimeris sp.*	Abrasion	Externe	Umbo	Beneito-Indéterminé	5B RC/13
9	*Theodoxus fluv.*	?	Externe	Dos	Beneito-Solutréen	4B 12.2
10	*Theodoxus fluv.*	Pression	Interne	Dos	Beneito-Indéterminé.	5D R.N°42
11	*Theodoxus fluv.*	Pression ?	?	Dos	Beneito-Indéterminé.	5D R.N°43
12	*Arcularia gib.*	Pression/Perc. ind.	Interne	Opposé au labre	Beneito-Aurignac. évol.	1E 196-206
13	*Arcularia gib.*	Fracturé	-	-	Beneito-Indéterminé.	1B N°25
14	*Theodoxus fluv.*	Pression	Interne	Dos	Beneito-Indéterminé.	R.87/2197
15	*Theodoxus fluv.*	Pression	Interne	Dos	Beneito-Solutréen.	1B 106.44
16	*Acteon ?*	Naturel	-	Dos	Beneito-Aurignac. évol.	1E 206-231
17	*Glycimeris sp.*	Naturel	-	Umbo	Beneito-Solutréen.	5C 131-36
18	*Theodoxus fluv.*	?	Externe	Dos	Beneito-Aurignac. évol.	2D 196.1
19	*Acteon/Nassa ?*	Pression ?	Externe	Dos	Beneito-Aurignac. évol.	1C 231-30
20	*Theodoxus fluv.*	Pression ?	Interne	Dos	Beneito-Solutréen	2B 11.18
21	*Theodoxus fluv.*	?	Externe	Dos	Beneito-Indéterminé	R.4119
22	*Melanopsis sp.*	Fracturé	-	Dos	Beneito-Aurignac. évol.	5C 181-186
23	*Theodoxus fluv.*	Pression	Interne	Dos	Beneito-Aurignac. évol.	5C 196-21
24	*Theodoxus fluv.*	Pression	Interne	Dos	Beneito-Indéterminé	R.733
25	*Glycimeris sp.*	Altération surface	-	Umbo	Beneito-Aurignac. évol.	3B 196.4
26	*Arcularia sp.*	Fracturé	-	Dos	Beneito-Aurignac. évol.	3B 196.56
27	*Nassarius ret.*	Pression	Interne	Dos	Beneito-Solutr.-Grav.	2D 9.100
28	*Theodoxus fluv.*	Pression	Interne	Dos	Beneito-Solutr.-Grav.	4D 11.66
29	*Glycimeris sp.*	Abrasion	Externe	Umbo	Beneito-Proto-Solutr.	2D 146.50
30	*Theodoxus fluv.*	?	?	Dos	Beneito-Gravettien	Son.180-190

Fig. 8. Résultats de l'analyse des pièces archéologiques.

tales, si bien que la distinction entre le poli produit éventuellement par la suspension et l'altération de la surface devient problématique.

Discussion et conclusions

L'analyse des perforations expérimentales a mis en évidence des critères d'identification des procédés techniques. L'application de ces critères au matériel archéologique peut conduire à reconnaître la technique employée.

Certains de ces critères sont propres à une seule technique, d'autres sont communs à plusieurs. La technique est donc identifiée parfois par élimination. C'est par exemple le cas des techniques utilisant la percussion. Dans d'autres cas il est important de prendre en considération l'emplacement de la perforation. Lorsque l'ouverture du Gastéropode est petite et que l'origine de la perforation est interne, deux seules techniques peuvent être envisagées, la pression et la percussion indirecte.

La distinction entre les orifices produits par des facteurs naturels et par l'homme, assez facile pour les perforations de prédateurs, est moins facile pour les fractures naturelles. En effet, si les surfaces sont altérées, il est souvent difficile de distinguer une percussion intentionnelle d'une fracture naturelle. C'est pour cette raison que l'identification de la technique n'a pas été possible sur certaines pièces archéologiques.

Le but de ce travail étant d'identifier les caractères spécifiques de chaque technique, l'expérimentation n'a pas touché au problème du croisement des techniques, souvent pratiqué au Paléolithique supérieur. Cet aspect nécessite donc un approfondissement ultérieur.

L'analyse des coquilles suspendues au cou montre que ce traitement produit de faibles changements de surface, seulement observables au MEB et à partir de grossissements relativement forts (150x).

L'amplification artificielle des usures de suspension par l'agitateur d'éprouvettes devait per-

mettre d'observer les conséquences d'un usage prolongé. Malgré un long traitement (15 h) les traces de suspension restent relativement faibles. Un poli localisé sur les parois de la perforation et la présence de stries, perpendiculaires à cette dernière et d'une largeur inférieure à 1 mm, semblent les seules critères valables pour identifier des coquillages suspendus. Dans ces conditions est-il possible de repérer de telles traces sur le matériel archéologique ? Il est probable qu'une altération du test, même très faible, suffit pour effacer les stries. Rappelons que la radula des Gastéropodes produit des stries bien visibles sur une perforation fraîche, mais que ces stries disparaissent rapidement dans le milieu marin. Le poli peut résister plus longtemps. Toutefois, il faut noter que ce poli a pu être détecté lors de l'expérimentation grâce à la fraîcheur de la pièce et de la perforation.

Sur les pièces archéologiques, l'altération peut homogénéiser l'état de surface et rendre difficile l'identification de ces traces. Cela semble le cas des coquilles de la Cova de Beneito analysées jusqu'à maintenant. Par conséquent les résultats exposés ici nous suggèrent d'accueillir avec prudence l'identification de traces d'usure qui seraient dues à la suspension.

Remerciements

Nous tenons à remercier Bernat Marli Oliver et Guillermo Iturbe Polo pour nous avoir facilité l'accès au matériel archéologique, Pierre Guérin pour la révision du texte français. La recherche d'un des auteurs (F. D.) a été conduite dans le cadre d'une bourse du NATO Science Program et avec l'aide de la Fondation Kodak Pathé et de Bayer Dental France.

* *Institut de Paléontologie Humaine, LA 184 du CNRS, 1 rue René Panhard, 75013, Paris, France.*
** *Departament de Prehistoria i Arqueologia, Universitat de València, Avda. Blasco Ibañez, 28. 46010, Valencia, Espagne.*

Bibliographie

ARNOLD (J. M.), ARNOLD (K. O.) 1969.– Some aspect of hole-boring predation by Octopus vulgaris. *In* : Carricker *et al.*, (Ed.), *Penetration of calcium carbonate substrates by lower plants and invertebrates. Am. Zoologist*, 9, p. 991-996.

AURA TORTOSA (J. E.), 1989.– Solutrenses y Magdalenienses al sur del Ebro. Primera aproximación a un proceso de cambio tecno-industrial : el ejemplo de Parpalló. *Saguntum*, 22, p. 35-66.

BISHOP (G. A.), 1975.– Traces of predation. *In* : *Traces fossils.* New York. Springer-Verlag, p. 261-280.

BOSINSKI (G.), HAHN (J.), 1973.– Der Magdalenian Fundplatz, Martinsberg. *Rheinische Ausgrabungen*, 11, p. 81-264.

CARRICKER (M. R.), 1961.– Comparative functional morphology of boring mechanism in gastropods. *Am. Zoologist*, 1, p. 263-266.

CARRICKER (M. R.), 1969.– Excavation of boreholes by the gastropod Urosalpinx : an analysis by light and scanning electron microscopy. *In* : M. R. Carricker *et al.*, (Ed.), *Penetration of calcium carbonate substrates by lower plants and invertebrates. Am. Zoologist*, 9, p. 917-933.

CARRIKER (M. R.), YOCHELSON (E. L.), 1968.– Recent gastropod boreholes and ordovician cylindrical borings. *Geological Survey Professional Paper*, 593-B, p. 1-26.

DRISCOLL (E. G.), 1967.– Experimental field study of shell abrasion. *Journ. Sediment. Petrol.*, 37, 4, p. 1117-1123.

D'ERRICO (F.) 1988.– The use of resin cast for the study of use-wear. *In* : S. L. Olsen (Ed.), *Scanning Electron Microscopy in Archaeology*. Oxford, BAR International Series, 452, p. 155-167.

FISCHER (P.), 1876.– Sur les coquilles récentes et fossiles trouvées dans les cavernes du midi de la France et de la Ligurie. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 3e série, 4, p. 329-342.

FRANCIS (P.), 1982.– Experiments with early techniques for making whole shells into beads. *Current Anthropology*, 23, 6, p. 713-714.

FRETTER (V.), GRAHAM (A.), 1962.– *British prosobranch molluscs ; their functional anatomy and ecology.* London, Royal Soc., 755 p.

ITURBE POLO (G.), CORTELL (E.), 1987.– Las dataciones de Cova Beneito y su interés para el Palcolítico Mediterraneo. *Trabajos de Prehistoria*, 44, p. 267-270.

PERICOT GARCIA (L.), 1942.– *La cueva del Parpalló (Gandía).* Madrid, Instituto Diego Velazquez.

ROLIN (M.–F.), 1971.– *État des restes de lamellibranches dans les thanatocénoses et relations avec les conditions de déformation : les cassures.* Travaux du Laboratoire de paléontologie. Univ. Paris, Fac. d'Orsay. 77 p.

SACCHI (D.), 1986.– *Le Paléolithique supérieur du*

Languedoc occidental et du Roussillon. Paris, CNRS, XXI[e] suppl. à Gallia Préhistoire, 284 p.

SOLER MAYOR (B.), 1990.– Esludio de los materiales ornamentales de la Cova del Parpalló. *Saguntum*, 23, p. 39-59.

TABORIN (Y.), 1987.– *Les coquillages dans la parure paléolithique en France*. Thèse d'État, Université Paris I, vol. I, 664 p.

WODINSKI (J.), 1969.– Penetration of shell and feeding on Gastropods by *Octopus*. *Am. Zoologist.*, 9, p. 997-1010.

YERKES (R. W.), 1993.– Methods of manufacturing shell beads at Prehistoric Mississipian sites in Southeastern North America. *Traces et fonction : les gestes retrouvés*. Liège 8-10 déc. 1990, ERAUL, ce volume.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Vol. 50, Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, 1993

Traces de façonnage et d'usage sur les coquillages perforés

*Yvette TABORIN**

RÉSUMÉ

L'étude des traces laissées sur les coquillages percés donne les moyens d'établir une systématique des stigmates de façonnage et d'usage. Trois types de traces paraissent correspondre à trois événements majeurs que subit l'objet de parure : l'étape de la préparation (A ou B), celle du percement (O) et l'usage, qui provoque, dans les meilleurs cas, des stigmates identifiables. Les modalités de chaque type et les différents degrés de corrélation permettent de proposer quelques hypothèses sur le mode de suspension.

ABSTRACT

The observation of traces on perforated shells is a way to work out a systematic study of shaping and use-wear. Three categories can correspond to three majors occurrences of ornamental life : preparation (A ou B), drilling (O) and use, when macrotraces are recognisable. The modalities of each type and the different degrees in correlation aspects allow to suggest some attach models.

Introduction

La parure paléolithique est mal connue. En dehors des rares sépultures qui constituent des documents remarquables (Sungir – Grimaldi – Laugerie-Basse…), les objets de parure sont en majorité retrouvés dans des couches d'habitat, de façon ponctuelle, qu'il s'agisse d'objets perdus, en cours de façonnage ou, plus rarement, cachés. L'identification même de l'objet de parure pose des problèmes. Les critères de détermination sont fondés sur l'analogie avec les objets associés aux corps inhumés et avec ceux qu'il est habituel de rencontrer dans les sociétés humaines vivantes. S'y ajoutent quelques indices intéressants comme la parure gravée sur les Vénus, sur les humains de La Marche ou sur les femmes de La Madeleine.

L'identification habituelle de l'élément de parure se fonde sur ses dimensions réduites, l'existence d'un moyen d'attache et son inutilité pratique. Ces trois caractères sont largement mouvants et sujets à être contestés pour de multiples raisons : il existe

des objets de parure très encombrants, les perles et les petites pendeloques peuvent être serties dans une tresse de cuir, et les canines percées peuvent servir de poinçons !

Malgré ces difficultés, il n'est pas question de renoncer à étudier la parure paléolithique ! Simplement, il faut prendre en compte la limite d'une attribution exclusivement analogique.

La parure : langage des signes

Si l'on en juge par les quelques sépultures de référence et par la quantité de dents, de coquillages, de perles, de pendeloques... retrouvée dans les gisements, la parure a eu un rôle très important, du moins dans certains groupes. Le rôle fondamental de la parure est bien connu parce qu'il répond à un besoin universel de l'homme moderne : celui de communiquer. La parure est un signe qui est compris. Ce qui est exprimé est hors de notre portée, mais le mode d'expression peut se laisser entrevoir. Le choix des éléments-supports, la qualité du façonnage, le mode de suspension, la présentation et les associations des éléments, l'emplacement sur le corps orné... font partie à des degrés variés du mode d'expression. La diversité de ces modalités implique la diversité des significations exprimées.

L'importance de la parure dans le groupe

La place de la parure dans la société préhistorique peut se laisser entrevoir par le choix des éléments (coquillages particuliers, dents animales sélectionnées, objets en matériaux choisis, ivoire, os, pierre...), choix dont la récurrence induit des habitudes propres à un groupe. La diversité des formes, des matériaux, des couleurs et l'aspect quantitatif sont de bons marqueurs de l'intérêt porté à la parure.

L'association sur le corps des éléments variés et leur disposition sur la tête, le cou, la poitrine et les membres, telles qu'elles apparaissent dans les sépultures, sont révélatrices de certains montages élaborés, soigneusement composés, qui ouvrent toutes les possibilités de parure personnalisée à partir d'éléments stéréotypés.

La qualité du façonnage est probablement fonction de l'importance que l'on accordait à l'élément de parure. Toutefois, certains systèmes d'attache par ligature, collage ou sertissage ont pu être pratiqués pour les formes qui s'y prêtent. La présence de coquillages non percés est assez banale dans les gisements, mais il peut s'agir d'objets en attente de façonnage. Hormis cette restriction, et en considérant l'ensemble des éléments de parure connus, une relation tend à se dégager entre la qualité du façonnage et certains types d'objets de parure. Par exemple, la plupart des pendeloques allongées et ornées ont une perforation régulière centrée et une mise en forme soignée. Il en est de même pour les petites pendeloques et perles épaisses, globuleuses, ou à appendices symétriques. Certaines espèces de coquillages paraissent mieux considérées que d'autres. Cette constatation conduit à rechercher la part d'investissement conceptuel et matériel de l'artisan dans le façonnage de l'élément de parure.

Les contraintes de façonnage

Pour essayer de retrouver les rapports qui s'établissent entre l'artisan et l'objet qu'il façonnait, il faut démêler la part des contraintes et celle des choix. Plusieurs catégories de contraintes intervenaient : contraintes imposées par l'objet lui-même, contraintes liées à la finalité de la création d'un objet de parure et contraintes techniques qui ont leur cause dans une technologie peu diversifiée, et sans doute traditionnelle.

Contraintes imposées par l'objet lui-même

Cette approche est limitée à la seule catégorie des coquillages. Les espèces choisies sont extrêmement différentes en forme, dimensions et poids, dureté et apparence (ornementation en relief, aspect lisse, couleurs...). Chaque caractéristique intervient dans l'acte de percement, qui constitue l'essentiel des façonnages sur coquillages. La morphologie de certaines espèces offre quelques facilités, minceur du test, zone plate, bourrelets épaissis propres à servir à caler l'outil ou à limiter la fracture. Pour beaucoup, au contraire, les difficultés s'ajoutent : test dur, reliefs naturels ou, inversement, extrême fragilité.

Contraintes liées à la finalité du percement

Le but est d'obtenir une perforation pour suspendre le coquillage par enfilage d'un lien. Quel que soit le mode d'attache, suspension libre ou bloquée, le lien passe nécessairement entre deux ouvertures, qui sont très généralement la perforation créée et l'ouverture naturelle de la coquille des gastropodes ou le bord de la valve des lamellibranches. Autrement dit, l'un des deux pôles d'attache est préexistant. L'autre, la perforation, doit donc s'adapter simultanément à deux contraintes : celle du mode d'attache envisagé, et son exécution en fonction de l'ouverture naturelle, large ou étroite, bordée d'un labre dont la plus ou moins grande résistance conditionne la durée de la suspension. Cette interaction est sensible dans les distances qui séparent la perforation du bord des orifices naturels et dans le choix des techniques qui permettent de positionner avec soin la perforation.

L'attitude de l'artisan au moment de choisir l'emplacement du percement et la technique appropriée sont certainement déterminées par la connaissance préalable du mode de suspension, libre ou bloquée, lequel dépend de la composition globale de la parure sur le corps. Les perforations réalisées sur les petites C*yclonassa neritea* de l'Homme du Cavillon, destinées à être serrées, probablement cousues côte à côte dans une position voulue, répondent exactement au montage final. La présentation, de dos, de face ou de profil, est concevable, mais le maintien en position dépend du choix de l'emplacement de la perforation et du mode d'attache. Cette connaissance préalable des montages transparaît de façon plus sensible dans la mise en forme de certaines perles (communication orale de R. White) utilisées dans la parure de Sungir. Les montages composites en coquillages sont surtout connus par les sépultures des grottes de Grimaldi et par quelques remarques et indices peu nombreux.

La solidité de la perforation, qui doit résister à la tension du lien, aux mouvements du corps, aux chocs entre éléments enfilés, doit également intervenir dans l'appréciation de la finalité. Une coquille destinée à orner le genou ou la cheville est sans doute plus exposée que celle qui est cousue sur un bandeau de tête. Une évaluation des risques, préalables au percement, peut raisonnablement faire partie du cortège des contraintes liées à la finalité.

Ainsi, l'artisan rencontre les limites matérielles de sa créativité au moment de l'exécution du percement, par la nécessaire prise en compte de la morphologie et de la dureté du coquillage, et les limites liées à la finalité même de l'acte dans les relations entre la durée de l'usage de l'élément de parure et sa position sur le corps (mode de suspension et emplacement).

Les choix

Ils sont étroits à cause des contraintes précédemment évoquées. Pourtant, sur le grand nombre, il apparaît des variantes dans l'emplacement de la perforation sur des espèces différentes et aussi sur une même espèce. De façon très évidente se distinguent des techniques de percement différentes. Le choix dans les deux cas paraît être en partie une réponse aux contraintes, l'autre part pouvant appartenir au domaine traditionnel du groupe.

Le choix de l'emplacement de la perforation

Les lamellibranches sont percés en majorité au sommet de la valve, pas toujours sur le crochet proéminent. Il n'est pas rare de constater une seconde perforation sur le bord inférieur de la valve. Quelques cas présentent une perforation sur celle-ci. Il semble que l'axe médian, du crochet au bord de la valve, ait été très souvent un guide du positionnement de l'orifice. Recherche d'une certaine facilité de calage de la valve posée à plat sur sa face interne ou question d'équilibre dans la suspension ? Il existe naturellement des exceptions.

Les gastropodes, par leur diversité morphologique, donnent prise à de nombreuses possibilités dans le choix de l'emplacement de la perforation. On peut opposer les formes longues aux formes rondes, les petites espèces aux grosses coquilles, ou les tests minces aux tests épais, on peut faire apparaître les constantes à fortes valeurs statistiques, il n'en demeure pas moins qu'il faut prendre en compte un courant d'originalités, de cas spéciaux, qui reflète peut-être la recherche d'une adéquation plus parfaite entre le mode d'attache et le

jeu de montages complexes d'une parure très élaborée.

Le positionnement de la perforation le plus commun est en relation de proximité avec l'ouverture naturelle du mollusque. Il subsiste entre celle-ci et la perforation une courte distance ménageant « le pont » autour duquel passe le lien d'attache. Il appartient à l'artisan d'apprécier la distance à observer, distance qui conditionne la plus ou moins grande solidité du moyen de suspension. Pour étudier cet aspect qui induit une réflexion préalable de l'artisan sur la solidité du coquillage, les risques de fracture selon le mode de suspension libre ou bloquée, et la position sur le corps, on ne peut guère procéder par mensurations précises, les perforations et le bord de l'ouverture sont trop souvent élargis, effrités soit par l'usage, soit par l'enfouissement. Par contre, des secteurs peuvent être localisés sur la coquille, secteurs qui correspondent à des choix d'emplacement non ambigus (fig. 1) tout en conservant pour l'emplacement E1 trois subdivisions appréciables dans les meilleurs cas.

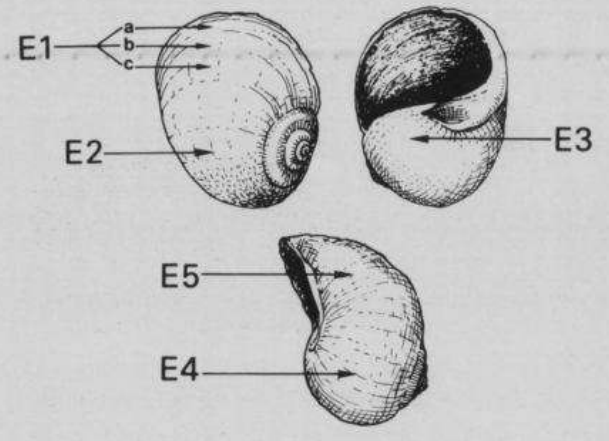


Fig. 1. Emplacement de la perforation. **E1.** Bord du labre. **E1a.** très près du bord du labre. **E1b.** plus éloignée du bord du labre. **E1c.** sur le dos. **E2.** base du dos. **E1-E2.** entre le bord du labre et le dos. **E3.** sous l'ouverture naturelle. **E4.** base de la coquille (en positon de suspension). **E5.** contre la columelle.

Les espèces ovoïdes et lourdes *(Semicassis saburon, Arcularia gibbosula...)*, sont percées en E1 près d'un labre épais, naturellement solide. Quelques unités sont biforées, par exemple en E1 et E5, ce qui permet une suspension en deux points. Les espèces en forme de Buccin comme *Nucella lapillus* et *Hinia reticulata*, fréquentes, sont percées en E2 pour près de la moitié de l'effectif (319), et en E1 pour la plus grande partie des autres. Les espèces fusiformes, *Mitrella* ou *Bayania*, sont marquées par des habitudes de groupe ; ainsi *Bayania* est souvent perforée en E5. Si les formes en cône (*Thericium, Tympanotonos...*) sont percées près de leur ouverture naturelle en E1, l'abondante catégorie des coquilles semi-sphériques (*Cypraea, Trivia, Neritina, Cyclote neritea...*) montre une diversité du choix de l'emplacement en fonction des espèces. Les Neritines ont été perforées dans tous les emplacements décrits, avec une assez forte proportion en E3-E4. Les *Cyclote* sont plutôt percés en E1 et les *Cypraea* plutôt en E1b lorsqu'elles sont uniforées. Les *Trivia* et les *Cypraea* biforées portent un orifice à chacune de leur extrémité en E1 et E4. Enfin les coquilles sphériques *(Littorina, Natica, Homalopoma sanguineus)* sont en majorité perforées en E1, mais tous les autres emplacements sont présents sur chaque espèce avec des fréquences très variables.

Sans aller plus loin dans la discussion du choix de l'emplacement à perforer sur un gastropode, on peut suggérer qu'il y a une influence contraignante des formes, de la solidité du test et de la disponibilité d'un emplacement suffisant pour percer, mais il y a aussi une forte part de liberté dans le choix qui engage certains artisans à percer délibérément ailleurs qu'à l'emplacement habituel. Dans les séries qui s'y prêtent par leur nombre et leur conservation, on constate une répartition des mêmes choix originaux au sein d'un même groupe. Il ne s'agirait donc pas d'un acte individuel mais plutôt d'une attitude culturelle commandée par l'existence d'une parure traditionnelle.

Les techniques de percement

La recherche des techniques de percement sur coquillage est rendue difficile par la texture même du test, dur en surface, friable dans l'épaisseur, sensible à la dissolution... Par ailleurs, les formes variées, les surfaces plus ou moins courbes, les reliefs naturels ont contraint l'artisan à s'adapter à chaque espèce. La lecture partielle d'une action technique complexe est certes une approche banale en préhistoire mais ici, comme pour l'étude des outils de silex, plusieurs degrés d'analyse peuvent être successivement atteints.

L'étude du façonnage des objets à suspendre a commencé par les dents percées, qui ont permis par leur nombre et par la relative facilité de la lecture des traces de dresser un code descriptif des stigmates laissés par le façonnage : l'orifice est au centre d'une zone aplatie ou au fond d'une gorge, le trou s'évase en entonnoir ou est bordé de lèvres déchiquetées... Ces aspects plus ou moins marqués ont été retrouvés sur les coquillages. Les séries, examinées pour la plupart à l'aide de la loupe binoculaire, ont largement dépassé la validité statistique. La cohérence des stigmates conduit à proposer une technique particulière comprenant parfois plusieurs étapes successives où interviennent différents gestes. Des expérimentations ont confirmé les relations entre certaines traces et le geste technique. Actuellement, les recherches expérimentales de F. d'Errico, P. Jardón-Giner et B. Soler-Mayor (en cet ouvrage) précisent ces relations et les détaillent.

– Systématique des stigmates (fig. 2).

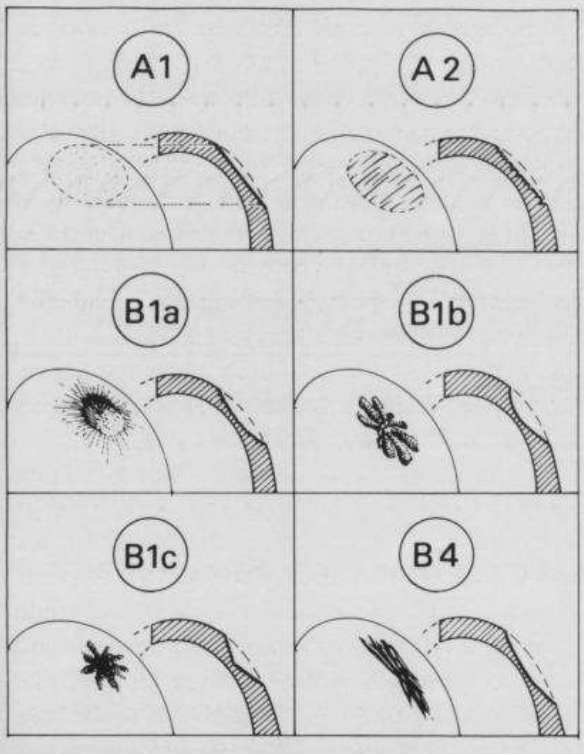


Fig. 2. Techniques de préparation les plus usuelles sur les coquillages. **A.** Préparations plates. **A1.** surface plate et lisse. **A2.** surface plate et striée. **B.** préparations creusées. **B1a.** petite cuvette grattée. **B1b.** cuvette à fortes stries. **B1c.** petite cuvette à fortes stries. **B4.** gorge étroite.

Trois types de stigmates ont été étudiés séparément, puis en relation les uns avec les autres. Ils ont reçu des noms précis pour les individualiser, mais chacun a des limites floues.

– Le premier type est appelé « préparation ». Il apparaît sous forme d'une zone cernant au moins partiellement la perforation. Souvent, il constitue la première étape du percement qu'il prépare. Cette zone est plate, lisse ou striée (A) ou creusée (B). Quelques pièges gênent parfois l'identification du type A, comme l'abrasion marine (fig. 3), qui use plus particulièrement le sommet des lamellibranches, mais l'aspect général d'une coquille roulée par la mer est souvent assez visible pour être identifié. La catégorie B est celle des creusements, qui se révèlent, à l'examen, d'aspects assez différents. Les uns résultent d'une action en percussion posée : stries de grattage (B1a), incisions profondes (B1b), incisions discrètes souvent rayonnantes (B1c) ou d'action en percussion lancée : cuvette criblée de points d'impacts (B2a), cuvette avec stries et points d'impacts (B2b), et, plus rare, large cuvette avec détachement d'esquilles (B3). Le creusement en forme de gorge étroite (B4) sans doute obtenu par percussion posée linéaire est fréquent.

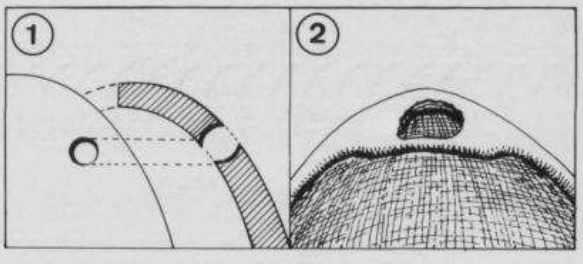


Fig. 3. Orifices d'origine naturelle. **1.** trou de lithophage. **2.** trou provoqué par l'usure naturelle due au ressac.

– Le second type O (fig. 4) réunit toutes les caractéristiques concernant la perforation elle-même : forme des orifices (*recto verso*), et des lèvres, coupe longitudinale, traces d'outils.

Plusieurs catégories s'ouvrent :

1. Les perforations qui semblent obtenues par les techniques dites de « préparation » (groupe Oa) : l'abrasion A poursuivie jusqu'au percement (A + Oa) ou le creusement B qui aboutit à ouvrir le test (B + Oa).

2. Celles qui présentent des stigmates d'impacts par percussion lancée (O1a) ou des traces d'enlèvement d'esquilles, peut-être par percussion posée (O1b), ou encore des marques de piquetage par percussion lancée (O2).

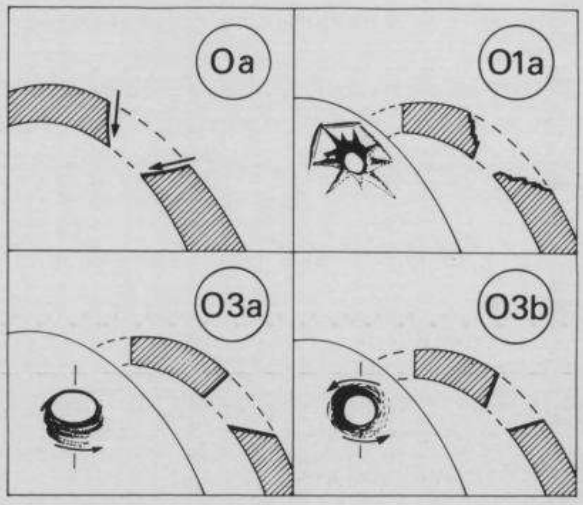


Fig. 4. Techniques de percement les plus usuelles sur les coquillages. **Oa.** Orifice obtenu par la technique de préparation jusqu'au percement. **O1a.** percement par percussions lancées avec traces d'impact. **O3a.** Orifice creusé par percussion posée. **O3b.** Orifice obtenu par mouvement alternatif circulaire.

Ces deux groupes s'opposent au troisième par l'aspect irrégulier de l'orifice et de sa section longitudinale.

3. Les orifices de forme régulière souvent circulaire ou subcirculaire qui se divisent en trous à section longitudinale cylindrique conique ou biconique (O3a) creusés par un mouvement circulaire alternatif, et les éventuels trous ayant conservé des stries circulaires (O3b) nées d'une action réellement rotative.

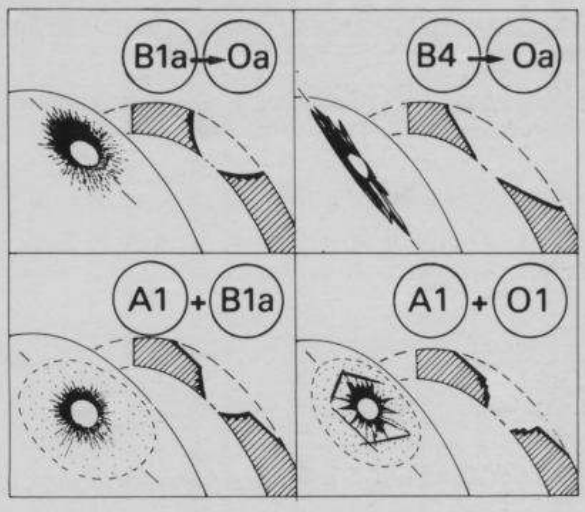


Fig. 5. Combinaison des différentes techniques de percement. **B1a-Oa.** Orifice obtenu en poursuivant l'action de grattage B1a jusqu'au percement. **B4-OA.** orifice obtenu par passages multiples de la pointe dans la rainure jusqu'au percement. **A1-B1a-Oa.** emplacement préparé par amincissement (abrasion) et ensuite percé par grattage (Ba1). **A1-O1.** orifice obtenu par préparation d'amincissement suivie de percussions directes.

La plupart des perforations ont été percées en plusieurs étapes (fig. 5) : après l'abrasion localisée nécessaire à l'amincissement de la zone à percer et peut-être au calage de la pointe sur les espèces à test lisse succède une série de percussions lancées qui cassent le test et créent un orifice irrégulier (A + O1a) - ou bien le creusement en cuvette qui sert à caler le perçoir qui ouvre un trou régulier (B4 + O3).

Malgré un certain flou, la caractérisation des stigmates permet de comparer et de classer les perforations. L'ensemble des résultats paraît assez cohérent pour prouver la validité de ce moyen d'approche des techniques.

Les stigmates d'usage

Les témoins qui peuvent donner une information sur l'état d'usure anthropique d'un coquillage percé sont :

– la perforation que déforme la tension du lien ;

– le pourtour de l'ouverture naturelle chez les gastropodes et particulièrement le bord du labre sur lequel frotte le lien ;

– le test, divisé en zones, qui est en contact avec les autres éléments de parure, le support ou la peau, et qui subit les heurts ;

– la pointe des gastropodes brisée sous l'effet des chocs ;

– le pourtour des valves des lamellibranches, lieu privilégié des stigmates engendrés par les raclages et frottements répétés.

La difficulté est d'apprécier l'origine d'une usure, par ailleurs facile à remarquer. La plupart des coquillages ont été ramassés, morts, sur les plages. Le degré d'usure marine s'apprécie à partir de l'état général de la coquille. Le coquillage roulé a pris une apparence particulière qui ne correspond pas à une usure d'origine humaine localisée. Le problème est compliqué par la résistance très variable des différentes espèces. Les *Homalopoma sanguineus*, les *Littorina littorea* sont très résistants, les *Cyclote neritea*, les *Neritina* sont fragiles. L'appréciation doit être faite cas par cas, au sein de séries d'une même espèce.

La perforation apporte des informations sur le lien, sa rigidité, sa direction de traction, informations qui peuvent être corrélées avec celles

qu'apporte l'état du bord de l'ouverture naturelle. La réciprocité des stigmates oriente vers une hypothèse concernant le mode d'attache. La surface de la coquille réagit de façon plus discrète aux aléas de la suspension. Ce sont les espèces au test orné de fins réseaux en relief qui sont les plus aisément marquées par l'usage.

Le rapprochement de toutes les observations notées sur les coquillages percés, leur systématisation et la mise en œuvre des corrélations entre les différents termes – morphologie de l'espèce, caractéristiques du test, choix de l'emplacement de la perforation, types de stigmates laissés par l'action du percement et traces d'usure – aboutissent à proposer des modes d'attache selon les grandes divisions, enfilées ou cousues, et parfois à suggérer la position de la coquille sur son support.

Application

Une application rapide de la méthode est proposée sur trois catégories de coquillages de morphologie différentes : *Littorina obtusata L.*, *Trivia europea Mtg.*, espèces vivant à l'époque et fréquentes dans la parure, et *Cypraea* sp., famille dont les exemplaires retrouvés dans les gisements sont fossiles.

Littorina obtusata L. (fig. 6)

Petite coquille (H : 10-15 mm, larg : 8-6 mm), de forme arrondie et au test lisse et épais, à large ouverture et aux couleurs variées souvent vives. Elle a été très utilisée percée mais il existe aussi d'assez nombreux exemplaires non percés.

Emplacements des perforations

Le trou est habituellement pratiqué sur la dernière spire, à une distance suffisante du bord du labre pour conserver la solidité nécessaire (E1). Bien que cet emplacement E1 réunisse plusieurs avantages, comme la proximité du labre, la convexité régulière et la surface suffisante, l'ouverture en E2, vers le milieu de la dernière spire, augmentait la résistance à la perforation, tout en offrant par ailleurs les mêmes avantages. Ils n'ont pas semblé intéressants puisqu'un très petit nombre témoigne de ce choix. La position en E3 a été choisie de façon rare dans une dizaine de gisements. La difficulté de cette option est de faire passer le lien autour de la columelle, mais son avantage est de permettre une attache « en bouton » propice à constituer des mosaïques cousues. Les orifices percés en E5 sont très rares.

Techniques de percement

La technique habituelle pour percer une *Littorina obtusata* en E1 est de casser le test en percussion ajustée. La précision est nécessaire pour conserver intacte l'étroite bande qui sépare l'orifice naturel de la perforation. Il est possible, ainsi que le suggère la présence d'ouvertures de forme quadrangulaire et de quelques stries en prolongement des bords, que la cassure du test dur ait été précédée d'incisions préformant l'orifice. Un autre moyen fréquent de faciliter le percement est d'abraser la zone choisie. En E3 et E5, les convexités naturelles s'y prêtent bien, en E1 également. Cette technique a de gros inconvénients, elle affaiblit le pourtour de la zone percée et provoque l'amincissement des lèvres de l'orifice, qui s'effritent aisément. C'est pourquoi, le plus souvent, l'abrasion est vite interrompue, et le percement exécuté par percussion.

La technique par creusement B est rarement pratiquée. Quelques cas de gorge B4 (une vingtaine) ont été constatés en position E1. Ce sciage ou rainurage a été interrompu dès l'ouverture du test. Les orifices sont parfois très petits. Les orifices obtenus par rotation O3b et semi-rotation O3a n'ont été constatés que deux fois.

Stigmates d'usage

Les principaux concernent la déformation de la perforation. Sur de nombreux exemplaires, il existe un véritable étirement des orifices en E1 vers le labre. La distance qui sépare le trou du bord du labre varie peu entre 4 et 5 mm et pourrait correspondre à la solidité nécessaire à une suspension habituelle. Mais cette résistance à la traction du lien est également fonction de la technique de percement. Les orifices obtenus sans abrasion, soit par la gorge B4, soit par la rotation O3, sont beaucoup plus solides parce qu'ils ont des bords réguliers,

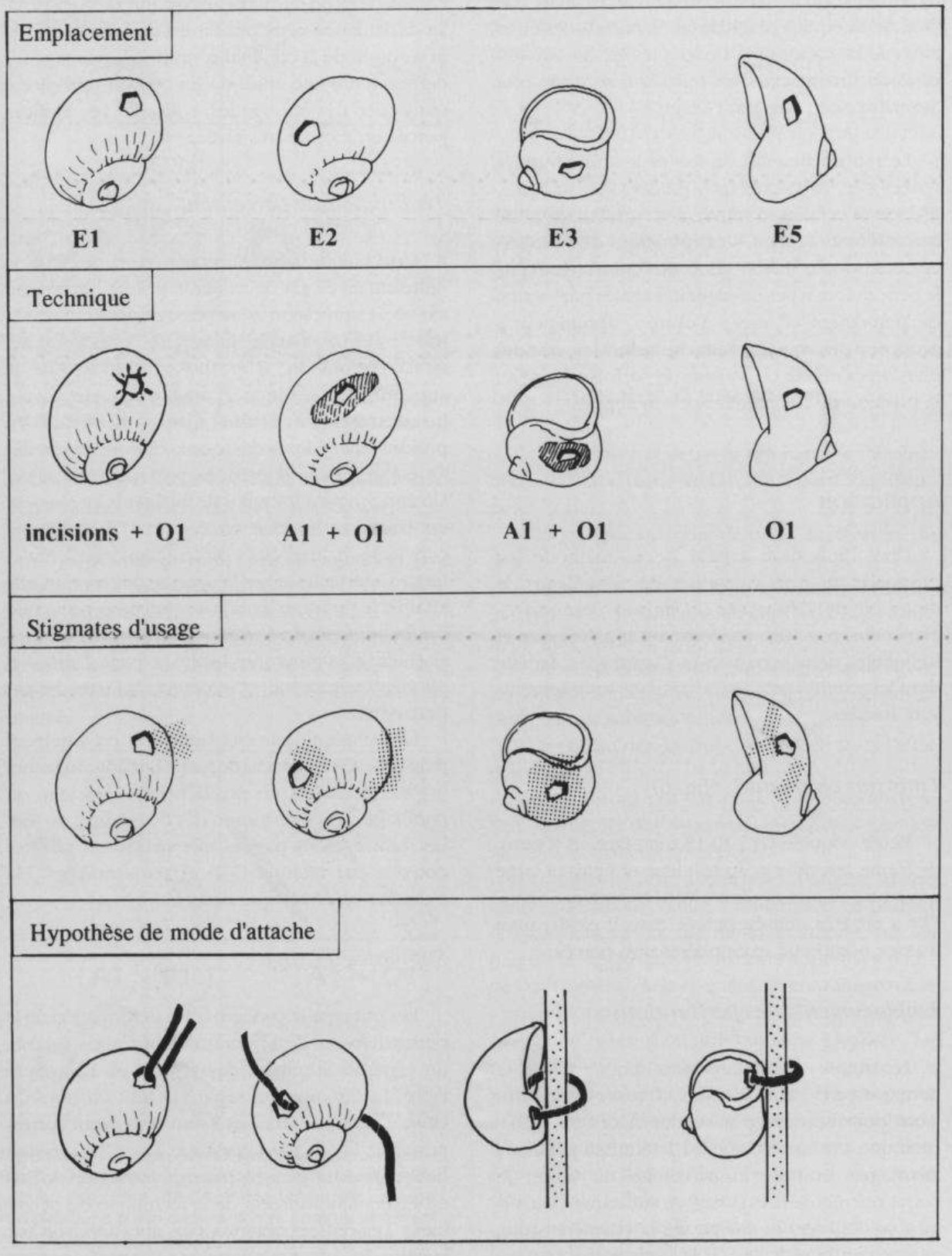


Fig. 6. *Littorina obtusata.*

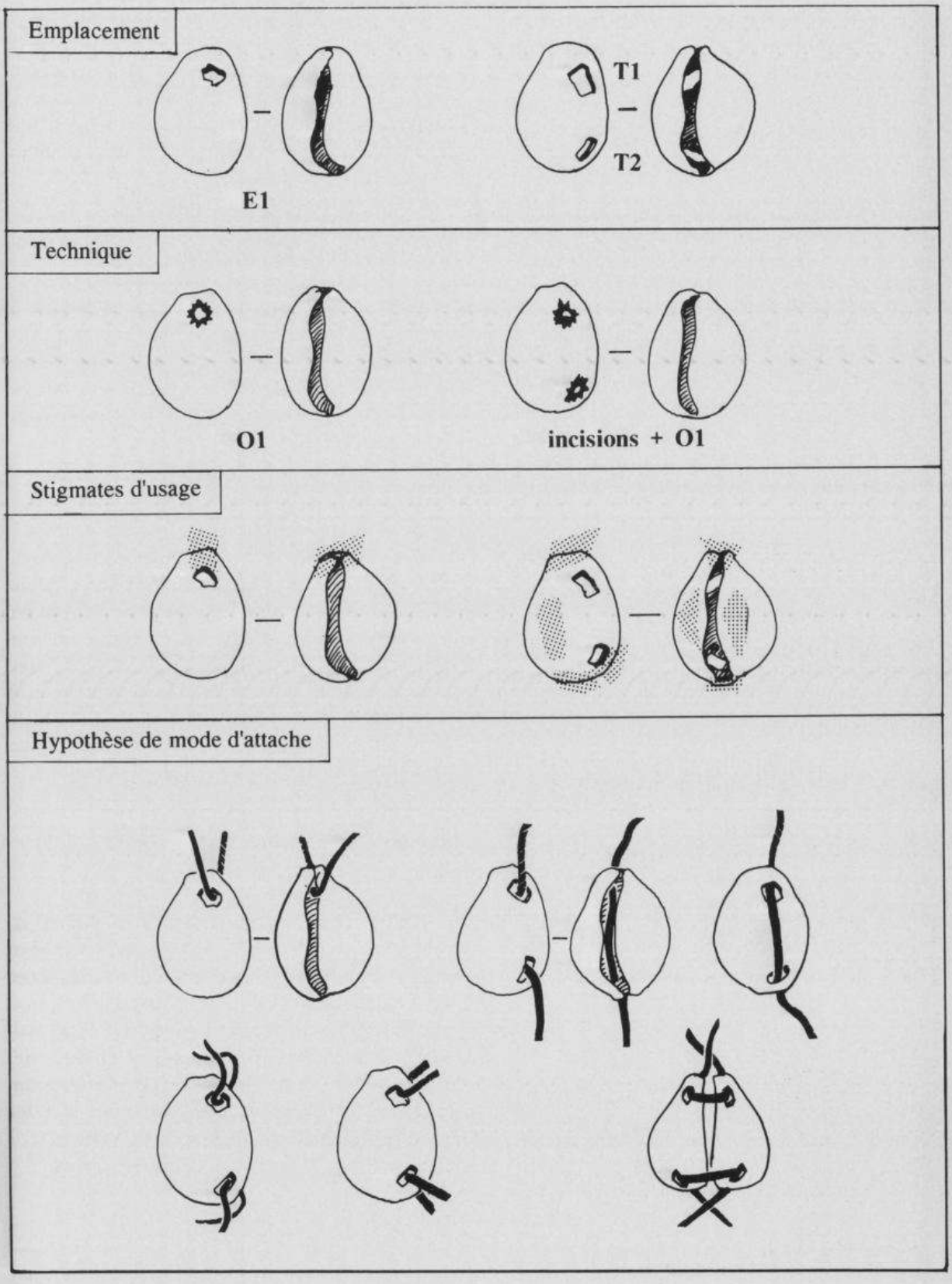

Emplacement
E1
T1
T2
Technique
O1
incisions + O1
Stigmates d'usage
Hypothèse de mode d'attache

Fig. 7. *Trivia.*

ayant conservé toute l'épaisseur des tests. Parfois, le labre présente une zone encochée en face de la perforation. En général, les traces d'usage sont très faibles. Le test est solide et souvent le labre résiste mieux que les lèvres de la perforation.

Hypothèses concernant les modes de suspension

La combinaison des indices suggère que le mode de suspension le plus commun était l'enfilage sur un lien passant de la perforation à l'ouverture naturelle pour les *Littorina obtusata* percées en E1. A Gazel et à Isturitz, les exemplaires retrouvés en place ne permettent pas de supposer que le lien était noué autour du labre. Les quelques traces non ambiguës peuvent correspondre à des coquilles enfilées de façon serrée sur un lien épais. Les coquilles percées en E5 peuvent être cousues de profil. L'expérience montre qu'une simple boucle faite autour du bord columellaire immobilise la coquille. L'orifice en E3 paraît destiné à présenter le dos et la base vers l'extérieur. Toutes les coquilles percées en E3 sont en bon état, ce qui renforce l'idée que ce mode de façonnage était pratiqué sur certains exemplaires destinés à être cousus sur un support, leur dos en forme de grosses perles pouvant être monté en mosaïque.

Trivia europea Mtg (fig. 7)

Petite (H : 10-15 mm, ép : 5 mm), de couleur gris rosé, cette espèce est très connue. Elle a un profil dissymétrique, plat côté de l'ouverture naturelle, convexe du côté opposé. L'ouverture est étroite, longue et légèrement décentrée sur l'espèce actuelle. Le test est mince, rayé de stries transversales. Des formes fossiles plus épaisses ont parfois été recueillies mais la plupart des exemplaires perforés ont été ramassés sur les plages, à l'époque. Les *Trivia europea* étudiées proviennent d'une quinzaine de gisements mais qui n'ont fourni chacun que quelques unités.

Emplacement des perforations

Il existe des *Trivia europea* uniforées et d'autres, plus nombreuses, biforées. Dans l'un et l'autre cas, qu'il s'agisse du trou unique ou du trou n° 1 de la coquille biforée, l'emplacement choisi est au sommet de la coquille en E1. Le trou n° 2 des biforées est à l'opposé près de la base. Les orifices sont donc situés sur l'axe longitudinal de la coquille. Ils sont soigneusement décalés vers le labre pour être situés le plus exactement possible au-dessus de l'ouverture naturelle. Cette recherche suggère que le lien passait entre l'ouverture naturelle, pourtant étroite, et la perforation.

Techniques de percement

Sur cette espèce au test mince et cassant, la technique de percement la plus commune est l'incision courte, suivie de plusieurs petites percussions (O1). Quelques exemplaires ont été abrasés (A) avant percussion. Le sciage (B4) a été observé deux fois.

Stigmates d'usage

Les trous situés en E1 sont émoussés ou étirés, ou ébréchés en direction du canal syphonal, tandis que les trous n° 2 des exemplaires biforés ont été usés en direction du labre. Les séries observées montrent que les coquilles biforées ont une convexité dorsale usée, mais pas particulièrement dans la zone qui sépare les deux trous, et l'avant de la coquille (côté de l'ouverture) porte des aplatissements sur les convexités maximales.

Hypothèses concernant le mode de suspension

Après avoir recherché quel est le système de suspension qui laisserait ces stigmates, on peut suggérer que les coquilles biforées ont été attachées par les deux trous de façon indépendante, le trou n° 1 par un lien qui passe dans le canal syphonal, le trou n° 2 par un lien qui passe autour du labre. Cette formule pourrait bien être destinée à coudre les *Trivia europea* par couple, face contre face, les trous n° 1 assurant la suspension et les trous n° 2 maintenant les deux exemplaires en contact.

Cypraea sp. (fig. 8)

Les *Cypraea* ont des formes variées, mais celles qui nous intéressent ont un profil dissymétrique

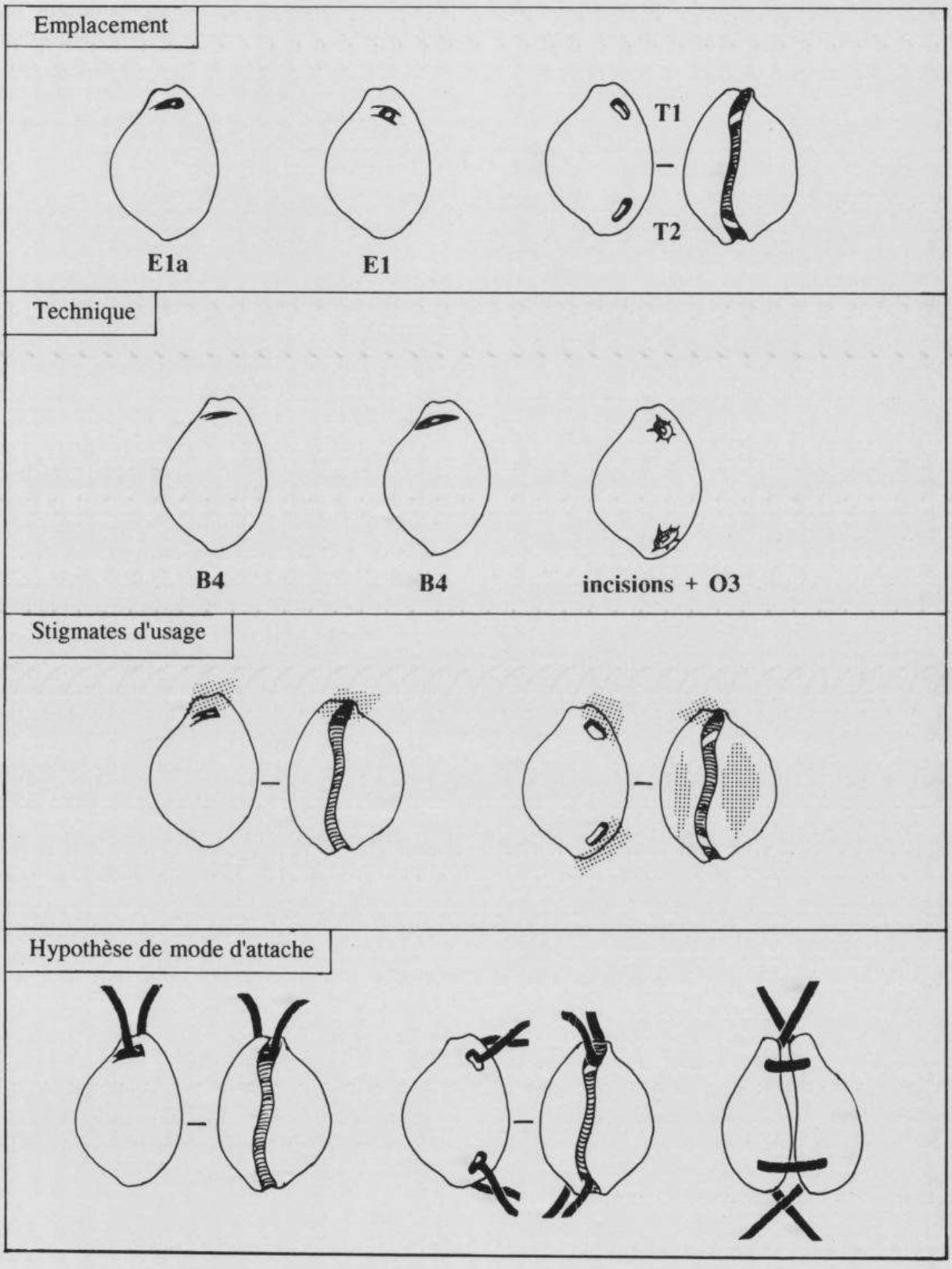


Fig. 8. *Cypraea.*

comparable, en plus grand, à celui des *Trivia europea*. Les exemplaires examinés sont fossiles, au test dur et épais. Les séries sont, hormis celle de l'abri Faustin, peu nombreuses.

Emplacement des perforations

Au contraire de *Trivia europea Mtg*, les *Cypraea* sont plus souvent uniforées que biforées. Dans tous les cas, la zone située sous le canal syphonal est perforée, mais l'emplacement varie beaucoup plus sur ces grandes coquilles que sur les petites *Trivia europea*. L'orifice est placé dans la région proche du labre ou vers la zone médiane à la largeur. L'autre orifice est situé à la base de la coquille. Il est rare, sur les *Cypraea*, de superposer trous et ouverture naturelle. Néanmoins, la série de seize *Cypraea* de l'abri Faustin et celle du Bois du Cantet témoignent de la recherche de cette relation. Quelle que soit la position du trou, l'enfilage du lien reste possible sur ces gros coquillages.

Les techniques de percement

Sans doute parce qu'il s'agit d'une forme plus grande, plus dure et dont les convexités sont dissymétriques, les techniques de percement paraissent très variées. La gorge B4 est fréquente pour ouvrir l'orifice des coquilles uniforées. Cette technique par sciage ou rainurage atteint une plus grande précision en E1. Elle est poursuivie jusqu'au percement. Les passages multiples de l'outil ont laissé de fins sillons parallèles de longueurs inégales. Le trou situé à peu près au milieu de la longueur de la gorge est comme contenu par les lèvres de celle-ci, qui constituent un rebord solide. Cette qualité a été perçue par les artisans, qui n'ont pas hésité à rapprocher l'orifice du bord du labre.

La perforation au moyen de l'outil tournant ou semi-tournant (O3), qui est très rare sur les gastropodes, a été pratiquée sur toutes les *Cypraea* de l'abri Faustin. Cette technique est utilisée dans des cas un peu exceptionnels. La série Faustin est biforée. Les *Cypraea* ainsi perforées de La Marche et du Mas d'Azil sont gravées... L'attaque de la pointe à main a été sans doute calée par quelques incisions préalables dont il reste quelques stigmates. Ainsi, les *Cypraea*, sauf quelques cas, ont été percées avec soin.

Stigmates d'usage

Les perforations sont peu marquées ou déformées. Une majorité des exemplaires uniforés porte une usure en direction du canal syphonal. Les exemplaires biforés sont discrets quant à l'usage du trou n° 1, au contraire le trou n° 2 paraît en relation avec le labre.

Hypothèses concernant le mode de suspension

Les coquilles uniforées semblent bien garder les stigmates d'une suspension verticale, soit souple, soit cousue.

Les exemplaires biforés présentent, comme sur les *Trivia europea*, des différences de degrés et d'orientation des stigmates entre les deux orifices. On rejoint donc la même hypothèse, à savoir que chaque extrémité de la coquille était attachée indépendamment de l'autre. L'usure de la face avant est sensible, tandis que le dos paraît peu atteint par les frottements anormaux. La différence entre les deux faces exclut l'origine marine qui aurait uniformisé l'apparence de toute la coquille. On ne peut que suggérer à nouveau la suspension verticale, face contre face, d'un couple de *Cypraea*. Cette disposition avait été entrevue par E. Massenat et M. Delpeyrat sur le corps de l'homme de Laugerie-Basse. La série étudiée provenant de cette sépulture porte les stigmates qui conduisent à formuler l'hypothèse d'une suspension par couple, face contre face.

Cette longue recherche débouche sur une vision à deux degrés : tout d'abord la constatation de moyens techniques simples habilement utilisés, selon les caractéristiques des espèces, et, surtout, la diversité des processus appliqués à des cas particuliers. Au sein d'une même espèce, les différences de traitement sont évidentes. Dans ce cadre étroit, les contraintes d'ordre physique sont identiques, les différences s'expliquent alors par la plus ou moins grande adéquation entre l'idée de réaliser une parure particulière et l'exécution de moyens de suspension appropriés.

(Dessins de Gilles Tosello)

* *Université de Paris I, Centre de recherches préhistoriques, 3 rue Michelet, 75006 Paris, France.*

Bibliographie

FRANCIS (P.), 1982.– Experiments with early techniques for making whole shells into beads. *Current Anthropology*, 23, 6, p. 713-714.

JORDA PARDO (J. F.), 1982.– La malacofauna de la Cueva de Nerja (II) : los elementos ornementales. *Zephyrus*, XXXIV-XXXV, Salamanca, p. 89-98.

JORDA PARDO (J.F.), 1985.– La malacofauna de la Cueva de Nerja (III) : evolucion medioambiental y tecnicas de marisquero. *Zephyrus*, XXXVII-XXXVIII, Salamanca, p. 143-154.

PAPI RODES (C.), 1989.– Los elementos de adorno-colgantes en el Paleolitico Superior y Epipaleolitico pautas para su estudio tecnologico. *Trabajos de Prehistoria*, 46, p. 47-63.

SOLER MAYOR (B.), 1990.– Estudio de los elementos ornamentales de la Cova de Parpallo. *Saguntum*, 23, p. 39-59.

VIDAL Y LOPEZ (M.), 1943.– Ensayo de sistematizacion de los objetos malacologicos prehistoricos. *Ampurias*, V, p. 211-220.

VIGIÉ (B.), 1987.– Essai d'étude méthodologique d'outils sur coquillages de la grotte de Camprafaud (Ferrières, Poussarou, Hérault). *L'Anthropologie*, t. 91, n° 1, p. 263-272.

TABORIN (Y.), 1987.– *Les coquillages dans la parure paléolithique en France*. Thèse d'État, université de Paris I. Supplément à Gallia-Préhistoire, (sous presse).

TABORIN (Y.), 1989.– Les coquillages des Aurignaciens et des Périgordiens en France. *In* : *Before Lascaux : re-examining the Early Upper Paleolithic*, N. Y. University. Telford Press, (sous presse).

TABORIN (Y.), 1990.– Les espaces d'acheminement de certains coquillages magdaléniens. *Actes du XXIIIe congrès de la Société Préhistorique de France* (sous presse).

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Glass bead making : some wound bead experiments

*Tine GAM**

Résumé

Sur quelques sites scandinaves, datés du VIII[e] au X[e] siècle ont été découverts des perles de verre intactes et brisées, du verre brut, des objets semi-finis, des déchets et parfois des outils, ce qui semble indiquer une production locale de perles de verre. Une série d'expériences concernant la technique du tournage/enroulage ont été effectuées, et les résultats suggèrent divers types de fabrication des perles monochromes et polychromes. Les outils trouvés sont en nombre très limité ; or les expériences réalisées indiquent un besoin en équipement important. L'étude du savoir-faire préhistorique n'éclaire pas seulement les aspects technologiques, mais aussi les aspects socio-économiques, car il y a des raisons pour que deux, trois personnes ou davantage soient impliquées dans la production.

Abstract

From a small group of Scandinavian sites dated to 700-900 AD, whole and broken beads, raw glass, semi-manufactured articles, waste and occasional tools seem to indicate local production of glass beads. A series of experiments have been carried out, and the results so far suggest methods of manufacturing several types of monochrome and polychrome beads. Contrary to the general interpretation, crucibles were not a necessity to the production. The number of tools found is very limited, and the experiments showed a demand for a wide range of equipment. Furthermore, the vitalization of the prehistoric craft has enlightened not only the technological details, but also the socio-economic aspects, as there are obvious reasons for involving two, three or more persons in the production.

Introduction

Many kinds of handicrafts including many different kinds of materials have been tested experimentally in the archaeological world during this century. Although glass is a well-known material from Prehistory, the making of glass and the manufacture of glass objects have never received any great attention from experimental archaeologists, perhaps because glass is a generic term for a whole range of different components which can be and have been manipulated in

many ways according to raw materials, skills and tradition.

This paper deals exclusively with bead making in the Scandinavian tradition around 700-900 AD, on the basis of the material from seven sites showing traces of the craft. The technique is one of the most simple and widespread : winding. The testwork is not yet finished, and the following must be regarded as preliminary statements for discussion[1].

Glass – and how to work it

Glass is made from three main ingredients, silica oxide, SiO_2 (sand) and fluxes which can be sodium carbonate, $NaCO_3$ (soda) or potassium carbonate, K_2CO_3 (potash). Calcium carbonate, $CaCO_3$ (lime) acts as a stabilizer, and lead oxide, PbO both as a stabilizer and a flux. The proportion between these varies according to geography, time and tradition. Other (metal)oxides are to be found in ancient batches according to impurities in the raw materials or as deliberately added colourants, decolourants or opacifiers. Most archaeological research in glass composition has focussed on these variations from the visual point of view, while the importance and influence of the working conditions have never been a question of great interest. However, the latter aspect is of importance when working with glass, not only with respect to furnace construction, but also when handling the hot glass.

Pure silica has a melting point above 1 700° C, which can be lowered to around 1 300° C by adding the fluxes (Frank, 1982 : 10). The amount and kind of flux will determine the working conditions. The more lead and soda (and less silica), the easier and longer the working time. But since less silica means less durable glass some outer limits cannot be exceeded. The melting temperature is much higher than the working temperature, which on the other hand can vary according to the working technique. Blowing demands temperatures around 1 200° C, because raw glass (the batch) must be quite liquefied when gathered on the blowing iron. Slumping and fusing can be carried out at about 800° C, which makes the cold glass pre-placed in a mould flow into shape. Solid work such as wound bead making needs temperatures ranging from 800-900° C when the raw glass is remelted and manipulated directly (like free-blown glass). All kinds, of freemaking techniques require the use of tools during production. Any contact between tools and glass will cool the latter, so reheating is a necessity, and the furnace construction of great importance, especially because the temperatures must be held during long periods, which demands fuel on a large scale. Some kind of temperature control is also needed for the annealing of the finished pieces, most important to hollow ware and/or blown pieces ; whereas smaller items as beads are more tolerant in regard to annealing temperature and rate.

Archaeological evidence – and some interpretations

Kaupang (Norway), Helgö, Birka, Paviken and Åhus (Sweden), Haithabu (Germany) and Ribe (Denmark) are all sites characterized by traces of trade and craft and situated near the open sea or main waterways (fig. 1).

The material is primarily glass in a variety of colours and colour combinations, whole and broken beads, raw glass, threads (some twisted), mosaics, different kind of waste and a range of indefinable molten items (Callmer, 1982, 1988 ; Dekówna 1978 ; Frandsen, Jensen, 1988a, 1988b, 1988c ; Hougen, 1969 ; Jørgensen, 1982 ; A. Lundström, 1976, 1981 ; P. Lundström, 1981 ; Näsman, 1979).

Tools are seldom found. A metal point with a square cross section and hollow in one end was found at Paviken, and also some glass fragments with burnt clay which have been interpreted as crucible fragments (P. Lundström, 1981 : 100). A bead from Helgö found with a metal point in the hole might be interpreted as a bead mandrel. Also some 30 fragments of crucibles with green glass were found at Helgö (A. Lundström, 1981 : 17). During excavations in Ribe several « working

(1) All the experiments have been carried out at the Institute of Prehistoric Archaeology, The University of Århus, and at the Historical-Archaeological Experimental Centre, Lejre, Denmark.

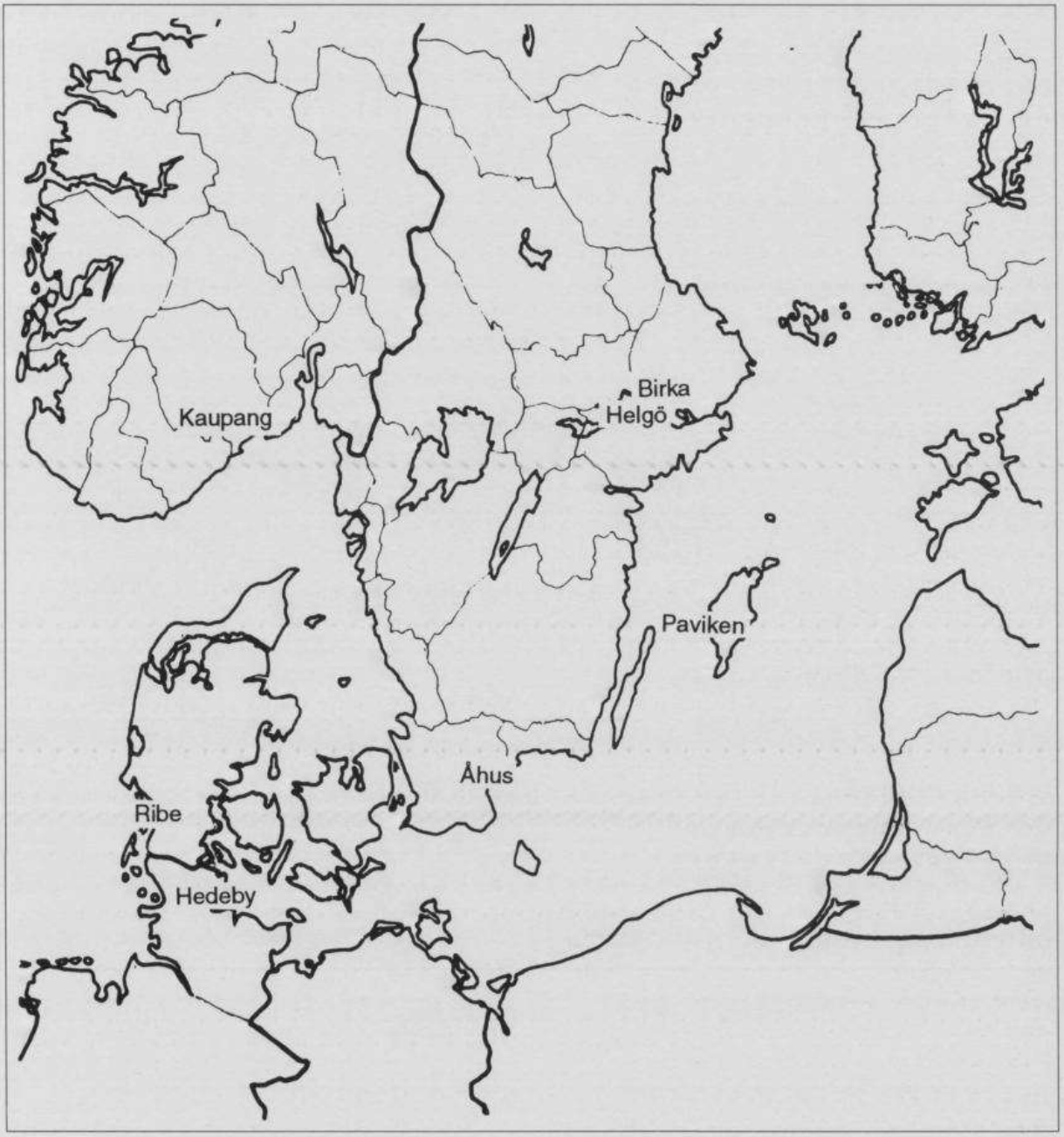


Fig. 1. Scandinavian sites with traces of glass beadmaking 700-900 AD.

horizons » including fireplaces were found. In connection with these a stone with a hollow, a spoon shaped piece of antler, a small iron pan, and as a stayfind a pointed metal stick with a (broken ?) wooden handle were found (Näsman, 1979 : 131). Regarding actual objects as well as excavation conditions the Ribe finds are the most informative so far and they have played a major role in the experiments.

On the basis of the material some interpretations concerning methods of manufacture have been put forward. For instance P. Lundström, who believes beads could be made from glass in crucibles by « pulling threads which were wound around a metal stick » (trans., *op. cit.*). The division of the procedure, even more radically, into a thread-pulling workshop and a winding workshop is suggested by Z. l'Vova (1970 : 121). Perforation

seems to be a keyword for some archaeologists, *e. g.* P. Lundström also suggests the « making of glass balls which afterwards were perforated with a metal point while hot and soft » (trans., *op. cit.*) ; or as A. Lundström writes, « perforation of hot glass drops » (trans., 1976 : 10). Mostly, the technique is referred to as some kind of winding or as « Rolltechnik » (Näsman 1979 : 131). Tools are seldom mentioned, but J. Callmer suggests a metal point with some kind of separator, a marver, and the possible use of moulds in connection to the *millefiori* technique (1982 : 150). Almost all descriptions include (directly or indirectly) the use of crucibles, *e. g.* « in crucibles of clay, tesserae and glass sherds were melted, and the colour of the batch was adjusted by adding tesserae of the desired colour » (trans. Jørgensen, 1982 : 89).

Regarded as a whole the interpretations of the archaeological finds consist of only vague formulations and few descriptions of the actual processes.

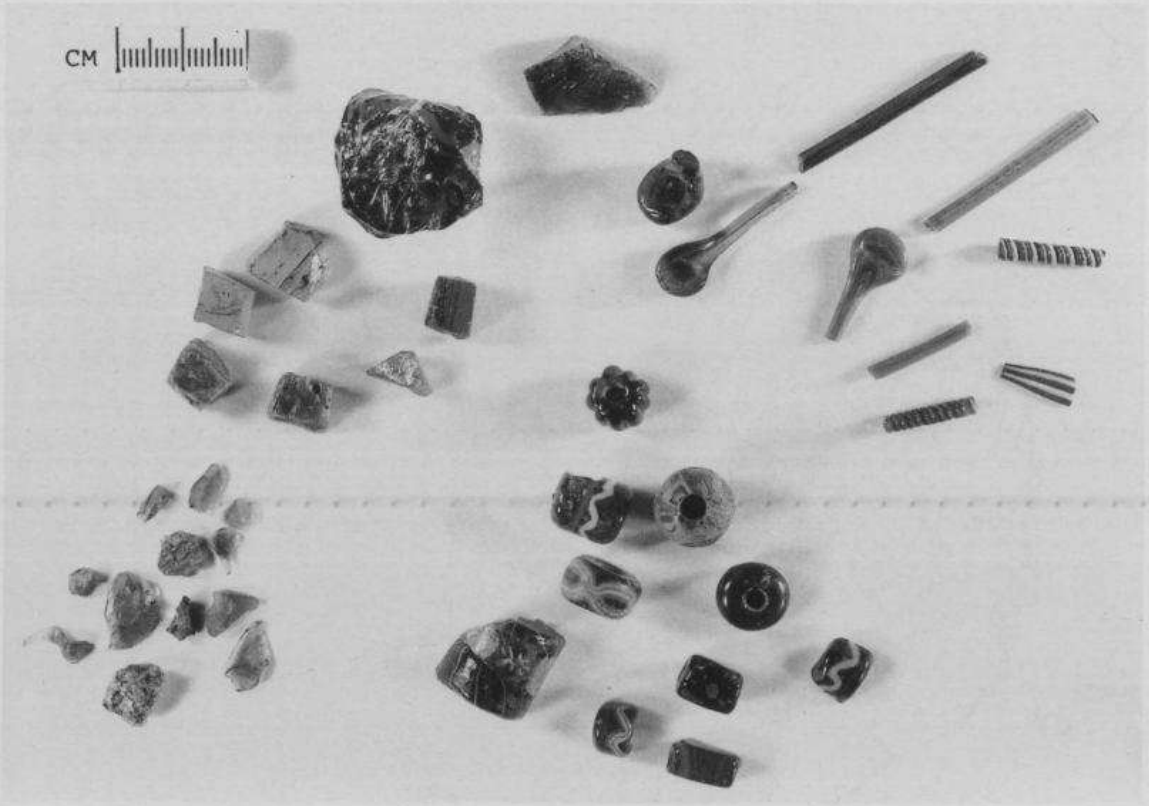


Fig. 2. Glass from Ribe. Clockwise from left : waste, raw glass, tweezer marks, rods, threadband and beads.

Some result from the testwork

The descriptions are divided into two major parts. One concerns the actual methods, *i. e.* how some of the bead types represented in Ribe were constructed ; this is followed by some considerations concerning selected elements as crucibles and furnaces.

The first method to be tested was the pulling out of threads, which I attempted to wind around the bead mandrel. This proved to be impossible and seems more time – and fuel – consuming compared to the method of simply heating a lump of glass until it is almost « dripping » and then make the bead by winding the « drop » around the bead mandrel (fig. 4). Simple monochrome beads were made in this way. Another common and simple shape found in Ribe is the cylindrical bead, monochrome as well as polychrome thread decorated (fig. 3). The shape was created by marvering the hot bead on a flat surface, in this instance polished granite. A typical type of bead from Ribe is the blue melon bead. In the testwork the incisions were made by a knife with a cut edge, which left the

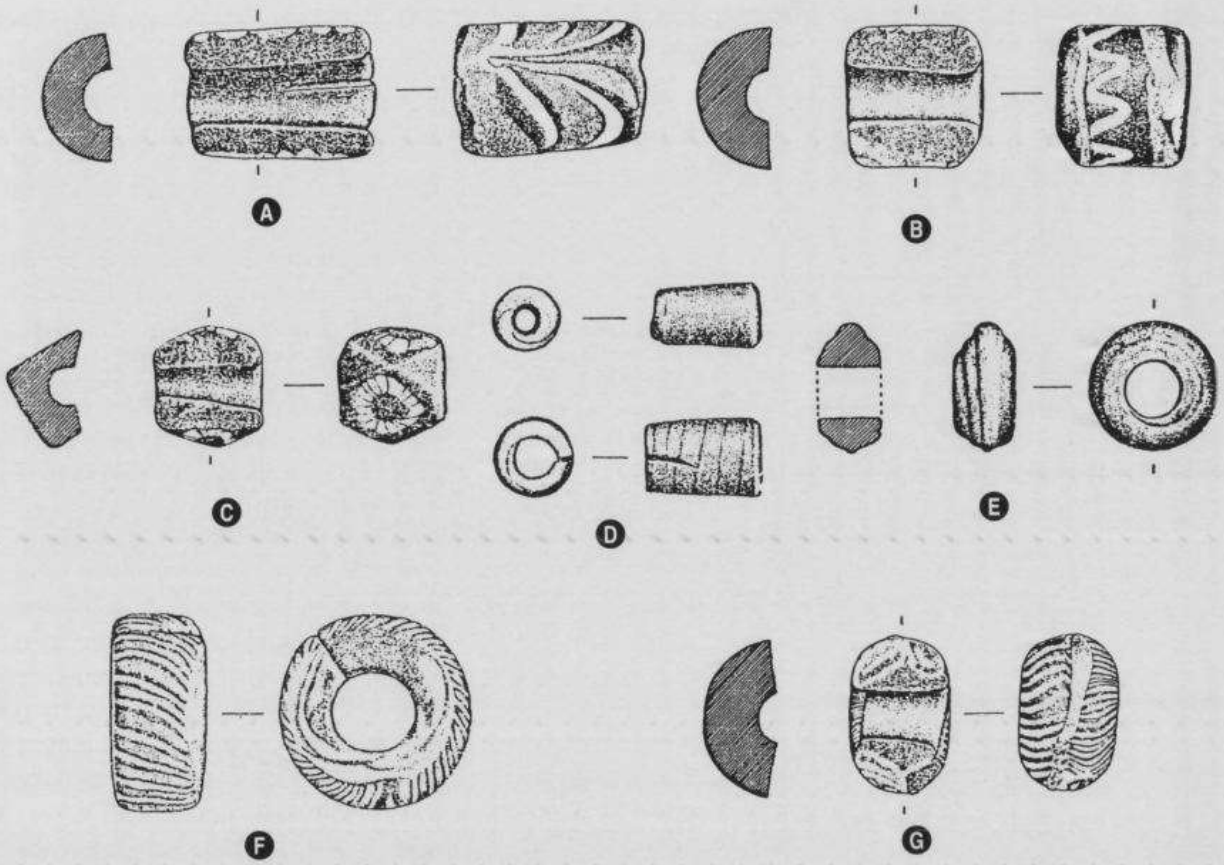


Fig. 3. Beads from Ribe. **A.** Thread-decorated bead with combed pattern. **B.** Thread decorated bead. **C.** Polyhedric bead. **D.** Cylindrical bead. **E.** Annual bead. **F, G.** Reticella beads.

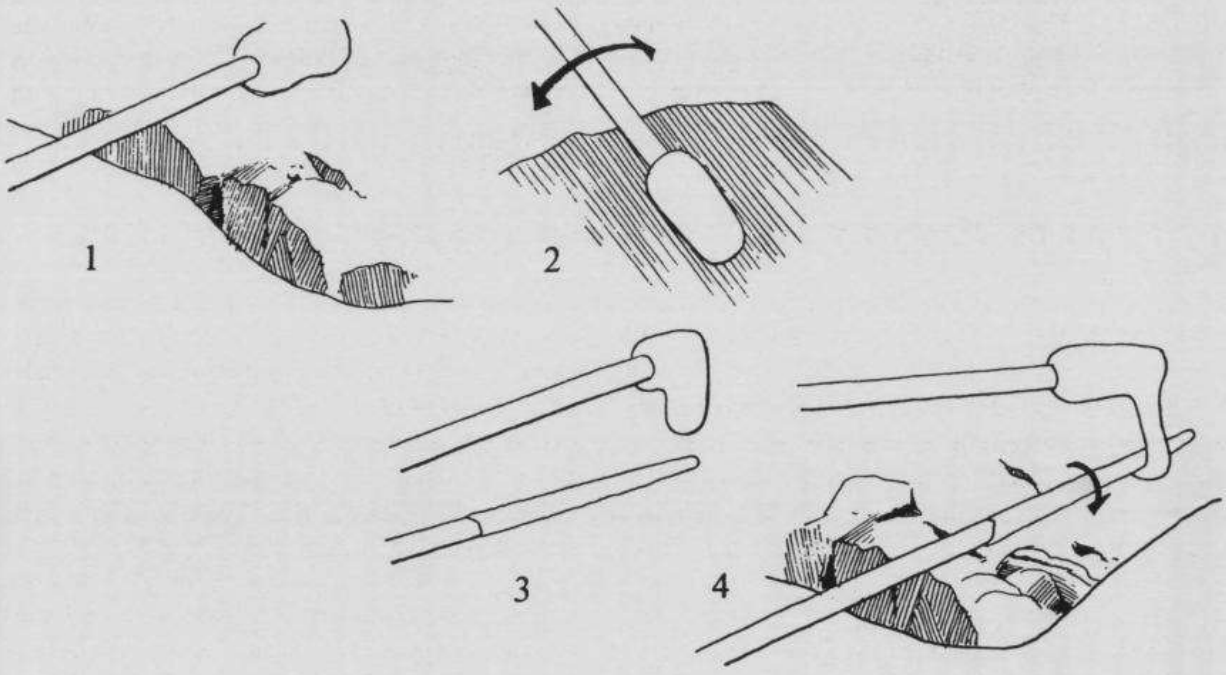


Fig. 4. How to make wound beads : a gather on a pontil is heated until very soft and then wound around the bead-mandrel.

bead globular (fig. 5). If a straight edge was used the bead tended to become cylindrical. The incisions had to be made all « in one go », because reheating would cause deformation. Melon beads from Ribe showing less and less marked incisions suggest similar methods and problems.

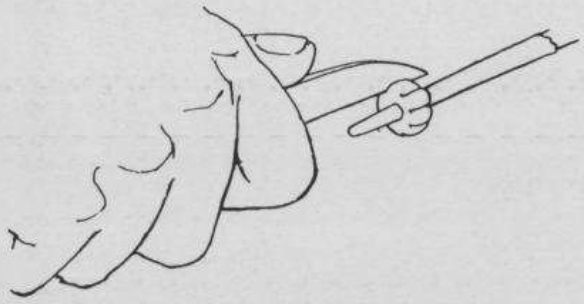


Fig. 5. Incisions on melon beads made with a knife. After shaping the beads were placed to anneal using the annealing tong.

The thread-decorated beads found in Ribe were presumably also made locally, and in the testwork they were made as follows : a thread was pulled from a small gather by using a pair of tweezers (fig. 6). The tweezer mark was broken off and the thread melted onto the bead. A typical waste product from this method was the tweezer marks which have identical parallels in the archaeological material, even the characteristic break caused by the cooling grip of the tweezer (fig. 7). But as I proceeded, more skilled threads could be drawn directly from the gather without using the tweezers. The influence on the waste is obvious, and one can ask whether the archaeological tweezer marks are to be related to this particular bead type. If so, one should expect a colour combination similar to the thread colours, *i. e.* white, red and yellow ; but instead many monochrome tweezer marks from Ribe are blue and green, as are most of the beads.

Evidence for the threadband-decorated beads was not only whole and broken beads, but also loose threadbands in the same colours, *i. e.* white, red and yellow. Several of the loose threadbands were made by melting preheated rods on a small gather of blue glass (fig. 8). The problem so far is to make the bands run in zigzag without turning the blue backside upwards.

The making of reticella beads is indicated from loose threads, all made from a blue core thread and white, red and/or yellow threads. Polychrome tweezer marks in the same colours were also found. From the broken beads it is possible to see how this type was constructed : on a blue bead two reticella threads are wound carefully and almost without any overlapping. Most of the beads have a red thread covering the junction.

Several methods of making the reticella beads have been tested, one of them being marvering pre-heated rods on a blue gather, using the iron pan as a marver. This use of the pan for marvering has also been suggested by archaeologists (Roesdahl, 1980 : 115), but the testwork clearly proved this to be inexpedient, since the rim of the pan hinders the right angle (0°) for marvering. A small oval iron plate has been found in a « pit with

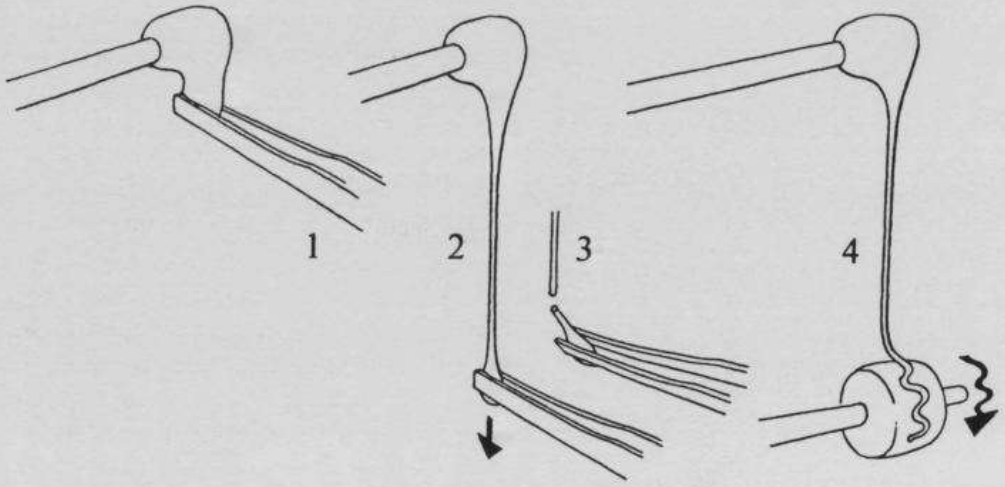


Fig. 6. Thread-decorated beads made by pulling a thread from a gather, nipping off the tweezer mark and trailing on the thread.

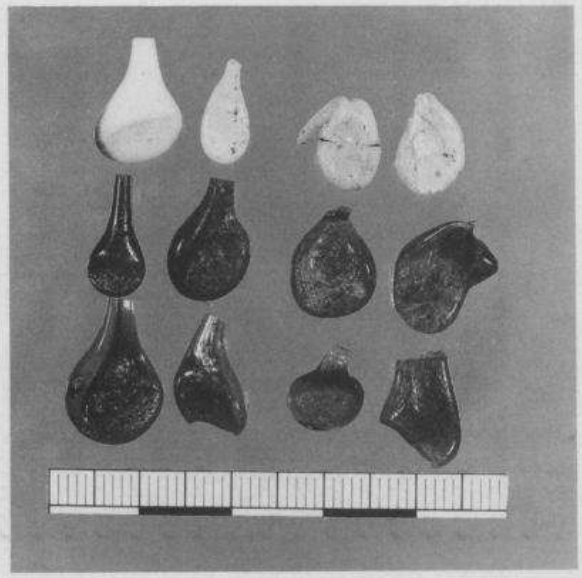


Fig. 7. Tweezer marks from Ribe (right) and from the experiments (left). Notice similar breaks due to the cooling effect from the tweezer (bottom row).

Fig. 8. Threadbands made by melting pre-heated rods of white and red glass on a small gather of blue glass.

glassworking debris » in Armagh, northern Ireland (Youngs, 1989 : 205). Such a plate would be far more acceptable in this connection. Another method tested was to « shear on » the white threads using a pair of scissors. This prevented deformation of the reticella cone, a phenomenon which cannot be avoided when marvering. Using the tweezer to grip and pull out while rolled, the thread was twisted (fig. 9). Having wound the reticella thread around a blue bead the shears were used to cut off the thread and prevent overlap. This looked quite convincing on the finished beads, but so far no archaeological waste showing cutting marks like the replica waste have been found.

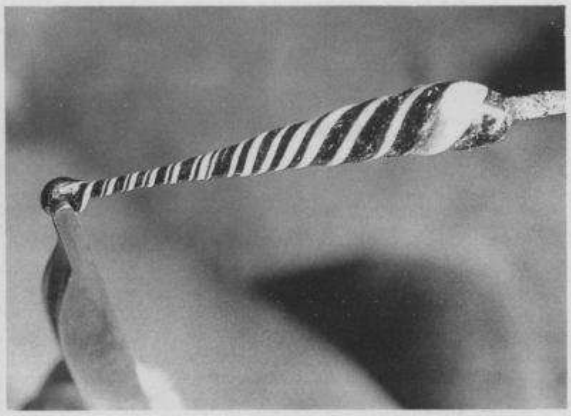


Fig. 9. Twisting of a reticella thread.

Fireplace or furnace ?

Using solid technique like wound bead making is a pre-condition to keep temperatures around 900° C during long periods. The heating source and pyrotechnology play a central role, but are often neglected in the archaeological research. In his article « Glass furnaces through the ages », R. J. Charleston pays only minimal attention to the kind of fireplace or furnace which must have been in use during the first 1 700 years of glass manufacture, and he presumes that « no really high temperatures can have been attained » (1978 : 9). Although the evidence from glass workshops is not numerous, the statement was easily refuted. The fireplaces from Ribe were only to be seen as concentrations measuring 25-30 x 50-60 cm of red-burnt clay, charcoal and glass waste (Näsman 1979 : 125). For the testwork, so far, small open fireplaces of the same dimensions have been used, made from stones in a circle covered with sand-mixed clay and having a pair of bellows or artificial bellows to raise the temperature. Charcoal from hardwood was used as fuel. Temperatures around 1 000° C were easily reached, and keeping the temperature was only a question of fuel and manpower.

One of the practical problems was to avoid charcoal and ash sticking to the molten glass. Even

though such small impurities are to be seen in the Ribe material as well, most of the ancient beads have bright shining surfaces. To move the heating centre to above the charcoal – which would prevent most of the impurities – a higher and more closed construction must be used. So far a piece of wood has been placed on the rim of the fireplace, which also prevented too much loss of heat. Such a high furnace construction has been used in recent times in Nigeria. Here a conical furnace, around 50 cm high, forms the glowing centre for 3-5 persons making beads and rings. One person pulls the bellows, and wood is used for fuel (Dubin, 1987 : 123 ; Gardi, 1974 : 87). Another argument against the low fireplace is the glazing of the bottom, which arouses because the nozzle was placed at the same level. Since glazing was not found on any of the fireplaces in Ribe, one could presume the use of a higher construction there. Future investigation has to concentrate on this subject.

Reconstructions and replicas

The turning of theory into practice creates many questions and problems. The ideal situation is working only with replicas, *i. e.* an identical recreation of an object ; but when the archaeological evidence is poor, one may also include the use of objects reconstructed from direct or indirect traces. When working on glass the dividing line between reconstructions and replicas is roughly to be drawn between the tools and the raw glass. Since evidence for glass bead making tools is also very limited, and glass can be shaped in similar ways using a variety of tools, the actual reconstruction of a tool is not so important, as long as the impressions in both the ancient and recent glass are the same. This applies to both the tweezers and the annealing tong, the first being a replica of a modern tweezer, the latter provided with a wooden handle which proved workable. Far more essential is the composition of the raw glass, which is closely related to the different working conditions according to the major flux. The importance of an actual batch must be underlined.

Unfortunately, the testwork has been carried out using modern glass so far, which of course makes certain reservations concerning the results. Only a limited range of the Ribe glass has been analysed (Henderson and Warren, 1983 ; Gam, 1989), which makes only provisional interpretations possible. Not unexpectedly, there are great differences between the colours ; *e. g.* the content of calcium is low in green, red, yellow and orange coloured glass, and high in white and blue glass. The lead content is only high in yellow and orange glass. Soda must have acted as a flux since the content of sodium ranges between three to ten times the content of potassium. Only in the blue and white glass the proportions are reversed. This is in contrast to modern glass which has a high content of lead, potassium and zinc. Some of the test beads also have a metallic surface not found on the ancient beads, which might be due to the combination of a high lead content and a reducing atmosphere. Estimating the prehistoric working conditions one would expect a rather fast setting glass, leaving only very limited time for manufacture. Although not all the colours used in the testwork have been analysed, the main impression of a far more workable glass seem obvious. Investigations concerning actual working conditions and exact temperatures, which also affect the construction of the furnace, demand the use of replica raw glass. However, for that purpose more analysis of the glass has to be carried out.

The question of crucibles

As mentioned above most archaeologists suppose that crucibles are a necessity for beadmaking, presumably because of the possible crucible fragments found at Helgö, Paviken and as stray finds on Gotland (Nerman, 1951 : 253 ; Biörnstad, 1955 : 937). Also four fragments were found in Ribe, but not in connection with the workshop horizons (Näsman pers. comm.). A great part of the testwork has been devoted to the use of crucibles, and several arguments against their necessity are put forward here. First of all, the demand for fuel and raw glass is high. When melting the glass in a crucible a certain amount will always be left unusable. This seems unwarranted, if one regards glass to be an « expensive » raw material, all of which had to be imported. Furthermore, the high temperature glazes the surface of the crucibles, which makes them very durable and not easy to destroy. One should expect to find a higher amount of fragments

in areas with other material preserved. Additionally, elemental analysis should be carried out in order to establish the composition of the « glass » inside the archaeological crucibles. The only fragment analysed so far is from Ribe, and it is covered with a thin layer of yellow glass with a remarkably high content of tin (16,3 %) and a very low content of silica (26,7 %) (Henderson and Warren, 1983 : 176). Whether this is a glass with a very special composition or whether some exchange mechanism between glass and crucible components has taken place cannot be determined. Such an exchange mechanism seems to be proven on a crucible fragment from London dated to the first or second century (Heyworth, forthcoming). Also the composition of the crucible components should be analysed in order to determine whether local or imported raw material has been used, as shown on some English finds (Freestone and Tite, 1986). Thus, more chemical and physical analyses are needed to prove any definite connection between crucibles and wound glass bead making. However, glass beads can be made without using crucibles. If glass is heated to around 300° C it can be melted directly onto a pontil (a solid iron stick) and shaped into a gather[2]. The actual making of a bead is when some of this hot glass is wound around the bead mandrel. During the experiments small pieces and fragments of raw glass were put on the iron pan. The pan was placed on the rim of the fireplace. In this way a gather could be made using less glass and fuel than demanded for the crucibles (fig. 10).

Fig. 10. How to make a gather : raw glass is preheated on the iron pan and melted directly on the pontil.

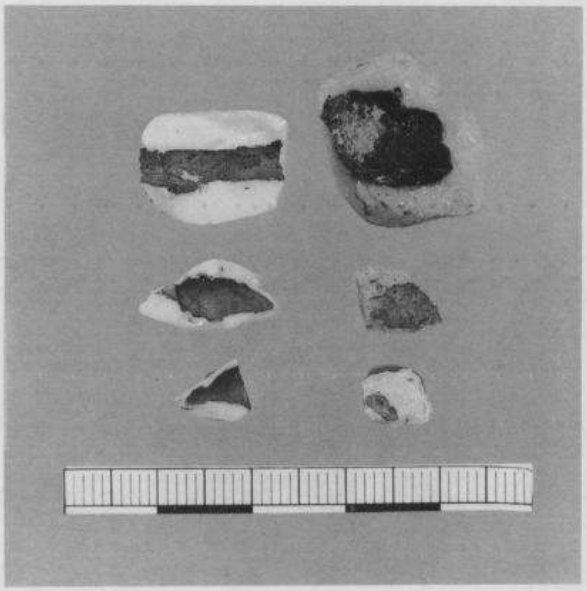


Fig. 11. Pontil-glass, *i. e.* the innermost layer of glass containing scales of iron from the pontil. From the experiments (left) and from Ribe (right).

About pontils and pans

In connection with the use of a pontil, a kind of waste glass was produced, namely the innermost layer of glass, which contained iron scales. Because of the iron left from the pontil, this glass could not be reused. Similar glass waste was found in the Ribe material, the first to be identified (fig. 11).

When using the pontil-gather method, the glass was pre-heated on the small iron pan. The one from Ribe was found standing upright in one of the fireplaces, and from Ireland similar and more sophisticated and decorated pans have been found in connection with glass bead making material (Youngs, 1989 : 207). A function as that described for the testwork is very likely, whereas proposals like marvering or melting pan have proved inexpedient.

(2) This modern term is used for the lump of glass on a pontil or blowing iron which is gathered from the pot or tank furnace.

Present and future prospects

Though far from all questions concerning wound glass bead making have been answered, the experiments have shown that some interesting and unexpected results can derive from an archaeological material when adding technical knowledge and skills. For the bead types tested, especially reticella beads need further examination. Other types of beads from Ribe which have been tested only cursorily are polyedric beads with « eyes » ; beads with a combed pattern and imitated segmented beads. Beads with a plastic thread decoration have not yet been tested, no have mosaic beads. Microscope observations of the first type showed that the three threads are trailed on in one continuous process. Mosaic beads represent an entirely different and perhaps more complicated method of manufacture, but regarding the semi-manufactured articles, the waste and whole and broken mosaic beads, this type was probably also made in Ribe. As the technique presumably includes some kind of mould use, the resemblance to fusing is interesting, because it might demand some other construction of the furnace than required for winding technique. Apart from the actual methods, other subjects are important to elucidate. In some beads remnants of some kind of separator are observed, and one bead has been analysed(3), for which reason different kinds of clay have been tested. A slurry of kaolin was the most successful, but the high content of alumina in this type of clay does not correspond to the analysed separator. In some beads thin iron scales are observed, which might indicate the lack of separator, but more tests are needed.

For annealing two methods were tested. The first was to place the beads in the pan on the rim of the fireplace. At the end of each test session the pan was placed directly in the live coals and left there to cool concurrently with the coals. This proved satisfying, but, to prevent undesirable cooling during the time of production, annealing in warm ash and sand was tested as well. Since more experiments are to be done, no clear conclusions can be drawn yet. Especially the use of replica glass is important in this connection. Regarding the reconstruction of the workshop as a whole, many interesting topics arise. Identification of the archaeological material in order to determine the actual workshop or manufacture waste is very important.

Often, the glass material is interpreted quantitatively – attaching too much importance to the presence of one single type. So when a local production of beads on the island of Bornholm, Denmark, is stated because of two mosaics found in a grave (Jørgensen, 1982 : 93), the basis seems most inadequate. Instead, the glass should be regarded qualitatively, because several types might be recycled. This counts for all monochrome glass such as threads, tweezer marks, and raw glass, whereas polychrome threads, tweezer marks, beads and glass with impurities (iron scales from the pontil or ash from fireplace) cannot be reused. There is no obvious reason to remove the latter group from the workshop area, for which reason their presence might indicate production.

Vitalising the craft illustrated the advantage of more persons being involved on the production. Although it is much a matter of skill and experience, many processes can be carried out more easily if one or two persons participate. This applies to thread (band) decorated beads and reticella beads, especially if shearing is to be used for the latter. Regardless of the size of the manufacturing team, at least one person is needed for pulling the bellows. In this way the testwork is also a basis for discussions concerning social organisation and socio-economic integration. How can we imagine the glass bead making craft carried out in Scandinavia during the late Iron Age and the early Viking Period ? Was it the « lonely wanderer » or was it a team – a family perhaps – working on markets only ? And how is it that the blowing of glass was a widespread craft from the British Isles across the European continent to the Black Sea since the first century AD, but presumably was not introduced in Scandinavia until the Middle Ages ? An obvious topic for future investigation in prehistoric glass technology is a closer examination of blown glass, enlarging the complex of questions concerning glass bead making.

* *Institute of Prehistoric Archaeology, Moesgard, DK-8270, Højbjerg, Danmark.*

(3) The major element was silica, plus minor parts of alumina, and only traces of potassium, calcium and titanium (Gam, 1989).

Bibliography

AMBROSIANI (B.), *et al.*, 1974.– Birka, svarte jordens hamnomrade. Arkeologisk undersökning 1970-1971. *Riksantikvarämbetet Rapport C1*, p. 54 ff.

ARBMAN (H.), 1939.– *Birka. Sveriges äldsta handelstad*. Stockholm.

BIEK (L.), BAYLEY (J.), 1979.– Glass and other vitreous materials. *World Archaeology*, 11, n° 1, p. 1-25.

BIÖRNSTAD (A.), 1955.– Previous investigations of Iron Age building remains on Gotland. *In* : M. Stenberger (Ed.), *Vallhagar 2*, København and Stockholm.

CALLMER (J.), 1982.– Production Site and Market Area. *Meddelanden LUHM*, 1981-1982, p. 135-165.

CALLMER (J.), 1988.– Pragmatic notes on the early beadmaterial in Scandinavia and the Baltic Region ca. AD 600-1000. *Studia nad Etnogeneza Slowian*, t. 1, p. 217-226.

CHARLESTON (R. J.), 1978.– Glassfurnaces through the ages. *Journal of Glass Studies*, 20, p. 9-23.

CUMMINGS (K.), 1980.– *The technique of glass forming*, London.

DEKÓWNA (M.), 1978.– Les verres de Haithabu. *Annales du 7e Congrès de l'Association pour l'Histoire du Verre*, Berlin-Leipzig 15-21 août 1977, Liège, p. 167-188.

DUBIN (L. S.), 1987.– *The history of beads from 30 000 BC to the present*. London.

FRANDSEN (L. B.), JENSEN (S.), 1988a.– Kongen bød. *Skalk*, 1988/4, p. 3-8.

FRANDSEN (L. B.), JENSEN (S.), 1988b.– Pre-Viking and Early Viking Age Ribe. *Journal of Danish Archaeology*, 6, p. 175-189.

FRANDSEN (L. B.), JENSEN (S.), 1988c.– Hvor la Ribe i vikingetiden ? *Kuml*, 1986, p. 21-36.

FRANK (S.), 1982.– *Glass and Archaeology*, London.

FREESTONE (I. C.), TITE (M. S.), 1986.– Refractions in the ancient and the pre-industrial world. *In* : W. D. Kingery (Ed.), *Ceramics and civilisation – Ancient technology to modern science, 3 : High-technology ceramics – past, present and future*, Ohio, p. 35-63.

GAM (T.), 1989.– *Glasperlemageren i yngre jernalder – Eksperimentalarkæologiske analyser af et handværk*. Thesis, The University of Århus, unpublished.

GAM (T.), 1990.– Perlemager af fag. *Skalk*, 1990/1991, p. 12-15.

GAM (T.), (1991a).– Glasperlefremstilling i yngre jernalder og vikingetid. *Eksperimentel Arkæologi*. Studie i kultur og teknologi, Lejre.

GAM (T.), (1991b).– Glasperlefremstilling – Eksperimentalarkæologiske analyser af forhistorisk glasteknologi. *Kontaktstencil*, 34, Umeå, p. 53-68.

GARDI (R.), 1974.– *Unter afrikanischen Handwerkern*. Graz.

HENDERSON (J.), WARREN (S. E.), 1983.– Analysis of prehistoric lead glass. *In* : *Proceedings of the 1989 Archaeological Science Conference*, held at Bradford. Oxford, BAR International Series, p. 168-180.

HEYWORTH (M. P.), Forthcoming.– *Analysis of Roman Glass-Working Evidence from London*. Proceedings of the 1989 Archaeological Science Conference. Held at Bradford.

HOUGEN (E. K.), 1969.– Glasmaterialet fra Kaupang. *Viking*, 33, p. 119-37.

JØRGENSEN (L.) 1982.– To stykker byzantinsk glasmosaik fra Bækkegardsgravpladsen. *Bornholmske Samlinger*, 2, rk. 17, p. 85-94.

KÜCÜKERMAN (Ö.) 1988.– *Glass Beads. Anatolian Glass Bead Making*, Istanbul.

LUNDSTRÖM (A.), 1976.– Beadmaking in Scandinavia in the Early Middle Ages. *Antikvariskt Arkiv*, 61, Stockholm.

LUNDSTRÖM (A.), 1981.– Survey of the glass from Helgö. *In* : A. Lundström, H. Clarks, (Ed.), *Excavations at Helgö VII : Glass – Iron – Clay*, Stockholm, p. 1-38.

LUNDSTRÖM (P.), 1981.– De kommo vida... Vikingars hamn vid Paviken på Gotland. *Statens Sjöhistoriska Museum*, Rapport 15, Stockholm, p. 96-100.

L'VOVA (Z.), 1970.– Glassbeads of the Eighth-Tenth centuries from Starayas Ladoga. Part 2 : Their provenance (eng. sum.). *Archaeologiceskij Sbornik*, 12.

NÄSMAN (U.), 1979.– Die Herstellung von Glasperlen. *In* : M. Bencard, *et al.*, Wikingerzeitliches Handwerk in Ribe. *Acta Archaeologica*, 49, p. 124-133.

ROESDAHL (E.), 1980.– *Danmarks Vikingetid*, Viborg.

STEPPUHN (P.), (in press).– *Die Glassfunde von Haithabu. Berichte über die Ausgrabungen von Haithabu*, Neumünster.

YOUNGS (S.), 1989.– *The Work of Angels - Masterpieces of Celtic Metalwork, 6th-9th centuries AD*, London.

L O U I S - J E A N
avenue d'Embrun, 05003 GAP cedex
Tél. : 92.53.17.00
Dépôt légal : 210 — Mars 1993
Imprimé en France

Photographie de couverture : Meules « en place » sur affleurements de granite, écrasage du mil. Noter les boules de quartz (au fond) qui servent à re-boucharder la roche.
Est du Tchad, Monts du Guéra. Ethnie Dionkor (cliché J. Courtin, décembre 1963)

Traces et fonction : les gestes retrouvés

Traces et fonction : les gestes retrouvés

Actes du colloque international de Liège

8-9-10 décembre 1990

Sous la direction de :

Patricia C. ANDERSON
Sylvie BEYRIES
Marcel OTTE
Hugues PLISSON

Volume 2

Centre de Recherches Archéologiques du CNRS
Études et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège

n° 50

1993

Tous droits réservés

© Service de Préhistoire, Université de Liège
7 place du XX Août, Bât. 1,
B-4000 Liège, Belgique

Dépôt légal D/92/0480/8

Sommaire

Volume 1

1 M. Otte
Avant-Propos

3 L. R. Owen
Materials worked by hunter and gatherer groups of northern North America : implications for use-wear analysis

Acquisition et transformation des matières animales tendres

15 H. Plisson
Le travail des matières animales tendres : de l'outil vers le processus

21 J. J. Shea
Lithic use-wear evidence for hunting in the Levantine Middle Paleolithic

31 A. Broglio, G. Chelidonio, L. Longo
Analyse morphologique et fonctionnelle des pointes à cran de l'Épigravettien ancien

41 D. Nuzhnyi
Projectile weapons and technical progress in the Stone Age

55 P. Morel
Impacts de projectiles sur le gibier : quelques éléments d'une approche expérimentale

59 O. Dutour
Les marqueurs d'activités sur l'os humain fossile. Une tracéologie paléoanthropologique ?

67 S. Grimaldi, C. Lemorini
Retouche spécialisée et/ou chaîne de ravivage ? Les « racloirs » moustériens de la Grotta Breuil (Monte Circeo, Italie)

79 H. Kazaryan
Butchery knives in the Mousterian sites of Armenia

87 L. Hurcombe
The restricted function of Neolithic obsidian tools at grotta Filiestru, Sardinia

97 J. E. González Urquijo, J. J. Ibáñez Estévez
Utilización del instrumental lítico y funcionalidad del asentamiento en el yacimiento de Berniollo (Alava, España)

105 F. Collin, P. Jardón-Giner
Travail de la peau avec des grattoirs emmanchés. Réflexions sur les bases expérimentales et ethnographiques

119 B. HAYDEN
Investigating status with hideworking use-wear : a preliminary assessment

131 S. PHILIBERT
Quelle interprétation fonctionnelle pour les grattoirs ocrés de la Balma Margineda (Andorre) ?

139 N. N. SKAKUN
New implements and specialization of traditional industries in the Eneolithic of Bulgaria

147 I. SIDÉRA
Outillages d'os et de silex à Cuiry-lès-Chaudardes et à Darion, une consécration aux matières animales

Matières dures animales et minérales

161 V. ROUX
Travail des matières dures animales et minérales : réflexions sur la description des gestes techniques

165 A. SCHOUMACKER
Apports de la technologie et de la pétrographie pour la caractérisation des meules

177 F. D'ERRICO
Identification des traces de manipulation, suspension, polissage sur l'art mobilier en os, bois de cervidés, ivoire

189 B. GASSIN avec la collaboration d'Y. GARIDEL
Des outils de silex pour la fabrication de la poterie

205 E. DANIELCZYK
Chipped flints as tools for processing hematite grains. Example from Rydno (central Poland)

211 A. PAWLICK
Horn experimentation in use-wear analysis

225 J. J. IBÁÑEZ ESTÉVEZ, J. E. GONZÁLEZ URQUIJO, R. RUIZ IDARRAGA, E. BERGANZA GOCHI
Huellas de uso en sílex en el yacimiento de Santa Catalina. Consideraciones sobre la manufactura del utillaje óseo y la funcionalidad del asentamiento

235 R. W. YERKES
Methods of manufacturing shell beads at prehistoric Mississippian sites in southeastern North America

243 F. D'ERRICO, P. JARDÓN-GINER, B. SOLER-MAYOR
Critères à base expérimentale pour l'étude des perforations naturelles et intentionnelles sur coquillages

255 Y. TABORIN
Traces de façonnage et d'usage sur les coquillages perforés

269 T. GAM
Glass bead making : some wound bead experiments

VOLUME 2

Le travail du bois

283 S. BEYRIES, B. HAYDEN
L'importance du travail du bois en Préhistoire

287 S. LEWENSTEIN
Experimentation in the formation and variability of lithic use-wear traces on obsidian and chert implements

295 A. C. RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ
Analyse fonctionnelle d'outils lithiques en basalte de l'île de la Palma (îles Canaries) : premiers résultats

303 N. N. SKAKUN
New implements and specialization of traditional industries in the Eneolithic of Bulgaria

309 V. E. Shchelinskij
Outils pour travailler le bois et l'os au Paléolithique inférieur et moyen de la Plaine russe et du Caucase

317 M. D. Meneses Fernández
Reconstrucción técnica, experimentación y estudio comparativo de los « tensadores textiles » de hueso del Neolítico y Calcolítico en Andalucía (España)

Les activités agricoles

327 P. C. Anderson
Interpretation of agricultural activities

331 R. Fullagar
Flaked stone tools and plant food production : a preliminary report on obsidian tools from Talasea, West New Britain, PNG

339 Y. Koda
Wooden farming tools from the South Coast of Peru

361 N. N. Skakun
Agricultural implements in Neolithic and Eneolithic cultures of Bulgaria

369 G. F. Korobkova
La différenciation des outils de moisson d'après les données archéologiques, l'étude des traces et l'expérimentation

Méthodologie

385 R. Grace
New methods in use-wear analysis

389 R. Grace
The use of expert systems in lithic analysis

401 I. Lévi-Sala
Use-wear traces : processes of development and post-depositional alterations

417 K. Hardy
Post-analysis replication of use-wear traces on stone tools from the Mesolithic site of Thatcham (England)

423 K. Aoyoma
Experimental microwear analysis on Maya obsidian tools : case study of the La Entrada Region, Honduras

433 S. Yamada
The formation process of « use-wear polishes »

447 S. Yamada, A. Sawada
The method of description for polished surfaces

459 A. Vila, F. Gallart
Caracterización de los micropulidos de uso : ejemplo de aplicación del análisis de imágenes digitalizadas

467 J. Kaminska, E. Mycielska-Dowgiallo, K. Szymczak
Postdepositional changes on surfaces of flint artifacts as observed under a scanning electron microscope

477 C. Gutiérrez Sáez
L'identification des activités à travers la tracéologie

489 F. d'Errico, P. Jardón-Giner
Quelle fonction pour ces outils ? Éléments pour un débat sur l'avenir de la discipline

Actualité

495 A. Pawlik
A microscope mount for artefact analysis

497 M. Winiarska-Kabacinska
A comparative study of the models of environmental adaptation of the Final Palaeolithic societies of the Polish Lowland

501 M. E. Mansur, A. Vila i Mitja
L'analyse du matériel lithique dans la caractérisation archéologique d'une unité sociale

513 I. CLEMENTE, X. TERRADAS
Matières premières et fonctions : l'exemple de l'outillage lithique des Yamanas (Terre de Feu)

523 I. BOJ, E. CARBONELL, A. OLLÉ, R. SALA, J.-M. VERGÈS
Mise en contraste de l'efficacité d'une chaîne opératoire

529 A. BIETTI
Supervised pattern recognition and experimental archaeology

539 L. KEELEY, M. OTTE
Conclusions

Le travail du bois

Coordinateurs
S. Beyries, B. Hayden

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

L'importance du travail du bois en Préhistoire

Sylvie BEYRIES, Brian HAYDEN***

En Préhistoire, la compréhension des techniques d'exploitation du bois est une des plus difficiles. La conservation du bois nécessite un environnement particulier : milieu complètement aride ou immersion complète et permanente. Ces contextes sont peu fréquents. Le bois et ses dérivés ont dans les sociétés des rôles économiques et symbolique importants. La grande perte d'information causée par son absence pose donc des problèmes d'interprétation des vestiges retrouvés aussi bien que de l'organisation sociale.

Bien que l'on ait peu d'éléments pour en parler, on sait que le travail du bois apparaît très tôt : le « plateau d'écorce », de Kalambo-Fall (Clark, 1969-1974), et, un peu plus récem-ment, les épieux de Lerringen ou la lance de Clacton (Singer *et alii*, 1973) en sont des exemples. Ces vestiges sont bien insuffisants pour permettre d'évaluer la capacité des habitants à exploiter le milieu.

Malheureusement, jusqu'à présent l'étude de l'industrie lithique rattachée à ces périodes n'a pas donné de résultats suffisamment nombreux et précis pour pallier cette carence.

Au Paléolithique moyen, les seuls vestiges de bois européens, proviennent de tourbières allemandes. A Königsaue (Mania, Toeffer, 1973), ce sont des pièces de bois appointées, et à Kerlich des outils emmanchés. Dans les deux cas sont associés à ces découvertes des blocs de résine. A Königsaue ils sont séparés des manches. Ce sont des blocs de résine creusés portant sur la face externe des empreintes de fibre de bois et sur la face interne celles d'outils lithiques. A Kerlich, par contre, les outils sont complets. On a donc dans les deux cas deux phases d'exploitation du bois : les résines et le bois lui-même. Il y a, par conséquent, association des deux étapes d'exploitation du bois pour la fabrication d'un outil.

Les analyses fonctionnelles faites sur cette période ont toutes montré un intense travail du bois : dans certaines séries plus de 65 % de l'outillage. Ce travail est présent sur pratiquement tous les types d'outils, avec une prédominance pour certains types : jusqu'à près de 50 % pour certains types de racloirs et des taux souvent plus élevés pour les perçoirs ou pièces à encoches clactoniennes (quel que soit le type auquel elles sont rattachées). Dans ce dernier type de retouche, le travail du bois peut approcher 100 %. Les traces, pas toujours bien conservées, ne permettent pas une lecture précise du geste.

L'analyse morphotechnique des outils, en montrant de très grandes variabilités, dues notamment aux matières premières, aux différents schémas technologiques employés, aux stades de retouches, doit donner des indications sur les modes d'utilisation possibles de ces outils et indirectement sur les productions recherchées. A cause des problèmes techniques rencontrés pour l'étude de cette période, nous sommes certainement très loin d'imaginer tout le potentiel « bois » exploité à cette époque (fort longue d'ailleurs !).

L'anthracologie pourrait peut-être donner aussi des pistes d'orientation pour l'expérimentation et le choix des bois. On pourrait d'ailleurs s'interroger sur le fait que pour aucune période des objets de bois travaillé carbonisés n'aient été retrouvés dans un foyer. Cela paraît étonnant alors que les recherches dans les foyers montrent des restes de tissus ou paniers.

Pour le Paléolithique supérieur, les vestiges sont très peu nombreux : 100 fragments de hampes de flèches ahrensbourgiennes de Stellmoor (Rust, 1943 ; Bokelmann, 1979), en Allemagne (datées de Böring), et le morceau de corde de Lascaux. L'exploitation du bois semble avoir été pratiquement abandonnée. Cette absence de vestiges en bois s'accompagne de la rareté des traces dues au travail du bois observables sur les industries lithiques. Il serait intéressant de comprendre si la seule raison de cet abandon technique est le recul du couvert végétal dû aux conditions climatiques et quel degré de corrélation existe entre cette quasi-disparition du bois et l'explosion de l'industrie osseuse. Les outils en bois ont-ils été remplacés par des outils en os ? Dans ce cas l'analyse de ceux-ci peut-elle nous donner des éléments pour mieux comprendre la période précédente ?

En outre aux Amériques, de nombreux restes de végétaux ont été découverts dans plusieurs gisements du Monte Verde au Chili, datés de 12000 BP (Dillehay, 1984) des vestiges architecturaux (sous-bassements en troncs et branchages, restes de palissades recouvertes de peaux) ; des outils (gouges, grattoirs emmanchés, sagaies, bâtons à fouir...).

Au Mésolithique, on a une réapparition du bois : ski, pirogue monoxyle (Noyen-sur-Seine) (Mordan, Tabbagh, 1977), vannerie à Shanidar (Solecki, 1963), et au Zagros dans des empreintes de bitume (nattes).

Aux États-Unis, pour la période équivalente, les milieux très arides ont été extrêmement favorables à la conservation d'importantes quantités de bois et d'autres matières végétales : à Fishbone Cave au Nevada, des fragments de vannerie et de nattes faites d'écorce de cèdre datées de 11000 BP (Orr, 1956), des vanneries et des textiles flexibles d'écorce à Danger Cave (Utah), datant de 9-10000 BP (Jenning, 1957), des sandales d'écorce d'armoise à Fort Rock (Oregon), datées de 9000 BP (Cressman, 1977).

Le Néolithique, grâce à une meilleure conservation (dans des milieux arides ou par immersion), nous permet d'entrevoir la gamme incroyable des utilisations du bois et leurs implications dans l'organisation socio-économique des groupes.

Un site comme Nahal Hemar montre des utilisations d'osier et de fibres variées pour la fabrication de paniers compliqués, de bois peint et décoré, gravé pour la fabrication de perles ou autres objets.

En Europe, le matériel mis au jour lors des fouilles lacustres comme Charavines (Bocquet, Houot, 1982) ou Clairveaux (Pétrequin, 1986) indique non seulement une importante exploitation du bois, mais aussi une connaissance des modes d'exploitation de la forêt et des essences qui la constituent :

– écorces : récipients, flotteurs, rouleaux lestés pour la pêche, torches ;

– résines : colle, réparations, gomme à mâcher, goudrons ;

– bois : peigne, épingles, bol, coins à fendre, arcs, manches, pirogue, pieux de maisons, planches...

Il est certain que pour toutes ces productions les bois n'étaient pas les mêmes, n'étaient pas coupés au même moment, n'étaient pas travaillés de manière identique, avec les mêmes outils : pour les torches par exemple, l'écorce de bouleau était fraîche et légèrement chauffée afin de s'enrouler sur elle-même et prendre une forme utile ; pour les paniers, l'écorce devait être récoltée au printemps, lors de la montée de la sève dans les arbres sur pied, puis travaillée dans de l'eau.

La sélection en fonction des qualités techniques des bois était : hêtre, bois très dur, pour les coins à fendre ; érable, frêne, bois tendre à fibres serrées étanche, pour la vaisselle ; if, bois sensible à la flexion, pour les arcs...

Des découvertes équivalentes ont été faites aux

États-Unis : Hogup Cave (Utah) (Aikens, 1970), Lovelock Cave et Humbolt Cave (Nevada).

Travailler des bois différents destinés à des fonctions spécifiques implique non seulement des outils de plus en plus variés mais aussi une diver-sification des techniques. On ne creuse pas un bol comme on appointe un poteau ou on affine un arc.

Le travail du bois n'est pas seulement le reflet d'une bonne connaissance du milieu mais aussi l'image de certains choix culturels : la production de vaisselles en bois plutôt qu'en céramique en est un exemple.

Cette très grande sophistication de l'exploitation du bois, avec l'invention de la roue (donc de l'essieu) au Néolithique moyen et du bateau (donc la navigation sur de longues distances), va participer à des changements profonds de l'organisation non seulement sociale mais surtout économique, voire politique. A partir de ce moment, nous sommes certains que le travail du bois va être présent non seulement dans presque tous les systèmes techniques (production, stockage, consommation) et à toutes les étapes de ces systèmes techniques. Dans une moindre mesure, cela devrait nous permettre de poser des hypothèses pour les périodes précédentes.

Il est donc évident que si l'on prend en compte tous les paramètres décrits, à savoir type d'objet désiré, type de bois utilisé (hêtre, if... plein bois, écorce...) avec leur caractéristiques propres (teneur en eau interespèces, densité, dureté, teneur en silice...), moment de la coupe du bois (bois sec, bois vert), façon dont ce bois est travaillé, morphologie de l'outil utilisé, on aura une extrême variabilité des traces observables sur les outils. On a une complexification des opérations et donc une complexification du savoir-faire. Des expérience très spécialisées vont donc être nécessaires pour comprendre les systèmes utilisés et reproduire les traces laissées par ces travaux.

Même s'il existe dans la littérature des expériences préliminaires qui tentent d'identifier le rôle de chacune des variables entrant en jeu, beaucoup de travail reste encore à faire. Notamment, avant d'expérimenter et d'étudier les outils lithiques, lorsque l'on a la chance que ce soit possible, il reste à étudier de près le matériel archéologique en bois retrouvé afin d'en observer les traces techniques de fabrication.

* *ERA 28 du CRA-CNRS, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France.*
** *Simon Fraser University, Department of archaeoloy, Burnaby, BC V5A 1S6, Canada.*

Bibliographie

AIKENS (C. M), 1970.– *Hogup Cave*, Anthropological Papers, University of Utah, n° 93, Salt Lake City.

ARCHER (D.), BERNICK (K.), 1990.– *Perishable artifacts from Musqueam Northeast site*, Ms. on file with the British Columbia Archaeology Branch : Victoria BC.

BOKELMANN (K.), 1979.– Rentierjäger am Gletscherrand in chleswig-Holstein ? *Offa*, 36, p. 12-22.

BOCQUET (A.), HOUOT (A.), 1982.–La vie au Néolithique à Charavines, un village au bord d'un lac il y a 5 000 ans..., *Les dossiers Histoire et archéologie*, 64.

CLARK (J. D.), 1969-1974.– *Kalambo Falls prehistoric site I/II*, Cambridge.

CRESSMAN (L.), 1977.– *Prehistory of far west*, University of Utah Press : Salt Lake City.

DILLEHAY (T.), 1984.– Monte Verde, Chili : a comment on Lynch. *American Antiquity*, 56, p. 333-341.

JENNING (J.), 1957.– *Danger Cave*, University of Utah Anthropological Papers, n° 27, Salt Lake City.

MANIA (D.), TOEFFER (V.), 1973.–*Königsaue. Gliederung, Ökologie und mittelpaläolitische Funde der letzten Eiszeit*, Berlin.

MORDAN (D.), TABBAGH (C.), 1977.–Habitat néolithique de fond de vallée alluviale à Noyen sur Seine (Seine et marne). *Gallia Préhistoire*, 20/1, p. 229-280.

ORR (P.), 1956.– *Pleistocene man in Fishbone Cave, Pershing County, Nevada*, Nevada State Museum, Department of Archaeology Bulletin, n° 2.

PÉTREQUIN (P.), 1986.– *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs I : Problématique générale, l'exemple de la station III*, Paris, Maison des sciences de l'Homme.

RUST (A.), 1943.– *Die alt-und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor*, Neumüster.

SINGER (R.), WYMER (J.), GLADFELTER (B. G.), WOLFF (R. G.), 1973.–Excavation of the clactonian industry at the Golf Course, Clacton-on-sea, Essex, *Procedings of the Prehist. Soc.*, 39, p. 6-74.

SOLECKI (R. S.), 1963.– Prehistory in Shanidar Valley, Northern Iraq, *Science*, 139, 1551, p. 179-193.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Experimentation in the formation and variability of lithic use-wear traces on obsidian and chert implements

*Suzanne LEWENSTEIN**

Résumé

Nous avons entrepris au Mexique une série d'expériences d'usure en utilisant des éclats de silex noir bélizéen et des segments de lames prismatiques en obsidienne pour amenuiser des bois conditionnés de duretés différentes, et en enregistrant l'évolution des traces d'usage après des laps de temps de 5, 10, 30, 45 et 60 minutes. Ensuite, l'analyse tracéologique a indiqué que pour un usage inférieur à 10 minutes il était impossible de détecter des traces fiables de travail du bois. Après 30 minutes d'utilisation, on a observé un schéma diagnostique. Les essais visant à distinguer les traces dues à du bois dur ou tendre n'ont réussi que dans le sens général où le bois dur a provoqué moins de poli abrasif, mais plus de dommages aux bords. La signification de l'usure lithique fait l'objet de discussions au sein du projet de recherche sur un site maya ancien de Belize.

Abstract

A series of use-wear experiments was undertaken in Mexico, using Belizean chert flakes and prismatic obsidian blade segments to whittle seasoned woods of different hardnesses, and recording the development of use traces after intervals of 5, 10, 30, 45 and 60 minutes of use. Subsequent microwear analysis indicates that with less than 10 minutes' use it is not possible to reliably detect woodworking traces. After 30 minutes' utilization, a diagnostic pattern was observed. Attempts to distinguish traces provoked by hard and soft wood were successful only in a general sense, in that the hardwood provoked less abrasive polish but more edge damage. The significance of lithic use wear is discussed, within the research design for investigating an early Mayan site in Belize.

Introduction

This paper deals with the design and realization of a lithic use-wear experiment which was prompted by questions that arose some years ago during a previous lithic analysis. Extensive archaeological investigations during the 1970s and early 1980s at the Late Preclassic Mayan site of Cerros, on the

Caribbean coast of northern Belize, Central America, posed a number of interesting research questions, some of which I attempted to investigate by way of lithic experimentation and analysis of the chipped stone artifacts recovered at the site (Lewenstein, 1987).

Cerros is an important site for Mayan archaeologists because it yielded evidence of the rapid transformation of a small fishing and farming village to the hierarchical society of the Maya Classic period. We were able to recover these data because the Late Preclassic community at Cerros was never buried by subsequent building episodes, as was generally the case in the Maya area. On the basis of its geographic setting on the coast and near the mouth of a major river leading into the interior of the Peten region, and due to the quantity and variety of imported materials recovered during excavation, it was hypothesized that Cerros was an important trading center (Freidel, 1979). However, it was unclear what goods the site contributed to the regional exchange system in return for its imported stone, shell, ceramics and luxury items. The environmental setting of Cerros posed an interpretive challenge as well. Today this low-lying, seasonally inundated, area of coastal Belize is largely uninhabited, and is considered unhealthy and poorly suited for agriculture. Yet some 2 000 years ago the area supported a thriving populace during several centuries. Evidence for a successful environmental adaptation includes the construction and maintenance of an extensive drainage canal which encircles the site, and the investment in raised agricultural fields (Scarborough, 1983).

Extensive survey and excavations at Cerros, in both ceremonial and residential zones, yielded a vast amount of archaeological materials, including chipped stone tools and debitage of chert and obsidian. Interestingly, there is very little evidence of lithic manufacture at the site. The formal chert tool implements were apparently imported from the specialized workshops at Colha, some thirty kilometers to the south (Shafer and Hester, 1983), and obsidian was imported in the form of prismatic pressure blades, from two sources in the southern Guatemalan highlands. The debitage recovered represents tool maintenance activities and the production of casual tools made from low quality local chalcedonies.

Subsequent to completing fieldwork in Belize, I analyzed the chipped stone materials from a functional perspective, not just to determine how particular pieces had been used, but also to address the major research questions identified at Cerros. For example, How was the society organized in terms of subsistence activities? What non-subsistence items were being produced for trade? And, is there any evidence for specialization in production, one of the diagnostics of a hierarchically-organized society?

The functional analysis consisted of the microscopic inspection of tool and debitage edges, at 100 and 200x, and the comparison of observed use traces with published use-wear studies (Keeley, 1980), but also with experimentally-induced wear traces on more than 100 tool replicas used at Cerros to perform a wide range of subsistence and artesanal tasks (Lewenstein, 1987). The experimental tool use in the field provided useful information on tool use-life, frequency of resharpening and breakage, suitability of specific forms for various tasks, but mainly served as a basis of comparison for the determination of the functions on the archaeological tools.

The functional and contextual analysis of the lithic materials resulted in the identification and spatial distribution of subsistence-related tools, including agriculturally related implements such as axes and hoes, as well as knives used for butchering fish and terrestrial animals. I did not detect any concentrations of functionally related tools or other materials that would imply artesanal or other manufacture of trade goods. The types of lithic use-traces and their relative frequencies among all of the different residential loci at Cerros suggest that each household engaged in its own subsistence, maintenance, and limited scale production activities, to supply its own needs. There was no apparent concentration of tools or use-wear associated with any one residence or area of the site, that is, no evidence of specialized production, either for local consumption or for export. Apparently the occupational specialization that is obvious in the monumental architecture and the public art had not extended to include other productive activities, at least not any that involved the use of stone tools.

The research problem

Not surprisingly in this semitropical forest setting, almost half of the utilized lithic tools indicate

woodworking traces, used for chopping, sawing, scraping, whittling, and perforating (Lewenstein, 1987). What does such a high proportion of wood traces mean ? It does not necessarily imply woodworking as a specialization, given :

– that woodworking traces are perhaps the easiest to identify during lithic analysis, a factor which may bias our sample in favor of woodworking functions ;

– that woodworking use-wear is easy to provoke on lithic tools, especially with use on soft woods ;

– the abundance of common uses for wood, for construction, fences, maintenance, storage, furniture, implements and tool handles, all in common use and many in need of frequent replacement.

The ubiquity of woodworking use-wear on the Cerros lithic implements, the variety of tool forms on which it is observed, and its spatial distribution across the site suggest that woodworking was a common everyday activity at Cerros, and not orientated toward a specialized production of wooden objects. However, the variability in woodworking use-trace intensity and development, as seen on both the experimental and archaeological tools, gave rise to a number of questions and doubts concerning the development and variability of woodworking use-traces :

1. How long does a tool have to be used for a woodworking task before it manifests diagnostic wear ? Is it possible that in the early stages of development woodworking wear is easily confused with use-damage from other contact substances ?

2. Do different types of wood, for example hard and soft woods, leave distinct use-traces, which the analyst might potentially detect ? This is of potential interest, given that both archaeologically and ethnographically the tropical hardwoods, such as cedar, mahogany, zapote, and siricote, are highly prized. They are seasoned as long as 1 year or more, and then reserved almost exclusively for the elaboration of long-lasting items that require skilled workmanship, such as carved lintels on monuments (Coe, Shook, Satterthwaite, 1961), canoes (Tozzer, 1907), sculpture (Coe, 1987), bows (Nations, 1989). Pine and other softwoods are generally used soon after cutting, and for less demanding, non-artesanal tasks, such as house construction and as casual implements useful in a host of daily activities (Barba, Manzanilla, 1987 ; Hayden, 1979 ; Moya Rubio, 1984 ; Villa Rojas, 1985). Thus, the possibility of distinguishing between hard and soft woodworking traces on lithic implements has implications for the detection of artesanal activities.

The 1990 experiments

In an attempt to address these issues, a second stage of lithic experimentation was undertaken during 1990, with the collaboration of anthropology students at the Universidad De Las Americas, in Cholula, Puebla. In a series of experiments we studied the formation of woodworking use-traces provoked by whittling for periods of 5, 10, 30, 45, and 60 minutes. A total of 80 stone tools employed, 40 to whittle seasoned hardwood (cedar), and 40 to whittle seasoned pine. Both cedar and pine are common throughout the lowland Maya area, including northern Belize. To make the experimental whittling knives we used flakes of Colha chert and fragments of prismatic blades of obsidian from El Chayal, Guatemala, that is, the same type of material recovered archaeologically at Cerros and the same raw materials used in my previous tool-using experiments in Belize. The working edge angles of the tools vary between 20 and 47 degrees (mean = 28, s. = 14) for the obsidian blade tools, and between 20 and 75 degrees (mean = 29, s. = 14) for the chert flakes.

Each tool was cleaned and examined microscopically before and after use. Use-traces were observed initially with a low power binocular microscope in order to record microflake scars and edge abrasion, and subsequently with a Nikon Optiphot (metallurgical) microscope, at 100 and 200x, to record the presence and distribution of linear features and abrasive polish along the dorsal and ventral surfaces (Keeley 1980 ; Newcomer, Grace, Unger-Hamilton, 1988).

Results

Question 1 : The rate of formation and development of woodworking use-traces

Five minutes' use for whittling wood provoked very few microflake scars on either the chert or the

obsidian tools, especially on those specimens with the steeper edge angles. Nor did any linear features appear along the utilized margins. Further, it appears that this brief period of use is insufficient to provoke surface abrasion or polish on these materials. Abrasive polish is present on only one of the 16 specimens in the group, an unusually fine-grained Colha chert (fig. 1). It is unlikely that archeological tools of obsidian or of Colha chert would be identifiable as such if they were used as whittling knives for such a short time.

The experimental tool sample used for *ten minutes* showed somewhat more use damage. Isolated microflake scars can be identified on the chert flakes, more on the ventral than on the dorsal surface, but no linear features or striations are present. On the obsidian blades there is little trace of utilization dorsally, but small groupings of scalar microflake scars appear along the ventral edge (fig. 2). It is the basic asymmetrical whittling wear pattern in its incipient form (Lewenstein, 1981). Some of the utilized obsidian edges have lost their sharpness, and some margins look irregular. No other trace is evident on the obsidian sample of 8. On the chert specimens, however, small polished areas can be detected microscopically. In one case, an area of abrasive polish is highly developed, this on a flake of very finely grained chert (fig. 3). On the basis of this small sample of 16 tools, I infer that the identification of woodworking traces on chert tools is unlikely after only 10 minutes' use, unless the lithic raw material is very fine-grained. On obsidian blade tools, I believe that it is possible to tentatively identify the whittling activity after as little as 10 minutes. The establishment of wood, rather than bone or some other substance, as contact material is another matter, although it should be possible to judge the relative hardness of the substance worked.

A sample of 8 obsidian blade tools and 8 chert flakes was used for whittling during a *30 minute* period. The resultant damage on the chert implements was an intensification of the asymmetrical microflake pattern noted above, that is, an almost continuous row of shallow scalar scars on the ventral surface, with a few isolated, and sometimes quite large, flake scars on the tool's opposite or dorsal face. The pattern is similar on the obsidian blades, except that their dorsal margins have become more irregular than observed after 10 minutes' whittling use. An occasional striation, or linear feature, was noted on chert tools, often within an area of abrasive polish. Such polish is observable on the chert pieces in varying degrees. In some cases it occurs on crests or protuberances back from the margin (fig. 4), but it is mainly present in patches or as a band along a utilized chert margin, or alongside a microflake scar.

The sample used to whittle for *45 minutes* shows a more highly developed use-wear pattern. On the chert tools it consists of more microflake scars, mainly along the ventral margin, and more extensive areas of abrasive polish, some of which bear linear features within the polish, oriented perpendicularly to the working edge. The polish is more prominent dorsally, opposite the microflaked ventral margin. On the obsidian sample the whittling traces also appear more prominently. Many of these knives have irregular and dulled margins, and their ventral faces show a continuous line of overlapping scalar scars, generally present in more than one superimposed row.

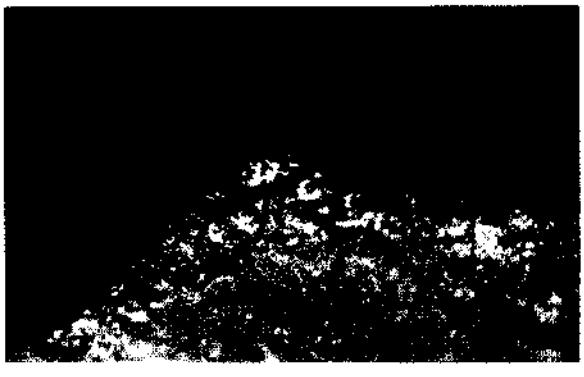


Fig. 1.– Abrasive polish on a fine-textured chert flake used to whittle pine for five minutes. 200x.

Fig. 2.– Isolated microflake scars on ventral surface of obsidian blade used for ten minutes to whittle cedar. 200x.

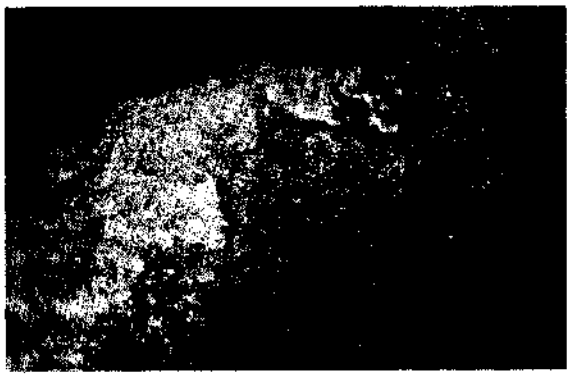


Fig. 3.– Abrasive polish at 200x on a fine textured chert flake used for 10 minutes to whittle cedar. 200 x.

Fig. 4.– Spots of abrasive polish on protuberance of chert tool used for whittling cedar for thirty minutes. 200x.

Fig. 5.– Surface abrasion on chert flake used to whittle pine for sixty minutes. 400x.

Fig. 6.– Band of abrasive polish on chert flake used for whittling pine for sixty minutes. 200x.

Fig. 7.– Continuous band of scalar microflake scars, ventral surface of obsidian blade used for sixty minutes to whittle cedar. 200x.

Sixty minutes' whittling damage provoked the most extensive patches of surface abrasion observed during this experimentation, in particular on the chert flakes used to whittle pine (fig. 5 and 6). Some increase in the frequency of flake scars and linear features was also noted. In the case of the obsidian tools, the basic asymmetrical whittling pattern has stabilized, that is, the tools present irregular margins, dulled or abraded edges, isolated dorsal flake scars of various sizes, and a multitiered row of continuous shallow scars ventrally (fig. 7). The pattern is an intensified

version of the traces described above, after 45 minutes' use.

Evaluation of question 1. On the basis of observations on how experimentallly induced woodworking traces develop over time on the medium-grained Colha cherts, I suggest that, using a variety of functional attributes, the use-wear analyst will be able to identify woodworking knives that have been used for half an hour or more. The distribution of abrasive polish may be more important for identifying chert specimens, but microflake scar morphology and general edge condition will be more useful for distinguishing wood traces on obsidian woodworking implements. I suggest that, for analyzing Belizean cherts for tool function, raw material texture is an important variable to consider, since the very fine-grained materials develop abrasive polish after a few minutes' use, while the less fine textures abrade only after a considerable period of use. Figures 8 and 9 illustrate the intensification of wood whittling edge damage on obsidian blades that occurs between 10 and 60 minutes of utilization.

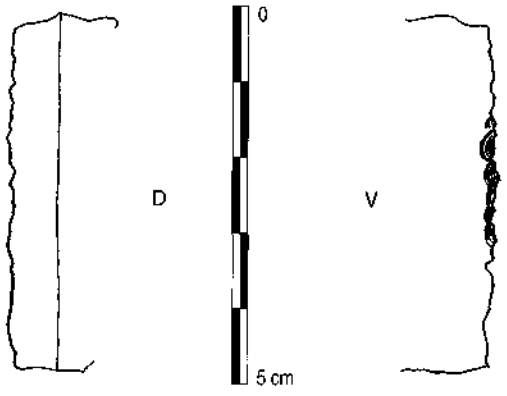


Fig. 8.– Edge damage (dorsal and ventral) on obsidian blade used for ten minutes to whittle cedar.

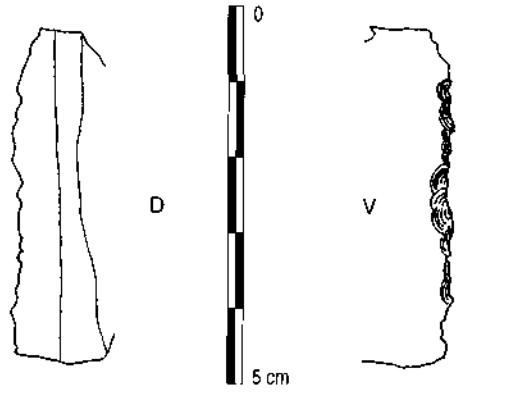


Fig. 9.– Edge damage (dorsal and ventral) on obsidian blade used to whittle pine for sixty minutes.

Question 2. Can one distinguish between use-wear provoked by hard and soft woods ?

Some years ago Hayden and Kamminga (1973) demonstrated experimentally and by ethnographic observation that the development of abrasive polish on chert woodworking tools decreases with wood hardness. This phenomenon can be attributed to the higher density of the hardwoods, which is further intensified when the wood is seasoned. Since a stone tool does not penetrate a hard contact surface to the same extent as a less resistent material, less of the tool margin will suffer surface abrasion from contact with the wood.

Regarding the chert tools in this experiment, I observed a moderate difference in the rate of polish development and intensity between those used on pine and cedar. For a given period of use the chert flakes used on pine show more extensive polish, sometimes forming an abraded band along the margin. The specimens used on cedar may also present abrasive polish, but typically this is restricted to the tool crests or protruding irregularities close to the working edge. This difference is not marked, however, and not as obvious as the differential polish intensity due to variability in lithic raw material texture (compare fig. 6 with fig. 4).

The use-wear provoked on the obsidian blades after working pine and cedar is similar. The principal difference is the rate of destruction of the working edge, which becomes more quickly deformed and dull when used to whittle the harder substance, cedar.

Evaluation of question 2. Overall, these experiments suggest that it would be difficult to distinguish correctly between lithic implements used to work hard versus soft wood. Some differences can be documented, but they are less pronounced than the variability due to other factors, such as raw material texture, or to length of tool use.

Final Comments

The 1991 use-wear experiments indicate that the chert and obsidian artifacts that are identifiable

as woodworking tools have been used for a considerable time, at least 10 minutes for obsidian, and perhaps more for chert. This suggests that the many flakes and prismatic blades that I classified as unutilized for lack of sufficient use-trace evidence (76 % of the chert and 31 % of the obsidian artifacts) may in fact have been utilized casually, that is for a few minutes, to shape a wooden implement or to smooth a tool handle. That probability is intuitively satisfying, given that both the chert and obsidian at Cerros represent imported rather than locally available articles.

The possibility of determining the length of woodworking tool use based on the intensity of use-wear allows the analyst to compare the intensity of utilization of imported and local lithic raw materials. This is of potential use for inferring the accessibility of imported materials in the archaeological record, and for understanding strategies for recycling and otherwise conserving a scarce substance.

Although this series of experiments did not detect reliable diagnostics for distinguishing hard and softwood use-damage, this is a topic of interest to archaeologists analyzing and interpreting the function of stone tools in complex societies. The spatial distribution and concentrations of hard and soft woodworking implements can assist in the detection of areas of casual wood working and also artesanal manufacture of hardwood objects.

Acknowledgements

This research was possible with the support of the Anthropology Department, Universidad de Las Americas-Puebla. The Department of Anthropology, Arizona State University-Tempe, and the Department of Biology, UDLA-P, kindly allowed me to use their microscopes for my analysis. I am especially grateful to my research assistant, Estela Meneses Alvarez, and to my students Claudia Rosas, Gilda Hernandez, Laura Islas, Blanca Maldonado, Tere Marquez, and Fabiola Sanchez, all of whom participated in the whittling experiments, during which a good deal of Mexican blood flowed. The artifact drawings are by Fabiola Sanchez.

* *Universidad de las Americas-Puebla. Apartado Postal 100 Cholula, 72820 Puebla, Mexico.*

Bibliography

BARBA (L.), MANZANILLA (L.), 1987.– Estudios de areas de actividad. *In* : L. Manzilla (Ed.), *Coba. Quintana Roo : Analisis de Dos Unidades Habitacionales Mayas del Horizonte Clasico.* Instituto de Investigaciones Antropologicas, Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico, p. 69-115.

COE (M.), 1987.– *The Maya.* Fourth Edition, Thames and Hudson, London.

COE (W.), SHOOK (E.), SATTERTHWAITE (L.), 1961.– Tikal Report N° 6 : The Carved Wooden Lintels of Tikal. *In* : A. Rew, *et al.*, *Tikal Reports – Numbers 5-10.* University Museum, University of Pennsylvania, Philadelphia, p. 15-111.

FREIDEL (D.), 1979.– Culture Areas and Interaction Spheres: Contrasting Approaches to the Emergence of Civilization in the Maya Lowlands. *American Antiquity*, 44, 1, p. 36-54.

HAYDEN (B.), 1979.– Material Culture in the Mayan Highlands. A Preliminary Study. *In* : J. Michels (Ed.), *Settlement Pattern Excavations at Kaminaljuyu, Guatemala.* The Pennsylvania State University Press, University Park, p. 183-222.

HAYDEN (B.), KAMMINGA (J.), 1973.– Gould, Koster, and Sontz on « Microwear » : A Critical Review. *Newsletter of Lithic Technology II*, 1-2, p. 3-8.

KEELEY (L.), 1980.– *Experimental Determination of Stone Tool Uses.* University of Chicago Press, Chicago.

LEWENSTEIN (S.), 1981.– Mesoamerican Obsidian Blades : An Experimental Approach to Function. *Journal of Field Archaeology*, 8, 2, p. 175-188.

LEWENSTEIN (S.), 1987.– *Stone Tool Use at Cerros : The Ethnoarchaeological and Use-Wear Evidence.* University of Texas Press, Austin.

MOYA RUBIO (V.), 1984.– *La Vivienda Indigena de Mexico y del Mundo.* Segunda Edition, Universidad Nacional Autonoma de Mexico, Mexico D. F.

NATIONS (J.), 1989.– The Lacandon Maya Bow and Arrow. *In* : M. Gaxiola, J. Clark (Ed.), *La Obsidiana en Mesoamerica.* Instituto Nacional de Antropologia e Historia, Mexico, D. F., p. 449-457.

NEWCOMER (M.), GRACE (R.), UNGER-HAMILTON (R.), 1988.– Microwear Methodology : A Reply to Moss, Hurcombe and Bamforth. *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 25-33.

SCARBOROUGH (V.), 1983.– A Preclassic Maya Water System. *American Antiquity*, 48, 4, p. 720-744.

SHAFER (H.), HESTER (T.), 1983.– Ancient Maya Chert Workshops in Northern Belize, Central America. *American Antiquity*, 48, 3, p. 519-543.

TOZZER (A.), 1907.– *A Comparative Study of the Mayas and the Lacandones*. AMS edition, reissued in 1978, New York.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Analyse fonctionnelle d'outils lithiques en basalte de l'île de la Palma (îles Canaries) : premiers résultats

*Amelia C. RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ**

Résumé

Grâce aux données ethnohistoriques et aux bonnes conditions de conservation de certains gisements, l'étude du peuplement préhistorique des îles Canaries est particulièrement intéressante. Dans l'île de La Palma, une grande proportion des industries lithiques est en basalte. Nous présenterons ici quelques exemples de pièces portant des traces d'usure si développées qu'elles peuvent être observées à l'oeil nu. L'analyse morphotechnique et la détermination des types de traces (polis, stries, émoussés, écaillures...) permettent de forger des hypothèses sur le type d'activité et les matières travaillées.

Abstract

Thanks to ethnohistoric data and to the good conditions of preservation in some sites, the study of the prehistoric population of The Canary Islands is specially interesting. In the La Palma Island, the main part of lithic industries is made of basalt. Here we are presenting a few examples of lithic pieces bearing so well-developed use-wear traces that they appear to the naked eye. Morphotechnical analysis and trace type determination (polishes, striae, blunting and edge damage...) enable some hypotheses about the type of tasks and the worked materials.

L'objectif de cette communication est de décrire des outils lithiques de basalte d'origine archéologique qui portent des traces d'utilisation si développées qu'elles peuvent être observées à l'œil nu.

Deux des chercheurs qui ont effectué des analyses expérimentales sur le basalte s'accordent pour affirmer que l'observation de ce type de trace est possible sur les tranchants actifs des diverses pièces analysées : H. Plisson observe « les ébréchures et les émoussés » (1985 : 163-164), et E. Mansur-Franchomme décrit plus concrètement le poli produit par le travail du bois comme « un léger reflet sur le tranchant » (1986 : 119).

Les pièces archéologiques présentées, ici proviennent de deux gisements de l'île de La Palma (îles Canaries), et portent ces deux types de stigmates d'utilisation.

Cette petite île de 700 km² est située au nord-ouest de l'archipel. Son peuplement préhistorique est récent, puisque les dernières datations le situent au début du I^er^ millénaire av. J.-C. Il se prolonge jusqu'à la fin du XV^e^ siècle de notre ère, au moment où l'île est définitivement conquise par les Européens.

L'île a un relief très élevé sur lequel s'étage la végétation depuis les plantes xérophiles de la zone côtière jusqu'aux plantes d'altitude (2 400 m au sommet).

Les aborigènes se sont établis dans un environnement végétal thermophile, parmi les palmiers (*palmacées*), les dragos (*Dracaena drago*, *Agavacées*) et les sabines (*Juniperus phoenicée*, *Caprenacées*). Cependant l'élevage les a amenés à fréquenter tous les autres étages, depuis la forêt de « laurisilva » (famille des *Lauracées*), thermophile et plus humide accompagnée d'espèces reliques du Tertiaire, jusqu'aux forêts de pins et aux légumineuses de haute montagne.

Cette population, d'origine nord-africaine, formait une société relativement évoluée, économiquement et culturellement. Les aborigènes ne connaissant pas la navigation, l'isolement physique par rapport aux autres contextes géographiques et culturels a provoqué une adaptation au milieu. L'absence totale de métal dans l'île a donné un rôle prépondérant à l'industrie lithique.

Les premiers habitants de La Palma, les *Auaritas*, avaient une organisation sociale segmentaire avec de fortes interrelations familiales et des alliances entre les divers territoires ou cantons (Martín-Rodríguez, 1987).

L'analyse de la culture matérielle a montré l'existence d'une évolution diachronique de certains éléments comme la céramique ou l'art rupestre, mais il n'existe pas de différences en relation avec les divisions territoriales.

Grâce aux sources ethnohistoriques, nous connaissons en outre leurs rites et leur cosmogonie, dont les aspects les plus spectaculaires sont les gravures rupestres et les autels de sacrifices.

Leur principale activité de production était l'élevage (mouton, chèvre, cochon), et les recherches en cours ont révélé qu'ils connaissaient aussi l'agriculture (céréales). Cette dernière s'est perdue à une époque non précisée : sa pratique était déjà oubliée dans la mémoire collective à l'arrivée des Européens. La cueillette et le ramassage de coquillages ainsi que la pêche sont également attestés.

Entre tous les éléments de la culture matérielle, la céramique subit l'évolution la plus importante. Les premières formes sont simples, sans décoration, fabriquées dans une pâte de mauvaise qualité et cuites à basse température. Les formes les plus élaborées sont décorées d'impressions et d'incisions, avec des motifs qui évoluent au long de la Préhistoire insulaire. Les pâtes sont de meilleure qualité, et les températures de cuisson mieux contrôlées (Navarro-Mederos, Martín Rodríguez, 1985-1987).

En revanche, l'industrie osseuse garde des formes simples (poinçons et spatules principalement) au cours du temps.

Le peuplement étant relativement récent, et les conditions de conservation exceptionnelles, certains gisements, et notamment les grottes funéraires, ont permis la préservation de nombreux vestiges organiques comme des objets de bois (récipients, armes, tables funéraires...), des fibres végétales (cordes, vanneries...), et du cuir (suaires, sacs).

L'industrie lithique est confectionnée exclusivement sur des matières premières d'origine volcanique : des basaltes de différentes qualités et, en quantité moindre, des roches vitreuses proches de l'obsidienne.

Le basalte exploité peut avoir plusieurs origines : galets de torrent ou de mer, blocs irréguliers prélevés sur les coulées, prismes. Nous avons établi un classement des objets d'après la densité apparente des phénocristaux (olivines, pyroxènes) sur les faces d'éclatement. Les verres volcaniques sont de petits nodules inclus dans les rares coulées acides de l'île.

L'organisation du façonnage ou du débitage (centripète, uni ou bipolaire) est étroitement liée aux formes naturelles de la matière première (centripète dominant sur les galets marins, unipolaire sur les galets de torrent, bipolaire sur les nodules d'obsidienne...) et à sa disponibilité.

Si les chaînes opératoires sur basalte restent les mêmes au cours du temps, on observe un changement très sensible dans l'utilisation qui est faite des formes naturelles de la matière première. En effet, dans les premières phases, l'industrie lithique est composée d'outils sur galets, blocs et éclats.

Puis une part croissante de l'outillage est réalisée sur des prismes, rarement débités, utilisés sans façonnage ou quelquefois retouchés. Ce type de support atteint 50 % du total lors de la phase finale (Rodríguez-Rodríguez, 1990).

Nous présentons ici quatre pièces qui portent les traces les plus spectaculaires, visibles à l'œil nu. Elles sont associées à de nombreux autres objets portant des traces plus discrètes. Elles sont en basalte à grain fin, avec des cristaux relativement abondants qui donnent un aspect irrégulier aux surfaces de fracture. Cet aspect est multiplié dans certains cas par la présence de grandes vacuoles.

Trois d'entre elles proviennent du gisement de « El Tendal » (San Andrés y Sauces) et sont datées d'une époque antérieure à 240 av. J.-C. (Navarro-Mederos, Martín-Rodríguez, Rodríguez-Rodríguez, 1990).

Il s'agit de deux éclats et d'un galet taillé de grandes dimensions. Les deux éclats proviennent d'un débitage centripète. Leur talon est lisse, et ils conservent une plage corticale sur la face supérieure. Leur tranchant actif, situé dans la partie distale, présente un poli bifacial particulièrement bien développé et d'extension considérable sur les deux faces. Dans les deux cas, l'angle du tranchant est simple (c'est-à-dire, avec un angle de 45° environ), et la délinéation rectiligne (Laplace, 1974) (pl. 1 : A, B, C, D). Le poli est accompagné d'un émoussé du fil et d'enlèvements écailleux bifaciaux, scalariformes dans certains cas. Les deux éclats présentent également des résidus indéterminés dans la partie proximale. L'un d'entre eux présente de surcroît un poli sur l'ensemble de la face inférieure.

Le galet est un outil bifacial avec des enlèvements simples et profonds sur la face supérieure et une retouche denticulée semi-abrupte sur la partie distale droite. La face inférieure ne présente qu'un enlèvement plat et très profond ; elle montre aussi des traces d'abrasion ou d'usure sur toute sa surface.

En outre, les deux faces sont piquetées dans la zone centrale, ce qui indique une utilisation probable comme percuteur ou enclume (pl. 1 : E, F).

Le tranchant actif a un angle simple et une délinéation rectiligne à tendance concave et porte un poli identique à celui des éclats.

La dernière pièce, de même module, provient du gisement de « Cuesta de la Pata » (Breña Alta). Il s'agit d'un autre galet taillé bifacialement par enlèvements simples et profonds, à tendance centripète. Son tranchant actif et le poli sont tout à fait comparables aux autres (pl. 1 : G, H).

L'émoussé très accusé et le brillant de la face inférieure paraissent indiquer une action de frottement. Des résidus et des enlèvements sont également visibles sur la partie proximale.

Observées à la loupe binoculaire dans une gamme de grossissements entre 7,5x et 64x, ces traces d'usure présentent les stigmates suivants :

La plupart des écaillures ont des formes semi-circulaires ou trapézoïdales. Elles ont généralement des terminaisons abruptes (« hinge » ou « snap » selon la classification Ho Ho) (Cotterell, 1979). Elles sont disposées en petits groupes, les écaillures les plus grandes en contenant parfois de plus petites. Le basalte est une matière première relativement fragile, et les écaillures sont donc fréquentes sur la majorité des tranchants des pièces (pl. 2 : A, B).

L'émoussé du tranchant est très accusé et apparaît aussi sur les zones affectées par les écaillures.

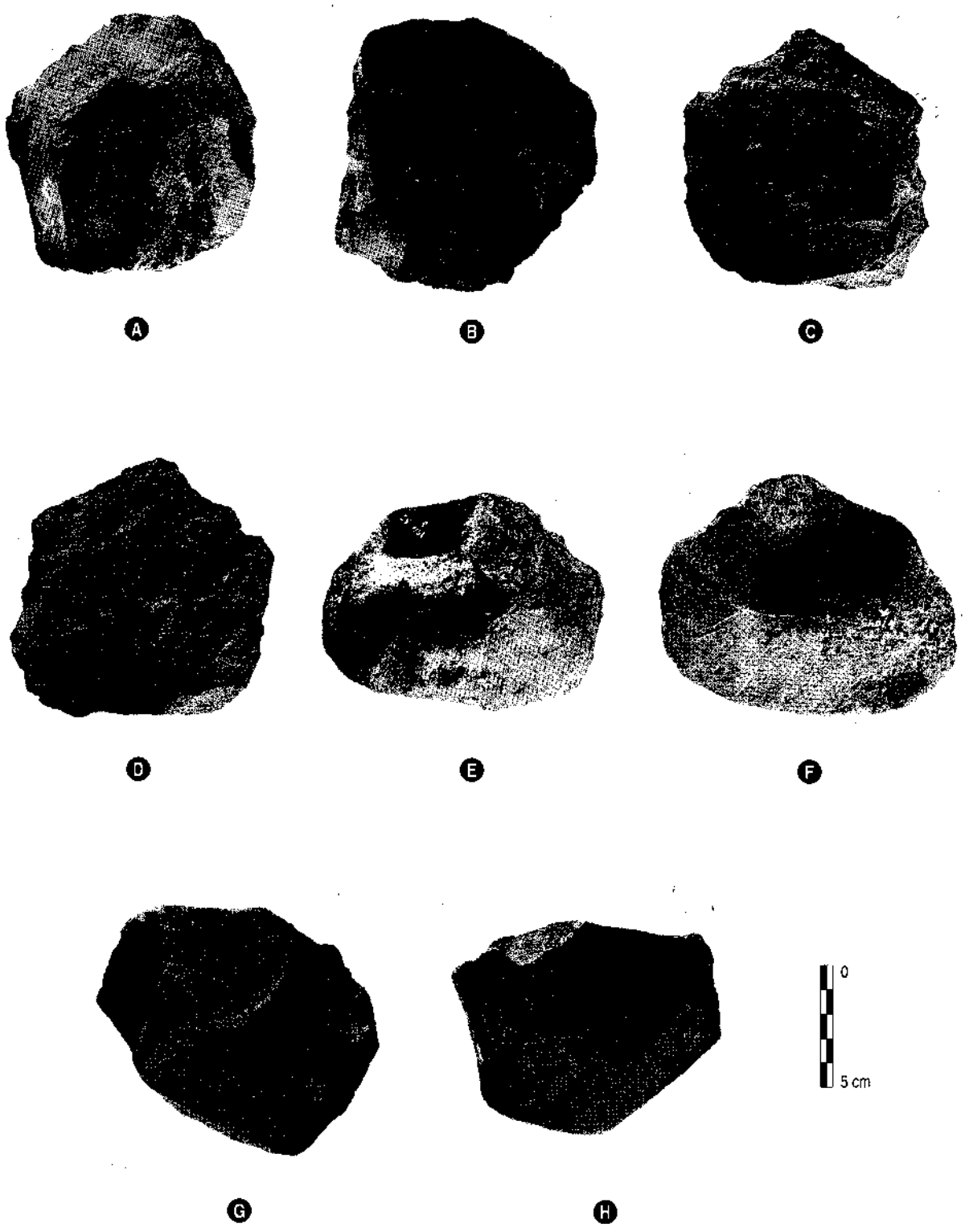
La surface polie est striée. Les stries sont longues, étroites et profondes. Elles forment des groupes de lignes parallèles très serrées. Elles sont orientées perpendiculairement aux tranchants des outils et sont visibles sur les deux faces (pl. 2 : C, D, E, F).

Le poli, également bifacial, est très couvrant. Il occupe en premier lieu les parties les plus en relief de la microtopographie de la pièce, mais, dans les zones où il est plus développé, il envahit les dépressions. Il donne aux surfaces un aspect ondulé et adoucit la rugosité caractéristique du basalte. Ces surfaces ont une réflectivité élevée (pl. 2 : G, H).

La disposition des traces d'usure indique que les pièces ont effectué un mouvement transversal par rapport au tranchant utile. Ce tranchant a pénétré le matériau travaillé.

La présence d'un émoussé sur les faces inférieures de trois d'entre elles suggère un mouvement similaire à celui d'un rabot.

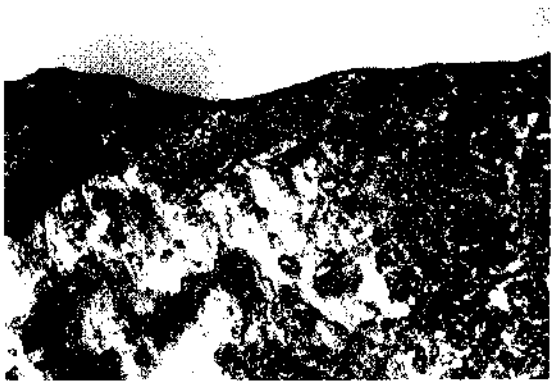
Le matériau travaillé devait avoir un fort taux d'humidité pour produire un poli aussi développé et un émoussé aussi important du tranchant. Mais il devait être suffisamment tendre pour que l'outil pénètre si profondément.



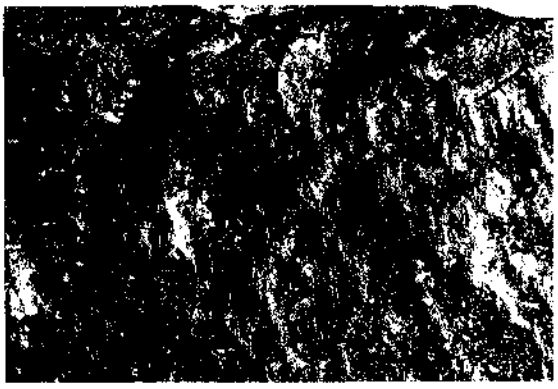
Pl. 1. Deux éclats et deux galets taillés en basalte de l'île de la Palma (gisements de « El Tendal » et « Cuesta de la Pata ») présentant des traces d'usure très développées sur leurs tranchants distaux.

→

Pl. 2. Détails photomicrographiques des zones actives des outils de la planche 1. La distribution des ébréchures et des stries, ainsi que l'aspect brillant, ondulé et couvrant du poli évoquent le raclage d'une matière végétale tendre, fraîche, vraisemblablement fibreuse.

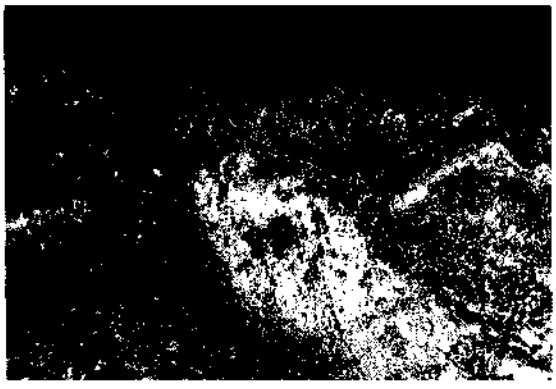


A 15x



B 25x

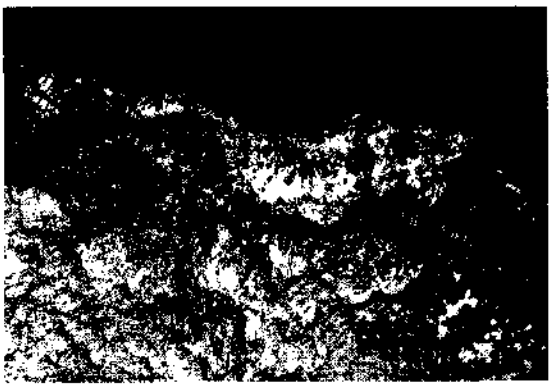
C 30x



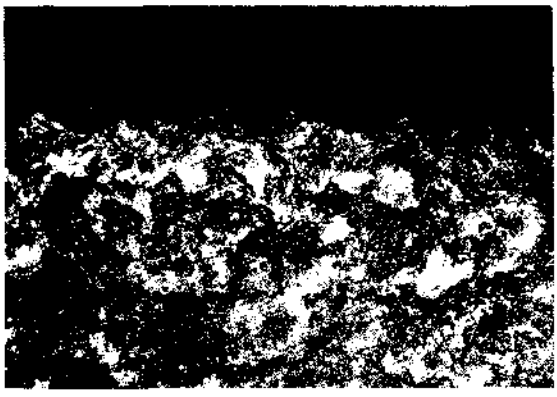
D 15x

E 22x

F 64x



G 50x



H 33x

L'aspect ondulé et couvrant du poli, sa haute réflectivité et la forme des stries suggèrent que les matériaux travaillés sont de nature végétale.

On avance comme hypothèse qu'il s'agit de bois très fibreux, tendres et frais comme le palmier, le drago, le pin, ou bien de fibres végétales dures comme le jonc.

Les donnés ethnohistoriques et archéologiques confirment que les Auaritas ont utilisé ces espèces végétales pour confectionner différents objets. On connaît des récipients en drago, mais les chroniqueurs parlent aussi de boucliers. Il y a également des paniers, des nattes et des cordes en jonc ou en feuille de palmier.

On trouve aussi des tables funéraires en aubier de pin (c'est-à-dire la partie la plus tendre du bois située sous l'écorce) portant les traces très visibles des instruments lithiques qui les ont travaillées. En effet, ces tables portent les empreintes d'un rabot qui a laissé de larges rainures se découpant en marche d'escalier.

Ces traces pourraient correspondre à celles d'outils proches des galets et éclats présentés ici, puisque tous portent un tranchant actif de module très semblable à celui des empreintes laissées par les outils qui ont raboté les tables funéraires.

Les textes contemporains décrivent les *Auaritas* raclant des bâtons de lutte avec des pierres, mais ils ne décrivent pas la morphologie de ces outils lithiques. Les bâtons trouvés dans les gisements sont généralement longs (de 1 à 2 m) de section circulaire ou ovale. Leur diamètre varie de 4 à 8 cm environ : ils peuvent donc avoir été travaillés avec des outils à tranchant large comme ceux qui sont étudiés ici :

« *... estos canarios, que eran muy esforzados, los cuales, aunque no tuviesen armas, usaban varas, que afilaban con piedras, muy agudas (que llaman tabonas y son negras como azabache), con las cuales como dardos traspasan las adargas y escudos...* » *(G. Frutuoso, 1964 : 100)*[1].

Si on tient compte des dimensions et de la morphologie des pièces étudiées, l'hypothèse du travail du bois paraît plus solide que celle du travail des fibres. Seule l'expérimentation en cours pourra résoudre ce dilemme.

* *ERA 28 du CRA-CNRS, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, France.*

Bibliographie

COTTERELL (B.), *et alii*, 1979.– The Ho Ho Classification and Nomenclature Committee Report. *In* : B. Hayden (Ed.), *Lithic Use-wear Analysis*, Academic Press, New York, p. 133-135.

DELARCO-AGUILAR (M. C.), NAVARRO-MEDEROS (J. F.), 1987.– *Los aborígenes*. Historia Popular de Canarias I. Centro de la Cultura Popular Canaria Ed. Santa Cruz de Tenerife.

FRUTUOSO (G.), 1964.– *Las Islas Canarias en (Saudades da Terra)*. Fontes Rerum Canariarum XII. Universita de La Laguna.

GALVAN-SANTOS (B.), RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ (A. C.), FRANCISCO-ORTEGA (M. I.), 1985-1987.– Propuesta metodológica para el estudio de las industrias líticas talladas prehistóricas canarias. *Tabona VI*, p. 9-89.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental determination of stone tools uses. A microwear analysis*. Chicago, The University of Chicago Press

LAPLACE (G.), 1974.– La typologie analytique et structurale : base rationnelle d'étude des industries lithiques et osseuses. *Banques de données archéologiques*, 932, p. 91-143.

MANSUR-FRANCHOMME (M. E.), 1986.– *Microscopie du matériel lithique préhistorique. Traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques*. Cahiers du Quaternaire, 9, Bordeaux, Éd. du CNRS.

MARTIN-RODRÍGUEZ (E), 1987.– *La economía prehistórica de la isla de La Palma. Un enfoque ecológico sobre la explotación del territorio*. Resumen de Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.

NAVARRO-MÉDEROS (J. F.), MARTIN-RODRÍGUEZ (E.), 1985-1987.– La Prehistoria de la isla de La Palma (Canarias). Una propuesta para su interpretación. *Tabona VI*, p. 147-184.

NAVARRO-MEDEROS (J.F.), MARTIN-RODRÍGUEZ (E.), RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ (A. C.), 1990.– La primera etapa del programa de excavaciones en Cuevas de

(1) « ...ces Canariens étaient très vaillants : bien qu'ils n'eussent pas d'armes, ils utilisaient des bâtons, qu'ils affilaient avec des pierres très aiguës (qu'ils appelaient tabonas, et qui sont noires comme jais) qui, comme des dards, traversaient des targes et des boucliers... ».

San Juan y su aportación a la diacronía en la prehistoria de La Palma. *Investigaciones Arqueológicas en Canarias II.* p. 187-201.

ODELL (G. H.), 1980.– Butchering with stone tools : some experimental results. *Lithic Technology*, IX, 2, p. 39-48.

PLISSON (H.), 1982.– Une analyse fonctionnelle des outillages basaltiques *Studia Praehistorica Belgica*, 2, p. 241-244.

PLISSON (H.), 1985.– *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures : recherche méthodologique et archéologique.* Thèse de doctorat. Université de Paris I.

RICHARDS (T. H.), 1988.– *Microwear patterns on experimental basalt tools.* Oxford, BAR International Series, 460.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ (A.) 1990.– *La industria lítica de la isla de La Palma. Cuevas de San Juan : un modelo de referencia.* Tesis doctoral, Universidad de La Laguna.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ (A.), FRANCISCO-ORTEGA (M. I.), (sous presse).– *Dos programas experimentales para el estudio de las industrias líticas de Canarias. In* : Taband VII.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

New implements and specialization of traditional industries in the Eneolithic of Bulgaria

Part 2 : Woodworking tools

*Natalia N. SKAKUN**

Résumé

A l'Énéolithique (Chalcolithique) bulgare, la fabrication de grandes lames standardisées fournit de nouveaux supports à différents types d'outils, dont les racloirs, les rabots et les forets à travailler le bois. Nous décrivons ici les microtraces d'usure que portent les parties actives de ces instruments dont nous reconstituons le fonctionnement en prenant pour références des exemples ethnographiques. Nous pensons que les forets ont été utilisés avec un mécanisme animé au moyen de disques en argile que l'on trouve également sur le site. Il y a probablement une spécialisation plus grande des outils à travailler le bois à l'Énéolithique qu'au Néolithique, et le travail du bois s'est sans doute effectué plus systématiquement et à plus grande échelle dans le cadre des transformations économiques qui ont caractérisé l'Énéolithique bulgare.

Abstract

In the Eneolithic (Chalcolithic) of Bulgaria, a new blade blank provides inserts for various tools, including woodworking scrapers, planes and drills. Microwear traces on inserts for these kinds of tools are described, and their use is reconstructed, citing ethnographic parallels. The wood drills are thought to have been used in a device driven by clay disks, also found in the site. The author feels there is greater specialization of woodworking tools in the Eneolithic than in the Neolithic, and that woodworking was carried out more systematically and on a larger scale as part of the economic transformations characterising the Bulgarian Eneolithic.

(*Note* : see general introduction in Skakun's article in the chapter on use of animal materials, which refers also to woodworking tools).

Special large blades provided blanks for inserts of woodworking tools as well as skin-working tools, discussed previously. The woodworking

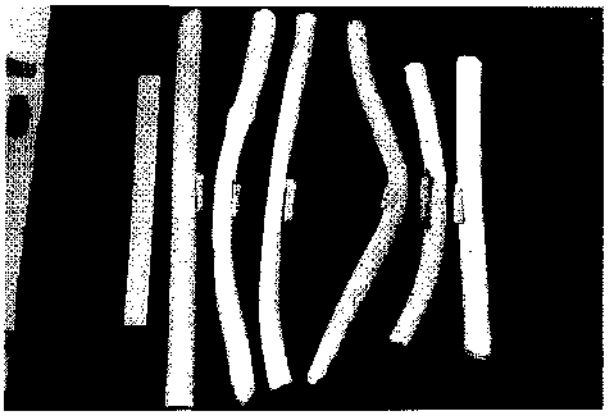


Fig. 1. Reconstruction of scraper-adze and plane knife-adze from wood.

tools include shaving-knives, planing knives-adzes and rod-shaped drills. These new implements for the wood-working industry were identified using use-wear analysis. Adzes were used in this industry along with longstanding tool types such as planing knives. These tool inserts were made from the middle parts of blades (3-4 x 2-3 cm), and show irregular utilization retouch along their lateral edges. Macro- and micro-use-wear is visible all along the working edge, whose extremities are rounded from use. These traces are typical of inserts of tools with handles used with both hands. The implements for wood-planing are called planes, and those for wood-scraping, scrapers (fig. 1).

Wood-planing implements have characteristic macro-use-wear in the form of one or two rows of large and small contiguous damage scars along the edge. Lustre also forms on these tools as a result of use. It is distributed along the edge in a broken line and as small spots on those parts of the ventral surface which were in close contact with the wood surface being worked. The striations, showing long strokes oriented perpendicularly to the working edge or somewhat at an angle, are found in the same area (fig. 2).

The macro-use-wear of inserts for wood-scraping is entirely different from the above type (fig. 3) and consists of vertical, multi-stage spalling whose facets often overlap in two and sometimes three rows, with the smaller damage located along the very edge. The cutting edge is somewhat concave in shape, and uneven in profile. Striations in the form of short lines across the edge are preserved only in isolated areas where edge damage has not occurred. Rare tiny facets are visible on the other edge face, which slides along the worked surface.

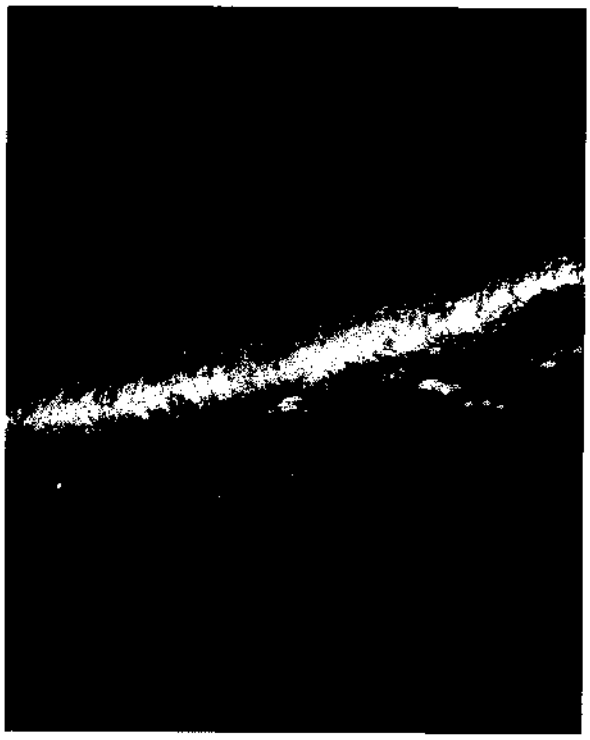


Fig. 2. Microphoto of plane knife-adze (x100).

Fig. 3. Microphoto of scraper-adze (x100).

During use, wood-working tools for planing and scraping were held with two hands : while planing, the cutting edge was inclined towards the wood surface, and the tool was moved away from the worker ; while scraping, the working part was held vertically, and the tool was moved in the same direction. The objects worked with adzes were either fixed against the ground or fastened to a trestle for stability. Tools with the insert in the central part of a straight or curved handle were tried experimentally. As expected, straight-handled tools were more convenient for working flat surfaces, and the curved-handled ones more practical for working convex surfaces (fig. 4 : A-C).

The experiments showed the high efficiency of these wood-working tools. They can be used to work much larger surfaces in shorter periods of time and with a higher quality of work than ordinary scrapers and planes. These tools were used in our experiments for removing the bark of large logs, for planing planks, for making articles of complex form, etc. The ethnographic record shows a type of wood-working implement analagous to those found in archeological excavations. This is a two-handled metal tool- « rukan », which is still in use in Bulgarian villages.

Rare speciments of inserts for wood-working tools whose working parts show a combination of striations from two uses, planing and scraping, are also found. The small number of these dual-function tools can be explained by the fact that the rapid, very typical and different macrodeformation resulting from planing and scraping excludes the possibility of working with the same insert alternately for these two operations : flat edge damage produced by planing makes the working edge not thicker but rather sharper, and planing requires a thin working-edge with a low edge-angle. On the contrary, scraping produces intensive vertical spalling, increasing the angle of the working edge. Thus, planing with a tool already used for scraping is difficult, and quite often absolutely impossible.

Rod-shaped drills serving as the working part of a mechanical drilling device were discovered in the Eneolithic materials of Bulgaria (fig. 5). These drills were made out of the very dense, unbreakable parts of blades that were adjacent to their central dorsal ridge. Their dimensions are standard : 2-2.5 cm in length. The lateral sides of their points are abraded symmetrically, and so intensively that

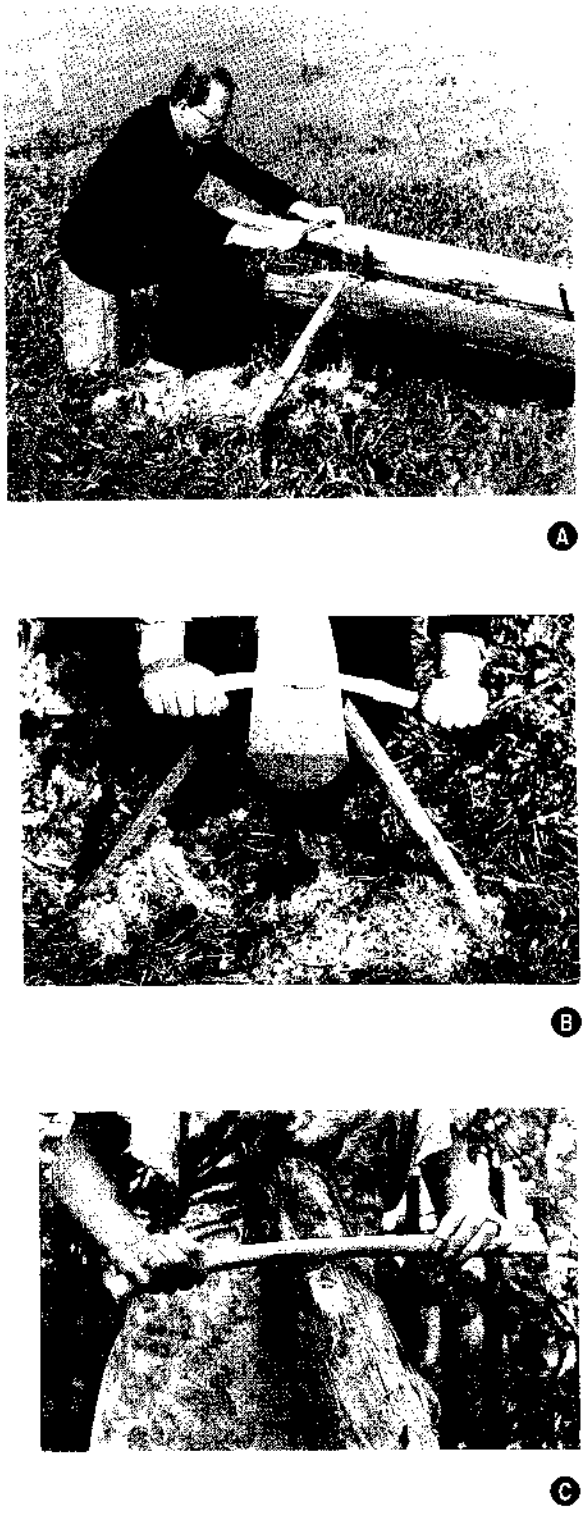


Fig. 4. A. Work in wood by adzes. **B.** Work in wood by scraper-adze. **C.** Work in wood by knife-adze.

the retouch facet scars along the working edge are smoothed. And the very tip of the tool is so extremely worn that it has lost its sharp point and

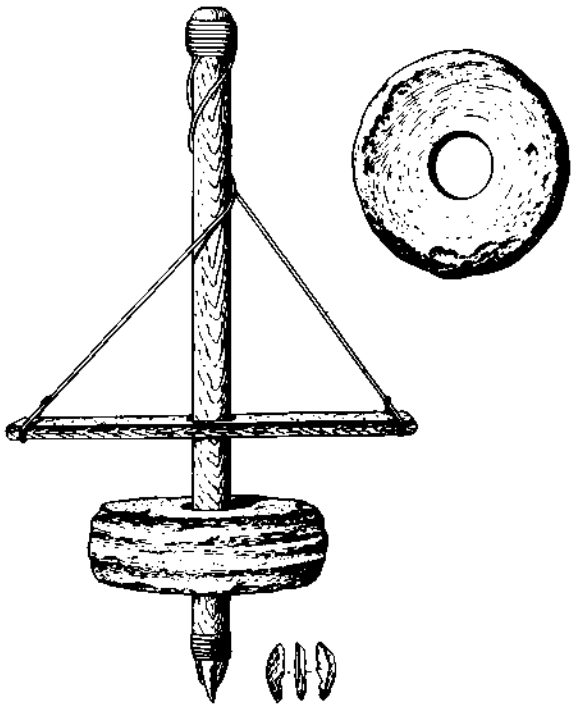


Fig. 5. The drill-device.

Fig. 6. Experiment with the drill-device.

become convex in outline and rounded in section. Luster and striations, oriented in a circular pattern, are visible on the lateral sides and on the tips of the implements. Besides drills, clay disks were found in the Eneolithic settlements. These disks are 15-18 cm in diameter, about 3,5 cm in thickness, and the central hole measures about 2.5 cm (Todorova, 1975). Traces of hand-moulding are visible on the lateral sides of these disks. No traces of friction induced by tying or other means of suspension are present on the parts located around the holes. The presence of such traces would be evidence of use of these disks as weights for looms or for fishing nets. On the contrary, traces of friction and real circular striations are visible in these holes. These facts lead us to suppose that these disks were the flywheels of a mechanical drilling device, and their suitability for such an operation was tested experimentally (fig. 6). The tests showed that such disks were suitable in size and weight for drilling devices with the Eneolithic-type drill as a working tip, and a board 2 cm thick was drilled in less than 1 min.

Eneolithic adzes and mechanical drills considerably enlarged the set of wood-working implements and increased the gamut of possible ways wood could be worked.

Conclusion of Parts 1 and 2

Thus these new, previously unknown implements were made from typologically uniform objects, unretouched fragments of middle parts of blades, and through use-wear analysis were shown to be inserts of scrapers (for skin, see Skakun's article in chapter on working of animal materials) ; inserts for planes and scrapers (for wood), inserts for a kind of leather-working frame, or for drills used in a mechanical device. All these tools arose from a new type of blank, large blades, which allowed the creation of new implements. It is interesting to note that tools used for the same purpose show clearly-marked morphological standardization, within a certain range of variation. That is to say, the blanks' size and shape were determined for implements of one or another function in particular. For example, the majority of inserts are made from the perfectly regular middle parts of blades, but other parts of the blades seldom were used for this. Furthermore, very

heterogeneous inserts can be divided into groups on the basis of similar morphological attributes which use-wear analysis showed correspond to the same use. The inserts for adzes and wood-shavers were fragments of 3-4.5 cm in length and 2.5-3 cm in width, and those for sickles, fragments of 3.5-3 cm in length and 2.5-3 cm in width. As stated above, particular forms and clearly defined morphological groups are present for endscrapers, rod-shaped drills and other types of implements such as borers and burins. Such a high level of standardization allowed for greater functional specialization of tools, and this is visually apparent for implements used for skin-working, leather-working and wood-working. Endscrapers were used for the initial stages of working and dressing of the areas of skins which were difficult to reach, and scraper-shavers for working of large areas and shammy-dressing, but the last working stages were carried out using the leather-working frame (see description in article, in chapter on working of animal materials).

As concerns wood-working, scrapers and planing-knives were still used for some operations, whereas adzes were more efficient for others.

All the preceding observations give reason to believe that in the Eneolithic the complexity and demands of the technology of leather- and wood-working served to bring about specialization in these industries. This process reflects important changes in the Eneolithic economy, in particular the fact that many traditional activities grew from being domestic crafts to major components of large-scale, specialized craft operations. It is probable that these qualitative changes in the economy served as the basis for the prosperity of Eneolithic civilizations.

* *Academy of Sciences or Russia, Dvortzoyava nab. 18. St Petersbourg, Russia.*

Bibliography

SKAKUN (N. N.), 1987.– Opit rekonstruktsii khosyaystva drevnesemle-deltchskikh obtshestv epohi eneolita Pritchernomerskogo rayona Bolgarii (V svete eksperimentalno-trasologitcheskikh dannikn). Leningrad.

SKAKUN (N. N.), 1989.– Kremneobrabativayutshee proisvodstvo v epohy paleometall v Bolgarii. *In : III seminar Petroarcheology*. Plovdiv.

SKAKUN (N. N.), SEMENOV (V. A.), 1990.– Etnographski nablyudeniya verkhu blgarskogo celo v Odeska oblst na SSSR. *Vekovat*, n° 3, Sofia.

KELTERBORN (P.), 1980. Kur Frage des Livre de beurre. *Takr buch der Schweizeruschen Gellschaft für Ur-und Frühgeschichte*, 65.

TODOROVA (H.) a.o, 1975.– Selitshnota mogila pri Golyamo-Deltshivo. *Raskopki i proutchvaniya*. V. Sofia.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Outils pour travailler le bois et l'os au Paléolithique inférieur et moyen de la Plaine russe et du Caucase

*V. E. SHCHELINSKIJ**

Résumé

Un bilan des études menées sur la fonction des outillages du Paléolithique inférieur et moyen est proposé à partir des résultats publiés et des travaux de l'auteur sur les industries de la Plaine russe et du Caucase. Des axes de recherche sont envisagés, et des hypothèses sont émises sur les différents modes d'organisation sociale dans les régions étudiées.

Abstract

An evaluation of the studies concerning the function of tools in the lower and middle Paleolithic is proposed on the basis of the results published and of the author's works about industries in the Russian Plain and the Caucasus. Lines of research are considered, and hypotheses are raised as to the different modes of social organisation in the regions under study.

On peut affirmer sans hésitation que la tracéologie archéologique actuelle dispose d'une méthodologie assez bien élaborée pour la recherche et l'identification fonctionnelle des traces d'usure sur les premiers outils. Cela vaut autant pour les écoles de tracéologie occidentales que pour celle qui a été fondée en Union soviétique à l'Institut d'archéologie de Leningrad, de l'Académie des sciences d'URSS. S. A. Semenov en fut à l'origine, et il a eu une grande influence sur l'évolution des recherches tracéologiques dans l'archéologie d'Europe occidentale et des États-Unis (Semenov, 1964). A l'heure actuelle, il est hors de doute qu'entre ces écoles soviétiques et occidentales il y a beaucoup de choses en commun, même si elles ont évolué dans une certaine indépendance jusqu'à une époque relativement récente.

Un haut niveau méthodologique et la constitution d'une vaste banque d'informations fonctionnelles et diagnostiques fiables sur les traces d'usure des premiers outils ont permis d'élargir le cadre chronologique des recherches tracéologiques. Il est devenu possible d'étudier la fonction des objets du Paléolithique moyen et inférieur. A cet

égard, les recherches novatrices de L. H. Keeley (Keeley, 1977, 1980 ; Keeley, Toht, 1981), de P. Anderson (Anderson, 1980 ; Anderson-Gerfaud, 1981, 1991), de S. Beyries (Beyries, 1987 ; Beyries, Roche, 1982) et d'autres archéologues sont très importantes. Nous-mêmes avons acquis une certaine expérience dans le domaine de la tracéologie des outils anciens (Shchelinskij, 1974, 1975, 1977, 1981a, 1981b, 1983).

Actuellement, en ce qui concerne le problème complexe de l'étude des fonctions productives des outils provenant des gisements du Paléolithique moyen et inférieur, les problèmes d'actualité sont les suivants :

1. Systématisation des traces d'usure relatives aux travaux de matières différentes et à des opérations cinématiques distinctes. Il s'agit de l'étude de traces souvent altérées en raison de la grande ancienneté des outils. Ici, les recherches de la tracéologie expérimentale ont, à notre avis, une importance décisive, car elles sont appelées à montrer quels caractères, dans quelles combinaisons, sont suffisants pour identifier avec précision les usures fragmentaires sur les outils paléolithiques.

2. Détermination des principaux types d'outils et catégories techno-typologiques du Paléolithique inférieur et moyen. Il est important d'élucider non seulement la dynamique d'utilisation, mais aussi la destination fonctionnelle des outils, c'est-à-dire les fonctions pour lesquelles ils étaient fabriqués. On sait bien, en effet, que les outils n'étaient pas toujours employés selon leur destination. Cela renvoie à la polyfonctionnalité et à la spécialisation des outils du Paléolithique.

3. Mise en évidence, dans les inventaires des sites, d'assemblages d'outils liés à certaines formes d'activité et à certaines branches de production, en particulier la chasse, la boucherie, le travail du bois, de l'os et des peaux ; caractérisation de ces formes d'activités et de ces branches de production.

4. Reconstitution, à partir des données tracéologiques et archéologiques conjointes, des activités économiques et productives dans des sites définis, des différentes formes culturelles du Paléolithique inférieur et moyen.

5. Suivi des différences fonctionnelles (socio-productives) entre les sites du Paléolithique inférieur et moyen.

Compte tenu de ces problèmes, nous n'examinerons, et ce brièvement, que les outils lithiques servant à travailler le bois, qui proviennent d'une série de sites du Paléolithique inférieur et moyen d'URSS. Sont concernés des gisements situés au sud de la Plaine russe et dans le Caucase.

Il faut d'abord parler du diagnostic des traces d'usure portées par les outils à travailler le bois. Pour reconnaître ces traces, nous prenons en compte une grande variété de caractères macroscopiques et microscopiques et nous donnons une grande importance aux particularités spécifiques que présente le poli du tranchant actif de ces outils. Néanmoins, même en utilisant cette méthode précise d'analyse tracéologique, nous devons constater qu'il est très souvent impossible de déterminer, sur les outils du Paléolithique inférieur et moyen provenant des sites que nous étudions, des différences nettes entre les traces d'usure dues au travail du bois et celles qui sont dues au travail de l'os. Cela s'explique essentiellement par deux phénomènes. Primo, des difficultés surgissent pour l'identification des traces d'usure altérées. Secundo, on peut envisager que les outils aient travaillé certaines espèces de bois durs dont la densité ligneuse était proche de la densité de l'os. C'est pour ces raisons qu'à ce stade de nos recherches sur les ensembles archéologiques du Paléolithique inférieur et moyen nous ne séparons pas les outils ayant travaillé le bois et l'os.

Regardons comment se présentaient les outils à bois (et os) sur des sites concrets. Commençons par les stations moustériennes de la plaine du sud de la Russie.

Station de Soukhia Metchetka (basse Volga, Russie) : moustérien à bifaces. Sur ce site ont été mis au jour environ 4 000 objets lithiques (Zamiatnine, 1961). Nous avons étudié environ 200 pièces choisies arbitrairement et découvert 42 outils portant de nettes traces d'usure. Les outils à travailler le bois (ou l'os) sont uniques : deux en tout. Les autres instruments usés de ce site ont servi à la découpe de viande (66,7 %) et au travail des peaux (28,6 %).

Les deux outils notés comme ayant servi à travailler le bois (ou l'os) ont la forme de simples racloirs. A partir des caractères cinématiques, ils sont déterminés comme étant des grattoirs. L'absence d'os travaillé dans le gisement laisse penser qu'il s'agissait d'outils à bois.

La nette prédominance, dans le matériel de cette station, d'outils à traiter les matières carnées (viande et peau) conduit à penser qu'il s'agissait

denticulé (Nioradze, 1982). Nous avons réussi à étudier tout le matériel archéologique de la couche moustérienne supérieure (IIIa). La collection comporte 735 objets lithiques différents. Toutefois, ils n'étaient pas, de loin, tous bien conservés. Les traces d'usure n'ont été établies que sur 104 objets.

Comme l'a montré l'analyse, presque la moitié des outils usés (58, soit 55,8 %) ont servi au travail du bois (ou de l'os). Parmi eux : 1 pointe, 1 pointe asymétrique, 3 racloirs diagonaux, 10 racloirs simples, 8 pièces à crête, 1 grattoir (au sens morphologique), 14 éclats et lames retouchés, 2 éclats levallois, 9 lames et 9 éclats. Les outils sont essentiellement unifonctionnels et ont servi de couteaux (17), de grattoirs (34), de couteaux-grattoirs (2) et de forets (4).

A côté d'un grand nombre d'outils à bois (il n'a pas été trouvé d'os portant des traces de travail), la station contient également un assez grand nombre d'outils pour le raclage et le perçage des peaux ainsi que pour le découpage de la viande (tabl. 3), ce qui est tout à fait caractéristique d'un camp de base de chasseurs moustériens.

Notons, enfin, des outils intéressants provenant d'une autre station, la *grotte de Monach*, située dans le Caucase septentrional (Russie). Son industrie est du moustérien typique. Si l'on considère l'abondance des vestiges de taille et le grand nombre d'outils façonnés, on peut penser que cette station fut occupée sur une longue période (Lioubine, 1977).

De toute cette vaste collection d'objets nous n'avons pu étudier que 131 pièces. Des traces d'usure ont été trouvées sur 33 d'entre elles. L'intéressant est que plus de la moitié de ces outils (25, soit 75,5 %) ont acquis leur usure en travaillant du bois (ou de l'os) : 5 outils sont des pointes asymétriques, 10 des racloirs simples, 7 des éclats retouchés et 3 des éclats.

Parmi les outils, on trouve aussi bien des instruments unifonctionnels que des instruments combinés. Les premiers sont un peu plus nombreux (15). Ces outils à bois sont représentés par deux catégories fonctionnelles principales : les couteaux (10) et les grattoirs (15).

On a donc principalement à faire dans le Caucase, contrairement à la Plaine russe, pendant le Paléolithique moyen et inférieur, à des camps de base en grotte de longue durée. A côté de la découpe et de la consommation de viande, du traitement et de la confection des peaux animales, une très grande place y était prise par le travail du bois, qui consistait manifestement à fabriquer l'équipement de chasse, ainsi que les autres instruments de travail et les objets à usage domestique. Il faut souligner que les outils à bois ne se distinguaient pratiquement pas, sur le plan technotypologique, des outils servant à d'autres formes d'activités (par exemple, le travail des peaux ou la boucherie), bien que leur composition typologique n'ait pas été identique dans les diverses stations. Cela témoigne avant tout, à notre avis, du rôle important de la tradition dans les méthodes de fabrication des outils et du caractère non spécialisé de l'activité de production des hommes du Paléolithique moyen et inférieur, qui reposait sur le travail individuel.

Fonctions des outils / Catégories techno-typologiques des outils	Couteaux pour la viande	Grattoirs pour la peau	Perçoirs	Couteaux pour le bois (os)	Grattoirs pour le bois (os)	Perforateurs pour le bois (os)	Retoucheur	Pointe de lance, couteau pour la viande	Couteaux pour la viande, grattoirs pour la peau	Couteau pour la viande, grattoir pour le bois	Couteaux pour le bois (os), grattoirs pour le bois (os)	Nombre d'outils avec des traces d'usage
Pointes	2					1		1				4
Pointes assymétriques	4	1	3	1					1			10
Racloirs diagonaux				2	1							3
Racloir transversal									1			1
Racoirs simples	6	1		1	5	2					2	17
Outils à encoches				2	6							8
Couteau type Kostienki	1											1
Grattoirs		1			1							2
Perçoir			1									1
Pièce écaillée		1										1
Éclats et lames retouchées	3	2	1	1	12		1			1		21
Éclats Levallois	5			2								7
Lames	3	2	1	7	2							15
Éclats	1	3		1	7	1						13
Total	25	11	6	17	34	4	1	1	2	1	2	104

Tabl. 3. Outils de la couche IIIa de la grotte Sakajia.

Traduction Jacqueline Gaudey, CRA-CNRS.
Révision : Colette du Gardin.

* *Academy of Sciences of Russia, Dvortzovaya nab. 18, St Petersbourg, Russia.*

Fonctions des outils / Catégories techno-typologiques des outils	Pointes de lance	Couteaux pour la viande	Grattoirs pour la peau	Perçoirs	Couteaux pour le bois (os)	Grattoirs pour le bois (os)	Perforateurs pour le bois (os)	Couteaux pour le bois (os), grattoirs pour le bois (os)	Pointe de la lance, couteau pour le bois (os)	Pointe de lance, couteau pour la viande et le bois (os)	Couteaux pour la viande, pour le bois (os)	Couteaux pour la viande, grattoirs pour la peau	Couteau pour la viande et pour le bois (os), grattoir pour la peau	Couteaux pour la viande, grattoirs pour le bois (os)	Perçoir, couteau pour le bois (os)	Grattoir pour le peau, couteau pour la peau (os)	Couteaux pour les plantes (roseaux ?)	Nombre d'outils avec des traces d'usage
Pointes	5	9		1					1	1	2							19
Pointes assymétriques		31		20		2	4	2			6				1			66
Racloirs doubles		3			1	2		2			1			2				11
Racloirs diagonaux		2	2															4
Racloir transversal		1																1
Racoirs simples		13	3	1	5		3	1			1	1	1					29
Denticulés		1	1		1	2												5
Outils à encoches						3												3
Couteaux type Kostienki		1														1		2
Éclats Levallois retourchés		2						1										4
Lames retouchées		4	3	1	2	2											1	13
Éclats retouchés		2	4	2	1	4					1							14
Lames à crête retouchés		1			2							1						3
Grattoirs			1			2												3
Burin		1																1
Fragments d'outils		4	5		7	1												17
Pointes Levallois		12	1	5	3						4							25
Éclats Levallois		7	1		6			1										15
Lames		5	12		6	2		1									2	28
Éclats		13	2	6	2	9					1							33
Lames à crête		1	1		1	1												4
Nucléus			1															1
Total	5	113	37	36	37	30	7	8	1	1	16	2	1	2	1	1	3	301

Tabl. 2. Outils de la couche II de la grotte Taglar.

bois (ou l'os) y forment un groupe assez éloquent de 105 individus représentant 34,9 % de toutes les pièces usées (tabl. 2). Ces outils ont l'aspect techno-typologique suivant : 4 sont des pointes, 15 des pointes asymétriques, 8 des racloirs doubles, 11 des racloirs simples, 3 des denticulés, 3 des pièces à coche, 1 est un couteau de type Kostienki, 1 un éclat levallois retouché, 4 sont des lames retouchées, 6 des éclats retouchés, 2 des lames à crête avec retouche, 2 des grattoirs (au sens morphologique), 8 des fragments d'outils divers, 7 des pointes levallois, 7 des éclats levallois, 9 des lames, 12 des éclats simples et 2 des lames à crête.

La majorité d'entre eux (82 ex.) sont des outils unifonctionnels pour le travail du bois (ou de l'os), que nous avons déterminés du point de vue fonctionnel comme étant des couteaux (37), des grattoirs (30), des forets (7) et des couteaux-grattoirs (8). Il est intéressant que parmi les outils à travailler le bois (ou l'os) il y ait beaucoup de couteaux et de grattoirs. Les outils combinés utilisés sur d'autres matières ont servi à des opérations variées.

On voit que le travail du bois, et peut-être de l'os (bien qu'aucun os façonné n'ait été trouvé), fut dans cette station non seulement intensif, mais encore diversifié. Le site, comme on peut le conclure à partir de nombreux faits, notamment tracéologiques, fut aussi, apparemment, un camp de base de longue durée.

Grotte de Sakajia. Cette grotte est située en Colchide (Géorgie) et se rattache au moustérien

Fonctions des outils / Catégories techno-typologiques des outils	Outils pour hacher et couper la viande	Couteaux pour la viande	Grattoirs pour la peau	Perçoirs	Outils pour hacher le bois (os)	Outils pour fendre le bois (os)	Outils pour hacher et fendre le bois (os)	Outil pour hacher et couper le bois (os)	Couteaux pour le bois (os)	Grattoirs pour le bois (os)	Perforateurs pour le bois (os)	Percuteurs	Outils pour hacher et couper la viande, fendre le bois (os)	Outil pour hacher et couper la viande, gratter la peau et percuteur	Outil pour hacher et couper la viande, hacher le bois (os), gratter la peau et percuteur	Couteaux pour la viande, grattoirs pour la peau	Couteau pour la viande, perçoir	Couteaux pour la viande et pour le bois (os)	Couteau pour la viande, pour le bois (os), grattoir pour le bois (os)	Couteau pour la viande, pour le bois (os), grattoir pour la peau	Grattoir pour la peau, retouchoir	Perçoir, grattoir pour la peau	Outil pour hacher le bois (os), percuteur	Outil pour hacher et fendre le bois (os), percuteur	Outil pour hacher le bois (os), couteau pour la viande	Couteaux pour le bois (os), grattoirs pour le bois (os)	Nombre d'outils avec des traces d'usage
Choppers					3		2								1								1	1			8
Choppings			1			2							1	1													5
Polyèdre													1														1
Bifaces	1	1														1											3
Bifaces à dos	1	3				1																					5
Pointe bifaciale											1																1
Limace bifaciale											1																1
Pièce cunéiforme faciale						1																					1
Pièce écaillée bifaciale					1																						1
Outil denticulé bifacial																											1
Pointe		1														1											1
Pointes assymétriques		2	1	1													1	3							1		9
Racloirs doubles									2																		2
Racloirs diagonaux		1	1	1						1																	4
Racloirs transervaux		1	1	1												1		1				1				2	7
Racloirs simples		3							4									2	1							3	14
Outils denticulés		3	5																	1						1	10
Outils à encoches																										2	2
Grattoir																					1						1
Perçoirs				2																							2
Éclats et lames retouchés		3	7	1					5	1								1									18
Éclats et lames		10	1	3				1		4						1											21
Galets (intact et débris)			1		1							7						1								1	10
	2	28	18	9	5	4	2	1	11	6	2	7	2	1	1	4	1	8	1	1	1	1	1	1	1	9	128

Tabl. 1. Outils de la couche V acheuléenne de la grotte Azykh.

isolés d'os travaillé ont été trouvés dans la couche d'occupation du gisement. Si l'on en tient compte, il est hors de doute que des outils furent utilisés, sur le site, et pour le bois et pour l'os.

Couplées aux résultats des autres recherches, les données tracéologiques de l'ensemble lithique de la couche dite acheuléenne de la grotte d'Azykh, notamment pour les outils variés servant au travail du bois et de l'os, permettent de conclure qu'au moment de la formation de cette couche était dressé dans la grotte un camp de base de chasseurs acheuléens pratiquant des activités à buts multiples et spécialisés.

A côté de la grotte d'Azykh se trouve celle de *Taglar*, avec six couches culturelles se rattachant au moustérien typique (Gafarov, 1983). Nous avons étudié tous les objets lithiques de la couche moustérienne supérieure (II), qui représentent un peu plus de 1 000 pièces.

A partir des traces d'usure ont été découverts 301 outils, dont 195 façonnés, et 106 sous forme d'éclats et de lames bruts. Les outils à travailler le

peut-être d'un camp, relativement provisoire, de chasseurs moustériens.

Station de Nosovo I (mer d'Azov, Russie) : variante orientale du moustérien de tradition acheuléenne. La collection d'objets lithiques de ce site s'élève à environ 500 pièces, quoiqu'il n'y ait en tout que 54 spécimens intéressants à analyser. Les autres pièces sont des éclats grossiers, des esquilles, des fragments et des nodules de silex (Praslov, 1972).

Des traces d'usure exploitables ont été découvertes sur 32 objets. Toutefois, les outils à travailler le bois (ou l'os) y sont peu nombreux : il n'y en a que trois. La majorité des outils usés (65,5 %) est constituée de pièces ayant servi au travail des peaux. Les outils à bois (ou os) sont de simples racloirs concaves (2 outils) et un éclat levallois. Ils ont travaillé comme des grattoirs.

La petite collection lithique de la station (l'os ne s'est pas conservé) et la vaste utilisation qui y a été faite d'instruments à travailler les peaux indiquent que l'on a très probablement à faire aux vestiges d'un camp provisoire et spécialisé de chasseurs moustériens qui effectuaient le prétraitement intensif des dépouilles. La faible quantité d'outils à bois dans l'inventaire de cette station est donc tout à fait compréhensible.

Station de Ketrosy (Dniestr moyen, Moldova) : moustérien typique. La collection d'objets lithiques dépasse 4 000 pièces (Anisioutkine, 1981). Pour l'étude tracéologique ont été sélectionnées 164 pièces, qui étaient à première vue bien conservées. Néanmoins, des traces nettes d'usure n'ont été découvertes que sur 64 d'entre elles : 37 outils façonnés et 27 lames et éclats bruts de débitage.

La sélection analysée a révélé 11 outils ayant travaillé le bois (ou l'os), soit 17,2 % de tous les outils avec traces. Notons également que les outils à découper la viande représentent 67,2 % de la série, et les outils à travailler les peaux 15,6 %. Parmi les outils à bois (ou os), 4 sont de simples racloirs, 1 est un racloir transversal, 1 est un racloir double, 2 sont des outils à coches, 1 est un éclat de type raclette, et 2 sont des éclats bruts.

Ces outils sont unifonctionnels, et, à en juger par leur forme, ils ont été fabriqués pour des fonctions précises. Dix d'entre eux (une forte majorité) ont fonctionné comme des grattoirs ; un seul a servi en couteau. Ainsi, la composition de l'outillage montre nettement que le travail du bois (ou de l'os) était assez uniforme sur ce site : l'opération essentielle était le raclage. Comme il n'y a pas d'os façonné parmi les vestiges de faune, on peut penser que c'est bien du bois qui a été travaillé. Les particularités propres à ces outils à bois sont caractéristiques des camps de chasseurs de courte durée.

Ainsi, à partir de l'étude tracéologique du matériel archéologique de trois stations, on peut conclure de façon préliminaire qu'il existait à l'époque moustérienne, au sud de la Plaine russe, des camps de chasseurs relativement provisoires. Sur ces lieux d'habitat, le travail du bois (ou de l'os) n'était pas important et s'effectuait avec un petit nombre d'outils plutôt simples.

C'est un autre tableau qui se présente dans le Paléolithique moyen et inférieur du Caucase. Examinons les outils à travailler le bois (ou l'os) de quelques grottes de cette région.

Les outils qui proviennent de la *couche acheuléenne (couche Y) de la grotte d'Azykh*, en Azerbaïdjan (Gouseinov, 1985) sont particulièrement intéressants. Nous avons étudié tous les objets lithiques de cette couche, au nombre de 280. De nettes traces d'usure ont été déterminées sur 128 outils. Parmi ceux-ci, 56 ont servi à travailler le bois (ou l'os), soit 43,7 % de tous les outils usés (tabl. 1).

Huit outils sont des galets aménagés, 2 des galets taillés, 1 est un polyèdre, 1 un biface à dos, 1 une pointe biface, 1 une limace biface, 1 un outil biface cunéiforme, 1 un outil biface burinant, 2 sont des racloirs doubles, 1 est un racloir diagonal, 3 sont des racloirs transversaux, 10 des racloirs simples, 2 des denticulés, 2 des outils à encoches, 7 des éclats et lames retouchés, 6 des éclats et lames bruts, 2 des fragments de galets.

Il est important de noter que ces outils étaient pour une part unifonctionnels et pour une autre part combinés. Environ la moitié d'entre eux furent utilisés aussi bien pour le travail du bois (ou de l'os) que pour d'autres matières. Parmi les outils unifonctionnels, on distingue plusieurs catégories : outils pour abattre et tailler (5), outils pour fendre (4), outils pour abattre et fendre (2), outils pour abattre et trancher (1), couteaux (11), grattoirs (6) et forets (2). Notre attention et attirée par le nombre important d'outils d'abattage, de taille et de fendage, ainsi que par celui des couteaux et des grattoirs. Les outils combinés ne sont pas moins variés dans les opérations effectuées.

Il convient de remarquer que des échantillons

Bibliographie

ANDERSON (P.), 1980.– A microwear analysis of selected flint artifacts from the Mousterian of Southwest France. *Lithic Technology*, IX, n° 2, p. 33.

ANDERSON-GERFAUD (P.), 1981.– *Contribution méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques*. Thèse de 3e cycle, Université de Bordeaux I.

ANDERSON-GERFAUD (P.), 1991.– Aspects of Behaviour in the Middle Palaeolithic Functional Analysis of Stone Tools from Southwest France. *In* : *The Human Revolution : Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*. Edinbourgh, Edinbourgh University Press, p. 1-45.

ANISIOUTKINE (N. K.), 1981.– Arkheologitcheskoe izoutchenie moustierskoï stoianki Ketrosy (Étude archéologique de la station moustérienne de Ketrosy). *In* : *Ketrosy. Moustierskaia stoianka na Srednem Dniestre* (Ketrosy. Station moustérienne du Dniestr moyen), Moscou, p. 7-53.

BEYRIES (S.), 1987.– *Approche fonctionnelle de la variabilité des différents faciès du Moustérien*. Oxford, BAR International Series, 328.

BEYRIES (S.), ROCHE (H.), 1982.– Technologie et traces d'utilisation : application à des industries acheuléennes (carrières Tomas, Casablanca, Maroc). *Studia Praehistorica*, 2, p. 267-278.

GAFAROV (A. K.), 1983.– *Moustierskaia koultoura Azerbaidjana* (Culture moustérienne d'Azerbaidjan). Elm, Bakou.

GOUSEINOV (M. M.), 1985.– *Early Paleolith in Azerbaijan*. Elm, Bakou.

KEELEY (L. H.), 1977.– The Function of Palaeolithic Flint Tools. *Scientific American*, 237, n° 5, p. 108-126.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental Determination of Stone Tools Uses*. The University of Chicago Press, Chicago et Londres.

KEELEY (L. H.), TOHT (N.), 1981.– Microwear polishes on early stone tools from Koobi-Fora, Kenya. *Nature*, 293, n° 5832, p. 464-465.

LIOUBINE (V. P.), 1977.– *Moustierskie koultoury Kavkaza* (Cultures moustériennes du Caucase), Naouka, Leningrad, p. 148-173.

NIORADZE (M. G.), 1982.– Arkheologitcheskie issledovania v ouchtchelie r. Khalsitelia (Recherches archéologiques dans les gorges de la vallée de Khalsitel Polevye arkheologitcheskie issledovania v 1982 godou (Recherches archéologiques de terrain en 1982). *Macniereba*, Tbilisi, p. 75-82.

PRASLOV (N. D.), 1972.– Mousterskoe poselenie Nosovo I v Priazovie (Village moustérien de Nosovo I en mer d'Azov). *Materialy i Issledovania po Arkheologuii SSSR* (Matériels et recherches en Archéologie d'URSS), 185, Leningrad.

SEMENOV (S. A.), 1964.– *Prehistoric Technology*. Cory, Adams and Mackay, Londres.

SHCHELINSKIJ (V. E.), 1974.– *Fabrication et fonction des outils moustériens (d'après les données de l'analyse expérimentale et tracéologique)*. Thèse de doctorat, Leningrad.

SHCHELINSKIJ (V. E.), 1975.– Analyse tracéologique de la fonction des outils lithiques du site moustérien de la Gouba dans le Prékouban. *Kratkie Soobchtchenia Institouta Arkheologuii AN SSSR* (Brefs communiqués de l'Institut d'archéologie de l'Académie des sciences d'URSS), 141, Moscou, p. 51-57.

SHCHELINSKIJ (V. E.), 1977.– Analyse expérimentalo-tracéologique de la fonction des outils du Paléolithique inférieur. *In* : *Problemy paleolita vostotchnoï i tsentralinoï Evropy* (Problèmes du Paléolithique en Europe orientale et centrale), Naouka, Leningrad, p. 182-196.

SHCHELINSKIJ (V. E.), 1981a.– Traces de travail sur les outils en silex des stations de Khriachtchia et de Mikhaïlov – Don septentrional. *Kratkie Soobchtchenia Institouta Arkheologuii AN SSSR* (Brefs communiqués de l'Institut d'archéologie de l'Académie des sciences d'URSS), 165, Moscou, p. 65-67.

SHCHELINSKIJ (V. E.), 1981b.– Aspects de l'analyse des outils lithiques de la station moustérienne de Ketrosy. *In* : *Ketrosy. Moustierskaia stoianka na Srednem Dnestre* (Ketrosy. Station moustérienne du Dniestr moyen), Moscou, p. 53-58.

SHCHELINSKIJ (V. E.), 1983.– Vers une étude de la technique, de la technologie de fabrication et de la fonction des outils de l'époque moustérienne. *In* : *Tekhnologuia proizvodstva v epokhy paleolita* (Technologie de production au Paléolithique), Naouka, Leningrad, p. 72-133.

ZAMIATNINE (S. N.), 1961.– Stalingradskaia paleolititcheskaia stoianka (Station paléolithique de Stalingrad). *Kratkie Soobchtchenia Institouta Arkheologuii AN SSSR* (Brefs communiqués de l'Institut d'archéologie de l'Académie des sciences d'URSS), 82, Moscou, p. 5-35.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Reconstrucción técnica, experimentación y estudio comparativo de los « tensadores textiles » de hueso del Neolítico y Calcolítico en Andalucía (España)

*María Dolores MENESES FERNÁNDEZ**

RÉSUMÉ

Ce travail propose la reconstitution technique et fonctionnelle d'un type d'objets d'une morphologie bien définie, livrés par plusieurs sites du Néolithique et du Chalcolithique du sud de la Péninsule ibérique. L'observation macro- et microscopique, l'expérimentation de leurs surfaces, de même que l'étude comparative entre les originaux et les pièces reproduites et utilisées expérimentalement, constituent la méthodologie mise en œuvre pour ce but. Les études tracéologiques et expérimentales développées à partir d'objets comme ceux-ci peuvent nous orienter sur les matières exploitées, et généralement non conservées, dans différents sites préhistoriques.

ABSTRACT

This paper presents the preliminary results of a series of experiments designed to develop criteria for the identification of technical production and types of uses in an assemblage of archaeological bone tools. This one, dated from the Neolithic and Chalcolithic of the south of the Iberian Peninsula, presents a morphological typology clearly defined. Experimentally produced and used, the surfaces of experimental objects were compared with archaeological ones. The result was that these tools can be related with the working of soft materials.

Introducción

Se presenta en este estudio un ejemplo de reconstrucción experimental y estudio comparativo de un conjunto de piezas con características morfológicas diferenciadas, aparecidas en tres yacimientos del sur de la Península Ibérica (provincia de Málaga).

La definición propuesta para estas piezas es la de *placa ósea de desarrollo longitudinal, sección*

de tendencia plana irregular, anchura de tendencia constante y multiperforada a lo largo de su eje longitudinal. Presenta los extremos hendidos en forma de U de abertura variable. El número de perforaciones varía, según los ejemplares recuperados, entre tres y ocho – ambos casos referidos a piezas fracturadas en su desarrollo longitudinal –.

La primera referencia a una pieza con esta morfología la debemos a L. de Mora Figueroa (1976 : 97-106), quien incluye entre los punzones un ejemplar fracturado de hueso encontrado en la Cueva del Gato (Málaga, España), sin hacer mención alguna de sus particularidades morfológicas (fig. 1).

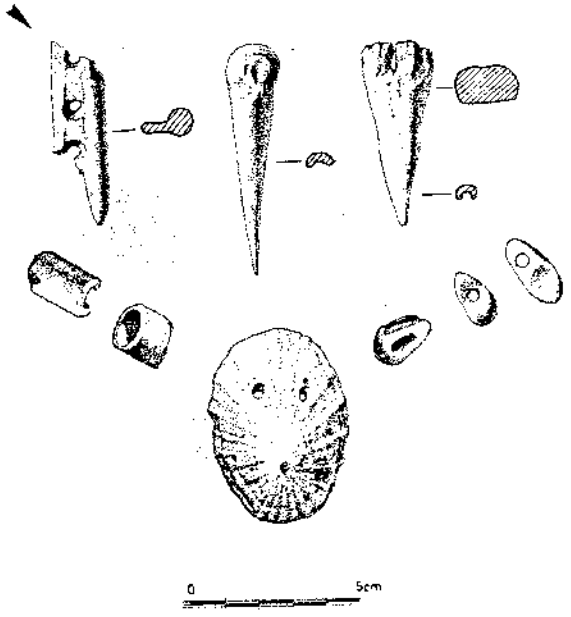


Fig. 1. Placa multiperforada procedente de la Cueva de El Gato, Málaga (según L. de Mora Figueroa, 1976).

En 1982 J. González-Tablas Sastre (1982 : 149-152) da a conocer otro ejemplar de hueso, con cuatro perforaciones, hallado en un nivel calcolítico de la Cueva de Nerja (Málaga). Su buena conservación, peculiar morfología y singularidad fueron motivos suficientes para efectuar un análisis detallado, basado en la observación macroscópica de su superficie, en la experimentación y en el estudio comparativo (fig. 2).

La experimentación con un objeto similar de madera, utilizado con seis hebras de lana a modo de urdimbre, entrelazadas con otras alternativa y sucesivamente, le sugirió la clave sobre su función : separar hilos verticales para

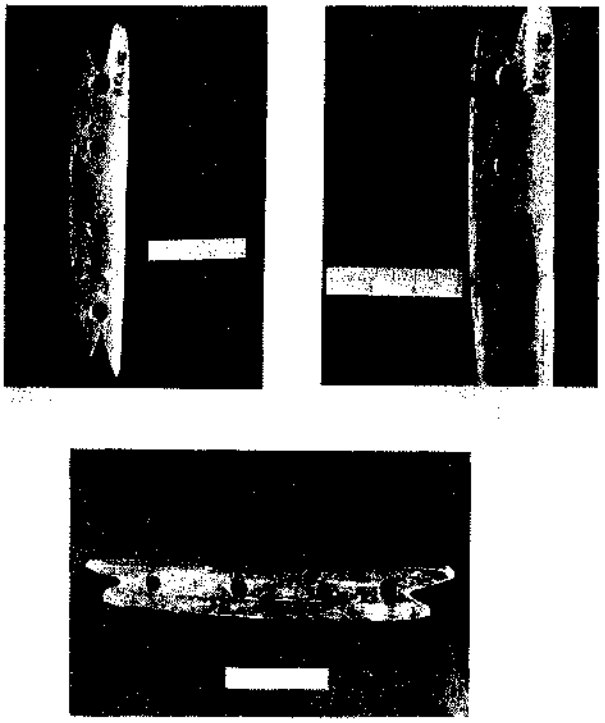


Fig. 2. Placa multiperforada procedente de la Cueva de Nerja, Málaga (según J. González-Tablas, 1982).

favorecer su entrelazado con otros horizontales, además de ayudar a su sellado conforme se van entrelazando. Es por esta razón por lo que lo denominó *tensador textil*. El resultado es la obtención de una tira de hebras tejidas, de unos 6 cm de ancho y longitud deseada.

D. Martín y colaboradores (1985 : 233-240, fig. 4 : b) publican una placa con idénticas características morfológicas, aunque conservada parcialmente, aparecida en la Cueva de El Toro (Málaga). Su similitud morfológica hace que la asimilen al *tensador textil* de la Cueva de Nerja (fig. 3 : c).

Las sucesivas campañas de excavaciones realizadas en la Cueva de El Toro han proporcionado un total de cuatro piezas con idénticas particularidades morfológicas. Ha sido este conjunto el que ha constituido la base del estudio traceológico, experimental y comparativo, cuyos resultados exponemos aquí (fig. 3).

Cronología

De las seis piezas registradas hasta el momento, las cinco últimas citadas poseen encuadre

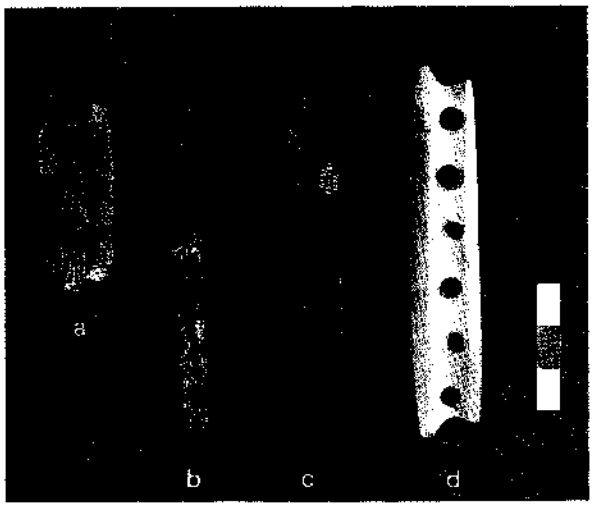


Fig. 3. Placas multiperforadas procedentes de la Cueva de El Toro, Málaga.

estratigráfico, habiéndose obtenido para las procedentes de El Toro fechas absolutas de los niveles a los que pertenecen. Su cronología más antigua las remonta a los inicios del *Neolítico final* (mitad del milenio IV a.C.), prolongándose su presencia hasta el *Calcolítico antiguo* (finales del milenio IV e inicios del III a.C.). La placa de la Cueva de Nerja es datada también en el Calcolítico (Jordá, *et alii*, 1983).

Metodología

El estudio e interpretación técnica y funcional de las placas multiperforadas se han basado en la observación macro y microscópica de sus superficies, en la experimentación y en el estudio comparativo. El equipo de microscopía ha incluido lupas binoculares, un microscopio óptico y otro electrónico de barrido. Estas observaciones se han realizado tanto sobre las piezas arqueológicas, como a través de sus réplicas en acetato y silicona.

Para la reproducción experimental – fase de manufactura – se han tenido en cuenta la materia prima, las piezas anatómicas originales y el proceso de manufactura identificado a partir del estudio traceológico previo de los originales arqueológicos.

En la reconstrucción funcional hemos concentrado nuestro interés en el comportamiento de la superficie de las piezas experimentales al trabajar dos fibras : el esparto y la lana.

Análisis métrico

Haremos referencia solamente a los ejemplares que conservan completo, al menos, su longitud, anchura y/o grosor.

La longitud máxima oscila entre 85,7 mm, 88,1 mm (para dos ejemplares de la Cueva de El Toro) y 112 mm (para el ejemplar de la Cueva de Nerja).

La anchura varía entre 13,2 mm (ejemplar de la Cueva de El Gato), 15,8 mm (ejemplar de la Cueva de Nerja), 17,9 mm, 15,1 mm y 17,3 mm (para tres ejemplares de la Cueva de El Toro). El grosor máximo de todas las piezas recuperadas oscilan entre 4,3 y 7 mm.

Proceso de manufactura

El estudio zoológico ha demostrado que en todos los casos la materia prima utilizada es el hueso, preferiblemente diáfisis de huesos largos de las extremidades de mamíferos de talla media (con mayor probabilidad se tratan de metápodos de cabra o de oveja). El interés y la elección de estas piezas anatómicas radican en la posibilidad de aprovechar su canal medular característico, facilitando la manufactura de las placas, según veremos a continuación, y en su carácter rectilíneo.

La observación macro y microscópica de los ejemplares mejor conservados ha revelado los pasos seguidos en su manufactura, a partir del orden de superposición de las huellas identificadas : estrías debidas al corte y raspado con filo lítico tallado, y estrías de pulimento con roca abrasiva.

Proceso de manufactura de una placa multiperforada

a. Este proceso se inicia con el hendido longitudinal de la diáfisis sirviéndose del filo de una pieza lítica tallada. Esta acción provoca en las mitades obtenidas una sección en media V y profundas estrías de sección marcada presentes en la zona de corte.

b. A continuación se rebaja una o ambas caras de la media diáfisis elegida, bien por pulimento y/o por raspado con un filo de sílex (acción asociada a las denominadas *chattermarks* por M. Newcomer).

c. Opcionalmente, con un filo lítico se le practica en la cara opuesta a la del canal medular un profundo corte a lo largo del eje longitudinal, disminuyendo aún más en varios milímetros su grosor. El objetivo de estos sucesivos rebajes del grosor original de la diáfisis es facilitar la ubicación de las perforaciones y su realización, acortando la acción del perforador, todo ello con el consiguiente ahorro de tiempo y esfuerzo (fig. 4 : a y 4 : b). Es ésta la razón de aprovechar el canal medular, característico de los huesos largos, al facilitar la manipulación de la diáfisis con vistas a la elaboración de un útil de morfología prefijada.

Fig. 4. A. Sección transversal del rehundimiento longitudinal de una placa de El Toro (fig. 3 : c) (x51,2).

Fig. 4. B. Detalle de la superposición de las trazas de manufactura ; el rehundimiento longitudinal (1) es anterior a la perforación (2) (fig. 3 : c) (x19,2).

En dos placas se observa una ligera alternancia de las perforaciones respecto a su eje longitudinal. Esta disposición es, a nuestro entender, intencional, buscándose con ella la alternancia de las hebras de la urdimbre y, así, su entrelazado más rápido con las hebras de la trama.

Además de tener en cuenta los datos derivados del estudio faunístico, hemos considerado la industria lítica tallada y pulimentada asociada a los ejemplares de la Cueva de El Toro, con el fin de controlar el máximo número de variables que pudieran intervenir en la manufactura de estas placas multiperforadas. Es por ello que nos hemos servido de láminas y lascas de sílex, preferiblemente sin retocar. Esta elección se ha debido a que tanto el estudio preliminar de esta industria de la Cueva de El Toro como los datos publicados sobre el Neolítico en Andalucía hablan de una industria de carácter eminentemente laminar, en la que el retoque no es predominante.

La materia prima utilizada ha sido el sílex y las piezas talladas se han utilizado sin enmangar o, si acaso, con una protección de piel, dado que son escasos los datos sobre los sistemas de enmangue en este período.

Las rocas abrasivas empleadas han sido areniscas, sobre todo calizas, obtenidas en las proximidades de El Toro.

Reconstrucción funcional

Apoyándonos siempre en la observación macro y microscópica, en la experimentación y en el estudio comparativo, comprobamos que las alteraciones de uso de estos objetos se concentran en la superficie en torno a las perforaciones y en las hendiduras de los bordes de ambos extremos.

Estas alteraciones consisten, más que en la aparición de nuevas estrías, en el desgaste de las ocasionadas durante la manufactura. Este desgaste se traduce en un pulimento y lustre intensos, debido al roce continuado, localizándose en la superficie interna de las perforaciones y en los

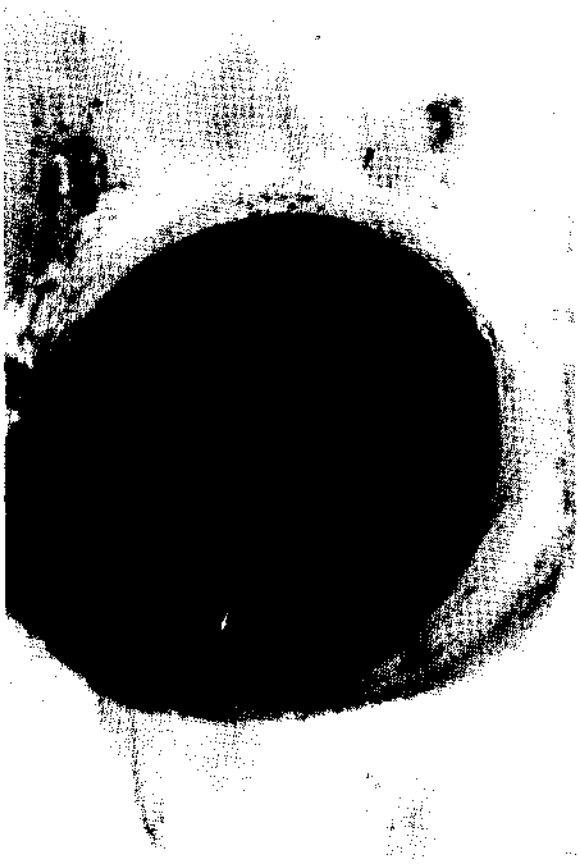


Fig. 5. A. Perforación de una de las piezas de El Toro (fig. 3 : d) ; superficie interior desgastada por el roce constante con la materia prima trabajada.

Fig. 5. B. Perforación de una de las piezas de El Toro (fig. 3 : c). Detalle de la regularización de la superficie interior y del lustre producido por el roce con la materia prima trabajada (x25,6).

bordes de ambos extremos, zonas que adquieren una textura suave (fig. 5 : a y 5 : b).

La búsqueda de paralelos en el equipamiento material de grupos étnicos contemporáneos que aportaran sugerencias sobre la funcionalidad de estos objetos, y la consideración de otras opciones funcionales posibles, no han proporcionado explicaciones satisfactorias de la función de estos objetos. Fue la localización de las trazas debidas al uso y el aspecto de las zonas desgastadas lo que nos reafirmó en la hipótesis funcional propuesta por J. González-Tablas, relacionada con la manipulación de fibras.

Esas otras posibles funciones (como pieza de arpón, llares o complemento de vestimenta) no aportan una explicación del desgaste observado en las placas neolíticas y calcolíticas del sur peninsular.

La experimentación realizada con piezas similares, manufacturadas sobre diáfisis de huesos largos de cabra, ha incluido la búsqueda de la posición y manejo más apropiados para una mayor operatividad en el entrelazado de las hebras de lana y esparto empleadas.

La posición revelada como la más cómoda consiste en colocar horizontalmente la placa multiperforada frente a nosotros, atando conjuntamente los cabos del urdido – en sus extremos próximo y alejado – a dos puntos fijos. Esta posición deja libre ambas manos, facilitando un entrelazado más uniforme, el manejo de otros útiles implicados en esta actividad y el ahorro de tiempo (fig. 6 : a y 6 : b).

La experimentación con los hilos de la urdimbre atados conjuntamente indica que el papel desempeñado por las placas multiperforadas se limita a separlos, facilitando las sucesivas pasadas de la trama. El desplazamiento de la pieza se efectúa sólo a medida que se acercan los hilos de la trama. El sellado de las hebras se realiza, pues, sin necesidad de presesionarlas con la placa. No responde, por tanto, a un tensador, pudiéndose comparar su función a la del *guiabilos* de los telares

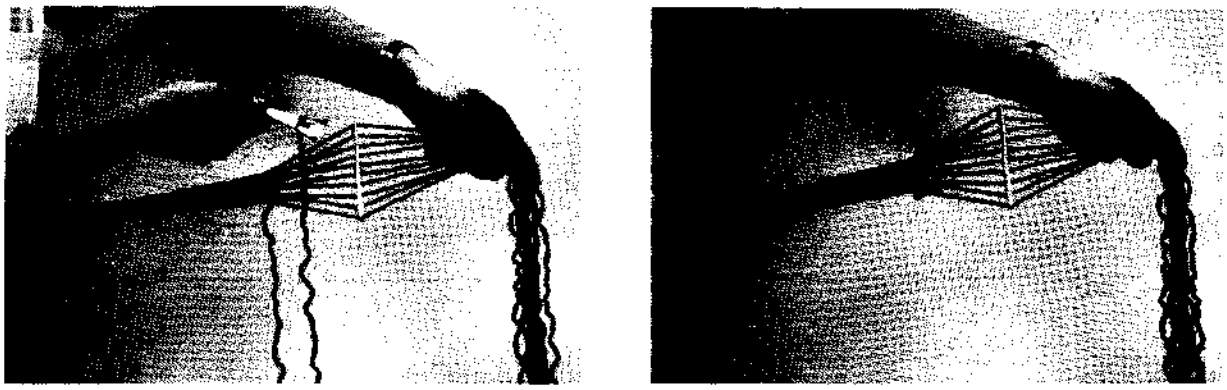


Fig. 6. Reconstrucción experimental del uso de las placas multiperforadas.

manuales, más que a la del *peine*. La similitud con éste requeriría la fijación independiente y paralela de cada hilo de la urdimbre, facilitando el desplazamiento de la placa a lo largo de ella conforme se entrelaza cada hebra de la trama. Con este último sistema se obtendrían tiras de tejido muy suelto, a diferencia del sellado perfecto obtenido según el modo de uso aquí propuesto.

La alternancia de las perforaciones en el eje longitudinal de dos placas es interpretado como un avance técnico. Esta disposición deja ligeramente alternante cada cabo de la urdimbre, facilitando el pase de las hebras de la trama.

El conocimiento de las fibras utilizadas en la actividad textil queda, para el Neolítico de Andalucía, sin gran apoyo en el registro arqueológico. Las evidencias materiales demuestran el conocimiento y dominio del esparto por estas comunidades. La abundancia de *Stipa Tenacissima L.* en la región debió jugar un papel importante desde época prehistórica (los restos de cestería y las improntas en recipientes cerámicos así lo demuestran). Sin embargo, la utilización por nosotros de esta fibra, incluso reblandecida por inmersión prolongada en agua, provoca un desgaste – estrías observadas desde escasos aumentos – en la superficie de las placas experimentales diferente al identificado en las originales – lustre –, producido con mucha probabilidad por fibras blandas.

En cambio, el empleo de lana produce la regularización de la superficie interior de las perforaciones y de los extremos hendidos, con el suavizado de las huellas de manufactura. Esta alteración está acompañada de un lustre, no incluyendo el rayado del hueso. La similitud con las alteraciones de uso presentes en las piezas arqueológicas nos inclina a pensar en la utilización de fibras de textura suave y dúctiles.

El empleo de fibras animales, como la lana, en la Prehistoria reciente del sur de la Península Ibérica ha sido anotado por B. Martí y colaboradores (1987 : 606-619), y por R. J. Harrison y G. Moreno Lopez (1985 : 66-71), pero el registro arqueológico no permite hacer afirmaciones al respecto. Esta idea queda limitada, por el momento, a una mera pero interesante hipótesis de trabajo, que puede ser verificada mediante estudios traceológicos de útiles como los aquí presentados.

Conclusiones

Resulta más interesante insertar las conclusiones de este estudio morfológico y técnico en una visión global de las comunidades neolíticas y calcolíticas antiguas del sur peninsular, en vez de hacerlo desde el análisis aislado de las placas multiperforadas. Su aparición en varios yacimientos, situados en un área definida geográfica y culturalmente, habla de conexiones e intercambios de ideas entre núcleos de población, así como de su pervivencia desde el Neolítico hasta el Calcolítico antiguo. Su adscripción sólo a estas etapas pudo estar relacionada con la posterior aceptación de otras técnicas textiles, en las que las pesas de telar debieron jugar un papel importante, a juzgar por su abundante presencia a partir del Calcolítico.

Las conexiones entre los asentamientos citados quedan reflejadas también en las diferentes manifestaciones de la cultura material ; se respetan pautas en la selección de las materias primas y en las técnicas de manufactura. Las placas multi-

perforadas corroboran esta obediencia a ciertas pautas técnicas.

Por último, creemos que el retraso de las primeras manifestaciones de la actividad textil en el sur peninsular a los primeros momentos del Neolítico final, frente al Calcolítico (fase defendida hasta la actualidad), puede quedar justificada, según la cronología absoluta de las placas más antiguas de la Cueva de El Toro.

* *Universidad de La Laguna. Departamento de Prehistoria, 38203 Tenerife. España.*

Bibliografía

GONZALEZ-TABLAS SASTRE (J.), 1982.– Un tensador textil procedente de la Cueva de Nerja (Málaga). *Zephyrus*. XXXXIC-XXXV. Salamanca, p. 149-152.

HARRISON (R. J), MORENO LOPEZ (G.), 1985.– El policultivo ganadero o la revolución de los productos secundarios. *Trabajos de Prehistoria*, 42. Madrid, p. 51-82.

JORDA CERDA (F.), *et alii*, 1983.– La Cueva de Nerja. *Revista de Arqueología*, año 4, n° 29. Madrid, p. 56-65.

MARTI OLIVER (B.), FORTEA PÉREZ (J.), *et alii*, 1987.– El Neolítico antiguo en la zona oriental de la Península Ibérica. *In* : *Premières Communautés Paysannes en la Méditerranée occidentale.* Colloque International du CNRS, Montpellier, 1983. Paris, p. 606-619.

MARTIN (D.), CAMALICH (M. D.) y GONZALEZ (P.), 1985.– Informe preliminar de la campaña de 1985 en la Cueva del Toro de El Torcal (Antequera, Málaga). *Anuario Arqueológico de Andalucía*, II. Sevilla., p. 233-240.

MENESES FERNANDEZ (Mª D.), 1991.– *Propuesta metodológica para el análisis de la industria ósea del Neolítico en Andalucía. Un ejemplo : la Cueva del Toro (Antequera, Málaga).* Secretariado de Publicaciones de la Universidad de La Laguna. Microfichas.

MORA FIGUEROA (L. de), 1976.– El yacimeinto prehistórico de la Cueva de Hundidero-Gato (Málaga). I Campaña. *Noticiario Arqueológico Hispano*. Prehistoria, 5. Madrid, p. 97-106.

Les activités agricoles

Coordinateur
P. C. Anderson

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Interpretation of agricultural activities

*Patricia C. ANDERSON**

The question of plant exploitation, including husbandry or cultivation, can be addressed in the archeological record by attempting to identify the operation carried out (ex. tilling, gathering, processing, storage) from data such as :

– plant remains which may represent the part of the plant used or the part left behind after use (pollen, and macroremains -seeds, glumes, stems, roots, or phytoliths, which are siliceous microremains of the latter three categories) ;

– microtraces on tools, showing use to work soil, or harvest and process plant material ;

– soil micromorphology characteristics (ex.due to tilling) ;

– ard or plow marks ;

– other data which may in particular cases be related to grain storage, ex. rodent remains, structures.

The first three data categories in particula are in the process of development as methods of archeological analysis, often use similar techniques of observation, and have the same kinds of restrictions as to interpretation : all require a copious reference framework of present-day, experimental, or ethnographic data. (A great deal of important research on agriculture has been carried out in all of the above areas, much of it recent and ongoing ; I regret there is not space here to cite more than a very few studies as examples, for others see articles *in* Anderson (Ed.), 1992 ; *in* Harris and Hillman (Ed.), 1989 and *in* Cauvin (Ed.), 1991.)

Tools can sometimes provide the only evidence of the *technique* used for an *operation* related to particular plants or parts of plants (or to soil). Use alters the parts of the tool edge and surface which repeatedly contact the worked material according to : the particular properties of the material (hardness, granularity, humidity, degree of homogeneity, mineral content etc.) in the state it was worked, and the use-action (force, direction, length and angle of each stroke, etc., corresponding to scraping, cutting, grinding, etc.). These variables occur in particular ways according to the operation carried out and can be perceived through observation of alteration of tool micromorphology (ex. wear traces : polish, striations, edge damage) using the naked eye and microscopes, or residue material may be identified using microscopy and analysis of mineral residues, or chemical analysis of organic residues. Of course, not all tools thought to have « sickle gloss » were used to harvest grasses and cereals, or even plant material, again underlining the need for careful experimentation and microwear analysis to discriminate processing of

crops, for example, from such operations as shaping of clay recipients when wet (Anderson-Gerfaud *et al.*, 1989), working of soil, cutting of sod (Van Gijn, *in* Anderson (Ed.), 1992), and working of plant material for artisanal uses (ex. Juel-Jensen, 1988) with sickle-like tools.

Characteristic reference data from known living equivalents of plants in the archeological record – regional and climatic context, cultivation techniques, « behavior » in response to different operations, etc., which can be gleaned from ethnology (ex. Sigaut, *in* Cauvin (Ed.), 1991), phytosociology (ex. Hillman, 1984), and, particularly, experimental reconstruction inspired by these other observations – can help in interpreting archeological materials in several ways : by providing precise technical data (ex. characteristic micromorphology of plant remains, of different use-traces on tools) ; by pointing to the context and effect of the *operation* as a *technique* (see Sigaut, *op. cit.)* ; and, at another level of inference, by placing an identified operation in a related sequence (as a link in a *chaîne opératoire*) of plant exploitation. Most of the links in this sequence may be missing from the archeological record, because of such factors as destruction of remains due to subsequent natural and human action such as activity location away from the site, or that no (recognizable) tools or structures were used. This last situation could correspond to preparing fields using wooden tools which were not preserved (Koda this chapter, Skakun this chapter) ; to harvesting grain by uprooting the plant, or by beating or picking the seed heads ; to de-husking glumed cereals using a wooden mortar and pestle, or even just a hole, pebbles and a tree trunk (Stahl, *in* Hillman, Harris (Ed.), 1989 : 175).

Experimenting with tools in early agricultural contexts can require creating elaborate, long-term experimental frameworks ; experimental reconstructions of ancient agricultural field conditions have tested cultivation of the kinds of plants which correspond to grain found in Neolithic, Chalcolithic, Bronze Age and Iron Age sites in Europe, Central Asia and Southwest Asia, using corresponding tool types, recording tool efficiency, and, in a few cases, traces and products produced by their use. Examples include Steensberg and Lerche (Steensberg 1986) in Denmark, members of Semenov's laboratory in St Petersburg (see articles by Korobkova and Skakun in this chapter, Korobkova, 1981), Reynolds (Anderson (Ed.), 1992) at Butser Farm in southern England, Meurers-Balke and Lüning (*in* Anderson (Ed.), 1992) in Germany, and Anderson-Gerfaud and Willcox (Anderson-Gerfaud *et al.*, 1991) in the Mediterranean region of France. Experiments concerning agriculture in the New World were carried out by Koda (this chapter), who found, through analysis of use-traces, that certain of the wooden paddle-shaped objects from historic contexts in Peru were used to harvest ears of maize, cultivate fields or dig irrigation ditches, recalling similar tools for the latter two uses from Denmark and New Guinea (Steensberg, 1986).

Particular agricultural techniques can correspond to certain cultures, cultivars, climates, regions, and periods – for examples see Skakun, this chapter, concerning sickles and threshing tools, and Sigaut (*in* Cauvin (Ed.), 1991) concerning harvesting operations and tools, and Sigaut (*in* Anderson (Ed.), 1992) and Hillman (1984) concerning practical factors influencing choice of techniques. Harvesting plants by cutting stems with a tool dates (with sporadic examples) from the Paleolithic, but later in time, with an evolution of plant exploitation towards agriculture, this operation plays a different rôle in its new context. It may concern different plants than earlier, and operate on a much different scale (much more plant material harvested or processed at a given time), increasing complexity, intensity and standardization of operations and treatments. These factors may be reflected in tools which become increasingly standardized and better adapted to performing certain operations according to the techniques opted for by a particular human group.

A technique or activity can point to other links in the *chaîne opératoire*. For example, certain « harvesting knives » from the Horgen (Neolithic) in Switzerland show traces indicating use to strip seed heads from plants in the field, pressing stems against the thumb and pulling upward on the stems (Anderson-Gerfaud *et al.*, 1991) ; as only grain was taken in this operation the straw was either left standing in the field or harvested separately by uprooting or by using a sickle ; this technique recalls harvesting of seed heads by pulling them off using *mesorias* (Sigaut, *in* Cauvin (Ed.), 1991). A similar operation – removing seed heads from stems by pulling them against a tool – was identified for the Neolithic of Ganj Dareh

(Iran). However, experimentation and distribution of the various wear traces, described elsewhere (Stordeur, Anderson-Gerfaud, 1985), showed these abundant tools, made from scapula, were not used *in the field* to pull grain off the plant like the Horgen knives cited earlier, but rather to treat cereals which had already been harvested with stems . These were pulled against the tool as it was held motionless against a hard, curved surface (branch, bone, etc.). In this case other parts of the *chaîne opératoire* can be imagined : long stems needed for the use of this tool implies stems and grain were harvested together, and possible sickles, querns and other groundstone tools and storage structures also found at the site add to the impression of an organized, intensive sequence of treatments of cereal products, despite the site's dating to the beginning of known agricultural practice in the Zagros region. Experimentation with both of the techniques described above, using various grasses and both wild and domestic cereals, shows they appear to function far better for semi-solid rachised domestic cereals, as opposed to either wild grain or for free-threshing cereals such as bread wheat (because of seed loss), which agrees with the kinds of cereals found in the sites with these tools. On the contrary, the threshing sledge or *tribulum*, attested by Chalcolithic flakes from Bulgaria and whose use is described from ethnography (Skakun, this chapter and see Ataman *in* Anderson (Ed.), 1992), would appear to be most effective for free-threshing grain types and process plants whose stems and seed heads were harvested in the same operation. The beginnings of plant cultivation worldwide, whether cultivation of wild crops and domestication were indigenous, or agricultural technology arrived with domestic grain through diffusion (see articles by Korobkova and Skakun, this chapter), involve change in the kind of plant used and differences in plant morphology between domestic and wild plants which cause grain to stay on the domestic plant rather than fall to the ground at ripeness as for wild plants, as well as perhaps differences in how tightly the grain is enclosed in its enveloping glumes. These morphological features may be reflected by changes in harvesting and processing techniques.

Part of the research devoted to understanding the transition from simply gathering to the cultivation of wild plants, involves experiments harvesting wild cereals, using sickles and other techniques, in their various natural environments, thought to be among those which prehistoric humans exploited, in Anatolia (Harlan 1967 ; Hillman, Davies, *in* Anderson (Ed.), 1992) and the southern Levant (Unger-Hamilton, *in* Anderson (Ed.), 1992). The actual beginning of cultivation of cereals in their wild form is in fact difficult to prove archaeologically at the present time. Current studies reason that annual cultivation of wild cereals would have had to occur over a more or less long period in a few areas of the Levant, where the first domestic cultivars appear in Southwest Asia, because the domestication process involves fixing (unconscious) selection (by sowing) of « domestic-type » plants which are naturally very rare in a wild cereal population (*ibid.* and Zohary, *in* Harris, Hillman (Ed.), 1989). Various estimations have been made of the length of time needed for cultivation to bring about domestication in different situations (Hillman, Davies, *in* Anderson (Ed.), 1992 ; Willcox, *in* Cauvin (Ed.), 1991). The latter estimates are based upon experimental cultivation of wild wheat and barley from southwest Asia in a Mediterranean climate in southern France, at Jalès (Anderson-Gerfaud *et al., op cit.*), measuring effects of different harvesting techniques and recording use-traces produced on the corresponding tools. Interestingly, the last three studies cited above indicate sickle harvesting is one of the techniques which can produce selection towards domestication – if combined with certain cultivation practices. Comparison of these experimental tools with Natufian and Neolithic tools from various Levantine sites having wild cereal remains shows some archeological tools correspond to experimental harvest of wild cereals fairly near the ground, cutting handfuls of stems at a time ; these plants, which ripen unevenly, would have been harvested at about a « green » stage of maturity. These data suggest : stems grew fairly densely ; green harvest (which leaves particular traces different from ripe harvest, due to measurable difference in stem humidity in the two cases, (Anderson, *in* Anderson (Ed.), 1992)), would have caused a minimum of grains to spill, and germination tests on equivalent modern grains indicate that the grains harvested at this stage would already have been viable, contrary to popular notion. However, grain which inevitably spilled on the ground even when harvest occurred at the green stage would grow into a field of wild cereals for years after-

wards. This implies that sowing did not need to take place annually as long as cereals cultivated were of « wild » type (an option no doubt attractive to a sedentary human population, but which unfortunately reverses the effects of any unconscious selection for the domestic-type cereals). Also complicating the picture of this early cultivation is that experiments indicate wild cereals do not need nor thrive on working of the soil. Soil-working tools are as of yet unknown in these contexts, and experimental tools used to harvest wild grasses, cultivated wild cereal and domestic cereal show that striae present on harvesting tools from the Natufian and early Neolithic of the Near East are better interpreted simply as due to their proximity to the soil during use and intensity of use, rather than as showing the soil was tilled. This stage recalls more recent examples of cultivation of wild grasses in North America (Shipek, *in* Harris, Hillman (Ed.), 1989) which did not produce complete domestication, where the soil was not prepared and sickles were used for harvest.

If we move towards the other end of the *chaîne opératoire*, precise use-trace studies of groundstone tools capable of showing pounding and grinding of particular plant materials are only beginning ; new experimental, historic and ethnographic data concerning use of these difficult-to-analyse tools include Schoumacker (this vol.) ; Meurers-Balke and Lüning, and Grégoire (*in* Anderson (Ed.), 1992), and several papers in Harris and Hillman (Ed.), 1989. Infra-red spectrometry (Mc Laren *et al.*, 1990), along with new field and genetic studies of plants, has been successful in identifying the precise plant type from partial (including ground) grain residues, illustrating promise held by co-operation between archeologists and microwear analysts, botanists, geneticists and chemists for better understanding uses of groundstone (and, eventually, other) tools.

The research presented in this chapter includes experimental, ethnographic and archeological analyses of tools of wood, antler, bone, and various lithic materials which were used for a gamut of pland food-producing activities from soil preparation to grinding of grain and processing of tubers ; it constitutes an important contribution to our present knowledge and future perspectives for retracing the history of agriculture in the archeological record.

** ERA 17 du CRA-CNRS, Institut de préhistoire orientale, Jalès, 07460 Berrias, France.*

Bibliography

ANDERSON-GERFAUD (P.), DERAPRAHAMIAN (G.), WILLCOX (G.), 1991.– Les premières cultures de céréales sauvages et domestiques primitives au Proche-Orient néolithique : résultats préliminaires d'expériences à Jalès (Ardèche). *Cahiers de l'Euphrate* 5-6.

ANDERSON-GERFAUD (P.), INIZAN (M-L.), LECHEVALLIER (M.), PELEGRIN (J.), PERNOT (P.), 1989.– Des lames de silex dans un atelier de potier harappéen : interaction des domaines techniques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 308, Série II, p. 443-449.

ANDERSON (P.C.) (Ed.), 1992.– *Préhistoire de l'Agriculture : Nouvelles approches expérimentales et ethnographiques.* Monographie du CRA, n° 6, Éd. CNRS, Paris, 403 p.

CAUVIN (M.-C.) (Ed.), 1991.– *Rites et rythmes agraires.* Travaux de la Maison de l'Orient, n° 20. Lyon. 156 p.

HARLAN (J. R.) 1967.– A wild wheat harvest in Turkey. *Archaeology*, 20, p. 197-201.

HARRIS (D.), HILLMAN (G. C.) (Ed.). 1989.– *Foraging and Farming : the evolution of plant exploitation.* Unwin Hyman, London. 733 p.

HILLMAN (G. C.), 1984.– Interpretation of archaeological plant remains : the application of ethnographic models in Turkey. *In* : van Zeist W., Casparie W. A. (Ed.), *Plants and ancient man.* A. A. Balkema, Rotterdam, p. 1-42.

JUEL JENSEN (H.) 1988.– Microdenticulates in the Danish Stone Age : a functional puzzle. *In* : S. Beyries (Ed.), *Industries lithiques : tracéologie et technologie.* BAR International Series, 411, p. 231-252.

KOROBKOVA (G.). 1981.– Ancient reaping tools and their productivity in light of experimental tracewear analysis. *In* : P. L. Kohl (Ed.), *The Bronze Age civilization of Central Asia.* M. L. Sharpe, New York, p. 325-349.

McLAREN (F. S.), EVANS (J.), HILLMAN (G. C.), 1990.– Identification of charred seeds from Southwest Asia. *In* : E. Pernick, G. Wagner (Ed.), *Proceedings of the 26th International Symposium on Archaeometry, Heidelberg, 1990.* Birkhäuser Verlag, Basel, p. 797-806.

STEENSBERG (A.), 1986.– *Man the Manipulator.* National Museum of Denmark, Copenhagen.

STORDEUR (D.), ANDERSON-GERFAUD (P.), 1985.– Les omoplates encochées de Ganj Dareh : étude morphologique et fonctionnelle. *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 289-313.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Flaked stone tools and plant food production : a preliminary report on obsidian tools from Talasea, West New Britain, PNG

*Richard FULLAGAR**

Résumé

Talasea est importante dans la Préhistoire du Pacifique parce qu'elle fut la source essentielle d'obsidienne pendant plus de 18 000 ans. On a identifié une classe d'outils distincte dans des niveaux antérieurs à l'apparition de la céramique de Lapita il y a 3 500 ans. Les analyses de traces d'utilisation et de résidus faites sur ces outils indiquent que le pédoncule retouché est probablement un manche et que les outils ont été utilisés pour une variété de tâches, dont le découpage de tubéreuses amylacées. On suggère que le coquillage a remplacé l'obsidienne comme matière première dominante pour le traitement des aliments végétaux.

Abstract

Talasea is prominent in Pacific Prehistory because it has been a main source of obsidian for over 18 000 years. A distinctive class of tools has been identified in levels prior to the appearance of Lapita pottery about 3 500 years ago. Use-wear and residue analyses of these tools indicate that the retouched stem is probably a haft and that the tools were used for a variety of tasks including slicing starchy tubers. It is suggested that shell replaced obsidian as a dominant raw material for processing plant foods.

Despite notable exceptions such as sickle blades (see for example papers presented to table ronde CNRS Exploitation des Plantes), it has been widely argued on ethnographic grounds that flaked stone tools were mainly used in hunting and woodworking, and rarely used for processing plant foods (*e. g.* Hayden, 1977, 1979 : 11). This argument may be flawed because of biased ethnographic evidence which neglects the role of women and tends to ignore the more amorphous stone artefacts which may be related directly or indirectly to plant food processing. For example, recent research in

North America and Europe has greatly expanded our knowledge of flaked stone tools in plant food production and various trends can be identified, notably that a shift towards amorphous expedient stone tools is the result of a change to agriculture (Torrence, 1989 : 58).

Amongst hunter/gatherer groups in the Australian region retouched tool types for processing plants seem to be rare (O'Connell, 1974), but similar shifts towards expedient tools may be associated with more intensive exploitation of plant food resources (Fullagar *et al.*, 1992). An approach integrating technological and functional analysis has important implications for areas where the distinctions between hunting/gathering/fishing and agriculture/horticulture are blurred in a geographical and temporal continuum such as Torres Strait, which separates Australia and the island of New Guinea (fig. 1 ; Harris, 1977). In this paper I present archaeological evidence, from a site in Talasea (fig. 1), which challenges the view that flaked stone tools were primarily used for woodworking and butchering. I argue that the role of stone tools in plant food production is identifiable archaeologically, and that a combination of technological and functional analyses can provide evidence of subtle subsistence changes even in the Australian-Pacific region (Beck *et al.*, 1989).

Bitokara (PNG site code, FRL)

The site, FRL, is located at Bitokara in the region of Talasea, West New Britain Province, PNG (fig. 1). The site is situated close to obsidian sources and contains a remarkable sequence of obsidian assemblages (Specht *et al.*, 1988 ; Torrence *et al.*, 1990). West New Britain is famous because it has been a supplier of obsidian for over 18,000 years, but particularly because the distributions of obsidian, spanning at least 6,000 km, provide evidence of human contact, exchange and colonisation (Ambrose, Green, 1972 ; Bird *et al.*, 1981 ; Specht 1981 ; Best, 1987 ; Kirch and Hunt, 1988 ; Allen *et al.*, 1989 ; Bellwood and Koon, 1989). Recent research has focussed on the nature of production at the obsidian sources, particularly tool manufacture, function, determinants of access and selection of raw materials (Specht *et al.*, 1988 ; Fullagar, 1990 ; Torrence *et al.*, 1990 ; Fullagar *et al.*, 1991).

The stratigraphy at FRL is dramatically clear with separation of cultural layers by sterile tephra deposits (Specht *et al.*, 1988). These tephras are the subject of ongoing research and have been tentatively identified with several major volcanic eruptions in the last 10,000 years. Obsidian artefacts with distinctive retouch at one end, and described as stemmed tools (Specht, 1974), are found only below a distinct tephra associated with a major eruption of Witori, a volcano in the Hoskins Peninsula. Radiocarbon assays and thermoluminescence determinations indicate an age of c. 3500-4000 for the main Witori eruption (Torrence *et al.*, in press ; Prof. H. Machida of Tokyo Metropolitan University, personal communication).

Stemmed tools

Stemmed tools are widely distributed in the Pacific spatially and chronologically but these tools have not been systematically examined microscopically (see references to tanged tools in Glover, 1986 :134, 137, 139, 140, 210). In West New Britain most have been found close to the obsidian sources near Talasea and Mopir, and all dated specimens have been found close to the obsidian sources at Talasea in archaeological levels older than the main Witori eruption. Preliminary studies suggest that stemmed tools are not common in the FRL site (table 1).

Layer Number	Layer volume (m^3)	Flakes (n°)	Cores (n°)	Stemmed tools (n°)
12	0.800	479	7	0
11	0.210	182	5	0
10	0.350	35	0	0
9	0.350	1	0	0
8	0.330	17	1	0
7	0.406	1644	6	0
6	0.532	72	3	0
5	0.490	0	0	0
4	0.722	9750	27	12
3	0.106	228	0	0
2	0.308	5731	24	15
1B	0.380	195	1	0
1A	0.053	1	0	0

Table 1. FRL obsidian artefacts > 1 cm, per layer.

There is no ethnographic evidence of the use of stemmed tools but preliminary microscopic analyses show that use-wear and residues are identifiable on 29 out of the 43 artefacts analysed (table 2). Preservation of the obsidian surfaces is poor, and

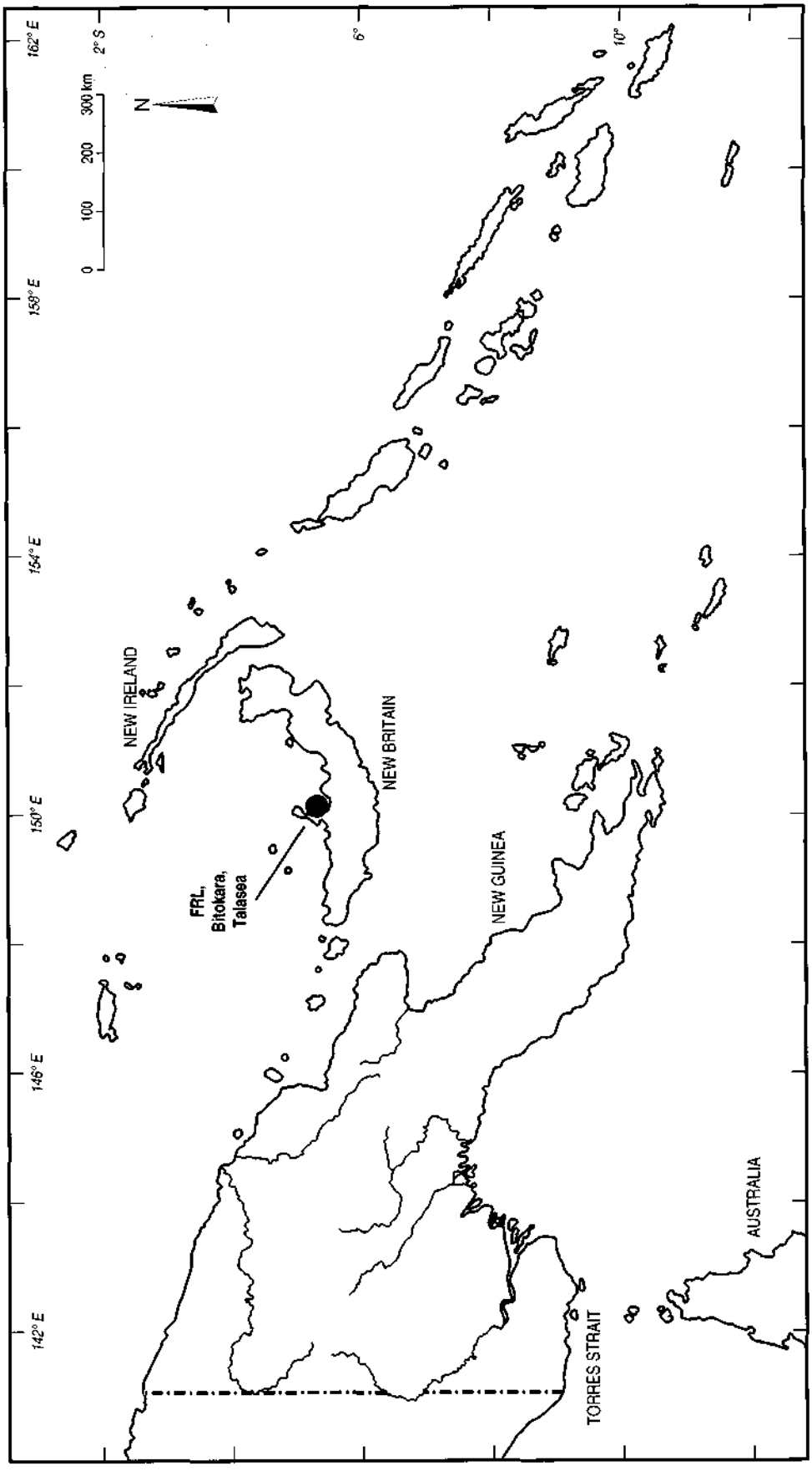


Fig. 1. Map showing main islands, Torres Strait and site location of FRL (DAO : M. Clatot, CRA-CNRS).

numerous pits appear to be the result of chemical reactions in the sediment, which is in an open setting and receives over 6 m of rain *per annum*. Nevertheless, less than 50 % of the obsidian surface is affected in this way and well-preserved fresh fracture surfaces are visible. This suggests that polishes are not likely to be highly altered. Recent controlled studies of experimental blood residues on stone suggest that open high rainfall sites have very low potential for the survival of blood residues (Palmer, 1991). Identification of blood residues on such tools is therefore likely to under-represent original quantities. Residues and use-wear were studied under a combination of stereo- and metallographic microscopes.

	Unre-touched	Retouched		
		Stemmed	Other	Total
Plant	3	7	5	15
Animal	0	0	1	1
Both	6	5	2	13
Uncertain	2	1	5	8
Unused	5	0	1	6
Total	16	13	14	43

Table 2. Summary of preliminary use-wear and residue analysis.

Edge scarring was present mostly in the form of small bending and feather terminated scars along sections of unretouched acute edge (opposite the retouched stem). Polishes on these acute edges were present but not highly developed, suggesting the lack of sustained use for processing siliceous plants (Fullagar, 1991).

The main features for distinguishing plant *versus* animal tool functions were residues with distinctive structures in association with use-wear (fig. 2) : cellular tissue, starch grains, phytoliths, calcium oxalate crystals (raphides), and yellow-red plaques (blood) which reacted positively to Hemastix reagent strips. The most common residues were starch grains (mostly 2 microns maximum dimension) and phytoliths. Blood residues were identified but not in association with any other animal tissue such as bone or collagen. This may not be significant since bone and shell were not preserved in any layers, which is not surprising in these volcanic sediments.

The retouched stem on many of the tools has abundant plant residues but the use-wear on retouched stems includes rounded ridges away from the edge and is more consistent with haft-

Fig. 2. Plant residue and use-wear on stemmed tools from 1981 tranch, FRL. Width of field : 2 mm.

wear than tool-use. To further investigate the issue of hafting and to resolve the nature of possible contamination from organic materials in the sediment, one stemmed tool was investigated in detail (Fullagar, Bowdery, 1991). The aim was to quantify the phytolith residues from three locations on one tool and to compare the results with phytolith residues from a sample of sediment from the same layer. After brushing loose sediments from the tool shown in figures 3A and 3B, remaining sediments were removed with a more coarse brush from nine locations along the tool edge (table 3).

	dorsal	ventral	Combined ventral and dorsal
A : retouched stem	1	1	1
Area B : centre of tool	1	1	1
Area C : distal end	1	1	1

Table 3. Sample locations on stemmed tool for residue analysis.

D. Bowdery (Australian National University) prepared each sample by centrifuging, sieving and specific gravity separation so that microscope slides were prepared of particles less than 250 microns and less than 2.3 specific gravity. The combined samples from dorsal and ventral surfaces were similar to results for dorsal and ventral separately, and only combined results are presented here.

	A (stem)							
	A (stem)		B (centre)		C (distal)		Soil	
		%		%		%		%
33 selected shapes :								
Grass	52	(56)	59	(45)	66	(55)	62	(67)
Palm	0	(0)	3	(2)	1	(1)	0	(0)
Other	41	(44)	68	(52)	53	(44)	31	(33)
Total in 33	93	(100)	130	(100)	120	(100)	93	(100)
Other shapes	253		253		206		279	
Total phytoliths	346		383		326		372	
Exclusive shapes	4		5		1		1	
Starch grains on tool : estimated abundance	low		very high		low		low	

Table 4. Summary of phytolith and starch distributions on stemmed tool and soil sample (percentages of total in 33 selected shapes are in brackets).

In the absence of adequate reference phytolith collections only general trends can be outlined here, based on discrimination between grasses and dicotyledons with further discrimination of phytoliths from Palmae. A total of 33 phytolith shapes were selected for analysis and a total of 1 427 phytoliths were counted by Bowdery. Table 4 presents a summary of the data with significant variations.

The absence of developed silica polish on the tool suggests that phytoliths could not have contributed markedly to use-wear and therefore that the phytoliths are largely contaminants from surrounding soil. The variation in phytolith distribution suggests that the retouched stem was protected from surrounding sediments, supporting the hypothesis that it was wrapped in some kind of plant haft. The distribution of palm phytoliths suggests that palm tissue may have come in contact with the central part of the tool. Since palm generally has a high silica content it is unlikely that use-wear on the tool edge is due to sustained use on palms. Rather, it is possible that palm was used as a hafting material. The small size and distribution of starch grains strongly supports the hypothesis that the central part of the tool was used to process starchy plants. In the absence of developed silica polish, this plant must also have had a low silica content, which is consistent with our knowledge of starchy tubers, which do not have phytoliths. The presence of calcium oxalate crystals of long needle-like shape may indicate taro, but other starchy tubers, particularly yams are also likely.

The very detailed analysis of this one stemmed tool strongly supports the hypothesis that the presence of starch grains on many of the stemmed tools indicates a primary function of the processing of plant foods in the period prior to the main Witori eruption 3 500 to 4 000 years ago. The general absence of stemmed tools after this eruption and the abundant ethnographic evidence indicate that the primary use of obsidian in the recent past was related to the human body, primarily shaving and surgery (Specht, 1981). More recently collected ethnographic data suggest that shell may have replaced obsidian for processing plant foods such as taro and yams (Specht, Fullagar, 1988).

Conclusions

Analysis of the obsidian artefacts from FRL is incomplete and, although stemmed tools are the only distinct class of retouched artefacts, the total number of artefacts which have been analysed microscopically is small. Nevertheless, use-wear and residue analysis have demonstrated that, for the FRL site area, the primary function of obsidian may have changed, despite continuity in the subsistence base. The reasons for this remain unclear, although it is tempting to relate this change to the onset of the Lapita cultural complex which postdates the main Witori eruption. The nature of such replacements of raw materials remains a rich area for future studies.

This study provides a significant methodological advance in its attempt to quantify residues, specifically phytoliths and starch grains on a single stone tool. Although grass phytoliths are probably contaminants from surrounding sediment, palm

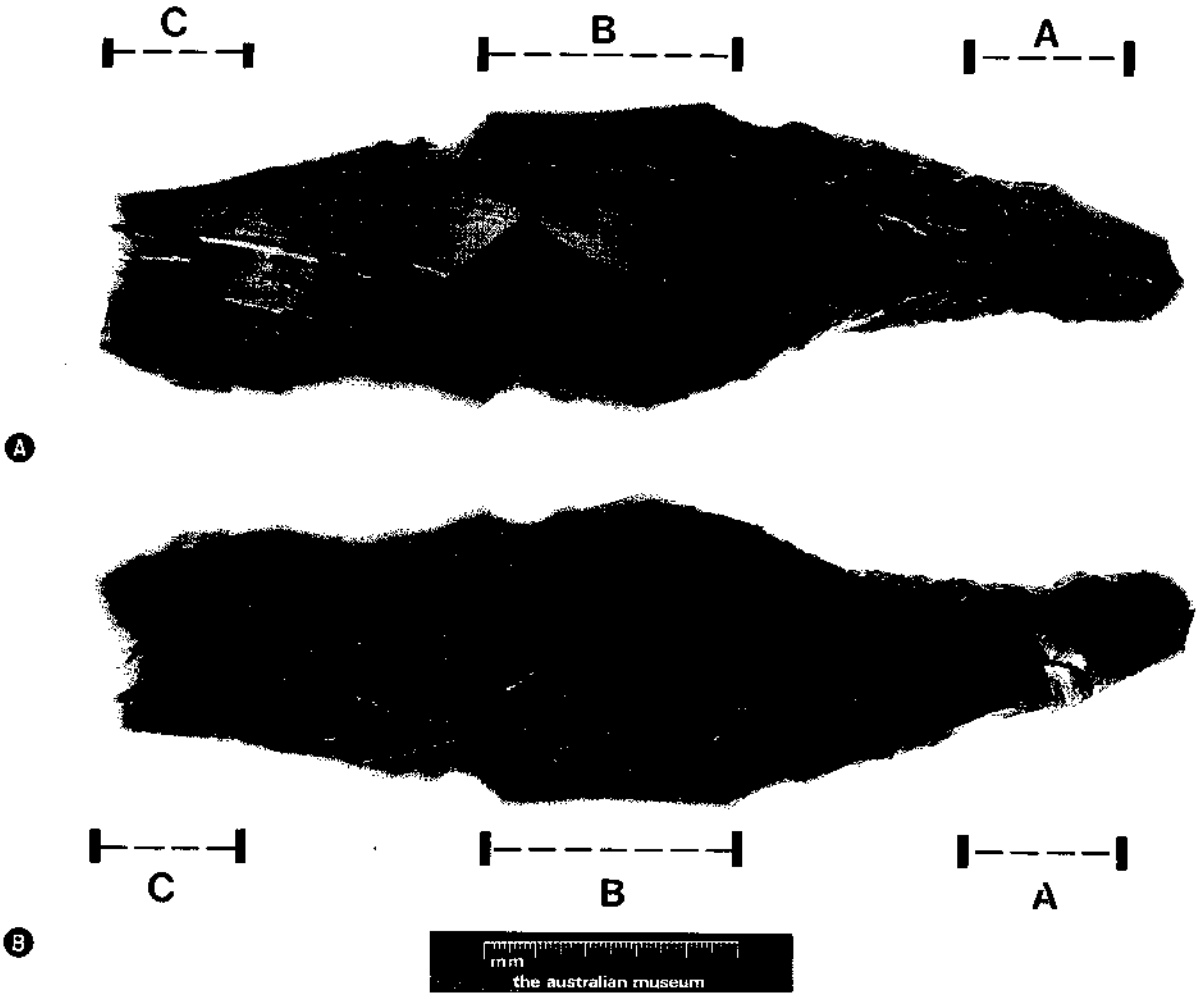


Fig. 3. Stemmed tools from 1988 trench, FRL (T1/C/1, artefact number M150), indicating areas along edge where samples were taken for phytolith and starch analysis. **A.** Dorsal surface. **B.** Bulbar surface.

phytoliths and starch seem to correspond with tool function. The identification of plant processing as a primary function of a particular class of flaked stone tools casts doubt on the ethnographically based notion that the primary function of flake tools is related to woodworking and butchering.

Limitations of this preliminary study require further resolution. Although plant-working is the most common tool function for both retouched and unretouched tools, the raw material itself (that is, obsidian) is perhaps unsuitable for many woodworking tasks (see Kamminga, 1982). However, many people living in the area have told me that obsidian was used for some woodworking activities such as carving wooden shields. The full range of ethnographic information is currently being assessed, but I believe that a woodworking function for obsidian is extremely likely, especially since shell tools have been used for this task.

The study of a specific area such as Talasea with abundant obsidian outcrops may be a poor indicator of stone tool function generally. Study of obsidian tools at more distant locations away from the obsidian sources is currently under investigation.

Acknowledgements

The Australian Research Council has supported this study with a Postdoctoral Fellowship awarded to Richard Fullagar, a Project Grant awarded to Jim Specht and Chris Gosden, and a Research Fellowship awarded to Robin

Torrence. I thank the many people and institutions in PNG who have assisted us, particularly the West New Britain Cultural Centre, the University of Papua New Guinea, the Institute of Papua New Guinea Studies and the National Museum and Art Gallery. D. Bowdery analysed the phyboliths. Neville Baker helped analyse the obsidian. I am particularly grateful to Jim Specht and Robin Torrence, who read copies of drafts.

Division of Anthropology, Australian Museum Sydney South, NSW 2000, Australia.

Bibliography

ALLEN (J.), GOSDEN (C.), WHITE (J. P.), 1989.– Human Pleistocene adaptations in the tropical island Pacific : recent evidence from New Ireland, a greater Australian outlier. *Antiquity*, 63, p. 548-561.

AMBROSE (W.R.), GREEN (R. C.), 1972.– First millennium B.C. transport of obsidian from New Britain to the Solomon Islands. *Nature*, 237 (5249), p. 31.

BECK (W.), CLARKE (A.) and HEAD (L.) (Ed.), 1989.– *Plants in Australian Archaeology*. Tempus, 1. Anthropology Museum, University of Queensland.

BELLWOOD (P.), KOON (P.), 1989.– « Lapita colonists leave boats unburned ! ». The question of Lapita links with island southeast Asia. *Antiquity*, 63, p. 613-622.

BEST (S.), 1987.– Long distance obsidian travel and possible implications for the settlement of Fiji. *Archaeology in Oceania*, 22, p. 31-32.

BIRD (R.), AMBROSE (W. R.), RUSSELL (L. H.), SCOTT (D. R.), 1981.– *The characterisation of Melanesian obsidian sources and artefacts using the proton induced gamma-ray emission (PIGME) technique*. Australian Atomic Energy Commission Research Establishment, Lucas Heights.

FULLAGAR (R.), 1990.– A reconstructed obsidian core from Talasea. *Australian Archaeology*, 30, p. 79-80.

FULLAGAR (R.), 1991.– The role of silica in polish formation. *Journal of Archaeological Science*, 18, p. 1-25.

FULLAGAR (R.), BOWDERY (D.), 1991.– Use-wear and residues on an obsidian tool from Talasea, West New Britain Province, PNG. Paper presented to the Fourth Australian Archaeometry Conference, Canberra.

FULLAGAR (R.), IVUYO (B.), SUMMERHAYES (G.), SPECHT (J.), 1991.– Obsidian sources at Mopir, West New Britain Province, Papua New Guinea. *Archaeology in Oceania*, 26, p. 110-114.

FULLAGAR (R.), MEEHAN (B.), JONES (R.), 1992.– Residue analysis of ethnographic plant-working and other tools from northern Australia. *In* : P. C. Anderson (Éd.), *Préhistoire de l'agriculture : nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*. Monographie du CRA, 6, Éd. du CNRS, Paris, p. 39-53.

GLOVER (I.), 1986.– Archaeology in East Timor, 1966-67. *Terra Australis*, 11. Department of Prehistory, Research School of Pacific Studies, Australian National University.

HARRIS (D. R.), 1977.– Subsistence strategies across Torres Strait. *In* : J. Allen, J. Golson, R. Jones (Ed.), *Sunda and Sahul*. Academic Press, London, p. 421-463.

HAYDEN (B.), 1977.– Stone tool functions in the Western Desert. *In* : R. V. S. Wright (Ed.), *Stone Tools as Cultural Markers*. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra, p. 178-188.

HAYDEN (B.), 1979.– *Palaeolithic Reflections. Lithic Technology and Ethnographic Excavations Among Australian Aborigines*. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra.

KAMMINGA (J.), 1982.– *Over the edge : functional analysis of Australian stone tools*. Occasional Papers in Anthropology, 11, Anthropology Museum, University of Queensland.

KIRCH (P. V.), HUNT (T. L.), (Ed.), 1988.– Archaeology of the Lapita Cultural Complex : a Critical Review. Thomas Burke Memorial Washington State Museum Research Report, 5. Burke Museum, Seattle.

O'CONNELL (J. F.), 1974.– Spoons, Knives and Scrapers : the function of Yilugwa in Central Australian. *Mankind*, 9, p. 189-194.

PALMER (L.), 1991.– Blood residue taphonomy. Paper presented to the Australian Archaeometry Conference, Canberra.

SPECHT (J.), 1974.– Lapita pottery at Talasea, West New Britain, Papua New Guinea. *Antiquity*, 48, p. 302-306.

SPECHT (J.), 1981.– Obsidian sources at Talasea, West New Britain, Papua New Guinea. *Journal of the Polynesian Society*, 90, p. 337-356.

SPECHT (J.), FULLAGAR (R.), 1988.– *Preliminary Report on Archaeological research in West New Britain Province, Papua New Guinea July-August, 1988*. Unpublished report prepared for Institute of Papua New Guinea Studies, PNG National Museum and Art Gallery, University of Papua New Guinea and West New Britain Provincial Government.

SPECHT (J.), FULLAGAR (R.), TORRENCE (R.), BAKER (N.), 1988.– Prehistoric obsidian exchange in Melanesia : a perspective from the Talasea sources. *Australian Archaeology*, 27, p. 1-23.

TORRENCE (R.), 1989.– Retooling : towards a behavioural theory of stone tools. *In* : R. Torrence (Ed.), *Time, Energy and Stone Tools*. Cambridge University Press Cambridge, p. 57-66.

TORRENCE (R.), SPECHT (J.), FULLAGAR (R.), 1990.– Pompeiis in the Pacific. *Australian Natural History*, 23(6), p. 456-463.

TORRENCE (R.), SPECHT (J.), FULLAGAR (R.), BIRD (R.), in press.– From Pleistocene to Present, obsidian sources in West New Britain, Papua New Guinea. *Records of the Australian Museum*.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Wooden farming tools from the South Coast of Peru

*Yae KODA**

Résumé

On a examiné des objets en bois de Ica et Chincha, sur la côte sud du Pérou, datés d'environ 1200 à 1532 de notre ère, pour déterminer leurs formes et leurs traces d'usage. On a reproduit et utilisé certains de ces artefacts en se fondant sur les données ethnographiques et historiques. L'usage de ces « outils », constitués d'une « lame » et d'un manche, reliés par une « tige » pour des activités agricoles simulées telles que le désherbage, le creusement et le nettoyage d'un canal, a permis de distinguer des traces caractéristiques de deux types de terre : la « bonne » terre agricole et la terre limoneuse des canaux. Le poli et les stries sont essentiellement dus à la bonne terre agricole, alors que la « surface pelucheuse et laineuse » est caractéristique du sol limoneux. De plus, l'épluchage des épis de maïs avec un petit outil à main a donné une fine surface pelucheuse, une concentration de fibres et une surface visqueuse et vitreuse. Les similitudes générales entre ces traits et ceux des outils archéologiques suggèrent peut-être des activités semblables. Dans cette étude, nous avons distingué les outils rituels et les outils utilitaires en identifiant l'intensité et le mode d'utilisation.

Abstract

Wooden artifacts from Ica and Chincha, on the south coast of Peru, dating approximately from 1200 to shortly after 1532 AD, were examined for forms and traces of use. Some of these artifacts were replicated and used on the basis of ethnographic and historical information. Through using these « tools », which have a blade, handle and connecting body or stem, in simulated farming activities such as weeding, digging and cleaning a canal channel, it was possible to discern traces characteristic of two types of soil : « good » farm soil and silty canal soil. Polish and striae resulted mainly from good farm soil, while « matted and woolley surface » characterizes silty soil. In addition, corn husking with a small hand tool resulted in a fine matted surface, fiber concentration and viscous and glassy surface. General similarities of these features and those on archaeological tools may suggest similar activities. The study distinguished between ceremonial and utilitarian tools by discerning the intensity and manner of use.

Introduction

Only a small number of studies have been conducted concerning use wear on wooden artifacts, due partly to the poor preservation of wood (Rees, 1981 ; Oakley, 1963 : 13-14 ; Oakley, *et al.*, 1977 ; Harunari, 1986). The dry matrix of many archaeological sites on the south coast of

Peru, one of the driest environments in the world, provides a favorable condition for wood preservation, and many wooden artifacts have been excavated here. This paper is a part of a study which examines these artifacts for their forms and for traces of use in an attempt to interpret their functions (Koda, 1989)[1]. The present paper pertains to the part of this study that deals with traces left on some of these artifacts, comparing them with those which resulted from experimental tool use.

The sample under study derives from a collection of artifacts excavated in the early 20th century by a German archaeologist, Max Uhle, from the sites in Ica and Chincha Valleys (fig. 1) and stored in the Lowie Museum of anthropology, University of California, Berkeley (Uhle, 1924 and n.d. ; Kroeber, Strong, 1924a and 1924b). They represent varied forms and time periods, ranging from ca. 1200 AD to the initial part of the Colonial period, that begins in 1532 AD, using Menzel's chronology based on the associations of Ica ceramic style vessels (Menzel, 1976). The sample of 53 artifacts from the Uhle collection were examined first hand ; another 70 items, in the forms of photographs, drawings and description, were added to enlarge the stylistic range[2].

Despite the heterogeneity of artifacts in the sample, they all have common recognizable parts ; a « working part » seen in a point or a blade with a « bladelette » that tapers sharply from the blade proper, body or stem, and handle. These artifacts are called « tools » in that they can be used to do a job by applying force on the working part, held at the handle or body/stem or both. They are roughly divided into three size categories : oversized, large and small.

The stylistic analysis identified two distinct groups of tools from Ica which I call Plain tools and Soniche tools, named after the site in Ica that yielded many of the latter. Ica Plain and Soniche tools are similar in overall form and parts, but different in many respects. Soniche tools (fig. 2 : D-F) are markedly oversized, more well-made and elaborately decorated than their more simply-made counterparts, the Plain tools (fig. 2 : A-C). Plain tools in the sample are small in number and come from various sites with few associations or secure dates.

Most Soniche tools are dated to the late Horizon, when Ica was under the rule of the Inca Empire, (1476 AD until 1532 AD)[3]. Many come from rich tombs with elaborate vessels, precious metals and, in some cases, artifacts signaling status or rank of the buried in the Inca society, such as a stool for an administrator of 100 taxpayers (Menzel, 1977 : 10). In addition, at least two belong to the late intermediate period, phases 3 and 6, between approximately 1200 and 1350 AD.

Each of the Plain and Soniche tools can be roughly sub-grouped into three types : spade-shaped with a stem and large asymmetrical blade, board-type tool with U-shaped handle and pointed sticks. Many have knobs at the top (fig. 2 : A-D, F).

The tools from Chincha in the Uhle collection are heterogenous, simply formed and lack decoration (fig. 3). Many Chincha tools come from tombs of the late intermediate period or late Horizon, and a few of the very early Colonial period (Menzel, 1966). These tombs often contain various small artifacts, such as silver plates, « balance beams », chalk, weaving tools, and small metal items, that Menzel says belong to « specialists »

(1) The study forms a basis of my dissertation and was financially supported by various sources. Tinker Foundation, through Latin American Studies Center, University of California, Berkeley, provided me a travel grant for fieldwork in Peru in 1984. A grant was provided by Sigma Xi for travel and a field experiment in Gila, Arizona, in 1987. The Chancellor's Special Award of University of California, Berkeley, supported photographic works. Department of Anthropology of the same institution provided grants, through Lowie Graduate Scholarship and Olson Graduate Scholarship, to supplement fieldworks and research. To these institutions, I am grateful.

I appreciate many people who helped me to conduct research. Dr John H. Rowe inspired me to study the subject and advized me throughout my research and writing. Dr Karen Bruhns, Dr James Anderson and Dr Roger Byrne gave me invaluable advice. Dr Nicholas Toth encouraged me to expand the study to include a use wear analysis. Dr Desmond Clark and Dr Ruth Tringham advized me of the dangers of use wear analysis ; while they gave me helpful advice, I am entirely responsible for the present study.

Mr Lawrence Dawson and Mr Eugene Prince were immensely helpful in my conducting work in the Lowie Museum.

(2) Information and photographs of the artifacts in Museo Regional de Ica and Peabody Museum were provided by Dr John Rowe and Dr Izumi Shimada, to whom I am grateful.

(3) Chronology is based on Rowe's system (1962).

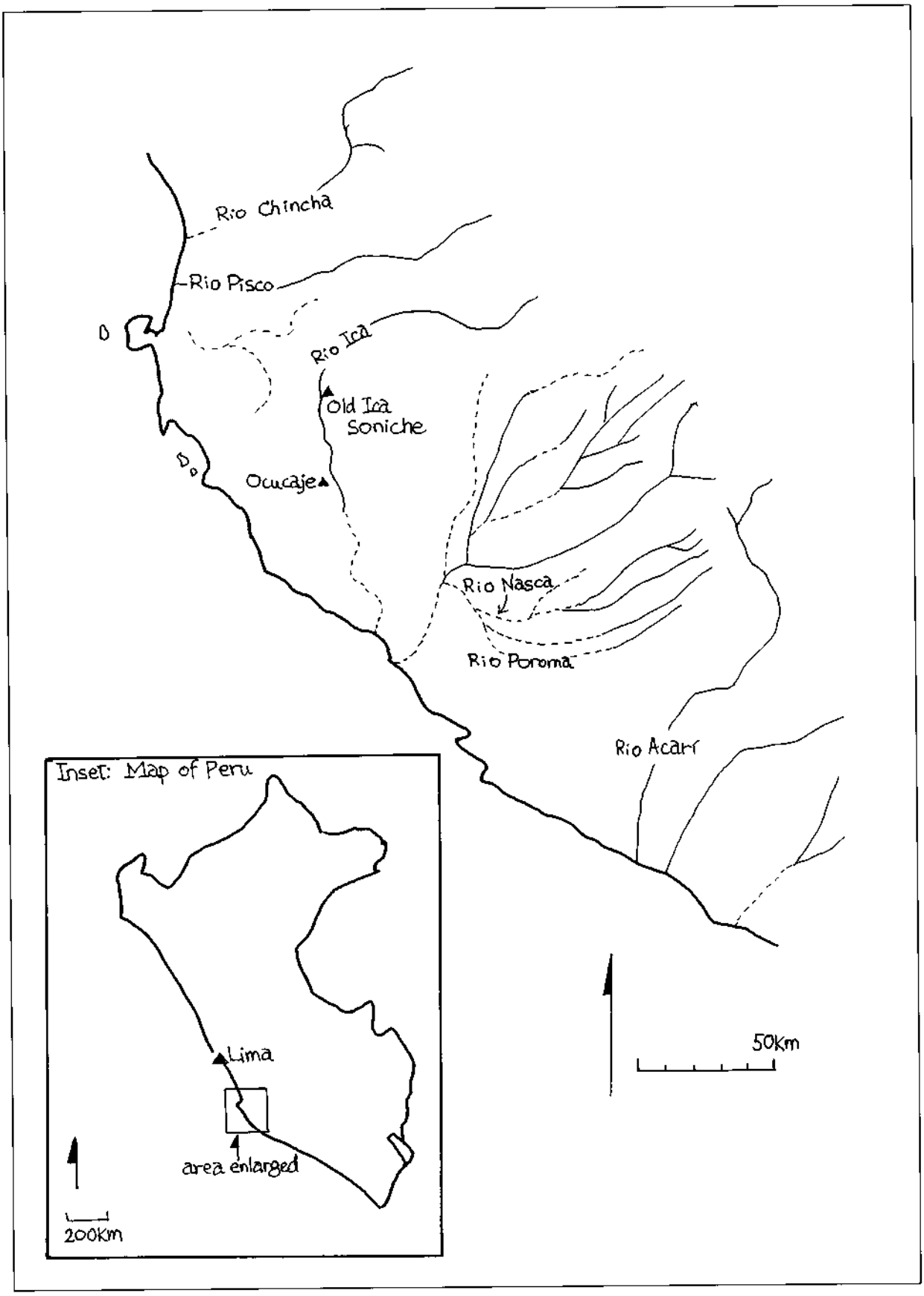


Fig. 1. Map of south coast of Peru. Adapted from Menzel, 1976, Map 1.

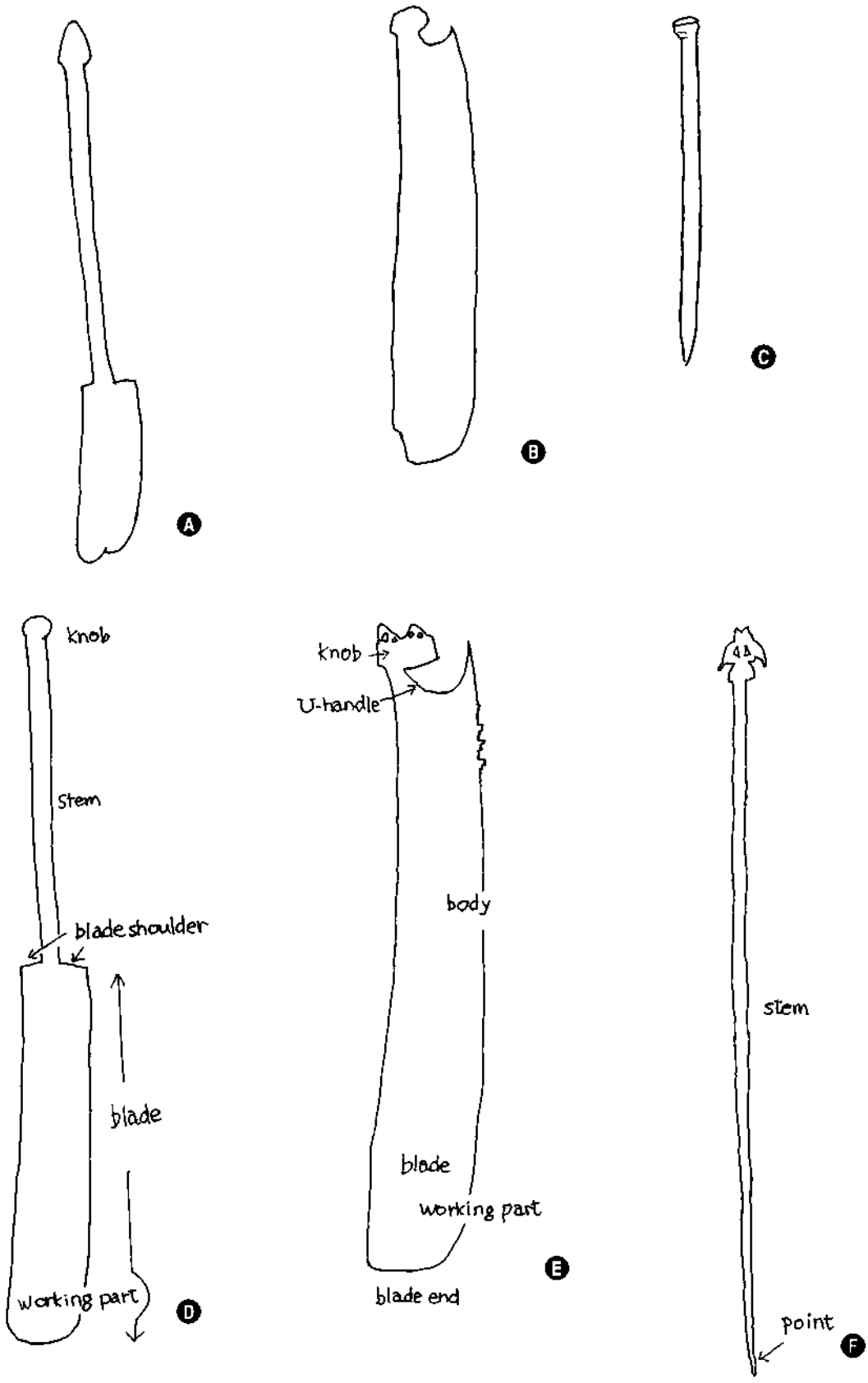


Fig. 2. Ica Plain and Soniche tools : not to scale. **A.** Ica Plain spade, 4-4211, Galagarza. **B.** Ica Plain board, 4-4209, Galagarza. **C.** Ica Plain pointed stick, MRI-3329. **D.** Soniche Spade, 4-4591, C-1. **E.** Soniche board, 4-5121, Tg. **F.** Soniche pointed stick, 4-4266, Y-1.

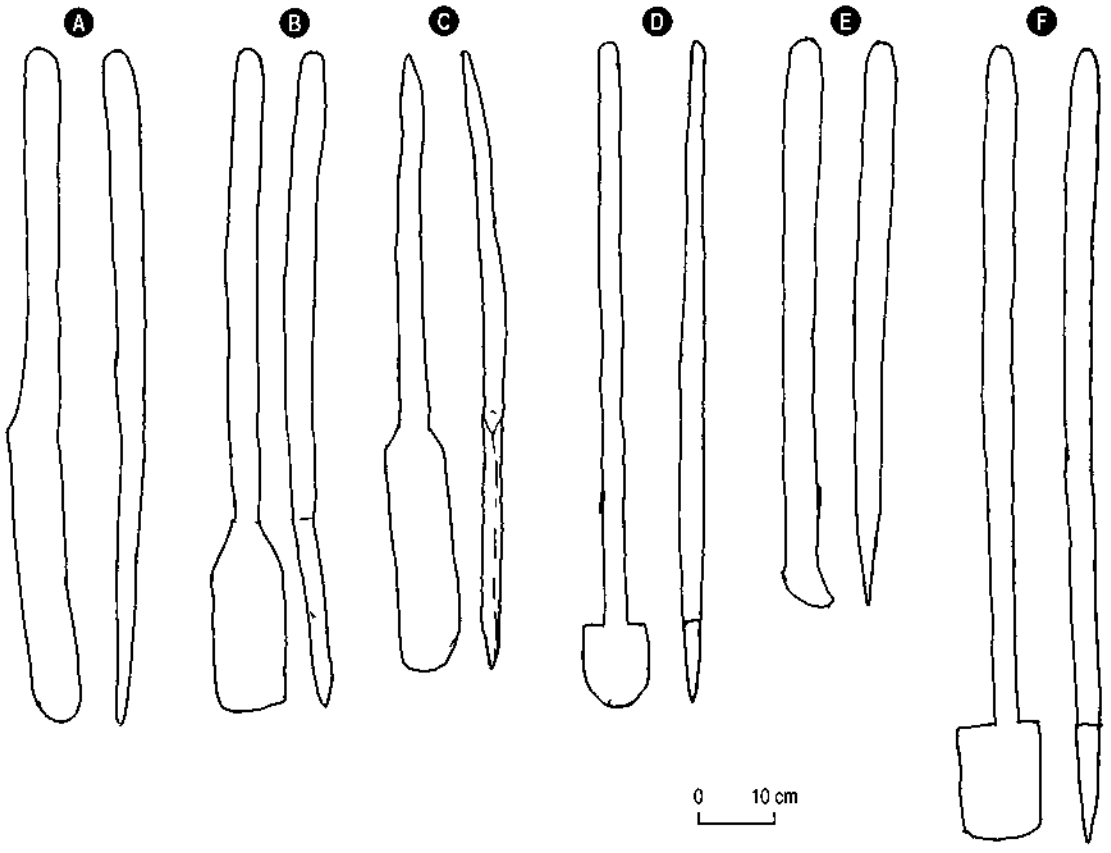


Fig. 3. Tools from Chincha (8-13 long tools ; 14-18 small tools). **A.** 4-3826i, C-14, Chincha. **B.** 16-1483 (probably from Chincha*). **C.** 16-1484 (probably from Chincha). **D.** 4-3755, C-5, Chincha. **E.** 4-3955, E-4, Chincha. **F.** 4-4201, Tambo de Mora, Chincha

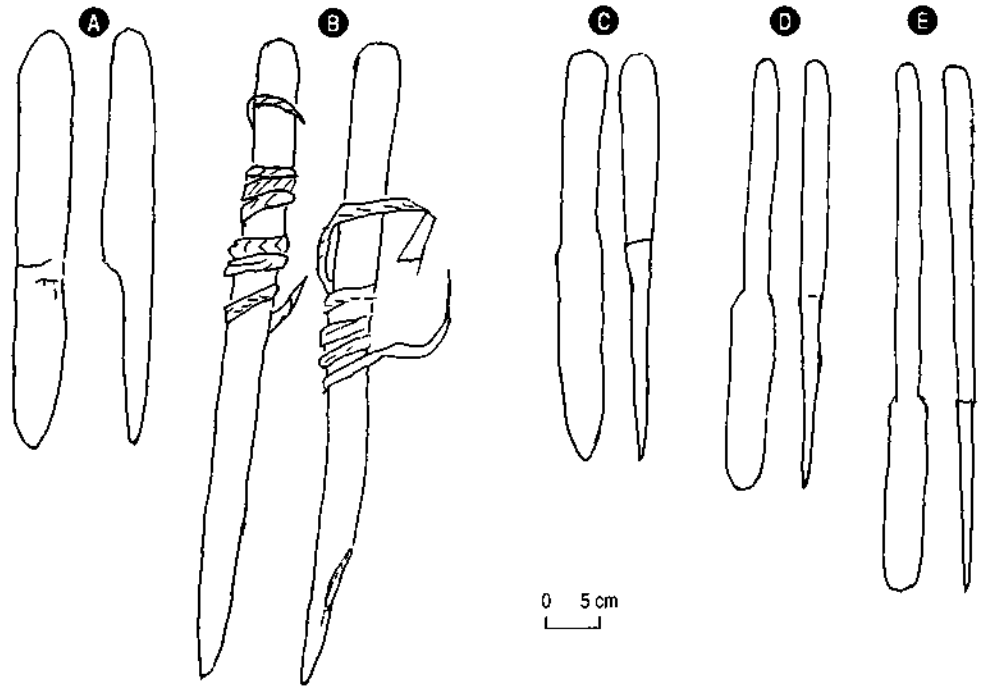


Fig. 4. A, B. 4-3692b and c, B-5, Chincha. **C, D, E.** 4-4100a, b and c, F-4, Chincha.

or « farmers ». Many tools from Chincha belong to the small tool category. The relative paucity of small tools in Ica, however, may be due to a sampling bias, as there are more rich tombs with large and oversized tools in Ica.

Trace Studies

The Sniche tools have attracted much attention for their exquisite carvings and have been called variously paddles, daggerboards or oars, identifications based on the shapes and some decorative themes such as fish and birds (fig. 5). Peter Kvietok (1987) recently found that they were used for farming purposes rather than for watercraft, based on a small-scale wear observation and iconographic and ethnohistorical study. The present study, independently conducted, is in agreement with Kvietok's conclusions. Although limited by methodological constraints, an experiment using tools roughly based on the plain tools of Ica and Chincha produced several distinguishable patterns, from different soil types and from corn husks.

Overall methodological frameworks and basic concepts of the wear study were borrowed from the lithic use wear studies (Semenov, 1964 ; Hayden, 1979 ; Hayden, Kamminga, 1979 ; Keeley, 1980 ; Tringham, 1978). However, due to the difference in materials (wood as opposed to stone, ivory, bone etc.) and the large size of the tools, the lithic usewear framework was significantly modified. For instance, such concepts as polish and striation were used, while wood-specific patterns were noted. Also, while a microscope was used to enhance the traces, the porous and non-isotropic wood surface required low-power magnification, or much of the area under observation would have been obscured.

Experiment

Tool manufacturing

Tools were manufactured within logistical constraints. Due to time restrictions, and because a major purpose of the experiment was the tool use and the resultant wear, tools were manufactured using steel tools rather than tools with bronze, chert or granite blades. Such blades were found by Uhle from the sites in Ica and Nasca as well as other Peruvian sites. Similar blades could have been used in woodworking as an adze or ax. Given that the steel tools are 3-6 times more efficient than stone adze and axes (Cranstone, 1971 ; Saraydar, Shimada, 1971), the time saved was used for tool-using experiments.

A steel adze experimentally made from a pick-ax was lent to me by Mr Lawrence Dawson, of the Lowie Museum. This tool, which has a slightly concave and straight-edged blade about 8 cm wide, was used for rough shaping, while a 2.5 cm wide chisel was used for the finer parts, at the bladelette and corners. The tool left straight and wide adze marks. Another experimental adze with a smaller slate blade (c. 5 cm wide) left much rounder tool marks when used with fresh oak ; these are similar to marks remaining on archaeological tools in the Uhle collection. A power tool was used to form a U-shaped handle in a replica of Ica board-type tool, while a draw knife was used to form the stem of some tools.

Altogether, six tools were made, some with working parts on both ends (fig. 6). The tools were made from *Prosopis* sp., a mesquite of the American Southwest, a wood of the same genus of which many Peruvian tools were made. The wood was locally obtained and was pre-cut at about 80 cm, limiting the size of the tools. In addition, a wood sample of *Prosopis chilensis* from Acarí Valley, south of the Nasca drainage on the south Peruvian coast[4] was used to provide a control. This small piece was not made into a tool, but rather was subjected to repeated motions, similar to the experimental activities conducted on six experimental tools.

Experimental Sites

The location of the experiment was an approximation, posing another restriction that may have limited the method's effectiveness. Several sites along the Gila Basin in central Arizona were chosen for their general, not specific, similarity to

(4) Dr Francis Riddell was kind enough to bring back a sample of *Prosopis chilensis* wood from Acarí Valley.

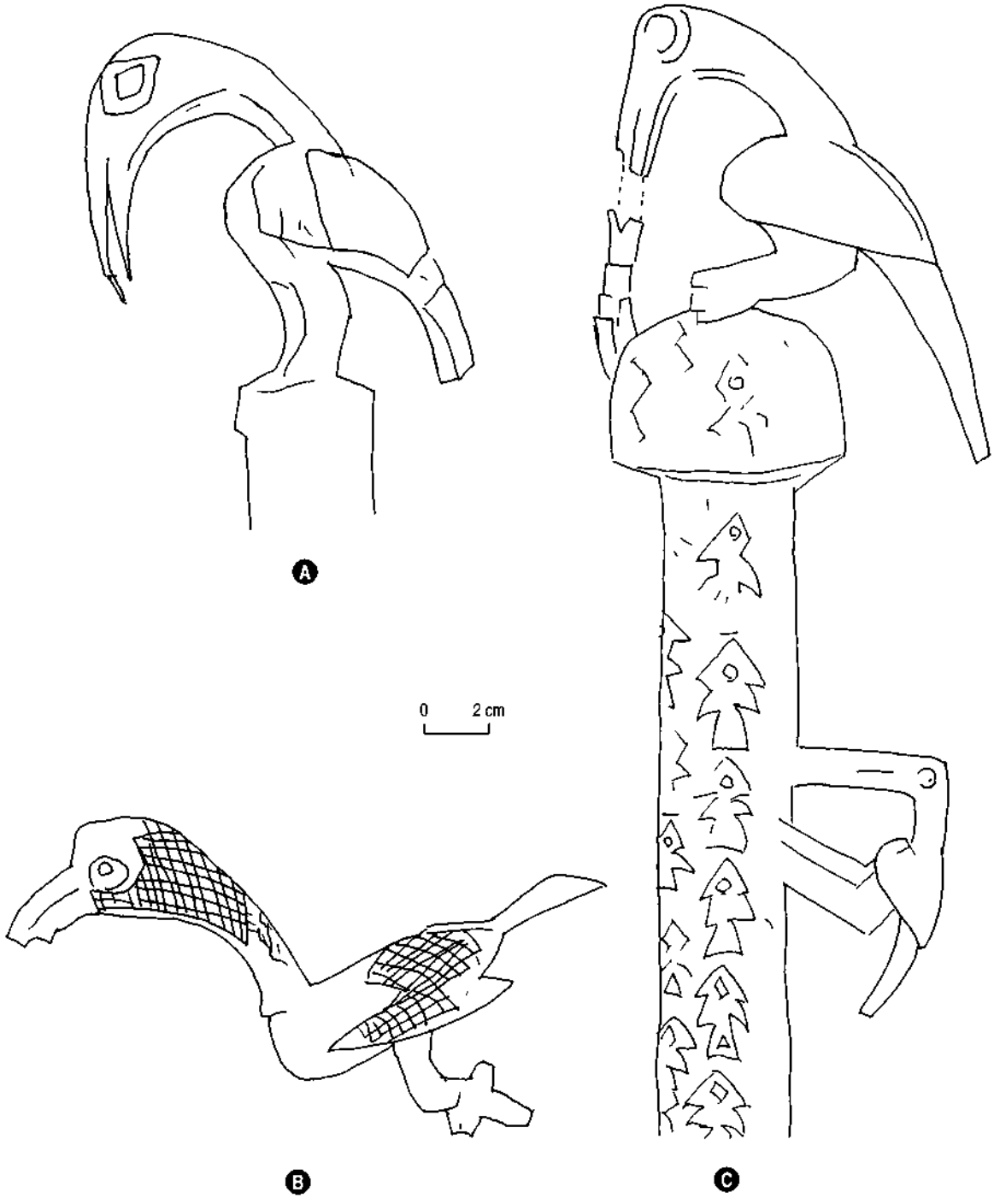


Fig. 5. Carved birds motifs on some Soniche tools. **A.** 4-4937, Ta, Soniche, Ica. **B.** 4-4939, Ta, Soniche, Ica. **C.** 45382, Tk, Soniche, Ica.

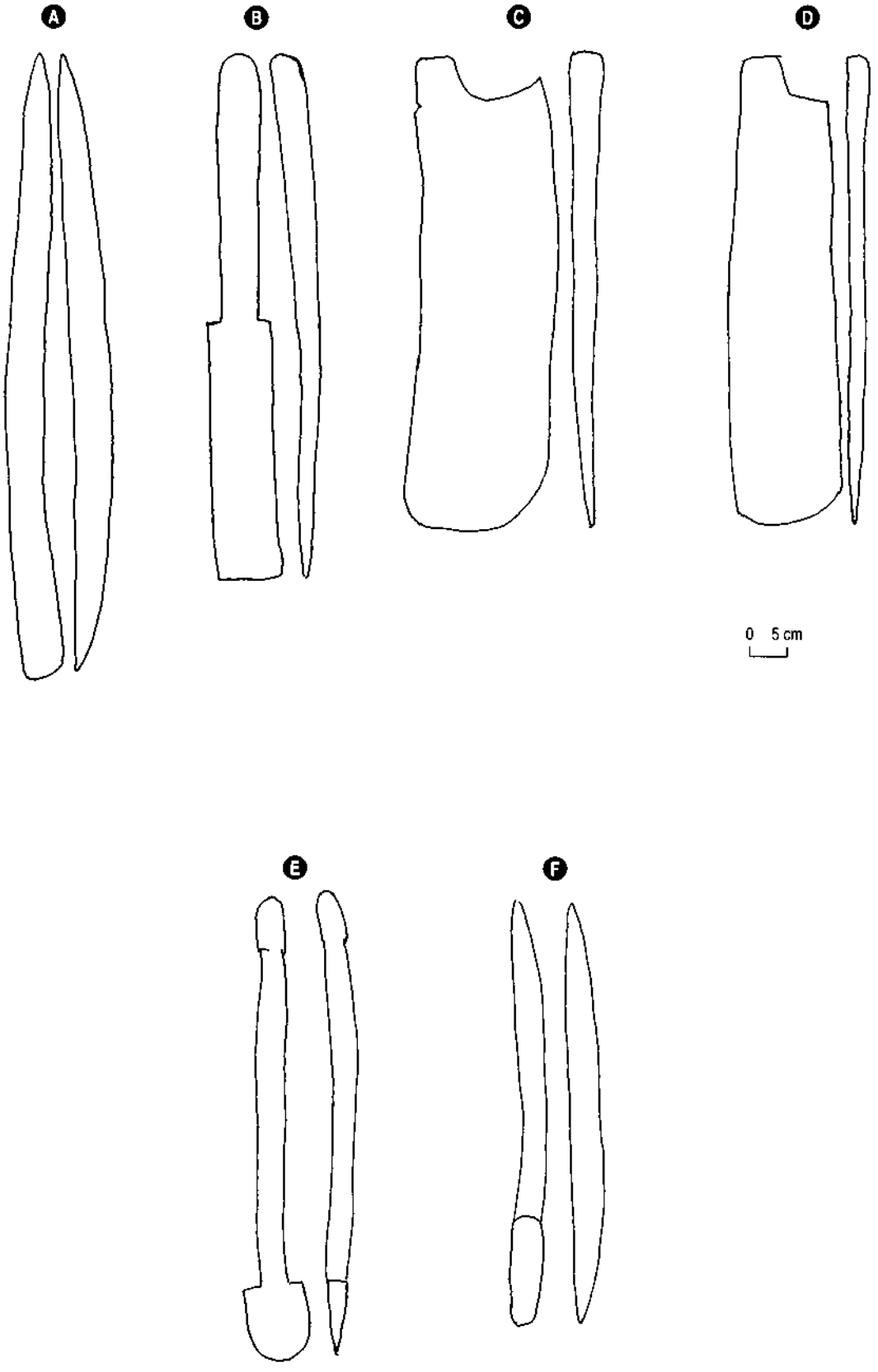


Fig. 6. Experimental tools, 1-6. **A.** Tool 1 : 76 cm (long). **B.** Tool 2 : 64 cm. **C.** Tool 3 : 58 cm. **D.** Tool 4 : 57 cm. **E.** Tool 5 : 56 cm. **F.** Tool 6 : 51.5 cm.

the arid South American valleys (Simpson, 1977). Similarities between the Gila and the south coastal Peruvian valleys include a dry environment, with xerophytic flora dominated by *Prosopis* sp. and a seasonal riverine flow with irrigation canals diverted at higher locations (Castetter, Bell, 1942 ; Menzel, Rowe, Dawson, 1964).

The experimental tools were used in fallow farmland, a water channel, a sandy floodplain, a commercial cotton field and with corn husks as a corn harvester[5]. The fallow field had been used as a family plot in which various crops were planted simultaneously in rows ; these included corn, beans, squash and watermelon. The field was planted with corn after the first experiment, and corn was experimentally harvested there five months later.

Ethno-historical information

Mixed planting is reported in many post-conquest chronicles on Andean farming. Cieza de León, in 1553, noted productive farming in the far northern valley of Tumbez, which escaped a drastic depopulation from old world diseases that decimated many fields in the South, including Ica Valley (Rowe, 1946 : 216 ; Cieza de León cap. lxx and cap. lxxv ; 1986 [1553], p. 209, 221-222) :

> « The fields were excellently cultivated, with much forethought, and they are very orderly in their watering of them. They raise many varieties of fruit and well-flavored roots. Corn is harvested twice a year, it and beans, and broad beans yield abundantly when planted (Cieza de León 1986 [1553], Ch. 101, p. 301) ».

Very little historical and ethnographic information is available on specific tool usage for farming on the coast. Bernabe Cobo tells of planting corn with a *lampa* on the coast in the 17th century :

> « Para escardar los sembrados y hacer los hoyos en que enterraban al maíz al sembrarlo, usaban de lampas, que los mexicanos llaman coas, y es un instrumento como azada, salvo que el hierro era de cobre, y no corvo, sino llano como pala corta de horno (Cobo lib. 14, cap viii ; 1956 [1653], tomo II, p. 252) ».

However, his information on weeding and making holes to plant corn using a *lampa* is not specific in the manner of use nor its form. He mentions that lampa was used as Mexican *coa*, which is a stick with a small asymmetrical blade, while it was shaped like a *pala de horno*, a tool to take bread out of the oven, probably similar to a « spade » (John Rowe's personal communication).

Guaman Poma (1980 [1615]) illustrated in the 17th century farming activities in the highlands, possibly in Lucanas, some 80 km inland from Nasca. One illustration (fig. 7 : A) shows a woman following a pair who plant corn, as if to cover the seeds with soil using a « board-type » tool. Another (fig. 7 : B) shows working on the basin wall with a similar but thinner tool. These elongated bow-like tools resemble some tools found in Poroma in the southern end of Nasca drainage, but are rather different from the Ica boards, although their general board shape is similar (fig. 8).

In addition, John Gillin details tool use in the Moche Valley to the north in the 1940's (see below). Thus, information on farming tools on the south coast is indirect and non-specific. Experimental activities had to be broadly based on this information.

Procedure

Visible wear on the handle of archaeological tools gives some indication as to how tools could be used. The shiny spots on the tools' stem and handle were regarded as hypothetical gripping zones ; experimental tools were held at these spots.

In the experiment, such motions as straight down thrust, diagonal thrust, « thrust and pry » accompanied simulated farming activities such as weeding, tilling, making ditches, cleaning a channel. Ten or four thousand single motions were applied on each working part. In a series of heterogenous motions, such as « thrust and pry », each was counted as one motion.

(5) The work in Gila Valley, in 1987, was facilitated by Mr Cecil Antone, director of resource Management, Gila River Indian Reservation, Mr Jimmy Westfall and Miss Suzanne Leckband of San Carlos irrigation and drainage District, Florence, Arizona, Mr Donald Spencer and Mr John Andreson, both of Casa Grande National Monument. I appreciate their help.

Fig. 7. Illustrations by Guaman Poma de Ayala.
A. Guaman Poma 1980 [1615] : 1162 [1172], p. 1059. **B.** *Ibid.* : 1156 [1166], p. 1053.

All tools were observed visually, and some microscopically. Magnifications ranged from 6 to 50 times, using a Wild stereoscopic microscope. The handle and working parts were observed carefully, and the body was examined at certain intervals, depending on the size of the tools. In the following, experimental activities and the resultant traces on the handle and the working parts of selected tools will be discussed.

Traces of use resulting from experimental activities

Wooden Structure

The appearance of a tool surface that results from experimental use is affected by the wooden structure exposed on the surface after manufacture. Vessels of *Prosopis* wood on the longitudinal sections are mostly uniformly distributed or sometimes slightly grouped (Core, Cote, Day, 1979 ; Dechamps, 1980 ; Panshin, de Zeuw, 1980). In the latter, the vessel-rich zone is more likely to receive mechanical damage from abrasives because of the concentration of thin-walled large vessels. (I call it the early wood zone, EWZ). On the other hand, the dense latewood zone, LWZ, with thick-walled fibers, repels abrasives in relative terms. If the board includes sapwood and heartwood zones, the former is likewise more susceptible to mechanical damage.

At the transverse, or cross, section, such as at the bladelette, round or semi-oval pores are exposed, replacing long vessels on the longitudinal sections. Foreign substances are likely to be deposited on pores or vessels.

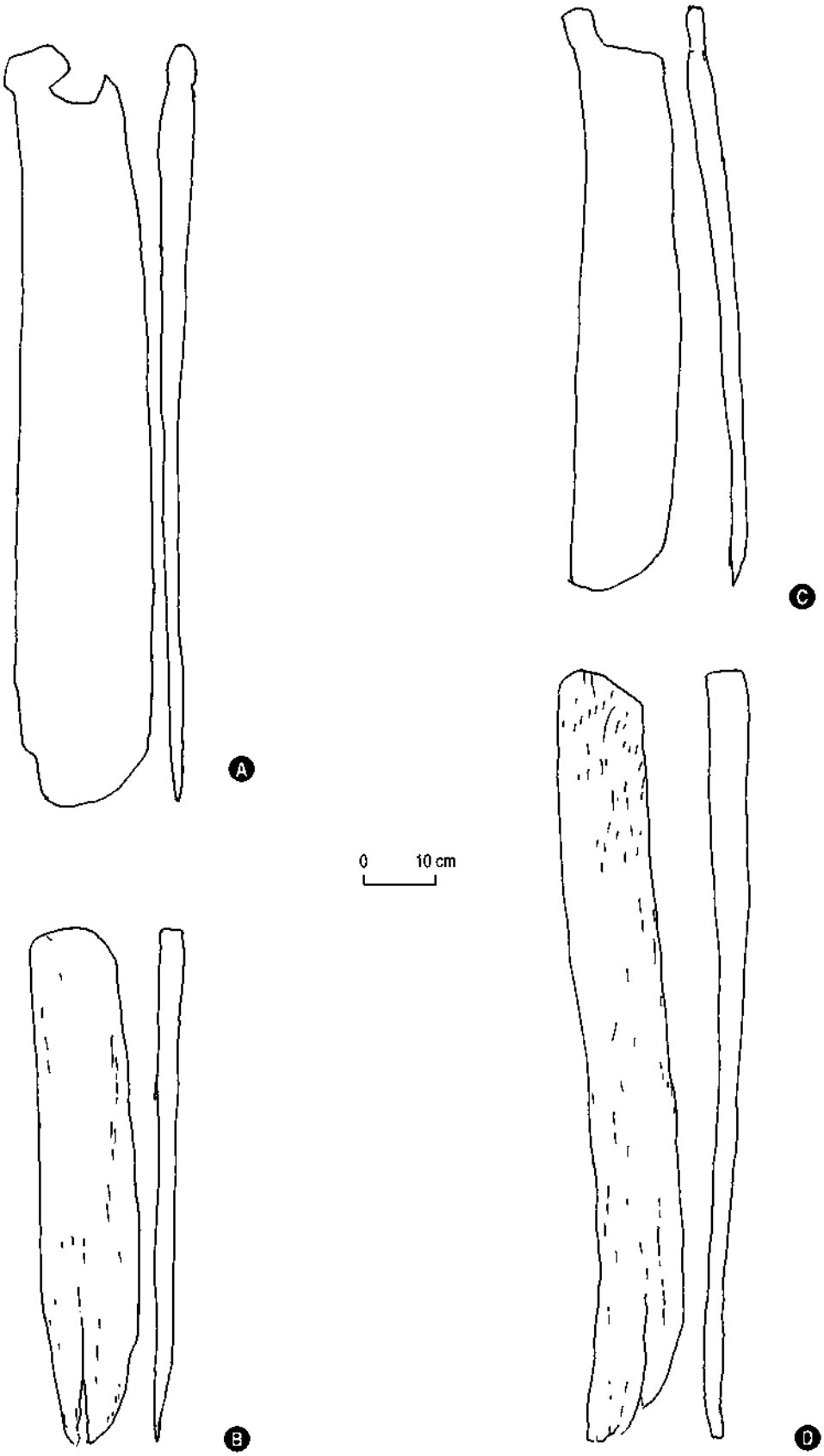


Fig. 8. Board-type tools from the south coast. **A.** Ica Boards : 4-4209, Galagarza, Ica. **B.** Ica Boards : 16-1486, possibly from Chincha (*op. cit.*). **C.** Boards from Poroma, Nasca : MRI 3445. **D.** Boards from Poroma, Nasca : MRI 2885.

Trace Patterns

Grip

A clear zone of wear from gripping resulted from all experimental activities. A « grip zone » formed where hands were pressed, on the stem and handle, seen in smooth and shiny gloss, often embedded with grit or mica (fig. 9). It is very similar to that seen on the archaeological tools, on the stem, body and knob.

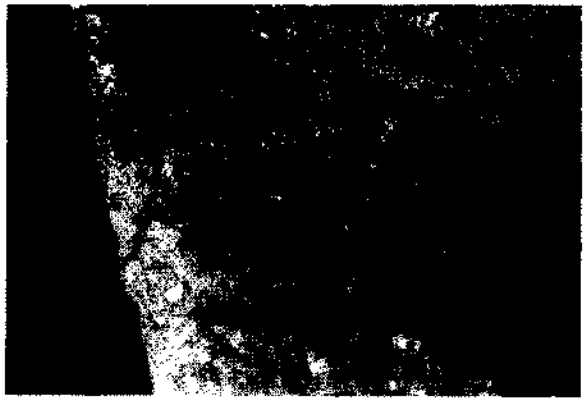


Fig. 9. Grip zone polish (lower half), embedded with sand (upper half) ; knob of tool 3. x18.

Working parts

Working parts showed diverse wear, depending on materials worked and motions.

1. Motions

The direction of thrust is clearly visible, as seen in striae, either in thin scratches or thicker grooves. Mostly they run along or slightly off the tool's long axis, reflecting the direction of motions as a tool thrusts into soil in digging. Often, striae follow the vessel with an abrasive trapped in it or on the low ground (fig. 10), or leaving behind « striettes » which are short scratches made when abrasives are released.

The *coa*-like tool modeled after a Chincha plain tool was used for weeding (fig. 3 : E ; fig. 22 : A). This kind of tool is described for the Pima in the Gila region, Arizona, in the 1930's, and in the pre-Hispanic Mexican codices (Castetter, Bell, 1942 ; Donkin, 1979). The experimental tool was subjected to sawing or « diagonal quick striking », broadly based on a description of Pima farming practices in the 1930's.

Weeding activity left striae which are oblique to the blade edge, reflecting the blade's entering the soil at about 60 degrees in short strokes. A « sawing » motion, used to remove weed through moving the tool over the ground, also left a different pattern of striae. They are parallel to the blade contour, rather than oblique or perpendicular to it as in the case discussed above, which resulted from the short diagonal strikes (fig. 11).

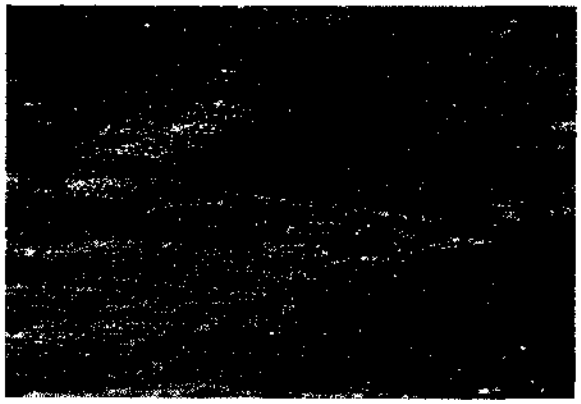


Fig. 10. A striation made on tool 5 from floodplain soil. Grit *in situ* was embedded when the tool was pulled (right side = blade contour). x12.

Fig. 11. Striae dug into polished, dense latewood zone, which is dark in color, paralleling the blade contour, from « sawing » motion in weeding. Bands of light areas on the right side reflect early wood zone and run along the tool's long axis. Working part 1 of tool 1 (tool 1-1) ; x25.

Also, in a feature more specific to wood, gross wood grain sometimes influences the size of wear, with abrasives digging into the wide zone of early wood. This creates a large-scale « wavy pattern » (fig. 12 : A).

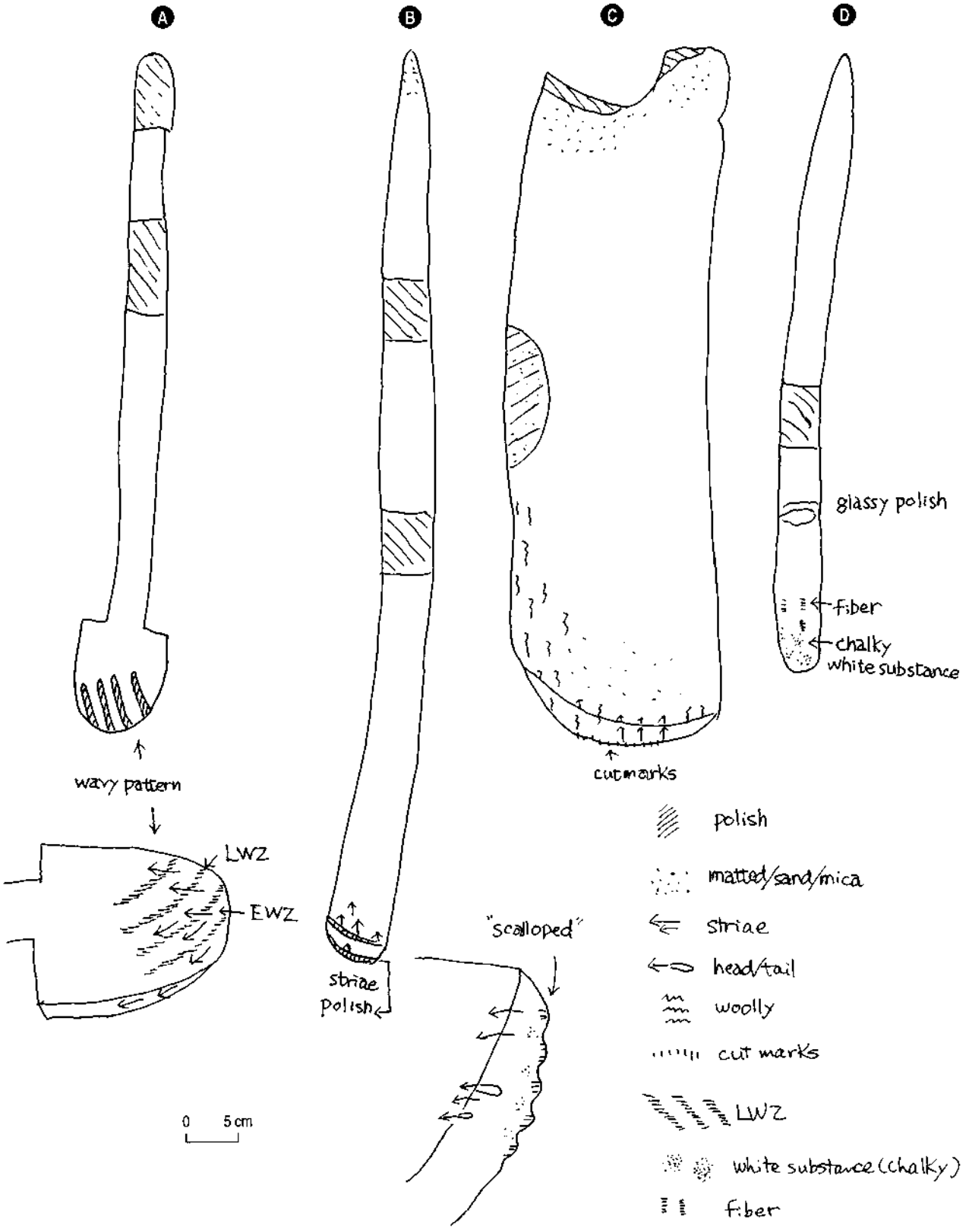


Fig. 12. A schematic drawing of traces on the experimental tools. **A.** A schematic drawing of wavy pattern resulting from coarse sandy soil of the floodplain ; lower half has wavy pattern, dug along the boundary of EWZ and LWZ. Tool 5. **B.** A scalloped contour with protruded LWZ, with striae and polish and recessed EWZ ; tool 2 used in « good soil » in the fallow field. **C.** Traces on experimental tool 3, resulting from cleaning a canal channel. **D.** A schematic drawing of locations of various features retained on tool 6-1 after its use with corn husks.

2. Materials

a. « Good soil », or dark and friable soil with a moderate amount of angular and rounded inclusions, is found in the fallow farmland. A « spade » with a symmetrical blade was used in « good soil » for tilling and making furrows with thrust-and-toss motions, at an angle of about 80 degrees. Cobo's discussion of *lampa* offers only general information on its use in weeding and planting maize. Neither ethnographic nor historical models were followed for this exercise ; rather, a general digging activity was intended. The *coa*-like tool was also used with « good soil » in the fallow field for weeding, as discussed above.

In both « spade » and *coa*-like tools, a high polish and a moderate amount of striae resulted at the working parts (fig. 13). The dense latewood zone and the high ground, formed from manufacture, retain their smooth, reflective shine with fine and thick striae, following the tool's movement. In contrast, the low ground on tool marks, porous earlywood zone, individual pores and exposed vessels received silt or grit deposits. The edge of the vessels on the longitudinal sections are rounded and smooth continuing to the higher polished areas. This produced the smooth undulation on the surface, similar to the « lattice of smoothed and reflective ridges » Kamminga observed on lithic tools (In Hayden, 1979 :145), and a « scalloped » appearance at the blade edge (fig. 12 : B).

b. Silty canal soil : two board-type tools, modeled after plain Ica boards, were used with silty canal soil. Guaman Poma's illustration shows a « Poroma »-type board used on the water basin, as if to repair its wall. No other information is available as to the use of this kind of tools. Gillin describes the Moche practice of cleaning canals : prior to the 1940's, canal cleaning offered a festive occasion when workers enjoyed cool water on a hot summer day while cleaning inside the ditch using a steel shovel (Gillin, 1945). The experiment was thus based on the general use of the board-type tool with irrigation work.

An irrigation ditch was cleaned using two tools modeled after Ica Plain board-type tools (fig. 6 : C, D ; fig. 8 : A, B). Held at the side and handle, as indicated in grip zones of some archaeological boards, the experimental tools were thrust at a low angle (20 deg.) to scoop the silt, inside the channel as Gillin describes.

The fine silt of the channel, with fewer large and angular inclusions than the « good soil », produced a « matted surface » (fig. 12 : C ; fig. 14). Silt and mica were deposited over a wide area with little polish. At places, the wooden surface is rough from raised wooden fiber, a « woolly surface ». A minimum amount of striae resulted except for « cut marks », or large-scale grooves dug into the earlywood zone, at the blade edge.

c. Corn husks : a group of small tools from Chincha is the model for a tool used for corn husking (fig. 4 : A-E ; fig. 6 : F). One tool from Chincha included a braided string, while the second had a hole at one end. Again, Gillin writes that corn was :

> « husked on the stalk in the field. For this purpose a bone or wooden pick, 5 to 6 inches long, perforated

Fig. 13. Polish on the blade tip resulted from « good soil », seen in dark polish on the high ground and whitish low ground where silt is deposited. Tool 1-1 ; x25.

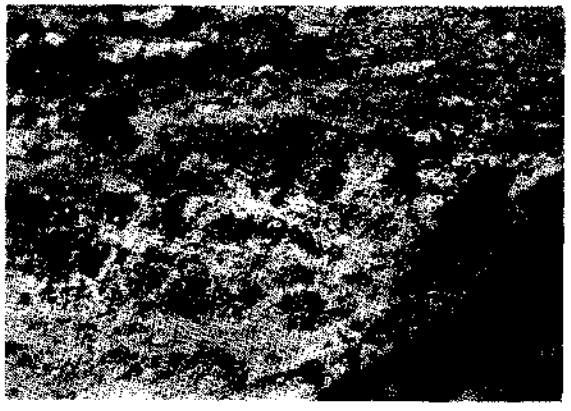


Fig. 14. Matted surface from silt in the irrigation ditch ; fine silt deposits in vessels and low ground, with no polish and minimum striae. Tool 3 ; x18.

at the butt end and attached to the wrist by a thong passing through the perforation, is used as an aid in opening the husks » (1945 : 19-20).

Tool 6-1, working part 1 of tool 6, was used in husking corn in the field, courtesy of Mrs Dora Jackson, a Pima and the owner of the corn field, which was, five months earlier, the fallow field described above. The husking task was accomplished easily with the tool by prying open the corn, although much of the experiment was made with peeled husks, as not enough corn was standing to experiment. Another experiment was made using *Prosopis chilensis* wood from Peru and observed after 500, 1 000, 2 000 and 4 000 times of thrusting into husks.

Trace Patterns : corn husks left heterogenous features on the blade, which could be seen both during working with husks and a few weeks after husking (fig. 12 : D) :

1. deposit of a matted fine white substance (fig. 15) ;
2. a thick whitish chalky or powdery substance ;
3. a thin layer of fiber bits (fig. 16) ;
4. viscous translucent deposit (fig. 17).

The thick chalky substance formed a micro-topography, resulting in a rough « moon surface ». In addition, the tool contour is rounded, and striae are visible sporadically. Wood from South America retained a similar pattern to that on the American Southwest wood, though the young branch of the former is lighter in color.

The heterogeneity of surface features may originate from different components of husks : husk, silk and silica. Phytolith polish has been proposed by Del Bene as silica particles becoming embedded into gaps onto which a further phytolith layer anchors (in Hayden, 1979 : 172). The process may be similar for wood, whose porous surface can trap various substance. A glassy polish was also observed six months after the experiment. However, low-power magnification in this preliminary experiment makes it difficult to clarify the formation process, though this was demonstrated to be wear in lithic tools by Yamada (1990).

Traces on archaeological tools

Some archaeological tools display traces similar to those on experimental tools, while others have no equivalent.

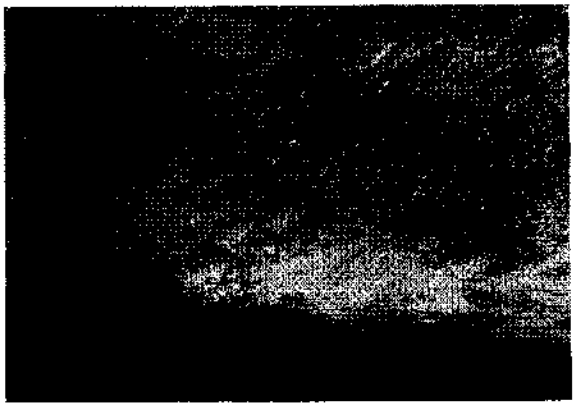


Fig. 16.– Fiber bits adhered on the *Prosopis chilensis* wood from Acarí, after 1 000 times of thrusting into husks.

Fig. 15. Matted area with white substance from corn husking. Tool 6-1 ; x12.

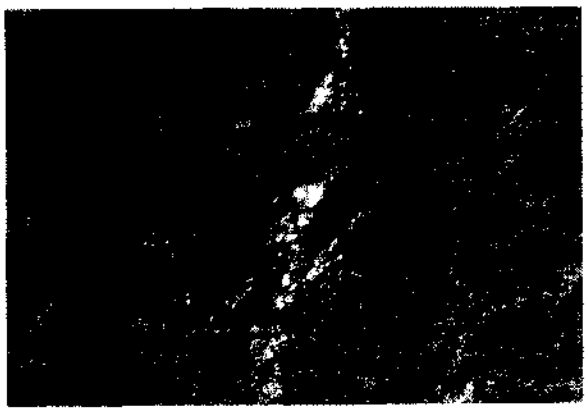


Fig. 17.– Glassy, viscous substance from corn husking, covering vessels partially. Tool 6-1 ; x18.

Grip

Soniche tools retain the grip zones at high points at the stem, indicating their use in an upright position. They were probably used nominally or for display. The blades of some Soniche tools are disintegrated or possess shrunken « ridgy grain » due to degradation from the manner they were buried – standing in a deeper more humid level. The minimum wear on the blade of most Soniche tools which escaped this process further points to this interpretation of nominal use (fig. 18 and 19).

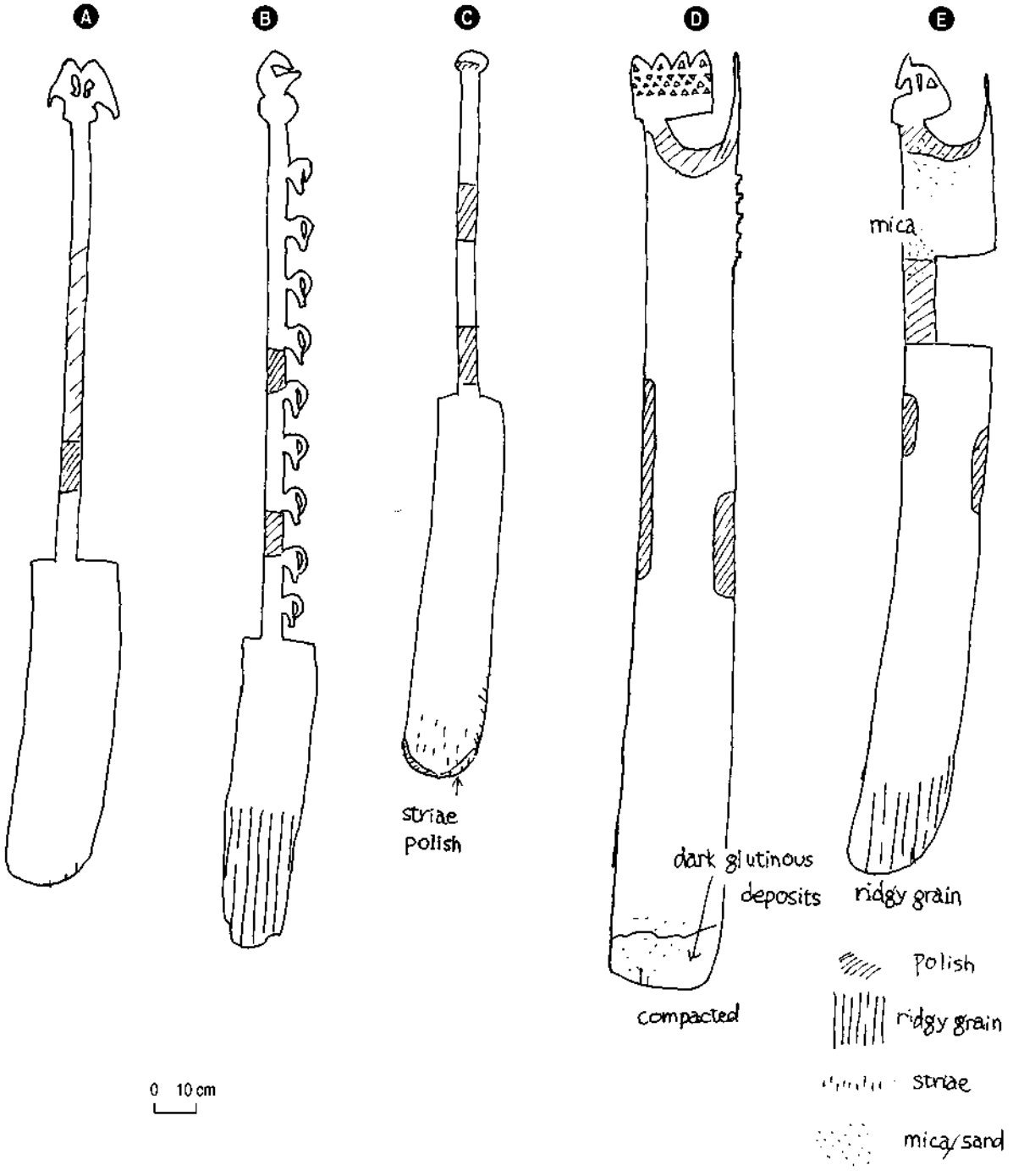


Fig. 18. Traces observed on some Soniche tools, Ica. **A.** 4-5383, Tk. **B.** 4-4940, Ta. **C.** 4-4591, C-1 ; this simply-made Soniche tool shows its more than nominal use in the blade and stem. **D.** 4-5385, Tk. **E.** 4-4944, Ta.

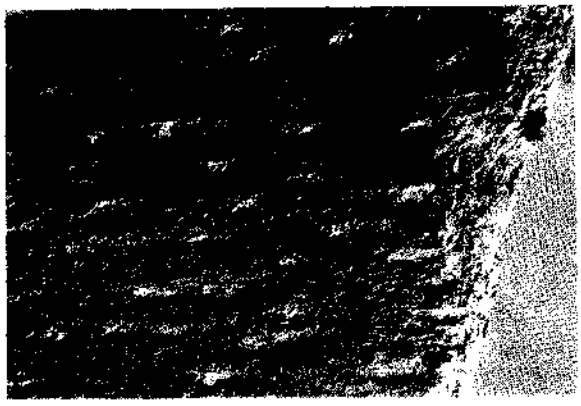


Fig. 19. A minima trace of use with little-modified wood grain, except for chipping at the contour ; 4-5383, Tk, Soniche, Ica ; x6.

In contrast, the plain tools show grip zones at the low part of the stem or body. Both plain spades and boards also have at least one grip zone at a higher location, on the stem or U-handle, probably to give the tool extra push by using the other hand (fig. 20). On one board, the darkened U-handle and the trapezoidal knob glisten highly with embedded grit and mica, indicating heavy use. These show the tools having been held at a low angle of thrust, which would stabilize a tool in repeatedly applying it deep into the soil.

Grip zones on both sides seen in plain boards may indicate their use with two hands, as done with one experimental tool used for canal cleaning.

Working Parts

a. The sample of the plain tools is small, five boards and three spades, which renders the following observations preliminary. The board-type tools retain both striae/polish and residue deposits.

One Ica plain board has diverse, heterogenous and dense trace patterns, including striae, polish and matted surface (fig. 21). In addition, heavy deposits of various substances occur, such as a dark thick substance and white powderish one (fig. 20 : C). The mixed features of wear and deposit indicate long-term multifunctional use with « good soil », silt, as well as with unknown substances.

On the other hand, three Ica boards indicate their use mostly with silt with fine silt and mica deposits (fig. 22). In case of two tools, which are possibly from Chincha, a woolly surface is prominent as in the experiment use in silt (fig. 20 : D, E).

The spade-shaped tools pose further difficulty because of small sample size. At least one with fine polish and striae suggests its use in « good » soil (fig. 20 : A). Another, though it is a Soniche tool which is very simply decorated with red pigment, was used extensively, showing a good polish and striae – probably used in good soil (fig. 18 : C ; fig. 23). The third spade shows a matted and woolly surface (fig. 20 : B ; fig. 24). Both Plain spades have well-rounded blade shoulders, indicating their use as the foot rest, as done on modern shovels. In addition, spades and boards alike, as in some Soniche tools, have distinctly asymmetrical blades ; this feature seems to have resulted from repeated thrusts at an oblique angle into the soil.

As for the manner of use, motion is suggested by the direction of striae. One tool from Chincha with a small symmetrical blade (fig. 3 : D) has polish and striae perpendicular to the axis on the tip of the blade, gradually leaning toward the sides, eventually paralleling the tool's axis (fig. 25 and 26). These features indicate its straight down thrust into a « good » soil, rather than « sawing » motions.

Five small tools from Chincha show similar wear to the experimental tool used with corn husks (fig. 27). One has a fine powdery deposit and smooth glassy polish on the blade edge and high ground as well as striae and fiber bits (fig. 28). Another has, in addition, an area of fine fiber bits concentration (fig. 29).

Conclusion

Although the experiment was limited in scope, it produced a few distinct trace patterns on wood specific to *Prosopis* sp. The existence of similar traces on the archaeological tools may suggest their use in a manner similar to that in the experiments. While it is possible that they were used for non-farming activities such as digging for construction, further experiment may clarify such a distinction.

While Soniche tools can be termed ceremonial for their minimal use, manner of gripping and formal features, plain Ica tools appear utilitarian on the basis of their size, blade forms and wear and

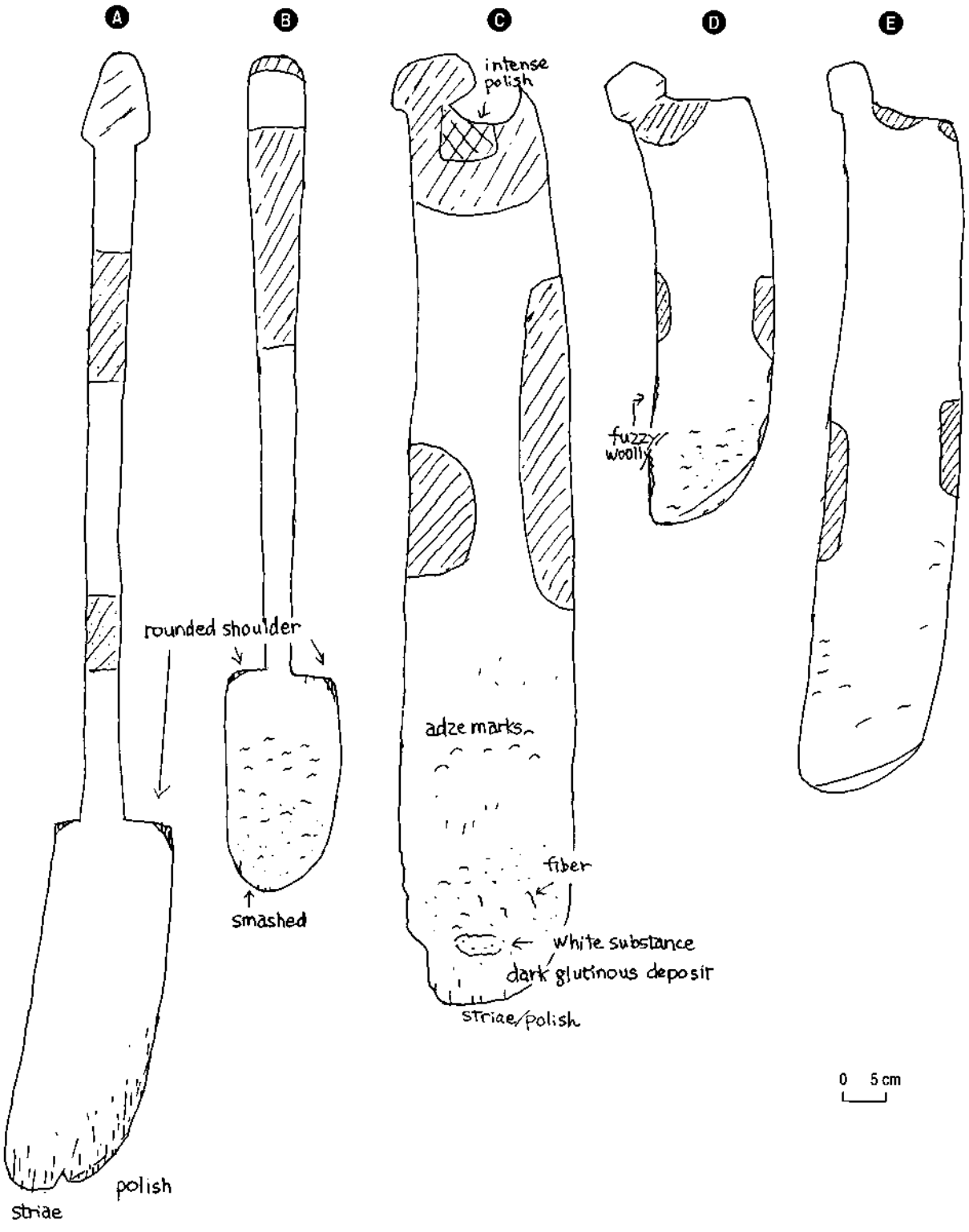


Fig. 20. Traces observed on the Plain archaeological tools. **A.** 4-4211, Galagarza, Ica. **B.** 4-4565, Site G, Ica. **C.** 4-4209, Galagarza, Ica. **D.** 16-1485, possibly from Chincha (*op. cit.*). **E.** 16-1486 (*op. cit.*).

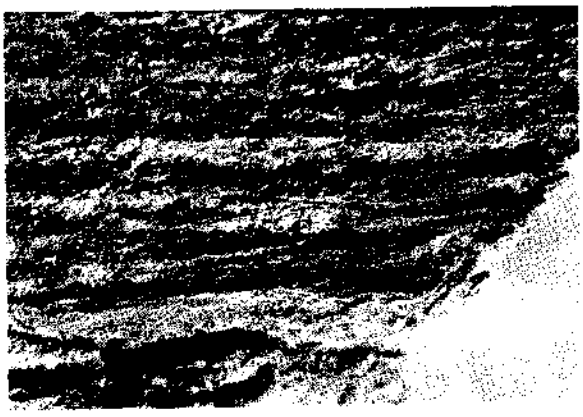


Fig. 21. Striae and matted surface on an Ica board, 4-4209, Galagarza, Ica ; x18.

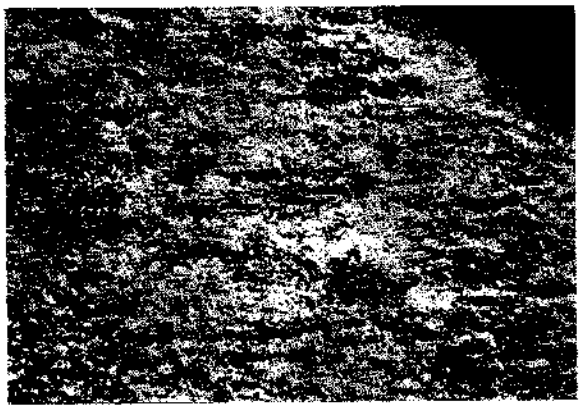


Fig. 24. Matted surface on a spade, 4-4565, Site G, Ica. ; x6.

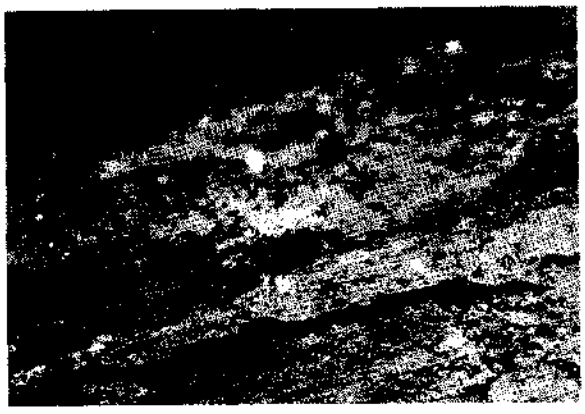


Fig. 22. Matted surface with silt and mica on an Ica board, possibly from Chincha, 16-1485 ; x18.

Fig. 25. Polish and striae, perpendicular to the blade contour, reflecting straight down thrust. At the blade end of a long tool with small blade, 4-3755, B-5, Chincha. x50.

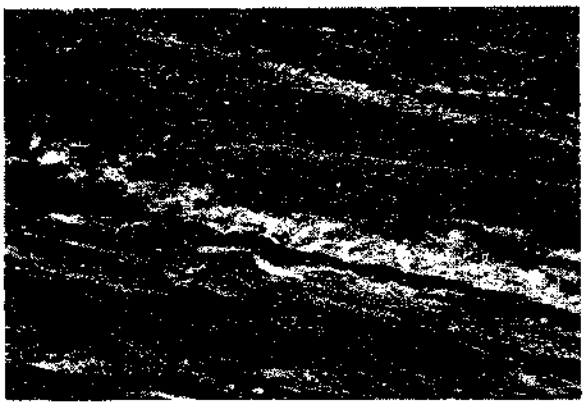


Fig. 23. High polish, striae and silt deposit in vessels in a simply-decorated Soniche spade, 4-4591, C-1, Ica ; x18.

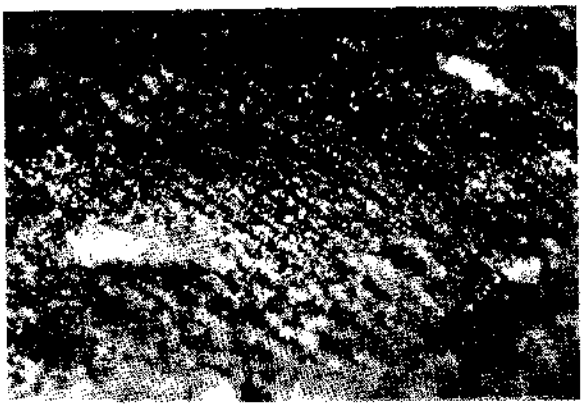


Fig. 26. Same as above, except that striae are oblique as they appear on the side of the blade, away from the blade end.

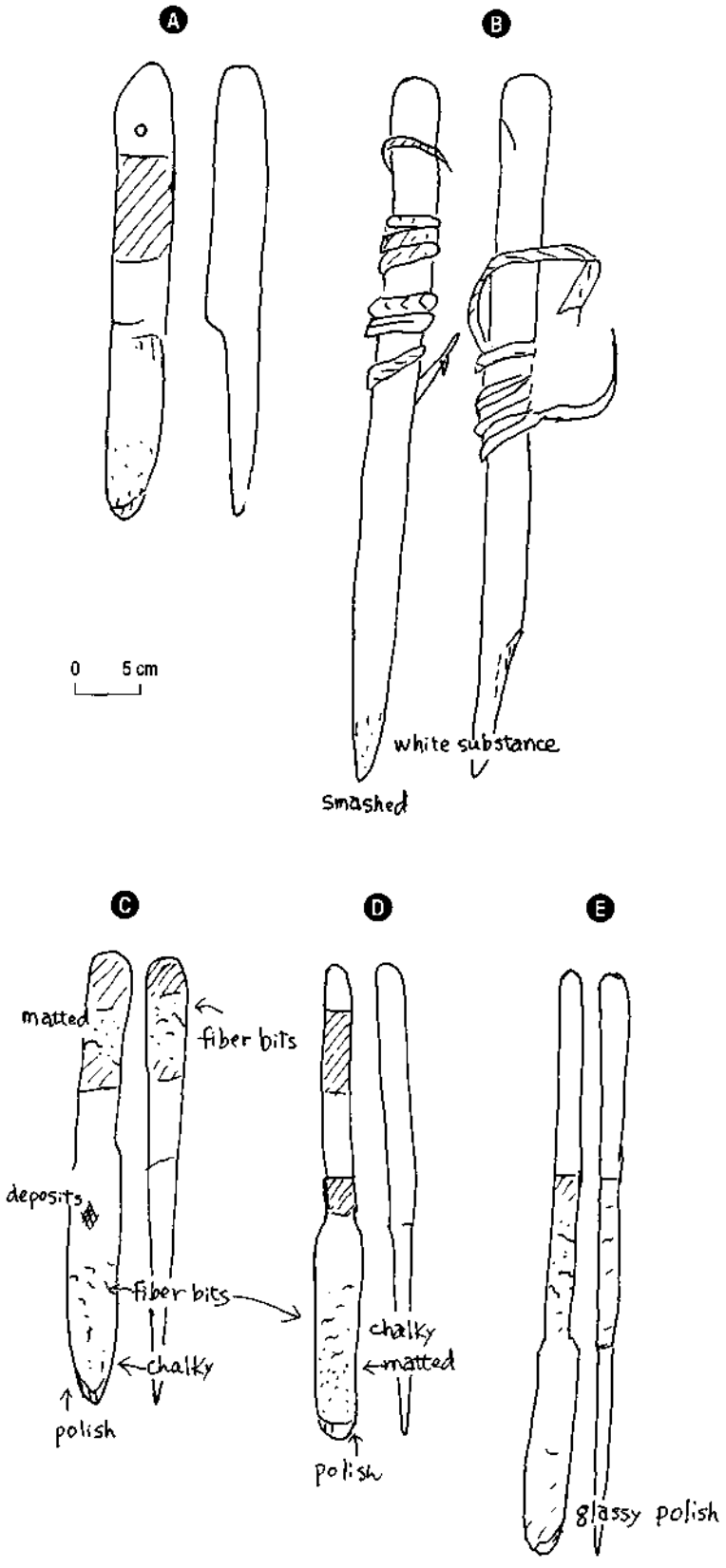


Fig. 27. Traces observed on the small tools from Chincha. **A.** 4-3692b. **B.** 4-3692c, both from B-5, Chincha. **C.** 4-4100a. **D.** 4-4100b. **E.** 4-4100c, all from F-4, Chincha.

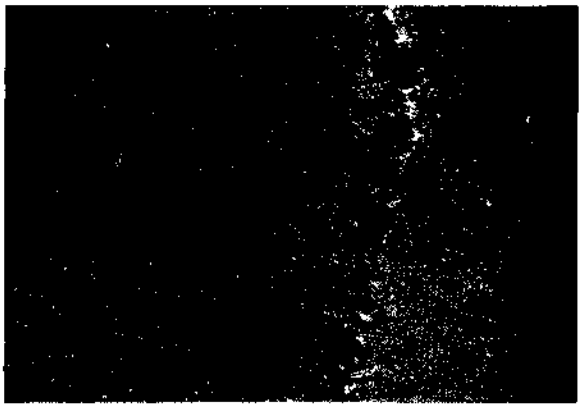


Fig. 28. Polish on high ground and matted area with thin white substance. A small tool with thin blade ; 4-4100B, F-4, Chincha. x6.

Fig. 29. Fiber bits on one of three similar small tools from F-4, Chincha. 4-4100A. x18.

deposits.

No clear distinction of possible use can be made between plain spades and boards from the given sample. Both tool categories retain traces that suggest the use in the silty soil and « good soil ». It is possible that they have been used for both soil types, that is farmland and with canal soil. They may have been used on other materials as well, since deposits of white and dark substance appear on a board-type tool.

The small tools with thin blades from Chincha exhibit features indicative of their use with corn husks. While other possibilities exist, the tool with an attached rope or hole for it also points to this interpretation.

Based on this experiment, an experiment with finer control in materials and activities should be considered, and the sample size expanded. Also, residue analysis should be a next step to test the results. An iconographical basis suggesting these tools to be farming tools is beyond the scope of this paper (Koda, 1989), but could strengthen, through further trace and residue analyses, the distinction between utilitarian and ceremonial tools.

Notes

Fig. 00 : Catalogue numbers used in Lowie Museum are listed as in 4-4211, followed by the name of the burial and/or site in Ica, or Chincha where noted (Menzel, 1976). The artifacts in the Catalogue 16, which have no provenience, are designated as, for example, 16-1484. MRI-= signals artifacts from Museo Regional de Ica.

Fig. 00 : 16-1483 and 1484 lost provenance after excavation. However, based on Uhle's description, they seem to fit artifacts excavated in Chincha, 4-3752 and 3755. Same situation applies to 16-1486, which could have been 4-3934 (see note to fig. 00).

* *123 Greenbrae Boardwalk, Greenbrae, CA 94904, USA.*

Bibliography

CASTETTER (E.), BELL (W.), 1942.– *Pima and Papago Indian Agriculture. Inter-Americana Studies* I. The University of New Mexico Press, Albuquerque.

CIEZA DE LEON (P.), 1976.– *The Incas [1553].* University of Oklahoma Press, Norman.

CIEZA DE LEON (P.), 1986.– *Cronica del Peru : Primera Parte [1553].* Pontificia Universidad Catolica del Peru, Adademia Nacional de la Historia, Fondo Editorial. (Introducción de Franklin Pease G. Y. Nota de Miguel Maticorena E. : Segunda Edicion Corregida), Lima.

COBO (B.), 1956.– *Historia del nuevo mundo.* Biblioteca de autores españoles : desde la formacion del lenguaje hasta nuestros dias. Obras del P. Bernabé Cobo [1653], t. 92, Ediciones Atlas, Madrid, t. I and II.

CORE (H.), W. A. CÔTE (W.), DAY (A.), 1979.– Wood Structure and Identification (2nd Ed.). Syracuse University Press, New York.

CRANSTONE (B.), 1971.– The Tifalmin : A « Neolithic » people in New Guinea. *World Archaeology*, 3, p. 132-142.

DECHAMPS (R.), 1980.– *Étude Anatomique de Bois d'Amérique du Sud*. Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique, vol. II.

GILLLIN (J.), 1945.– *Moche : A Peruvian Coastal Community*. Smithonian Institution, Institute of Social Anthropology, Publication N° 3.

GUAMAN POMA DE AYALA (F.), 1980.– *El Primer Nueva Corónica y Buen Gobierno [1615]*. Edición crítica de John V. Murra y Rolena Adorno. Traducciones y análysis textual del quechua por Jorge L. Urioste. Siglo Veintiuno (América Nuestra), Mexico, Primera Edición

HARUNARI (H.), 1986.– Revisit to « the Akashi Man ». *Rekihaku*, 18, p. 9, National Museum of Japanese History, Sakura City, Japan.

HAYDEN (B.) (Ed.), 1979.– *Lithic Use-Wear Analysis*. Academic Press, New York.

HAYDEN (B.), KAMMINGA (J.), 1979.– An introduction to use-wear : the first CLUW. *In* : B. Hayden (Ed.), *Lithic Use-Wear Analysis*. Academic Press, New York, p. 1-13.

KEELEY (L.), 1980.– *Experimental Determination of Stone Tool Uses*. The University of Chicago Press, Chicago.

KODA (Y.), 1989.– *Prehistoric Agricultural Implements of the South Coast of Peru*. Dissertation submitted in partial satisfaction of the requirement for the degree of doctor of philosophy in anthropology. University of California, Berkeley.

KROEBER (A.), STRONG (W.), 1924a.– The Uhle collections from Chincha. *University of California Publications in American Archaeology and Ethnology*, Berkeley, 21, 1, p. 1-54.

KROEBER (A.), STRONG (W.), 1924b.– The Uhle pottery collections from Ica. *University of California Publications in American Archaeology and Ethnology*, Berkeley, 21, 3, p. 95-120.

KVIETOK (P.), 1987.– Digging sticks or daggerboards ? A functional analsysis of wooden boards from the Ica Region. *Andean Past*, 1, p. 247-274, Latin American Studies Program, Cornell University (Ed. Daniel H. Sandweiss), Ithaca, NY.

MENZEL (D.), 1966.– The pottery of Chincha. *Ñaupa Pacha*, 4, p. 77-144.

MENZEL (D.), 1976.– *Pottery Style and Society in Ancient Peru*. University of California Press, Berkeley.

MENZEL (D.), ROWE (J.), DAWSON (L.), 1964.– The Paracas pottery of Ica : a study in style and time. *University of California Publications in American Archaeology and Ethnology*, vol. 50. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.

OAKLEY (K.), 1963.– *Man the Tool-maker*. The Trustees of the British Museum, London.

OAKLEY (K.), ANDREWS (P.), KEELEY (L.), CLARK (D.), 1977.– A reappraisal of the Clacton spearpoint. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 43, p. 13-30.

PANSHIN (A.), DE ZEEUW (C.), 1980.– *Textbook of Wood Technology*. McGraw-Hill Book Company, New York.

REES (S.), 1981.– Agricultural tools : function and use. *In* : R. Mercer (Ed.), *Farming Practice in British Prehistory*, Edinburgh University Press, p. 66-84.

ROWE (J.), 1946.– Inca culture at the time of the Spanish conquest. *Handbook of the South American Indians. Bureau of American Ethnology*. Bulletin 143, vol. 2, p. 183-330.

ROWE (J.), 1962.– Stages and periods in archaeological interpretation. *Southwestern Journal of Anthropology*, 18, p. 40-54.

SARAYDAR (S.), SHIMADA (I.), 1971.– A quantitative comparison of efficiency between a stone axe and a steel axe. *American Antiquity*, 36, p. 216-217.

SCHMIDT (M.), 1929.– *Kunst und Kultur von Peru*. Propyläen-Verlag, Berlin.

SEMENOV (S.), 1964.– *Prehistoric Technology* (translated by M. W. Thompson). Cory, Adams and MacKay, London.

SIMPSON (B.) (Ed.), 1977.– Mesquite : its Biology in Two Desert Scrub Ecosystems. US/IBP Synthesis Series, 14, Dowden Hutchinson andRoss, Inc. Stroudburg, Pennsylvania.

TRINGHAM (R.), 1978.– Experimentation, ethnoarchaeology and leapfrogs in archaeological methodology. *In* : R. Gould (Ed.), *Explorations in Ethnoarchaeology*. University of New Mexico Press. Albuquerque, p. 169-199.

UHLE (M.), 1924.– Explorations at Chincha. *University of California Publications in American Archaeology and Ethnology*, 21, 2, p. 57-94.

n.d.– *Unpublished Field catalogs of Uhle's collection from Peru, made between 1899 and 1905*, deposited at the Robert H. Lowie Museum of Anthropology, University of California, Berkeley, vol. I-X.

YAMADA (S.), 1993.– The formation process of use wear polishes. *Traces et fonctions : le geste retrouvé*. Liège, this vol.

Experiments also showed that the depth of soil loosened by these antler hoes is about 5 cm and they can work an area of about 60 m² of loessic soil.

In addition to antler hoes, stone hoes were found on Neolithic settlements. These have an oblong outline, an ellipsoid cross-section, and a trapezoid-shaped working end. Their surfaces have been shaped by either pecking or polishing. The working edges of intensively-used hoes are extremely blunted and rounded in profile. The striations and luster typical of agricultural implements are visible even with the naked eye on some areas adjacent to these edges.

The reaping implements are sickles of Karanovo type. Intact specimens of handles with their flint inserts were found *in situ* in some sites. The antler handles of some sickles are worked by polishing, whereas others have a natural horn surface. The lower end is usually rounded, or sometimes is decorated by engraving (fig. 3). The depth of the slot for inserts measures up to 1.5 cm. The inserts, fragments of the standardized blade type of medium size – measuring up to 1.5 cm in width – were set in groups of 4 or 5 into the slot of the handle at an oblique angle, forming a serrated working edge (fig. 4). Numerous experiments showed the high effectiveness of such sickles. They were shown to be more efficient and practical than the reaping knives with straight handles which are commonly found in the Neolithic of Middle Asia (Korobkova, 1979), and their output was only 2.5 times less than that of modern iron implements. The characteristic « mirror-like » sheen and comet-shaped striations formed on the inserts after the first hours of uninterrupted work.

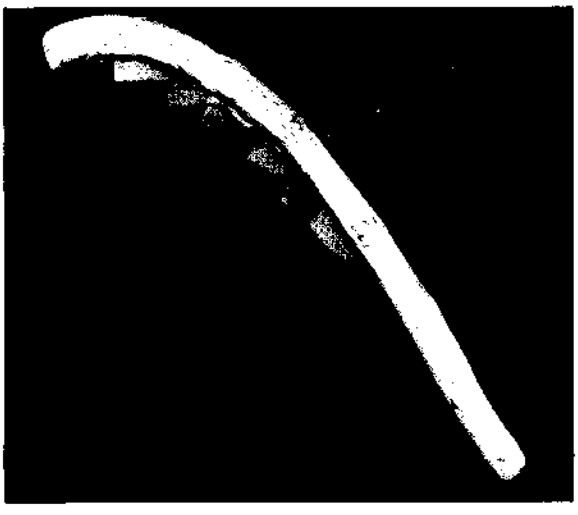


Fig. 3. An experimental sickle of Karanovo-type.

Sickles from Bulgaria appear to be at a fully evolved stage, making it impossible to retrace the evolution of this tool from simpler forms such as reaping knives to more complicated ones with a curved handle, like the evolution which took place during the Neolithic and the Eneolithic cultures of Middle Asia. This may be due to the presence of different traditions of reaping implements in the Balkans, in Rumania and in the southeastern part of the USSR. On the other hand, there is no information showing even single-insert reaping knives were present in the Mesolithic of Bulgaria, although admittedly this area is still poorly-known. The finds of individual tools for cutting of plants in the Upper Paleolithic can be considered only as evidence of gathering wild plants, because at the present time there is no indisputable proof of the cultivation of wild cereals in the Balkans. It is interesting to note that this sickle form is identical in different Neolithic cultures of Bulgaria which are otherwise different from one another in many aspects. This observation supports the hypothesis of the introduction of agriculture from Middle Asia to the Balkans.

Stone querns, used to grind grain, were found on most sites. They have a boat-like, rounded or oval form. Their working surfaces are shaped by pecking, and the lateral surfaces are partially ground. The working areas of querns have intensive use-wear traces from rubbing and grinding.

For the first time, besides the functional types with their distinctive use-wear traces already described in the literature, we have discovered several completely new kinds of implements in the Eneolithic. Functions of implements were determined using magnifications up to 200x, taking into account the whole complex of traces discovered on the working parts and backs of tools :

a. the pattern of blunting, chipping and configuration of the cutting edge ;

b. types and topography of microwear polishes ;

c. linear traces.

In this way a series of seven objects of the same kind were discovered among the tools, made from red deer antler (fig. 5). They are large, elbow-shaped artefacts made from the long part of a main shaft of an antler with the tine oriented at an obtuse angle. Careful microscopic examination showed

paleo-economic nature (Skakun, 1987, 1989). The technical and morphological analysis of implements showed that the various Bulgarian Neolithic cultural complexes have different heritages : in particular, the material from northeastern Bulgaria sharply contrasts with that from the Thrace valley and from the western part of the country. Even more marked differences were found to exist between implements from Neolithic and Eneolithic sites : although a connection between these two epochs can be shown for the central regions on the basis of particular components of the tool tradition, this relationship is almost entirely absent in the Northeast. The use of different local flint types was replaced during the Eneolithic by use of flint from Dobrogea in most settlements of Bulgaria. A key factor of change was the reorientation of the flint-working industry towards a new type of blank, a large blade with standardized proportions and a large size which had optimal technical characteristics as a blank for most implements (Skakun, 1984). This radical transformation of one of the traditional industries, flint-working, reflects major changes within the Eneolithic economy, both in terms of the complexity of its structure and the technical elaboration of its implements. A good illustration of this may be found in the functional classification of implements we have made for the main industries (tab. 1). Here we shall consider the progressive evolution of agricultural tools in particular (fig. 1).

Agriculture becomes one of the main branches of the economy in Bulgaria in the early Eneolithic, dated to 6000 BC (Todorova, 1981a). Numerous agricultural implements – hoes for cultivation, sickles with flint inserts and querns – were found on sites from this period.

Hoes were made from bent parts of antler and have a cone-shaped working end and straight or salient butt (fig. 2). Some of them have a lug hole. The surface of some tools shows the natural horn cover, whereas others have completely polished surfaces. Many hoes have characteristic use-wear traces, the most marked being intensive polish of their working part, and deep scratches oriented parallel to the longitudinal axis of the tool. The mode of attachment of the antler hoes to a handle was experimentally reconstructed by S. A. Semenov (Semenov, 1974 ; Korobkova, 1975).

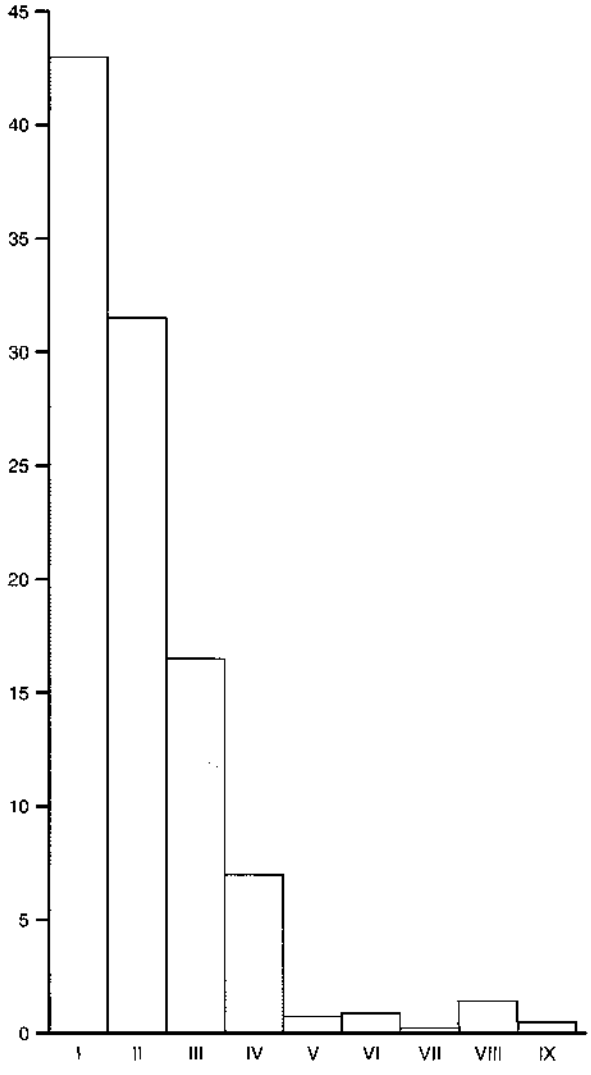


Fig. 1. Special primitive craft activities (see table 1, column 1).

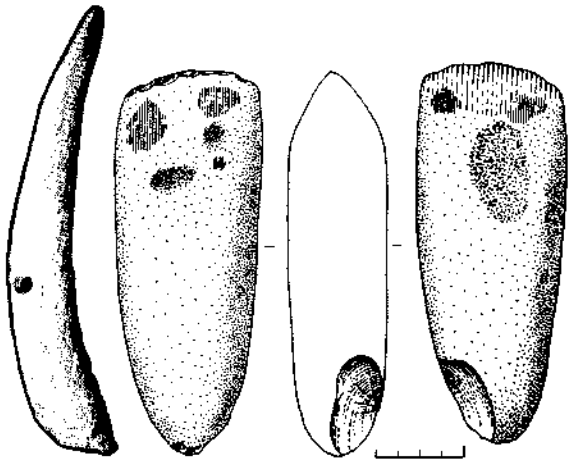


Fig. 2. Antler and stone hoes from Eneolithic sites of Bulgaria.

Main branches of economy and special primitive crafts	Functional groups of implements	Functional types of implements	The name of implements and main special activities	Number of implements	% of total implements
1	2	3	4	5	6
A			*Agricultural implements*		
	I		*Implements for cultivation of the land*	229	1,81
		1	ralos (ardshares)	12	0,10
		2	hoes	217	0,71
	II		*Reaping, threshing, grain-grinding tools*	4 431	35,12
		3	sickle-inserts	4 098	32,49
		4	threshing-sledge inserts	227	1,80
		5	querns	106	0,84
	III		tools for cutting of grass	139	1,10
		6	knives for grass	139	1,10
B	IV		*Implements for hunting and fishing*	134	1,06
		7	arrow-heads, dart-heads	99	0,78
		8	fish-hooks	5	0,04
		9	harpoons	6	0,05
		10	plummets	24	0,19
C			*Implements for treatment of hunting and cattle-breeding products*		
I	V		*Implements for leather-skin-working*	2 944	23,34
		11	endscrapers	1 129	8,95
		12	scrapers-shavers	976	7,74
		13	inserts from leather-dressing tools	343	2,72
		14	knives for dehairing of skins	36	0,28
		15	knives for cutting skins	171	1,35
		16, 17	tools for piercing skins (borers, needles, avis)	184	1,46
		18	burnishers	96	0,83
	VI		*Tools for butchering (for dressing of carcasses)*		
		19	knives	817	6,48
II	VII		*Implements for wood-working*	2 191	17,37
		20	scrapers	279	2,21
		21	scrapers-shavers	720	5,71
		22	saws	363	2,88
		23	plane-knives	194	1,54
		24	drills	172	1,36
		25	fly-wheels	3	0,02
		26	burins	113	0,89
		27	axes	61	0,48
		28	adzes	116	0,92
		29	chisel-shaped tools	170	1,35
III	VIII		*Bone-working implements*	1 039	8,24
		30	saws	252	1,99
		31	scrapers	323	2,56
		32	plane-knives	173	1,37
		33	burins	164	1,30
		34	drills	100	0,79
		35	abrasives	27	0,21
IV	IX		*Stone-working implements*	444	3,52
		36	pressure-flakers	182	1,44
		37	hammers	34	0,27
		38	saws	198	1,57
		39	abrasives, anvils	30	0,24
V	X		*Implements for use of coloring matter*		
		40	implements for grinding coloring matter	55	0,44
			Implements for weaving	64	0,50
		41	plummets	24	0,19
VI	XI	42	splindle-whorls	40	0,32
VII	XII	43	implements for plaiting	13	0,10
	XII	44	hooks for bast-plaiting-« Kotchedyk »	13	0,10
VIII	XIII		*Implements for ceramic production*	89	0,70
		44	pellets	15	0,12
		45	burnishers	71	0,56
		46	*cliches*	3	0,02
IX	XIV		*Metal-working implements*	26	0,21
		47	whetstones	12	0,09
		48	ore-breakers, ore-anvils	14	0,11
			Total	12 615	100,00

Table 1. The functional classification of implements and major crafts in the Eneolithic of the Warna culture (Bulgaria).

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Agricultural implements in the Neolithic and Eneolithic cultures of Bulgaria

*Natalia N. SKAKUN**

RÉSUMÉ

Divers instruments agricoles en os, bois de cervidé et pierre de sites néolithiques et énéolithiques (Chalcolithique, 6000 BC) de Bulgarie ont fait l'objet d'analyses typologiques et tracéologiques, sur la base d'expérimentations détaillées. Deux technologies agricoles sont distinguées entre ces deux périodes. Des houes lithiques et osseuses sont décrites pour le Néolithique, ainsi que des meules et des faucilles de type Karanovo. A l'Énéolithique, de nouveaux outils tels que les socs d'araire en bois de cervidé, parallèlement à la présence du bœuf, indiquent le début d'une agriculture de labours. Des houes métalliques, aussi bien qu'osseuses et lithiques, sont utilisées. La dimension des meules est plus importante qu'au Néolithique, et des outils pour l'extraction et le broyage des minerais font leur apparition. On commence à trouver des éléments de *tribulum*, et, bien que les faucilles restent du type de Karanovo, les armatures de ces deux types d'instruments utilisent de nouveaux supports laminaires grands et standardisés. L'auteur considère que la technologie agricole plus développée mise en évidence par ces observations a contribué à transformer la structure économique et à accroître la prospérité du Chalcolithique et de l'Âge du Bronze.

ABSTRACT

This article uses typological and detailed experimental use-wear observations of bone, antler and stone tools, centering upon various agricultural tools from Neolithic and Eneolithic (Chalcolithic, 6000 BC) sites of Bulgaria. The author contrasts the agricultural technology of these two periods. Neolithic stone and bone hoes are described, as well as querns and Karanovo-type sickles. In the Eneolithic, new tools such as antler ardshares and the presence of oxen show the beginning of arable farming ; metal hoes are used as well as ones of bone and stone. Querns are larger than during the Neolithic, and tools for extraction and grinding of ore also appear. Inserts for threshing sledges begin to be found, and, although sickles remain of Karanovo type, inserts for them as well as threshing sledges are made from newly-appeared large, standardized blades. The author considers that the more intensive level of agricultural technology shown by these observations for the Chalcolithic and the following Bronze Age plays a role in bringing about a new economic structure and increased prosperity.

Systematic typological and experimental use-wear analyses of implements and their raw materials from Neolithic and Eneolithic sites from Bulgaria were carried out on a large scale, producing a number of interesting observations concerning the sites' cultural and chronological affiliation and

that the use-wear traces on them were concentrated on the tine ; its entire surface is intensely polished, and striations, deep scratches, and grooves are visible on some parts, oriented along the longitudinal axis towards the antler shaft. Particularly intense luster and deformation appear on the lower part of the tine. At the other end of the antler shaft, wear occurs on the retouched area, on the facet ridges, which appear slightly rubbed and smoothed (fig. 4 : A, B).

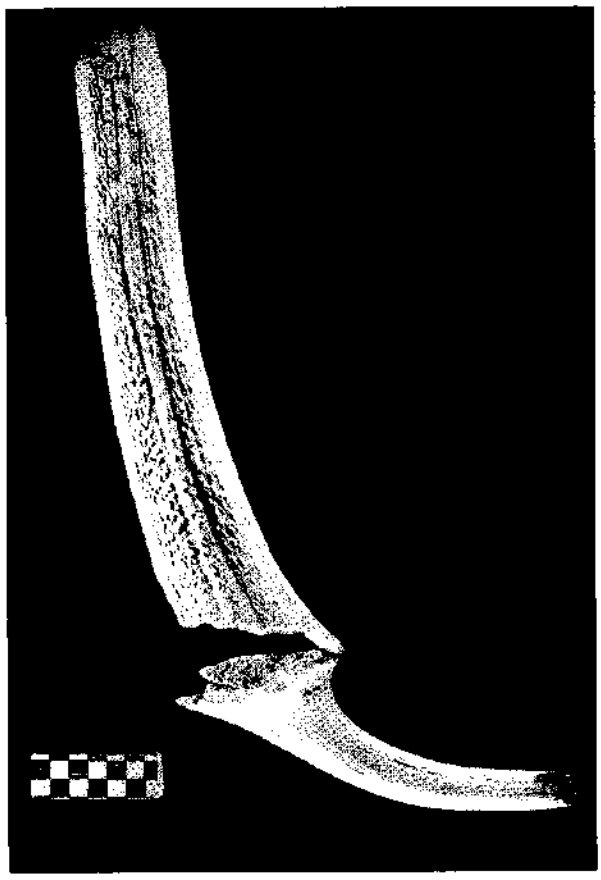
The experimental use-wear analysis we carried out over many years shows that this type of use-wear is typical of soil-cultivation implements. The type of polish seen on the antler is due to contact with soil, and the striations result from striking against stones and abrasive particles in the soil. The distribution of the polish, plastic deformation of the tool and the orientation of scratches or striations show that :

1. Only one tine was in the soil, with its end and its lower part, the foot, being exposed to the greatest load.

2. The tool moved with the tine in front as if it were opening the soil.

The bar-like shaft of the antler served as the long part of the tool, and its worked extremity shows traces of rubbing, perhaps showing this part was hafted to various handle devices. Given these observations, it is possible to attribute these implements to a use for soil-cultivation and to consider them as a kind of ardshare or ploughshare. Only two antler objects can be cited as likely analogies : one is from the site Zedmar in Romania, and the other, the well-known « ralo » (primitive form of plough), from the Tripoli settlement Noviye Rusesti studied by Korobkova, although the latter differs from the Bulgarian implements in that it is multi-ribbed. The beginning of arable farming in the Eneolithic Age is confirmed by finds of draught animals : oxen. Possible explanations for the relatively small number of antler shares found include that the same tool was used over a long period of time in several farms of the Eneolithic settlement and that this tool type existed also in wood, which has not been preserved.

Numerous ethnographic examples are known of the use of wooden soil-working implements made of a part of a tree trunk with branches ; the main trunk is drawn through the soil, and the branch(es) harnessed to an animal. Wooden farming implements without metal points were used in



A

B

Fig. 4. A. The antler soil-working tool (*i. e.* ardshare). **B.** Striations on the working part of the tool.

Bulgarian villages as far back as the end of the 19th century, and are still in use on several farms. The Bulgarian ethnographer V. Marinov thought that the antler implements we discovered were quite appropriate, in terms of their morphological and technical attributes, for ploughing of soil at a depth of 6-8 cm.

In the Eneolithic the first metal hoes appeared along with arable implements (Cernych, 1978), which included hoes of antler and of stone.

The other new type of agricultural tool is the threshing plank (threshing sledge) or *tribulum*. Flint inserts from threshing sledges were found among the otherwise typologically homogeneous group of blades with edge-damage, because of their distinctive use-wear attributes. These inserts were usually made from the midsection of the large blades with standard dimensions discussed above. Ventral retouch scars on the butt ends of some of these blades apparently served to thin them. Large, flat facet spalls are visible on the sides. The working part of the tool is located near to the blade edge itself, which is severely worn, deformed and chipped. The edge is crushed and flattened here and there, but its remaining part is rounded in cross-section (fig. 5). Polish resembling the mirror luster of sickle inserts in degree of intensity is visible on both surfaces of the cutting edge, whose microtexture is extremely smoothed. However, the macro- and micro-use-wear found on these two types of implements is completely different. The cutting edges of sickle inserts are never as heavily deformed as inserts from threshing sledges. The striations characteristic of sickle inserts are comet-shaped, whereas on the threshing plank inserts deep, small scratches oriented paralled and slightly at an angle to the edge are characteristic. The differences in micro- and macro-use-wear on these two kinds of insert are due to cinematic differences in tool motion during use.

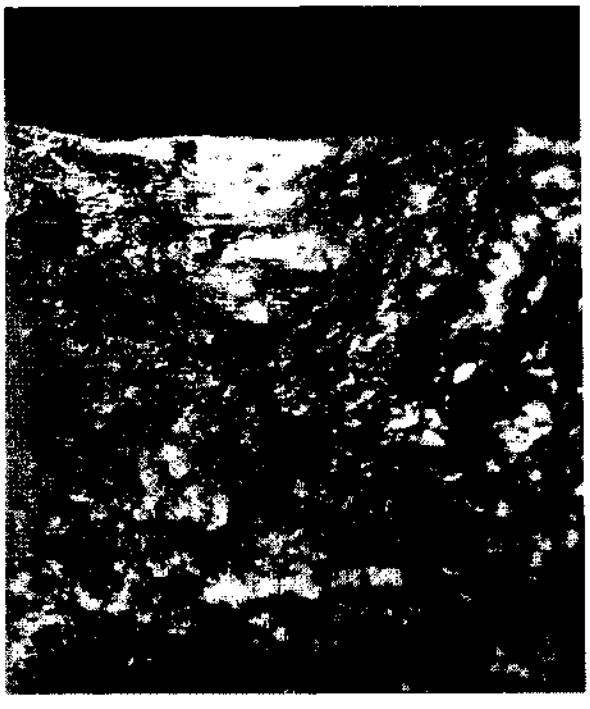


Fig. 5. Microphoto of the working part of a threshing plank insert.

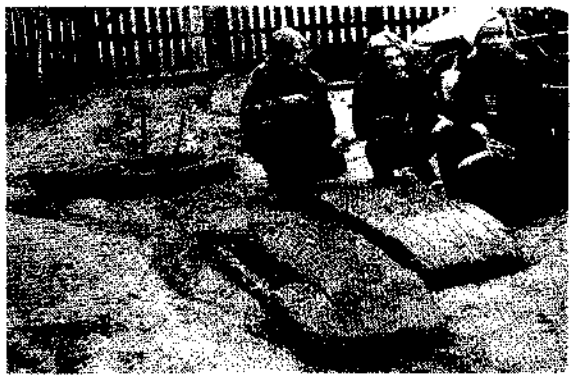


Fig. 6. The threshing plank (*Tribulum*) from Nagornae, Ukraine.

The *tribulum* is described by Latin writers, and it is also mentioned in the Bible. Not long ago this device, armed with flint inserts, was in use in some regions of Southern Europe and Asia Minor. During the excavations of the Eneolithic settlement Nagornoye II in the Odessa province (Ukraine, lower Danube) we discovered some complete threshing planks kept in the neighbouring village, which had been populated by Bulgarian immigrants in the 19th century. According to the accounts of older residents, this threshing device, called « dikanya », was made in the following way (fig. 6) : Two or three boards of, most often, willow were steeped for some days. Then slots were carved in the underside of the threshing sledge, and flint inserts were hammered into these slots using wooden hammers so that a corner and part of an adjacent edge projected outside the slots. Large, flat damage spalls were usually produced on the edge of the inserts by this hammering. The finished threshing sledge had a distinctive upcurved front end to which a harness was fastened. Then a flat, well-compacted area of ground was chosen

Fig. 7. Use of the threshing plank.

for the threshing operation. Wheat or barley plants were then evenly spread over the area radially, with the ears pointing to the center, and well-trampled. Then oxen or horses harnessed to the - dikanya - pulled the threshing plank in a circle (fig. 7). Stones or children were used to weight down the plank, and the sharp flint inserts both cut straw and detached grain from the glumes or husk. The cut straw was used, dry or steamed, as fodder for cattle, for house-building, etc. Since the inhabitants of the village of Nagornoye still have an excellent memory of the use of the threshing plank, we had the chance to fully record this process. We used a plank belonging to one village inhabitant which had been made there in the 1930's, and for the purpose of microwear observations, took parts of blades excavated from the Eneolithic site Nagornoye II which had no traces of prior use, and inserted them into empty slots from which inserts had fallen. Comparison of the archaeological, ethnographical and experimental inserts of the threshing plank yielded identical macro- and micro-use-wear traces, confirming the accuracy of the interpretation of the function of the archeological inserts.

Eneolithic reaping implements are identical in construction to Neolithic sickles of Karanovo type, but their inserts are different from Neolithic ones because of they are made from the new type of blade blank appearing in the Eneolithic, described above. Pieces of the midsection of these large, standardized blades (2-2.5 x 3-4 cm), were used as inserts. Such standardization of insert morphology greatly facilitated the ability to produce a cutting edge of regular shape. The working edge was usually unretouched, and use-wear traces characteristic of sickle use are clearly visible on one specimen.

The grinding of grain was done on querns in the traditional way. Some of them are larger than those from the Neolithic, and, according to archaeological observations, they were were fixed in place in habitation areas. The working surfaces of many querns are intensively use-worn. Some of them were used for grinding of ore because in long, deep longitudinal traces or grooves small particles of ore still remain. In addition, several broken querns were found to have been re-used as anvils.

Contrary to general belief, grinding of grain on querns was not found to be very labour-intensive. In experiments, one glass of grain was ground in 20 minutes. The ethnographic data provide examples of long-term use of querns, which existed side by side with hand-mills to the end of the 19th century in some Bulgarian villages.

Unfortunately, we cannot as yet adequately compare agricultural implements from the Eneolithic with those from the early Bronze Age, because of insufficient data concerning Bronze Age tools. But we have considerable evidence for the continuation of use of some kinds of non-metallic tools in the early part of the Bronze Age. For example, the considerable number of antler soil-preparation implements discovered in Bulgarian lakeside

Fig. 8. Bone tool from an Early Bronze Age site in Bulgaria.

dwelling sites are similar in construction to the Eneolithic ones. The Karanovo-type sickle was also being used, as is shown by finds of flint inserts, although these differ from Eneolithic ones in that their working edges are denticulated. Implements made from animal scapula exist which were used, in P. Anderson-Gerfaud's opinion (pers. comm.), for hand-threshing of grain crops, based upon similar use-wear obtained in threshing experiments and found on Neolithic bone tools from Iran (Stordeur and Anderson-Gerfaud, 1985). These tools are made from scapula from which a V- or a U-shape has been cut (fig. 8), forming a kind of large use-worn notch. The surfaces of the scapula adjacent to this « notch » area are polished to a mirror luster by use, with the distribution of use-traces spreading over a far larger area on one side than on the other. Long striations showing long parallel strokes oriented transversely to the notch edge are clearly visible in the use-polished areas of the tools.

Thus, an agricultural implement complex, including tools for soil-working, reaping and grain-processing, was present in Bulgaria in the early stages of the Neolithic. However, during the following Eneolithic period these tools-hoes, sickles, and querns-underwent considerable changes. The new raw material, metal, began to be used for hoes, the cutting edge of sickles became more regular owing to the standardization of inserts, increasing their qualitative effectiveness, and querns became larger. In the Eneolithic new implements appear, such as antler ard/plough shares and the threshing sledge, and technical improvements are made in tool types already present in the Neolithic. These changes represent a transition to a new, more developed form of agriculture which includes animal-drawn tools, and these developments in agricultural technology play a role in the subsequent evolution and complexification of the economic structure, bringing about great prosperity in the material culture of the Balkans Eneolithic.

* *Institut of Archaeology, Academy of Sciences, Dvortzovaja nab. 18, St Petersbourg, 191065 Russia.*

Bibliographie

CERNYCH (E.N.), 1978.– *Gornoye delo i metallurgia v drevneysbey Bolgarii.* Sofia.

KOROBKOVA (G. F.), 1975.– Tripolskiye motigi i problema tripolskogo semledeliya. *In : 150 let Odesskomu archeologitcheskomu museyu AN USSR.* Kiev.

KOROBKOVA (G. F.), 1979.– Drevneyshie jatvennie orudiya i ikh proisvoditelnost. *SA*, 4.

SEMENOV (S. A.), 1974.– *Proiskhojdenie zemledelia.*

SKAKUN (N. N.), 1954.– Drevneyshie kamennie serpi. *SA*, XXI.

SKAKUN (N. N.), 1980.– Proisvodstvenniy inventar kak istotchnik videleniya archeologitcheskikh kultur. *In : Metodika arheologitcheskogo issledovaniya i sakonomernostri rasvitiya dervnikh obtshestv.* Ashkhabad.

SKAKUN (N. N.), 1984.– Kremneobrabativayutshee proisvodstvo v epohupaleometall v Bolgarii. *In : III seminar Petroarcheology.* Plovdiv.

SKAKUN (N. N.), 1987.– *Opit rekonstruktsii khosyaystva drevnesemledeltcheskikh obtshestv epohi eneolita Pritchernomorskogo rayona Bolgarii (V svete elsperimentalno-trasologitcheskikh dannikh).* Leningrad.

STORDEUR (D.), ANDERSON-GERFAUD (P.), 1985.– Les omoplates encochées de Ganj Dareh : étude morphologique et fonctionnelle. *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 239-313.

TODOROVA (H.), 1984.– Das Chronologiesystem von karanovo im Lichte der neuen Forschungenergebnisse in Bulgarien. *Slovenskia Archeologia*, 29.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

La différenciation des outils de moisson d'après les données archéologiques, l'étude des traces et l'expérimentation

*Galina Fedorovna KOROBKOVA**

Résumé

Les faucilles sont des témoins importants pour l'étude des questions concernant la cueillette, l'étape de transition vers l'agriculture ainsi que l'agriculture proprement dit. Deux groupes de données se complètent dans cette perspective : 1. les données technologiques et tracéologiques sur les instruments employés ; 2. les données paléobotaniques sur les vestiges de flore, incluant les restes phytotracéologiques. Les données du premier groupe constituent l'objet du présent travail. Nous présentons les outillages lithiques de la région septentrionale de la Mer Noire, de la fin du Paléolithique au Néolithique, et les résultats des nombreuses séries d'expérimentations ayant fondé notre approche. Nous avons définis plusieurs critères pour distinguer les faucilles utilisées sur les céréales domestiques de celles employées sur les céréales sauvages, les herbes et les joncs. Cette démarche permet de procéder à une étude détaillée et concrète de la transition entre la cueillette et l'agriculture.

Abstract

Sickles may serve as a major factor when studying the problems of gathering, a transitional stage to farming, and farming proper. The following two groups of data are of special significance here : 1. The results of technical-technological and usewear analysis of tools. 2. The results of palaeobotanical analysis of flora remains including phytotraceological data. The object of our study was the first group. Stone tool production of the Northern Black Sea region of the Late Palaeolithic-Neolithic and the results of large-scale experiments formed the base of the study. As a result, diagnostic signs for differentiating sickles used for domestic cereals references grass, and reeds were found. Such an approach enables one to make a detailled and concrete study of the problem of the transition from gathering to farming.

Les outils destinés à la moisson sont un témoin important pour étudier l'orientation économique des populations qui se sont trouvées dans le stade de transition entre la cueillette et l'agriculture. Ces instruments sont particulièrement précieux lorsque les vestiges de flore ne se sont pas conservés. Leur

spécialisation très particulière permet de déterminer s'ils ont appartenu à des cueilleurs ou à des agriculteurs. L'examen du problème dans toute son ampleur n'est possible que si l'on tient compte d'une série d'éléments tels que le contexte archéologique, les traces d'usage et l'expérimentation. Ces données peuvent aussi être complétées et précisées par les résultats de recherches d'ordre paléthnobotanique, phytotracéologique et paléoécologique. En effet, pour reconstituer les activités de cueillette ou de culture des population de la fin du Paléolithique au Néolithique, deux séries de données jouent un rôle important :

1. Les sources archéologiques, la technique et la technologie des instruments de travail utilisés dans tel domaine et leur importance fonctionnelle.

2. Les recherches d'ordre paléobotanique des restes de flore en fonction des données phytotraçologiques qui ont été établies avec succès par P. Anderson-Gerfaud (1985) et M. E. Mansur-Franchomme (1986), ainsi que les résultats de l'étude du contexte paléoécologique.

C'est la première série de données qui constitue l'objet de notre étude. A cette série est intimement liée l'analyse techno-morphologique et tracéologique des sources archéologiques. Le matériel du rivage septentrional de la mer Noire (RSMN), de la fin du Paléolithique au début du Néolithique, a servi de base à notre approche. Pour la fin du Paléolithique, ce sont les sites de Ivachkovo VI (Smolianinova, 1978, 1985) et de Kamenka (Stanko, 1980) ; pour le Mésolithique, les ensembles de Mirnoe (Stanko, 1982) et d'Abouzova-Balka (Stanko, 1976 ; Stanko, Petroun, Maksimiouk, 1981) ; et pour le Néolithique, les villages de Florecht (Passek, 1961), de Dontcheny (Larina, 1988), de Selichte (Markevitch, 1974) et de Sakarovka (Bikbaev, 1981), ainsi que le kourgane de Matveev I et II (Krijevskaïa, 1974), qui se rapportent à diverses cultures. C'est là notamment qu'ont été découvertes les agglomérations du début des civilisations agricoles de Krich, de la céramique linéaire et rubanée, du Boug et du Dniestr, ainsi que l'Enéolithique de Tripolie et de Goumelnitsa.

Évidement la question des origines de l'agriculture dans cette région donnée s'est posée lors de l'étude de ces différents sites. Il faut, bien sûr, la chercher dans des sociétés bien antérieures avec une économie fondée sur la cueillette. Quel que soit l'endroit où ce processus est apparu, il a toujours commencé par l'apparition de la cueillette de diverses graminées sauvages, accomplie à la main ou à l'aide d'instruments fabriqués à cet effet.

Sur le territoire de l'Union soviétique, le rivage septentrional de la mer Noire (RSMN), avec les différentes civilisations qui s'y sont développées, est une des régions les plus énigmatiques de l'histoire de l'économie de production. Parmi ces civilisations, il faut distinguer celle du Boug et Dniestr (Danilenko, 1969, 1985a ; Markevitch, 1974), celle de la céramique linéaire et rubanée (Passek, Tchernych, 1963, 1970 ; Larina, 1988), celle de Krich (Potouchniak, 1985), de Soursko-Dneprovsk (Danilenko, 1969, 1985b) et du Dniepr-Donets (Teleguine, 1968, 1985). Pourtant, dans aucune d'entre elles on ne peut observer le stade initial du passage à l'économie de production. C'est précisément cette raison qui nous a forcé à nous tourner vers des complexes beaucoup plus anciens du RSMN et à montrer où, quand et dans quelles sociétés s'était produit le passage à une cueillette sélective et si ce passage avait conduit à l'installation de l'agriculture. Toutefois, avant de caractériser les sources archéologiques, il faut préciser ce que l'on entend par cueillette sélective. L'auteur y voit une activité d'acquisition de nourriture végétale. Lors de sa phase initiale et durant son évolution, cette activité développe un choix propre d'instruments servant exclusivement à une cueillette donnée.

Il était aussi nécessaire de comprendre pourquoi des changements se sont produits dans la vie économique stable et relativement sûre des communautés de chasseurs établis en bordure de la mer Noire entre le XIII^{e} et le V^{e} millénaire avant notre ère. Les documents que nous avons choisis proviennent d'environnements aux paysages divers.

L'étude entreprise a mis en évidence, sur des bases techno-morphologiques et tracéologiques expérimentales, de nombreux centres de fabrication. Dans l'ensemble, ce sont environ 70 000 objets en silex ou en os qui ont été examinés à la loupe binoculaire et précisés dans leur fonction au microscope métallographique. Les caractéristiques d'un matériel n'ayant pas d'altération importante de surface ont grandement facilité notre tâche. Entre 19 et 27 % des objets examinés portaient des traces manifestes d'usage qui convenaient bien pour l'identification de leur fonction. Vu le nombre imposant de collections, il

a fallu recourir au classement et à la systématisation des objets. Un classement des caractéristiques en 53 points a été établi pour déterminer l'emploi de chacun d'eux. Comme base furent choisis les travaux de typologie fonctionnelle proposés par l'auteur et réalisés sur des objets des époques néolithiques et du Bronze d'Asie centrale, du Caucase et du RSMN (Korobkova, 1981, 1987). Ont été soumis à la micro-analyse non seulement des objets qui portaient des traces de remaniements ultérieurs et des lames, mais aussi des déchets de taille, ce qui a complété et diversifié dans une large mesure l'ensemble des instruments et augmenté les pourcentages. De nombreuses expériences – qualitatives et quantitatives – furent réalisées par l'auteur sur de grandes superficies avec utilisation des différents types d'instruments de moisson. Elles furent exécutées avec l'utilisation d'instruments originaux ou fabriqués dans une matière proche (Korobkova, 1970, 1977). On a finalement obtenu un étalonnage des traces qui se répétaient. Ces étalons ont permis d'établir la fonction particulière de chaque faucille (récolte des graminées sauvages ou céréales domestiques, d'herbe ou de roseaux) et, grâce aux analogies, de déterminer la fonction de nouveaux exemplaires archéologiques. Les matériaux servant à la fabrication des faucilles consistaient en silex de diverses sortes : obsidienne, dolomite, quartz, grès, os, etc.

Il me paraît nécessaire de m'arrêter un instant sur l'histoire de l'étude des instruments de moisson et sur la base scientifique de cette recherche.

En Union soviétique, les premières identifications fonctionnelles de faucilles ont été proposées par le professeur Semenov dès 1940. Les premiers objets dont on étudia les traces furent des lames en silex d'une agglomération de la civilisation de Tripolie (début de l'Énéolithique) – Louka Vroublevetskaia (Bibikov, 1953) – et d'une autre de la même époque située en Asie centrale – Anaou (Semenov, 1949, 1954). Le professeur Semenov a soumis à la micro-analyse la faucille en céramique d'Eridou (1965) et les faucilles en pierre de l'époque énéolithique d'Asie centrale (Semenov, Chirinov, 1976). Il a fixé les traits fondamentaux des instruments utilisés pour les céréales cultivées (Semenov, 1957 : 142 à 150) et a examiné la question de l'origine de l'agriculture en général (Semenov, 1974). Il a en outre, lors de l'examen au microscope, précisé et critiqué les premières conclusions concernant les instruments de moisson tirées par F. Spurrell (1982) et E. Curwen (1930, 1935). De récentes recherches pour l'étude des faucilles en céramique de Tell el-Oueili (Obeid 4) ont été effectuées par P. Anderson-Gerfaud (1983b). Les expériences faites avec ces instruments ont montré qu'on pouvait les utiliser tant pour les graminées que pour les roseaux et les typhas (Semenov, 1965 ; Anderson-Gerfaud, 1983).

A partir de 1950, l'auteur a entrepris l'étude systématique des instruments de moisson. Il a d'abord procédé à l'analyse au microscope des couteaux de moisson de l'agglomération de Djeïtoun des VII[e] et VI[e] millénaires avant notre ère (Korobkova, 1960), ainsi que d'autres objets de cette civilisation (Korobkova, 1969). Parallèlement, des études expérimentales ont été entreprises. Le but de ces dernières n'était pas uniquement l'établissement d'étalons de traces d'usage, mais aussi la détermination de critères permettant de mettre en évidence l'emploi des instruments sur des espèces particulières de plantes. C'est dans cette intention que, durant les années 1968 à 1973, on été menées en Moldavie, en Ukraine et en Asie centrale une série d'expériences (Korobkova, 1970, 1977, 1987). La condition première était de les effectuer dans des contextes proches de la réalité et avec des instruments faits sur le modèle des couteaux et faucilles des sites de Djeïtoun, Boug-Dniestr, Goumelnitsa, Tripolie, Chomoutepine, etc. Par couteaux nous entendons des lames insérées parallèlement dans un manche droit, ou des lames sans manche ; par faucille, des lames insérées dans la rainure d'un manche recourbé. Nous avons aussi tenu compte de la matière dont étaient faits les instruments et des espèces de plantes auxquelles ils étaient destinés. Les plantes furent les suivantes :

a. les céréales domestiques « primitives » : *Triticum spelta, Triticum compactum, Triticum monococum, Triticum dicoccum* ;

b. d'autres céréales : froment, seigle, avoine, millet, orge ;

c. des herbacées et graminées avec des tiges de diamètres différents, des roseaux (*Phragmites communis*), des joncs (*Scirpus*), des féculents ;

d. des rameaux verts d'aulne, de saule, de peuplier, de tilleul, de tremble – dont le diamètre allait jusqu'à 5 mm.

Lors des expériences, on a employé divers couteaux, avec ou sans manche, avec un nombre

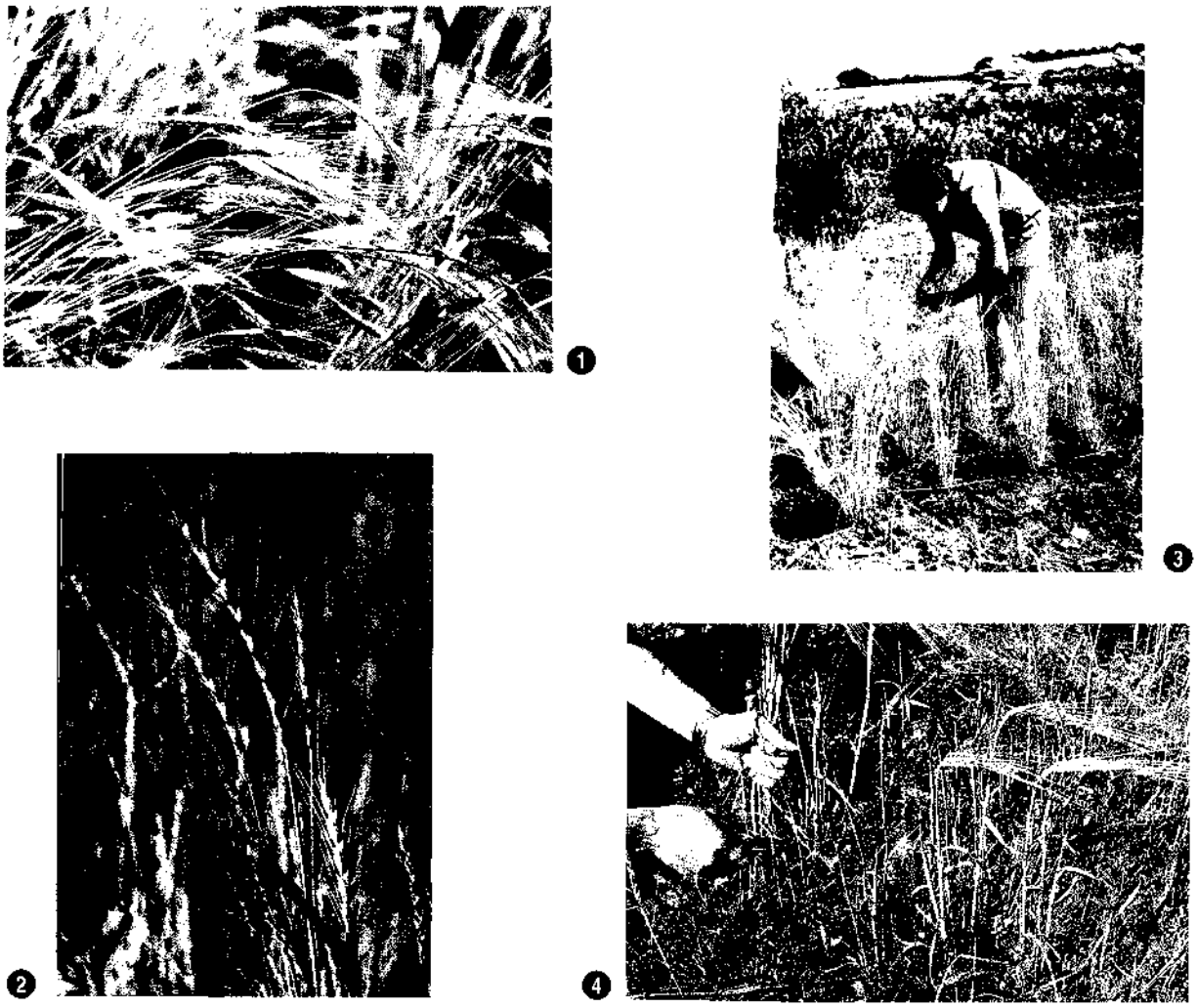


Fig. 1. 1, 2. Espèces de graminées sauvages soumises à une cueillette expérimentale.
3, 4. Récolte de céréales domestiques avec épis et tiges.

variable de lames brutes, des couteaux à une seule lame insérée transversalement à angle droit ou aigu dans une monture droite. On a aussi utilisé des faucilles à manche recourbé avec des lames solidement ajustées et insérées de façon inclinée dans la rainure, l'ensemble formant une zone active dentelée (type de Karanovo). Il y avait aussi de grosses faucilles à une seule lame avec un bord en forme de scie, insérée dans un manche recourbé. Ont été utilisées des lames retouchées, des lames brutes et des éclats de diverses dimensions semblables à ceux notamment de Djeïtoun, du kourgane Matveev, de Chomoutepine, de Florecht, de Botaia, sans traces d'usure ou de transformations ultérieures. Pour les manches furent employés le bois, la corne, l'os et les mâchoires de bétail à cornes. La fixation des lames insérées fut réalisée avec de la résine d'arbres fruitiers (cerisiers, pruniers) ou de pin, mélangée d'eau. Dans l'ensemble environ 650 instruments ont été expérimentés. Notre intention n'était pas seulement de déterminer les caractéristiques des faucilles et couteaux utilisés sur les différentes espèces de plantes, mais surtout de trouver des constantes dans les traces laissées par l'usage. La détermination de ces constantes et le caractère des microtraces d'usage ainsi que leur emplacement ont permis d'éviter des conclusions trop hâtives. Cette façon de procéder a permis d'étudier en détail les indices de micro- et macro-usure pour des types bien déterminés de plantes (fig. 1) : graminées sauvages ou céréales domestiques, herbe, roseaux, joncs, jeunes rameaux d'arbres. Pour résoudre ces problèmes, il a fallu la main d'expérimentateurs professionnels et la

conduite des expériences sur de grandes étendues. En cinq ans de recherches expérimentales sur le terrain, diverses sortes de plantes ont été récoltées sur une surface de plus de 12 000 m² (Korobkova, 1978, 1980, 1981). De cette façon a été obtenue une banque de données permettant de différencier fonctionnellement plusieurs types d'instruments, d'évaluer leur efficacité et de comprendre leur morphologie. Cette banque est constamment complétée par l'introduction de nouveaux modèles d'instruments et par l'élargissement de la gamme des plantes étudiées. Dans la dernière décennie ont paru les travaux de P. Anderson-Gerfaud (1981, 1982), de R. Unger-Hamilton (1985), de D. Helmer (1983) et d'autres chercheurs (Anderson, Helmer, Reynolds, 1983). Les conclusions déjà tirées dès 1960 par G. Korobkova y ont trouvé confirmation. Cela permet d'espérer que l'on apportera encore de nouveaux éléments pour déterminer les fonctions particulières des instruments destinés à la coupe des plantes.

Sur le plan méthodologique, pour réaliser la micro-analyse, 6 types de critères ont été introduits :

1. Le micro- et macro-ébrèchement du tranchant de la lame avec ses traits qualitatifs et quantitatifs.

2. Le caractère du tranchant de la lame ainsi que sa section perpendiculaire.

3. Le caractère quantitatif et qualitatif du polissage de sa topographie.

4. Le caractère des marques linéaires et leur disposition.

5. Les traces du manche ou du frottement des mains.

6. Les traces de déformation naturelle ou autre.

La micro-analyse prouve que les marques linéaires et le polissage jouent un rôle important pour établir les fonctions concrètes. Les micro- et macro-ébrèchements ainsi que le caractère du tranchant n'entrent en ligne de compte que dans une moindre mesure.

Les instruments en silex pour céréales cultivées se caractérisent par une grande quantité de marques linéaires – des lignes en formes de comètes, bien marquées et allongées avec des approfondissements évoquant des « queues de comète » (fig. 2 : 2). En fonction de la position des

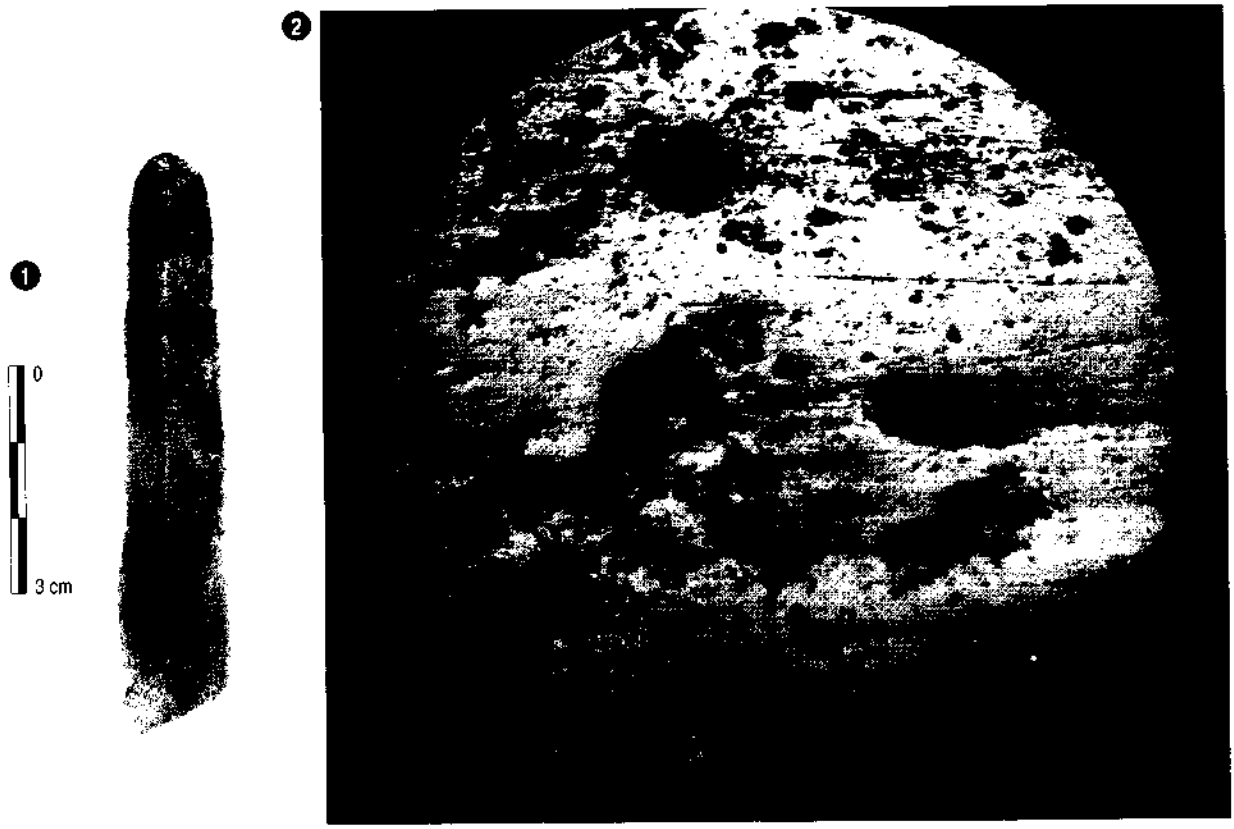


Fig. 2. 1, 2. Lames de couteau en silex de Djeïtoun (Néolithique ancien) utilisées pour récolter des céréales domestiques, et photomicrographie des traces d'usure.

lames dans le manche, les lignes sont parallèles ou obliques par rapport au tranchant, selon que celle-ci est profondément enfoncée dans le manche ou qu'elle en ressort sensiblement. On tient compte aussi du lustre selon qu'il est lisse, dense et pénètre profondément dans le microrelief de la face de travail. La topographie du poli dépend également de la position de la lame dans le manche et de la largeur de la partie de la lame qui sort de la rainure. Ce poli peut être disposé en forme de bande prolongée (emmanchement parallèle), de triangle allongé asymétrique (emmanchement de la lame à un certain angle), de segment (emmanchement dans la rainure d'un manche recourbé), ou sous forme d'une bande allongée qui occupe presque toute l'extrémité supérieure de la lame (la partie antérieure sortant de la rainure, ou bien des faucilles d'une seule lame plantée transversalement dans un manche droit, voire utilisée sans manche). Le poli est particulièrement intense sur le tranchant lui-même. Il décroît à mesure qu'on s'éloigne du manche et cesse brusquement à la limite de celui-ci. La largeur de la bande polie va de 2 à 7 mm et dépend de la durée d'utilisation de l'outil et de la zone de travail de la lame. L'ébrèchement est généralement insignifiant, minime, profond, semi-lunaire, irrégulier, donnant au tranchant une forme dentelée.

En section perpendiculaire, le tranchant est légèrement creusé. Sur les extrémités de la lame qui touchent au manche, on observe des endroits qui ont une surface mate, différenciée du polissage dû au travail. Parfois, dans les parties saillantes du dos, on peut observer des traces insignifiantes de frottement ou bien un faible poli provenant de frottements contre le manche. Selon la nature du manche, les traces sur les lames peuvent ressembler au poli sur bois ou sur corne.

Les faucilles d'obsidienne employées sur les céréales cultivées (fig. 3 : 1 et 6) n'ont pas de poli. Celui-ci est remplacé par une légère érosion sur les deux côtés de la lame. Des traces linéaires sous forme de sillons parfois profonds et allongés sont souvent disposées l'une derrière l'autre, parallèles ou obliques par rapport au tranchant. Leur position est en rapport avec celle de la lame dans le manche. Le micro-ébrèchement est proche de celui qu'on trouve sur les faucilles de silex, et son intensité dépend de l'angle d'utilisation et de la durée de l'emploi (fig. 3 : 1).

Les faucilles en dolomite pour les céréales domestiques ont des traces d'usage proches de celles des faucilles en silex. Mais à la différence de ces dernières, elles n'offrent pas d'ébrèchement de la lame. Le tranchant est souvent fortement émoussé. Les lames avec un petit angle d'usure (moins de 25°) sont des exceptions (fig. 3 : 2).

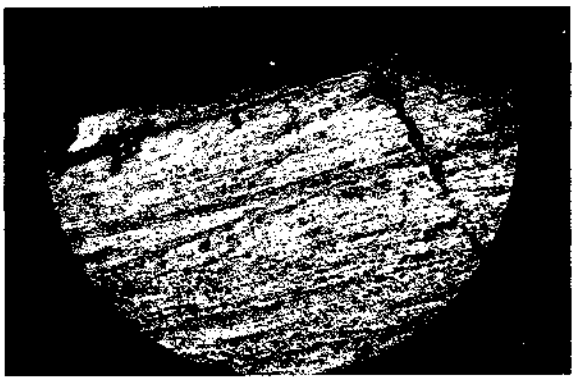
Les faucilles en mâchoires de gros bovidés, connues d'après les documents du Bronze des steppes de l'Europe orientale (Kileïnikov, 1985), ont des traces d'usage qui sont typiques de tous les instruments de moisson (fig. 3 : 7 et 8) : effet de miroir sur les deux faces, plus intense sur le tranchant, évidement du tranchant vu en section perpendiculaire, des traces linéaires bien marquées, profondes, en forme de sillon. A la différence des instruments décrits plus haut, les lignes allongées sur les parties évasées de la lame osseuse se recoupent en partie. Cela provient d'une direction de mouvement différente lors du travail, lorsqu'on combine des actions de coupe perpendiculaires et longitudinales (fig. 3 : 7 et 8).

Les instruments utilisés sur les graminées sauvages possèdent quelques-uns des caractères d'usure que l'on trouve sur les faucilles employées pour la moisson des céréales cultivées (fig. 4 : 1 et 2) : le lustre et sa disposition, le micro-ébrèchement du tranchant, l'affaissement sensible dans le plan perpendiculaire. Le lustre paraît avoir une orientation linéaire droite. A la différence des faucilles pour céréales cultivées, les instruments pour plantes sauvages ne présentent pas de traces linéaires en forme de comète. Parfois, à la limite du poli, on peut voir des éraflures ou hachures fines, profondes, allongées, uniques ou groupées (fig. 4 : 1 et 2). D'après les données expérimentales fournies

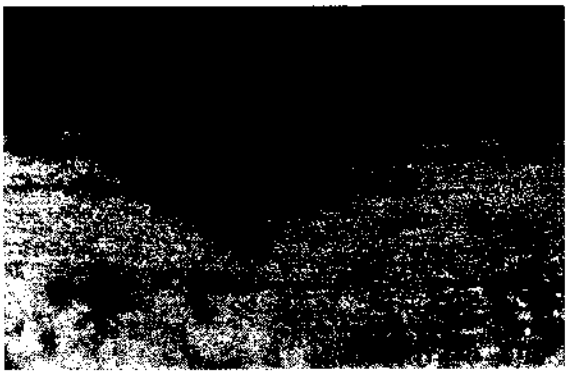
→

Fig. 3. 1, 2. Photomicrographie des traces d'usure sur un couteau à céréales domestiques en obsidienne et en dolomite (Néolithique ancien). **3.** Photomicrographie des traces d'usure sur un couteau expérimental en silex. **4.** Photomicrographie des traces d'usure sur un couteau en silex, du Mésolithique tardif du groupe de Mirnoe, utilisé pour récolter des graminées cultivées. **5, 6.** Photomicrographie des traces d'usure sur une faucille en obsidienne du site d'Anaseouli (Enéolithique ancien) et sur une faucille expérimentale employée pour faucher des céréales domestiques. **7, 8.** Faucille expérimentale en mâchoire de vache utilisée sur des céréales cultivées, et photomicrographie des traces d'usure (grossissement : 98x).

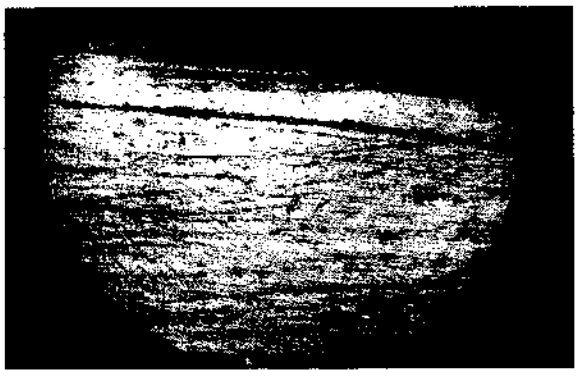
1



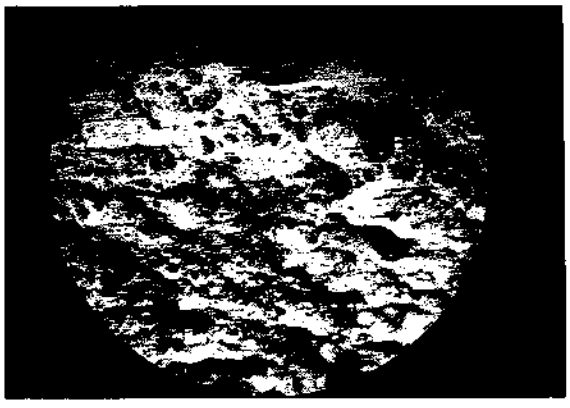
5



2

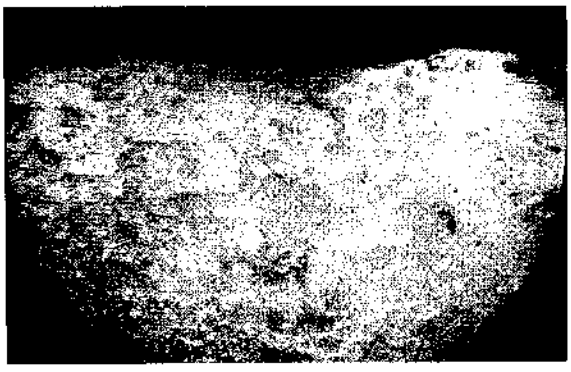


6



3

7



4

8

par Harlan (1967 : 198), la récolte des graminées sauvages à la main ou à la faucille donne le même résultat. On se demande bien lequel. Si l'on part du point de vue qualitatif, c'est la même chose, mais s'il s'agit de la quantité et de la durée, la récolte avec instrument augmente la production de 2 à 3 fois par comparaison avec le procédé manuel.

Les instruments destinés à l'herbe se différencient nettement des faucilles énumérées plus haut, bien qu'ayant avec elles quelques traits de ressemblance (fig. 4 : 3). Un lustre intense, recouvrant toute la surface de travail, en est typique. Cependant la largeur de la partie polie est inférieure à celle que l'on trouve sur les faucilles à céréales cultivées. Elle ne dépasse pas 1 à 2 mm. Les caractères des zones ébréchées sont aussi différents. Leur hauteur est de 0,5 mm, et leur largeur d'environ 1 mm. Le micro-ébrèchement est à peine perceptible. Il ne se perçoit pratiquement qu'au microscope. Les enlèvements sont extrêmement petits, plats, isolés ou parfois groupés le long de la lame. Les bords de ces enlèvements sont usés et polis. Toute trace linéaire est absente. Toutefois, sous un fort agrandissement, on peut voir sur les faces de travail des traits très courts, voire pointillés, qui dénotent l'emploi de l'instrument dans une direction longitudinale prolongée. Lors du fauchage d'herbes avec une tige dure, du type *Acorus gramineus acore*, ou de l'ortie, on remarque dans quelques cas, près du tranchant, sur les surfaces polies et lisses, des traces isolées, linéaires et profondes, avec un dessin fortement effacé, parallèle au tranchant (fig. 4 : 4). Aux extrémités des zones de travail de quelques rares instruments, on peut observer des éraflures très fines qui se recoupent, parallèles ou en diagonale par rapport au tranchant. Elles résultent de contacts de l'instrument avec le sol lors du fauchage.

Des traces d'usure analogues apparaissent sur les faucilles d'obsidienne employées sur l'herbe. Mais au lieu du lustrage, sur les surfaces en contact avec l'herbe il se forme une légère abrasion. Elle est plus large à l'extrémité supérieure et tend vers zéro vers le dos de la lame. On rencontre également des traces linéaires. Ce sont de très fines rainures, profondes, isolées et allongées, parallèles au tranchant. Dans la partie supérieure, elles forment tout un réseau de traits longitudinaux ou diagonaux. On peut les observer sur chaque face de la lame, particulièrement le long du tranchant.

Sur les faucilles en dolomite ayant coupé de l'herbe, il ne se forme pas de micro-ébrèchement. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'on peut voir, sur les lames fines et aiguës (15 à 20°), de très petits enlèvements isolés, fuselés ou semi-lunaires, qui se situent essentiellement sur un côté (rarement sur les deux) de la partie utilisée, donnant au tranchant une forme légèrement dentelée, peut-être même crénelée. Les extrémités de cette microretouche sont nivelées par suite du frottement et de l'usure. Le poli est net, brillant, semblable, par ses caractéristiques et sa position, à celui que l'on trouve sur tous les autres instruments, sauf sur ceux qui sont en obsidienne. Il occupe toutefois une surface plus étroite que sur les faucilles à céréales alimentaires. On remarque aussi des traces linéaires, nombreuses, fines, continues ou pointillées. Elles sont uniformément réparties sur toute la longueur des deux côtés de la lame. A l'extrémité supérieure, on remarque parfois de fins traits perpendiculaires.

En outre, les instruments pour herbe, en quelque matériau qu'ils soient faits, présentent une bande étroite, polie, d'une longueur qui va jusqu'à 2 mm, très bien marquée sur le tranchant et tendant vers zéro à mesure qu'on s'en éloigne. Le tranchant, vu en coupe perpendiculaire, est toujours incurvé par suite de l'émoussé. Les traces linéaires, à part quelques exceptions, ne se remarquent pratiquement pas. Mais, de l'avis de Newcomer (Newcomer, Keeley, 1979), fondé sur les résultats d'une expérience de fauchage d'herbe réalisée avec un seul instrument durant 3 heures, le poli acquiert une orientation longitudinale. Ce polissage est apparu semblable à celui obtenu avec des rameaux d'arbres. De plus, dans cet espace de temps s'étaient formées des traces linéaires du type « queue de comète ». Il nous semble que ces dernières données ont un caractère accidentel, car à la suite d'expériences nombreuses et répétées nos instruments ne nous ont jamais donné sur l'herbe de traces linéaires « en forme de comète ». Sur les faucilles de silex, il est difficile de saisir une trace linéaire quelconque. Ces dernières sont plutôt caractéristiques des faucilles en obsidienne ou en dolomite. De plus, elles sont très fines, droites et bien tracées. On ne peut non plus parler d'une large expansion du polissage provoqué par les plantes (Moss, Newcomer, 1982) sans préciser avec exactitude de quelles plantes il s'agit, de quels types d'instruments, faits de quels

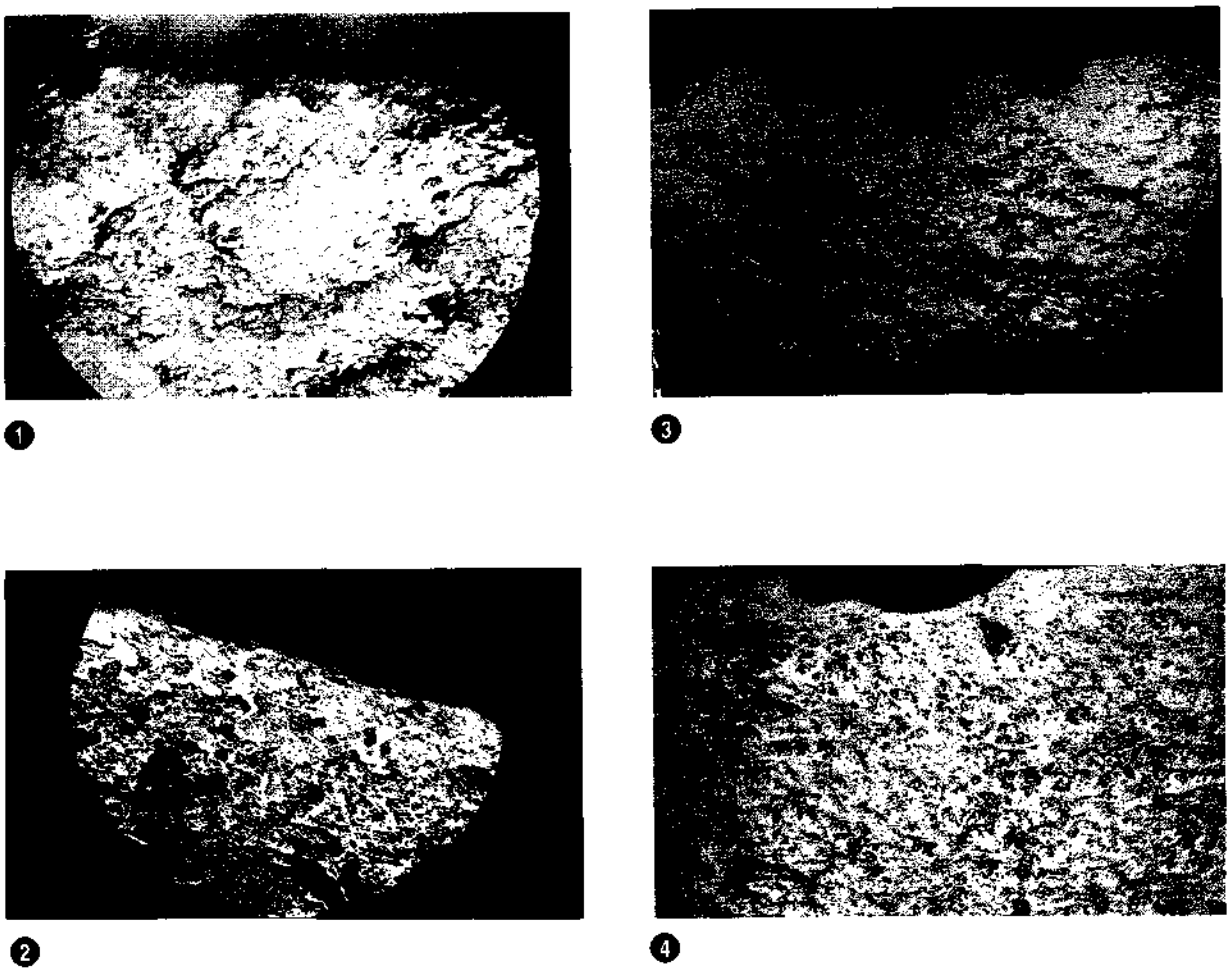
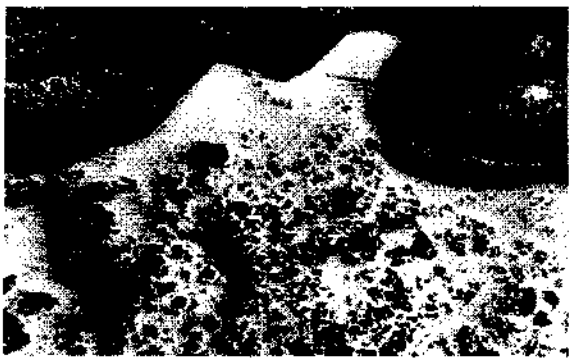


Fig. 4. 1. Photomicrographie d'un couteau de silex à graminées sauvages, site du kourgane Matveev II, Néolithique ancien. **2.** Photomicrographie d'une faucille expérimentale en silex utilisée pour récolter des graminées sauvages, après 3 heures de travail. **3.** Photomicrographie des traces d'usure sur un couteau expérimental en silex utilisé pour trancher de l'herbe (après 3 heures de travail). **4.** Photomicrographie des traces d'usure sur un couteau en silex ayant servi sur de l'herbe à tige épaisse (jonc).

matériaux, ni durant combien de temps ils ont été employés.

Les instruments destinés à la récolte des joncs (couteaux), faits en silex, se caractérisent par un ébrèchement profond à petites denticulations. Les enlèvements usés sont essentiellement unilatéraux. On ne les trouve qu'exceptionnellement des deux côtés du tranchant. Ils sont petits et larges, légèrement en forme de « carapace », recoupant le bord d'une façon abrupte et répartis sur un seul ou plusieurs niveaux. La multiplicité des niveaux, le caractère abrupt et la grandeur des enlèvements dépendent de l'état des tiges de joncs : selon que la plante était encore verte ou déjà séchée. Les « carapaces » sont perpendiculaires au tranchant de la lame, mais légèrement obliques aux extrémités. Leur orientation dépend du mouvement effectué avec l'instrument durant le travail. Si les instruments sont utilisés pour couper, les enlèvements d'extrémité seront inclinés dans la direction de l'extrémité supérieure. Mais si on utilise les couteaux pour scier, alors leur inclinaison sera dirigée dans des directions opposées aux deux extrémités. Il existe des traces de renfoncement du tranchant. Les denticulations sont alors effacées. Les bords des ébréchures sont nivelés par suite de l'usure. La ligne du tranchant en est souvent interrompue. Le lustre est le même pour tous les instruments. Les traces linéaires sont très fines, allongées et parallèles à la lame. Elles sont intenses, disposées en strates, comme dessinées. Parfois elles sont à peine perceptibles (fig. 5 : 1).

Sur les couteaux à jonc en obsidienne, la ligne du tranchant est fortement creusée (à la différence



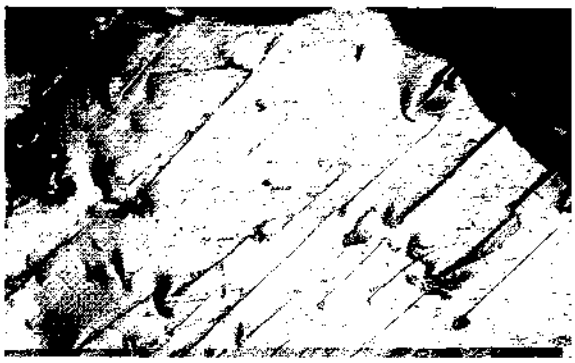


Fig. 5. 1. Photomicrographie des traces d'usure sur un couteau à joncs en silex après 3 heures de travail.
2. Photomicrographie des traces d'usure sur un couteau en obsidienne à joncs après 3 heures de travail.

des couteaux en silex). Sur les deux faces de la lame, on remarque les ébréchures d'usage à plusieurs étages, écailleuses et régulières. Les enlèvements sont plats et profonds, abrupts et parfois glissants, parfois aussi par degrés. La ligne du tranchant est rugueuse par suite de renfoncements. Cette rugosité se forme sur les deux faces de la lame. Visuellement cela ressemble à un léger limage. Il y a des cas où cette rugosité ne se prolonge pas. A sa place, on trouve des zones polies sur les deux faces. Elles pénètrent dans les concavités des ébréchures d'utilisation. Les bords de ces enlèvements sont nivelés. De telles caractéristiques s'observent sur les instruments avec une forte angulation de tranchant (plus de 65°). Dans ce cas l'ébrèchement est insignifiant et il n'y a pas de renfoncement. Les surfaces de travail sont érodées. Cette abrasion se remarque sur les parties saillantes du microrelief et s'estompe harmonieusement dans les creux. Si l'instrument n'a été employé que peu de temps, il ne se remarque pas sur les ébréchures. Au contraire, il apparaît dans tous les creux d'enlèvements si l'instrument a servi durant une période prolongée. Des traces linéaires sont visibles sur les deux faces, même légèrement érodées. Elles sont très fines, ponctuées, couvrant uniformément les parties saillantes de la surface de travail. L'aire de son expansion, comme pour l'abrasion, dépend de la durée d'utilisation de l'outil (fig. 5 : 2).

Les traces d'usure sur des couteaux qui ont servi à couper des rameaux verts d'un diamètre inférieur à 5 mm rappellent celles qui proviennent du bois. Elles se caractérisent par un poli bien marqué et brillant (sans atteindre le miroir) qui recouvre les parties saillantes du microrelief des surfaces et qui s'amenuise dans les dépressions. Finalement les surfaces de travail acquièrent une direction ondoyante. Le poli est bifacial et occupe une bande étroite de 1 à 2 mm. En fonction du geste accompli, les marques d'usure sont proches de celles que l'on trouve sur les scies ou les couteaux pour bois. L'intensité de l'ébrèchement de la lame est conditionné par la dureté du bois travaillé, par l'angle d'avivage et par le temps d'utilisation. Si l'on coupe des rameaux verts, l'ébrèchement est infime, plat, rare et en forme de parenthèse. Il se situe sur une seule bande qui n'est visible qu'au microscope. Les dimensions des enlèvements ne dépassent pas 1 mm. Ils sont disposés irrégulièrement des deux côtés du tranchant. Parfois, ils sont groupés sur une surface étroite. Les couteaux au tranchant aigu (de 15 à 25°) donnent des facettes plus abruptes, particulièrement si l'utilisation a été d'une certaine durée (par exemple plus d'une heure et demie). La ligne du tranchant, vue en plan, est denticulée. Mais, en général, les petites denticulations ne sont visibles qu'au microscope. Leurs bords et leurs extrémités sont aigus. Cette caractéristique distingue les couteaux à jeunes pousses des autres instruments coupants. On ne remarque pas de traces linéaires, à quelques exceptions près. Dans de rares cas, sous un fort agrandissement, on peut voir des traits uniques, prolongés, très minces avec des bords doux, mais ils ne sont pas typiques. Telle est la base méthodologique de nos recherches. Elle est fondamentale pour l'étude des complexes archéologiques du RSMN. Dans le présent travail, nous nous en sommes tenus aux résultats les plus

intéressants pour les archéologues, laissant de côté le processus de l'étude ainsi que les détails de cette dernière.

Les matériaux des XIV[e] et XII[e] millénaires avant notre ère ont montré que quelques groupes de chasseurs du RSMN, dont le gibier principal était le bison (aurochs) et le cheval sauvage, sont passés à la cueillette complexe. Découvrant pour eux-mêmes de nouvelles sources de nourriture, ces chasseurs paléolithiques ont alors inventé des instruments adaptés aux récoltes. Ce furent les lames plates des couteaux de moisson, tirées d'un silex crayeux et utilisées pour la récolte de graminées sauvages et d'herbe. On peut les caractériser typologiquement comme des supports de forme prismatique régulières de diverses dimensions, sans modification secondaire, avec un profil légèrement incurvé. Ces instruments ont été repérés pour la première fois dans les complexes du Paléolithique tardif du RSMN (Korobkova, 1989). Parmi les 3 381 objets de silex ou de quartz trouvés à Ivachtovo VI et examinés au microscope, 670, soit 19,8 %, étaient des outils de travail. Parmi eux il y avait 5 lames de couteaux pour la moisson de graminées sauvages et d'herbe. Sur un site beaucoup plus ancien – Kamenka – on a trouvé 7 objets du même genre parmi les 1 070 examinés (la collection augmente encore). Sur le site de Bolchaia Akkarja, de la même époque, on a relevé des instruments semblables. En outre dans des régions voisines, les sites chronologiquement proches de Bulgarie (Temnata Doupka, étudiés par V. E. Chtchelinski) et de Crimée, on a aussi découvert des exemplaires isolés de ces instruments. La présence de couteaux de moisson au stade final du Paléolithique RSMN n'est donc pas occasionnelle. On remarque à cette époque, pour différentes raisons – un fond géobotanique favorable, des changements dans la situation paléoécologique, une crise de l'économie de chasse avec passage à de nouveaux genres de ressources, le potentiel technique et technologique élevé des sociétés paléolithiques, la bonne organisation du travail collectif et le passage à l'individualisme –, des changements dus au recours à de nouvelles sources d'alimentation d'origine végétale, dans une série de populations qui vivaient de la chasse. Les modifications observées dans l'économie des sociétés primitives se sont prolongées à l'époque mésolithique. C'est le cas pour la population de Mirnoe (VIII[e] millénaire avant notre ère). Parmi les 22 030 objets de silex et d'os, on a découvert 18 lames d'instruments pour la moisson des céréales sauvages et de l'herbe. Ce sont des lames microlithiques et de moyenne dimension, en silex crayeux gris, sans traces de manipulations ultérieures. Les deux lames avec des traces de passage aux plantes cultivées font exception (fig. 3 : 4). Il est pourtant possible que ce soient encore des graminées sauvages dont le pollen a été découvert par G. A. Pachkevitch (1982), mais il peut s'agir aussi de plantes semées sur un sol travaillé. Nous avons aussi repéré des lames de ce genre dans la production d'Abouzova Balka (Mésolithique tardif, VIII[e]-VI[e] millénaire avant notre ère). Parmi les 9 597 objets examinés, 9 étaient des couteaux de moisson. Trois d'entre eux avaient servi à plusieurs usages.

L'examen des matériaux du RSMN de la fin du Paléo- et du Mésolithique prouve que l'on se trouvait au stade d'une récolte complexe. Elle ne constituait pas encore un secteur de production développé et indépendant, tel qu'on peut le remarquer d'après les matériaux des sites des cultures natoufiennes et autres du Proche-Orient et de l'Asie du sud-ouest (Anderson-Gerfaud, 1983a, 1988 ; Stordeur, Anderson-Gerfaud, 1985 ; Roy, 1983 ; Büller, 1983 ; Unger-Hamilton, 1989). Il s'agit, à proprement parler, de la naissance d'une récolte complexe, à son stade initial de développement. Cependant, c'est dans une série de matériaux de l'époque suivante – Néolithique – qu'on observe le développement ultérieur. Une situation écologique approchante s'observe, sur le territoire RSMN, chez deux populations du début du Néolithique (VI[e] millénaire avant notre ère, kourgane Matveev I et II). Des lames pour instruments de moisson de graminées sauvages, tirées de moyennes et grandes plaquettes, représentent plus de 15 % de tous les outils retrouvés. Elles sont en silex gris, non transparent et sans retouche particulière de leur tranchant (fig. 4 : 1). Ici la récolte complexe a atteint un haut niveau de développement et représente vraisemblablement une part importante dans le système économique de la population du kourgane Matveev. Bien que les matériaux de Mirnoe témoignent de l'existence de certains éléments du passage à la culture de plantes sauvages, le fait en soi n'a toutefois jamais reçu de confirmation. De toute évidence, les sols de la steppe soumis aux vents secs et les conditions paléoclimatiques n'ont pas permis la réalisation du

passage à l'agriculture. La population du RSMN de l'époque néolithique s'est trouvée au seuil d'une économie agricole complexe, mais elle ne l'a jamais franchi. La récolte complexe qui s'effectue dans le plan final du Paléolithique s'est transformée en une branche traditionnelle et très importante de l'économie à l'époque néolithique. Les divers objets d'agriculture primitive en céramique linéaire et rubanée, ceux de Krich et du Boug-Dniestr, portent un caractère bien particulier. Même la dernière civilisation locale de la fin du VI[e]-V[e] millénaire avant notre ère a emprunté les premiers éléments d'agriculture aux voisins qui habitaient la Péninsule balkanique.

Le problème du passage de la collecte de la nourriture à celui de sa production présente un grand intérêt scientifique et nécessite de plus amples recherches. Nous nous occupons de ce sujet depuis plus de quinze ans. Nous avons accumulé un matériel important et procédé à la micro-analyse d'une grande masse d'objets provenant de plusieurs groupes de sites depuis le Paléolithique jusqu'à la période du Bronze. Nous en avons tiré des conclusions provisoires. Pour arriver à plus de certitudes, il faudrait des matériaux supplémentaires provenant d'autres zones écologiques du RSMN. Il serait aussi souhaitable d'y adjoindre les données des sites paléolithiques et mésolithiques de l'Asie centrale et du Caucase, où sont représentées les civilisations agricoles du début du Néolithique (Djeïtoun, Choulaveri-Chomoutepine, Tchokh et autres). Il y a là de grandes possibilités de recherche des origines génétiques de l'agriculture. Dans ce domaine, les collections d'Asie du sud-ouest et du Proche-Orient sont importantes. Il suffit de rappeler les matériaux de Kebara, Eïn-Geva, Mureybet, Ab Hureyra, Çayonu. Les premiers résultats de micro-analyses et les expériences faites par P. Anderson-Gerfaud et autres le prouvent (Anderson-Gerfaud, 1983a, 1986, 1988 ; Anderson-Gerfaud, Aprahamian, Willcox, 1991 ; Stordeur, Anderson-Gerfaud, 1985 ; Unger-Hamilton, 1989 ; Meeks, Sieveking, Tite, Cook, 1982). Des recherches analogues ont été faites sur les collections du Néolithique au Pakistan (Vaughan, Jarrige, Anderson-Gerfaud, 1987). Dans tous les travaux énumérés, fondés sur des données expérimentales et archéologiques, on a cherché à déterminer les éléments fondamentaux fixant les caractéristiques des couteaux et des faucilles pour la moisson ainsi que des couteaux à bois. Actuellement, il est évident que les résultats de ces expériences ont prouvé que les instruments étaient différents selon les plantes (Semenov, 1965 ; Korobkova, 1977, 1978, 1981 ; Keeley, 1980 ; Reynolds, 1980 ; Anderson-Gerfaud, 1980, 1981, 1982 ; Meeks, Sieveking, Tite, Cook, 1982 ; Gysels, Cahen, 1982 ; Stordeur, Anderson-Gerfaud, 1985 ; Mansur-Franchomme, 1986 ; Unger-Hamilton, 1985, 1989). La concrétisation de leurs fonctionss et la détermination des micro- et macro-indices constituent la tâche des tracéologues. Ce sont euxqui établiront les preuves et conclusions concernant l'orientation des anciennes communautés qui sont à l'origine de l'agriculture et qui ont fait les premiers pas sur la route de son développement.

* *Laboratory of Traceology, Institute of Archaeology, Dvortzovaja nab. 18. Saint-Petersbourg, 191065 Russia.*

Bibliographie

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1980.– A testimony of prehistoric tasks : diagnostic residues on stone tool working edges. *World Archaeology*, 12, 2, p. 181-194.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1981.– *Contribution méthodologique à l'analyse des microtraces d'utilisation sur les outils préhistoriques.* Ph. D. Dissertation, Univ. de Bordeaux I.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1982.– Comment préciser l'utilisation agricole des outils préhistoriques. *Cahiers de l'Euphrate*, 3, p. 149-164.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1983a.– A consideration of the uses of certain backed and « lustred » stone tools from late Mesolithic and Natufian levels of Abu Hureyra and Mureybet (Syria). *TMO*, 5, p. 77-106.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1983b.– L'utilisation de certains objets en céramique de Tell El Oueili (Obeid 4) : Rapport préliminaire sur les microtraces. *In* : I. L. Huot (Éd.), *Larsa et Oueili : travaux de 1978-1981.* Paris, Éd. Recherches sur les Civilisations, p. 177-191.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1985.– Apports et limites de l'étude des phytolithes. *Nouvelles de l'archéologie*, 18, p. 48-55.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1986.– A Few Comments Concerning Residue Analysis of Stone Plant-Processing Tools. *In : Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools.* Early Man News. 9.10.11. p. 69-81.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1988.– Using prehistoric stone tools to harvest cultivated wild cereals : Preliminary observations of traces and impact. *In* : S. Beyries (Ed.), *Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie.* BAR International Series, 411, p. 175-195.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), DERAPRAHAMIAN (G.), WILLCOX (G.), 1991.– Les premières cultures de céréales sauvages et domestiques primitives au Proche-Orient néolithique : Résultats préliminaires d'expériences à Jalès (Ardèche). *Cahiers de l'Euphrate*, 5-b, ADPF, p. 191-232.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), HELMER (D.), REYNOLDS (P.), 1983.– An Experimental study of prehistoric plant-havesting tools. Communication, *Fourth International Flint Symposium.* Brighton. England.

BIBIKOV (S. N.) 1953.– Rannetripoliskoe poselenie Louka-Vroublevetskaia na Dnestre. *MIA*, 38.

BIBKAEV (V. M.) 1981.– Pamiatniki Pozdnego paleolita – rannego tripolia v Lozovskom raïone. *In : Arkheologuitcheskie issledovania v Moldavii v 1974-1976 gg.* Kichinev, p. 191-200.

BÜLLER (H.), 1983.– Methodological problems in the Microwear analysis of tools selected from the Natufian sites of El Wad and Aïn. Mallaha. *TMO*, 5, p. 107-125.

CURWEN (E. C.), 1930.- Prehistoric flint sickles. *Antiquity*, 4.

CURWEN (E. C.), 1935.– Agriculture and the flint sickle in Palestine. *Antiquity*, 9.

DANILENKO (V. N.), 1969.– *Neolit Oukrainy.* Kiev, 238 p.

DANILENKO (V. N.), 1985a.– Bougo-dnestrovskaia Koulitoura. *In : Arkheologuia Oukrainskoï SSR.* Kiev, t. I, p. 118-126.

DANILENKO (V. N.), 1985b.– Soursko-dneprovskaia koulitoura. *In : Arkheologuia Oukrainskoï SSR.* Kiev, t. I, p. 135-139.

GYSELS (J.), CAHEN (D.), 1982.– Le lustre des faucilles et les autres traces d'usage des outils en silex. *BSPF*, 79, 8, p. 221-224.

HARLAN (J. R.), 1967.– A wild wheat harvest in Turkey. *Archaeology*, 20, 3, p. 197-201.

HELMER (D.), 1983.– Faucilles et gestes de la moisson. *TMO*, 5, p. 189-198.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental determination of stone tool uses. A microwear analysis. Chicago.* The University Press.

KILEÔÏNIKOV (V. V.) 1985.– *Khoziaïstvo naselenia donskoï lesostepnoï sroubnoï koulitoury (po dannym eksperimentalino-trasologuitcheskogo analiza oroudi trouda).* Leningrad, 20 p.

KOROBKOVA (G. F.), 1960.– *Opredelenie founktsi kamennykh i kostianykh oroudi s poselenia Djeïtoun po sledam raboty.* TIOUTAKE. T. X. Achkhabad, p. 110-133.

KOROBKOVA (G. F.), 1969.– Oroudia trouda i khoziaïstvo neolititcheskikh plemen Sredneï Azii. *MIA*, 158, 240 p.

KOROBKOVA (G. F.), 1970.– Raboty eksperimentalinoï grouppy Moldavskoï arkheologuitcheskoï ekspeditsii. *In : Arkheologuitcheskie otkrytia 1969 goda.* Moscou, p. 350-351.

KOROBKOVA (G. F.), 1977.– Eksperimentalino-trasologuitcheskoe izoutchenie drevnikh serpov i mezolititcheskikh oroudi. *In : Arkheologuitcheskie otkrytia 1976 g.* Moscou, p. 455-456.

KOROBKOVA (G. F.), 1978.– Drevneïchie jatvennye oroudia i ikh proizvoditelinost (v svete eksperimentalino-trasologuitcheskogo izoutchenia). *SA*, 4, p. 36-52.

KOROBKOVA (G. F.), 1980.– Paleoekonomitcheskie razrabotki v arkheologuii i eksperimentalino-trasologuitcheskie issledovania. *In : Pervobytnaia arkheologuia : Poiski i nakhodki.* Kiev, p. 212-225.

KOROBKOVA (G. F.), 1981.- Ancient reaping tools and their productivity in the light of experimental tracewear analysis. *In : The Bronze Age civilisation of Central Asia.* New York, p. 325-349.

KOROBKOVA (G. F.), 1987.– *Khoziaïstvennye kompleksy rannikh zemledelitchesko-skotovodtcheskikh obchtchestv iouga SSSR.* Leningrad, 320 p.

KOROBKOVA (G. F.), 1989.– Predposylki slojenia proizvodiachtchego khoziaïstva v Severo-Zapadnom Pritchernomorie. *In : Pervobytnaia arkheologuia.* Kiev, p. 63-76.

KRIJEVSKAIA (L. Ia.), 1974.– K voprosou o formakh khoziaïstva neolititcheskogo naselenia v Severo-Vostotchnom Priazovie. *In : Pervobytny tchelovek i prirodnaia sreda.* Moscou, p. 263-268.

LARINA (O. V.), 1988.– *Koulitoura lineïno-lentotchnoï keramiki iougo-zapada SSSR (Moldavskaia grouppa).* Leningrad, 20 p.

MANSUR-FRANCHOMME (M. E.), 1986.– *Microscopie du matériel lithique préhistorique. Traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques.* Cahiers du Quaternaire, 9, Paris, Éd. du CNRS, 269 p.

MARKEVITCH (V. I.), 1974.– *Bougo-dnestrovskaia koulitoura na territorii Moldavii.* Kichinev.

MEEKS (N. D.), SIEVEKING (G. de G.), TITE (M. S.), COOK (J.), 1982.– Gloss and Usewear traces on flint sickles and similar phenomena. *JAS*, 9, p. 317-340.

MOSS (E.), NEWCOMER (M.), 1982.– Reconstruction of tool use at Pincenvent : microwear and experiments. *In* : D. Cahen (Éd.), *Tailler pour quoi faire. Préhistoire et technologie lithique II. Recent Progress in Microwear Studies*, p. 239-312.

NEWCOMER (M.), KEELEY (L.), 1979.– Testing a method of microwear analysis with experimental flint tools. *In : Lithic Usewear analysis.* Academic Press, p. 195-205.

PACHKEVITCH (G. A.), 1982.– Paleobotanitcheskaia kharakteristika poselenia Mirnoe. *In* : Stanko V. N.

Mirnoe : *Problema mezolita stepeï Severnogo Pritchernomoria.* Kiev, p. 132-138.

PASSEK (T. S.), 1961.– Raskopki na poselenii ou s. Florechty v 1958 g. *KSIA*, 84, p. 1-12.

PASSEK (T. S.), TCHERNYCH (E. K.), 1963.– *Pamiatniki lineïno-lentotchnoï keramiki na territorii SSSR.* SAI. B I-II. Moscou, 42 p.

PASSEK (T. S.), TCHERNYCH (E. K.), 1970.– Neolit Severnogo Pritchernomoria : koulitoura lineïno-lentotchnoï keramiki. *MIA*, 166, p. 117-122.

POTOUCHNIAK (M. F.), 1985.– Koulitoura Krich. *In* : *Arkheologuia Oukrainskoï SSR*, t. I. Kiev, p. 139-150.

REYNOLDS (P.), 1980.- *Iron Age farm, the Butser Experiment.* London, British Museum.

ROY (S.), 1983.– Traces d'utilisation sur des outils a posteriori de Mureybet (Syrie) : méthodes d'étude. *TMO*, 5, p. 25-29.

SEMENOV (S. A.) 1949.– Jatvennye kremnevye noji iz pozdneneolititcheskogo poselenia Louka-Vroublevskaia na Dnestre. *SA*, II, p. 151-154.

SEMENOV (S. A.) 1954.– Drevneïchie kamennye serpy. *SA*, 21, p. 355-367.

SEMENOV (S. A.) 1957.– Pervobytnaia tekhnika. *MIA*, 54, p. 142-150.

SEMENOV (S. A.) 1965.– Keramitcheski serp iz eridou v Irake. *SA*, 3, p. 217-219.

SEMENOV (S. A.) 1974.– *Proiskhojdenie zemledelia.* Leningrad, 320 p.

SEMENOV (S. A.), CHIRINOV (T.), 1976.– Kamennye serpy tchoustskoï koulitoury. *Obchtchestvennye naouki v Ouzbekistane*, 10, p. 73-77.

SMOLIANINOVA (S. P.), 1978.– Pozdnepaleolititcheskaia stoianka Ivachkovo VI. *In* : *Arkheologuitcheskie issledovania Severo-Zapadnogo Pritchernomoria.* Kiev, p. 120-129.

SMOLIANINOVA (S. P.), 1985.– *Paleolit i mezolit stepnogo Poboujia.* Kiev, 17 p.

STANKO (V. N.), 1976.– Periodizatsia pamiatnikov mezolita Severnogo Pritchernomoria. *Materialy po arkheologuii Severnogo Pritchernomoria*, 8, p. 15-21.

STANKO (V. N.), 1980.– Pozdni paleolit i slojenie mezolita v stepiakh Severnogo Pritchernomoria. *In* : *Severo-Zapadnoe Pritchernomorie v epokhou pervobytno-obchtchinnogo stroia.* Kiev, p. 5-21.

STANKO (V. N.), 1982.– *Mirnoe : Problemy mezolita stepeï Severnogo Pritchernomoria.* Kiev, 200 p.

STANKO (V. N.), PETROUN (V. F.), MAKSIMIOUK (M. I.), 1981.– Pozdnemezolititcheskoe mestonakhojdenie koukrekskogo tipa na Ioujnom Bougue. *In* : *Pamiatniki drevnikh koulitour Severo-Zapadnogo Pritchernomoria.* Kiev, p. 5-12.

SPURREL (F. C. J.), 1982.– Notes on early sickles. *Archaeol. Journ.*, 49, 193, p. 53-69.

STORDEUR (D.), ANDERSON-GERFAUD (P.), 1985.– Les omoplates encochées néolithiques de Ganj Dareh (Iran). Étude morphologique et fonctionnelle. *Cahiers de l'Euphrate*, 4, p. 299-313.

TELEGUINE (D. Ia.), 1968.– *Dnepro-donetskaia koulitoura.* Kiev, 258 p.

TELEGUINE (D. Ia.), 1985.– Dnepro-donetskaia koulitoura. *In* : *Arkheologuia Oukrainskoï SSR.* Kiev, t. I, p. 156-172.

UNGER-HAMILTON (R.), 1985.– Microscopic striations on flint sickle-blades as an indication of plant cultivation : Preliminary results. *World Archaeology*, 17, p. 121-126.

UNGER-HAMILTON (R.), 1989.– The Epi-Palaeolithic Southern Levant and the Origins of Cultivation. *Current Anthropology*, 30, 1, p. 88-103.

VAUGHAN (P.), JARRIGE (C.), ANDERSON-GERFAUD (P. C), 1987.– Sickles and harvesting Motions in Beluchistan (Pakistan). *In* : Manches et Emmanchements préhistoriques. *TMO*, 5, p. 311-318.

Méthodologie

Coordinateur
R. Grace

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

New methods in use-wear analysis

*Roger GRACE**

Since the pioneering work by Semenov use-wear research has brought in new methods to improve the accuracy of functional interpretations and promote a greater understanding of how and why use-wear develops on stone tools. After the introduction of use-wear analysis into the West with the publication of Semenov's book (Semenov, 1964), contributions were made firstly by researchers using predominantly low power microscopy concerning fracture mechanics and how resulting fractures related to tool use kinematics.

The Vancouver conference in 1977 (Hayden, ed., 1979) was mainly concerned with this aspect of use-wear while workers using high power microscopy concentrated their research on isolating polishes that were attributable to particular tool uses (Keeley, 1980). The use of blind tests was also introduced at the Vancouver conference with the Keeley-Newcomer test (Keeley, Newcomer, 1977).

The Tübingen conference of 1985 (see Early Man News v. 9, 10, 11. 1986) presented two blind tests with, frankly, poor results (Unrath *et al.*, 1986, Newcomer *et al.*, 1986), which led to call for further investigation into how distinctive the polishes were and to an appeal for more work on polish formation that would provide a theoretical background for testing the distinctiveness of polishes to specific worked materials. In particular, work on the quantification of microwear polishes was called for to put use-wear analysis on a more scientific footing. Work in both these areas was in progress (for example Grace *et al.*, 1985, on quantification using image processing ; Lévi-Sala, 1986, on polish formation).

At the Valbonne conference in 1987 (Beyries, ed., 1988), the technique of profilometry was presented (Beyries *et al.*, 1988), and the publication of that conference contained a paper by Knutsson *et al.*, 1988 on the use of image processing. Also at that conference a new blind test was presented that achieved significantly better results by combining low and high power observations and looking at the interrelationships between fractures and polish (Grace *et al.*, 1988).

The Uppsala conference in 1989 was mainly concerned with theoretical issues (Knutsson *et al.*, ed., 1990) but methodologically a consensus emerged so that different approaches (high and low power) were not seen as competing techniques but alternative strategies dependent on the specific archaeological problem.

The New Methods Section of the Liege conference continued these developments in the two main areas of use-wear methods and polish formation. The combining of both low power and high power observations within the framework of

a computerized expert system was presented, and the polish formation issue appears to have been resolved particularly from the contributions of Lévi-Sala, and Yamada and Sawada, who were able to present some results from the significant research being carried out in Japan. The polish formation theories can be summed up as being the alternatives of silica gel formation in an « additive » process, or the removal of material from the stone surface with an « abrasive » process. From the work of these researchers it would now seem conclusive that the process is abrasive and that silica gel is not formed. This has important ramifications in relation to the proposed trapping of residues in the silica gel such as plant phytoliths that was suggested by Anderson-Gerfaud (1980), and supports the findings from the quantification of polishes, *i. e.* that they are not specifically associated with a worked material (Grace, 1989 ; Rees *et al.*, 1988).

The use-wear literature over the last 15 years has been seen by some as contentious. I would characterize this « contentiousness » as healthy debate. Any scientific discipline advances by challenging ideas and hypotheses with the intention of acquiring new knowledge that advances the subject. This has been the pattern of use-wear research. When a hypothesis or technique is superseded this does not denigrate the original idea but takes the stimulus of that idea as a starting point from which to progress. I was particularly pleased to hear Atsushi Sawada say at the end of his paper : « I think we can find out a lot more than Grace thinks », and I'm sure they can. New methods do not replace old ones because they were wrong, they are developed to improve existing methods so that the whole subject may advance.

Use-wear research has progressed at a rapid rate over the last 15 years, perhaps faster than most new disciplines within archaeology. Use-wear analysts may have tried to run before they could walk and consequently sometimes tripped themselves up, but the subject has reached a position where use-wear analysts can now walk tall. Other archaeological disciplines would benefit from the rigor that has been applied to use-wear research, incorporating experimental replication and use of stone tools, quantification methods, research into the materials science aspects of use-wear, expert systems, blind tests etc. It is hoped that research will continue into new methods of improving use-wear analysis and that practitioners will not fall into the trap of complacency, like the conference participant who, when asked about his methodology, replied : « I use a microscope ».

It has been claimed by some practitioners that their methodologies have always encompassed a whole range of use-wear attributes, and this may be so. But the results of use-wear analysis depend on the methodology, so the methodology should be explicit and described in some detail, or we return to a situation of accepting, or rejecting, the use-wear interpretations as a matter of faith.

Though there is a great deal of work still to be done it should be pointed out that recent blind tests have produced results that are more accurate than, for example, ^{14}C dates, which only have a 68 % probability of falling within the date range of any given standard deviation. Also use-wear data have been incorporated into more general interpretations of archaeological sites rather than simply producing lists of tool uses. Advances in both the practical and theoretical aspects of research mean that use-wear can make a significant contribution to stone age studies and go a long way to answer those perennial questions : What were they doing ? How were they doing it ? And why ?

* *University of Oslo, Institut for Arkeologi, Kunsthistorie og Numismatikk, Frederiks Gate 3, 0164 Oslo 1, Norway.*

Bibliography

ANDERSON-GERFAUD (P.), 1980.– A testimony of prehistoric tasks : diagnostic residues on stone tool working edges. *World Archaeology*, 12, 2, p. 181-193.

BEYRIES (S.), (Ed.), 1988.– *Industries Lithiques : Tracéologie et Technologie*. Oxford, BAR International Series, 411, v. 1, 2.

BEYRIES (S.), DELAMARE (F.), QUANTIN J.-C.), 1988.– Tracéologie et rugosimétrie tridimensionelle. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries Lithiques : Tracéologie et*

Technologie. Oxford, BAR International Series, 411, 2, p. 115-132.

GRACE (R.), 1989.– *Interpreting the Function of Stone Tools : The quantification and computerisation of microwear analysis*. Oxford, BAR International Series, 474.

GRACE (R.), ATAMAN (K.), FABREGAS (R.), HAGGREN, (C. M. B.), 1988.– A multivariate approach to the functional analysis of stone tools. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries Lithiques : Tracéologie et Technologie*. Oxford, BAR International Series, 411, 2, p. 217-230.

GRACE (R.), GRAHAM (I. D. G.), NEWCOMER (M. H.), 1985.– The Quantification of Microwear Polishes. *World Archaeology*, 17, 1, p. 112-120.

HAYDEN (B.), 1979.– *Lithic Use-Wear Analysis*. Academic Press, New York.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental Determination of Stone Tool Uses* : a Microwear Analysis. University of Chicago Press. Chicago.

KEELEY (L. H.), NEWCOMER (M. H.), 1977.– Microwear Analysis of Experimental Flint Tools : a Test Case. *Journal of Archaeological Science*, 4, 1, p. 29-62.

KNUTSSON (K.), DAHLQUIST (B.), KNUTSSON (H.), 1988.– Patterns of tool use : The microwear analysis of the quartz and flint assemblages from the Bjurselet site, Vasterbotten, Northern Sweden. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries Lithiques : Tracéologie et Technologie*. BAR International Series, 411, 1, p. 253-294.

KNUTSSON (H.), KNUTSSON (K.), TAFFINDER (J.), (Ed.), 1990.– *The Interpretative Possibilities of Microwear Studies*. AUN 14, Societas Archaeologica Upsaliensis. Uppsala, Sweden.

LÉVI-SALA (I.), 1986.– Use wear and post depositional surface modification : A word of caution. *Journal of Archaeological Science*, 13, 3, p. 229-244.

NEWCOMER (M. H.), GRACE (R.), UNGER-HAMILTON (R.), 1986.– Investigating microwear polishes with blind tests. *Journal of Archaeological Science*, 13, p. 203-217.

REES (D.), WILKINSON (G. G.), ORTON (C. R.), GRACE, (R.), 1988.– Fractal analysis of digital images of flint microwear. *In* : S. P. Q. Rahtz (Ed.), *Computer and quantitative methods in Archaeology*. BAR International Series 446 (ii), p. 177-183.

SEMENOV (S. A.), 1964.– *Prehistoric Technology*. Adams and Dart, London.

UNRATH (G.), OWEN (L. R.), VAN GIJN (A.), MOSS (E. H.), PLISSON (H.), VAUGHAN (P.), 1986.– An Evaluation of Use-wear Studies : a Multi-Analyst Approach. *Early Man News* v. 9.10.11, part. 1, p. 117-175.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

The use of expert systems in lithic analysis

*Roger GRACE**

Résumé

Dans cet article, nous présentons l'emploi de systèmes experts pour l'analyse fonctionnelle, technologique et typologique des outils en pierre. Les systèmes experts sont des programmes informatiques qui « modélisent » le comportement des experts. Le savoir et le raisonnement d'un expert humain sont incorporés dans le programme informatique sous forme d'une série de règles formelles et de définitions précises des variables utilisées par l'expert pour son analyse. Ce genre de systèmes peut assimiler des données plus complexes que celles que le cerveau humain est capable de traiter, et il approche de l'intelligence artificielle. L'usage de ces systèmes experts donne des résultats plus précis dans l'interprétation de la fonction des outils en pierre. Dans les tests aveugles, ils ont produit de meilleurs résultats qu'un expert humain individuel. Étant donné que les programmes technologiques et typologiques sont régis par des règles formelles plutôt que par les caprices d'experts humains, les résultats en sont tout à fait cohérents, et l'on peut donc effectuer des comparaisons directes entre analyses différentes.

Abstract

This paper presents the use of expert systems for the functional, technological and typological analysis of stone tools. Expert systems are computer programs that « model » the behavior of experts. The knowledge and reasoning of the human expert are incorporated into the computer program as a series of explicit rules and precise definitions of the variables used by the expert for analysis. Such a system can accommodate more complexity than the human mind is capable of handling, and it is on the threshold of Artificial Intelligence. The use of such expert systems produces more accurate results in interpreting the function of stone tools. In blind tests, better results have been achieved than by any individual human expert. As the technological and typological programs are governed by explicit rules, rather than the vagaries of human experts, the results produced are entirely consistent, and therefore direct comparisons can be made between different analyses.

Introduction

The need to correlate all the different variables involved in microwear analysis, including the morphology of the tools and low power use-wear, such as macrofractures, is accepted by even the most enthusiastic proponents of distinctive microwear polishes. For example, in the paper by

Bamforth *et al.* (1990), it is stated that « the high-magnification approach relies largely, although not solely, on differences in the appearance of polishes... » (*ibid.* : 414), but « *all* (authors' italics) possible sources of information should be used to support an interpretation, including all varieties of microwear traces, overall tool size and shape and archaeological context » (*ibid.* : 415), and « ... successful interpretations of stone tools, uses depend on as many lines of evidence as possible and do not derive solely from the examination of polishes » (*ibid.* : 416). So that the concentration on the observation of the appearance of polishes has now been largely abandoned in modern microwear analysis. It is interesting to note that, when there is an apparent discrepancy between the appearance of a polish and other sources of information, the distinctive nature of the polish is rejected. As in the case of tool number 3 in a blind test, « the smooth, inflated character of the most developed polish on the edge might result from plants, but the edge damage and abrasion make this unlikely. This tool was probably used on wood. » (Bamforth *et al.*, 1990 : 417). So that the « edge damage » and « abrasion » take priority over the « distinctive » appearance of the polish, when correctly interpreting the worked material of this tool in the blind test.

Expert systems

The simultaneous examination of all these different sources of use-wear information in a consistent and coherent manner would be an advantage in obtaining more accurate results in microwear analysis. In the multi-dimensional method (Grace *et al.*, 1988), there are 33 interdependent variables, and an expert system has been developed in order to process this data ; « an expert system is a computer program which uses non-numerical domain-specific knowledge to solve problems with a competence comparable with that of human experts » (Doran, 1988).

The reason for using the expert system approach is that microwear analysis has been developed from the experience and expertise of practitioners. This has led to problems in the development of use-wear methodology because much of the knowledge required for microwear analysis has been empirical and related to the specific research of the individual practitioner. This subjective and individual knowledge has then been transferred to completely different circumstances, without any understanding of the processes that are involved. Because knowledge has been acquired in this way, a major failing has been the lack of explicitness both in the nature of the data and in the reasoning behind the interpretation of that data, as the basic interpretive technique has been analogy. If use-wear on an archaeological tool matches that on an experimental tool, both sets of use-wear are assumed to have been derived from the same set of circumstances, without any explanation of why that should be, or whether the same set of use-wear attributes can arise out of different activities. That is, an archaeological tool was used for scraping wood because it has use-wear which looks like that on a tool that was experimentally used for scraping wood. Practitioners that have concentrated on polishes go even further by saying it is « wood polish » because it looks like polish experimentally produced by working wood, while they admit they cannot explain why wood polish should be any different from any other polish. The data is recorded in a non-systematic way mainly using vague descriptions. The blind test tool mentioned above is described as having edge damage and abrasion (Bamforth *et al.*, 1990 : 417), but edge damage and abrasion are not defined, and no values are placed on these variables. It is simply stated that the edge damage and abrasion do not look like those produced by contact with plants. This leaves the reader in no position to assess whether they agree with these statements about the data or the reasoning. The first major advantage of using an expert system for microwear analysis is the act of writing it.

« The process of developing an expert system has an indirect benefit also since the knowledge of human experts must be put into an explicit form for entering in the computer. Because the knowledge is then explicitly known instead of being implicit in the expert's mind, it can be examined for correctness, consistency and completeness. The knowledge may then have to be adjusted or re-examined, which improves the quality of the knowledge. » (Giarratano, Riley, 1989 : 5).

The *fast* expert system

Figure 1 : A illustrates the flow chart for the *FAST* (Functional Analysis of Stone Tools) expert system computer program. The first stage in the development of an expert system is to design the data base for storing the information in such a way that it can be easily accessed and input into the program. The Hypercard™ application used on Apple Macintosh™ computers is ideal for this, as its design is based on the idea of a card index file (hence Hypercard). The data card for the recording of the data is illustrated in figure 1 : B. Each data card of a used tool is linked to an outline drawing of that tool (fig. 1 : C). The data is automatically entered into the data cards by accessing a card for each variable that contains the values that the variable may take, and then « pressing » the appropriate button using the computer « mouse ». In the example of fracture types (fig. 1 : E), these are flakes, steps, snaps, flakes and snaps, flakes and steps, flute, burin, torsion, retouch, others (combination of fractures other than those mentioned) and absent. The definition and description of these fracture types are contained in a comprehensive manual that accompanies the expert system, and each variable and its respective values are described in Grace 1989. As a reminder, each variable card is linked to an example card (fig. 1 : D, for fracture types).

The data is then transferred into the *FAST* program. Each attribute, that is the value of each variable (*e. g.* edge angle of 50 degrees), is used to give an indication of motion or hardness of material, or both, according to a set of rules. For example, the variable edge angle is divided into ranges so that the value of the edge angle for a particular tool will fall within one of those ranges, giving the corresponding indication, *i.e.*, if the edge angle = 42 degrees, this indicates « cutting or scraping a medium material » (as in the example of tool 33 in fig. 1). Note that the absence of a value for a variable can be diagnostic. The data in figure 1 : B shows the absence of rounding for tool 33, together with an edge angle of 42 degrees ; this indicates a « soft to medium material », because, if the worked material had been hard, then some rounding would have been expected on a 42 degree angled edge. Conversely, the value of a variable may be non-diagnostic. For example, there are microflakes on the ventral surface of tool 33, but, as flake fractures can occur with almost any motion and with any worked material, the presence of these flakes is non-diagnostic. With retouched edges, the value « retouch » is entered because of the difficulties of separating use-wear fractures from retouch.

This process is repeated for each attribute. The program automatically assesses the attributes and enters the relevant indications into two cards, one of which contains information concerning macro-observations (use-wear seen by eye and with low magnification, fig. 1 : F), and the other card contains the indications derived from micro-observations (use-wear seen with high magnification, fig. 1 : G).

The syntax for these variable rules is very simple and takes the form of,

IF [condition] THEN PUT [indication].

For example, IF (edge angle < 30 degrees) THEN PUT (cutting soft material).

The rules may be more complex, involving 2 or more conditions to take account of the interaction between different variables.

For example ; IF (fractures are absent) AND (edge angle > 30 and < 60) THEN PUT (medium material).

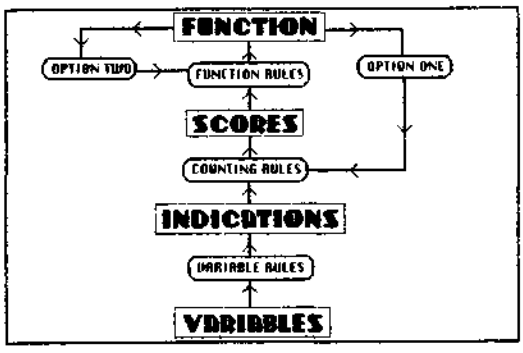
The parameters contained in these rules are derived from observations of experimental tools. The indications are then counted, again according to a set of rules.

For example,

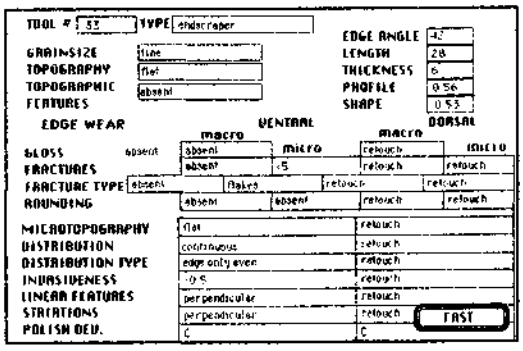
EACH VARIABLE COUNTS AS TWO POINTS [except thickness, which has a maximum of **1**]. This is because thickness only has two values (≤ 4 mm or > 4 mm) and is not very discriminatory and consequently less important. Therefore, it carries less « weight ».

IF EITHER SURFACE HAS TWO INDICATIONS, THEN EACH COUNTS 0.5 POINTS UNLESS OTHER SURFACE IS « retouch », « no polish » OR « no effect » THEN THEY COUNT ONE POINT EACH. If an indication contains two alternatives such as "SOFT/MEDIUM for microrounding (as in fig. 1 : G), then SOFT would receive 0.5 point, but doubled to 1 point because the other surface is retouched.

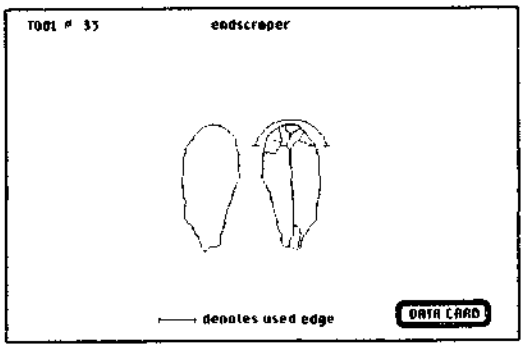
« NON-DIAGNOSTIC » COUNTS NO POINTS, is self-explanatory.



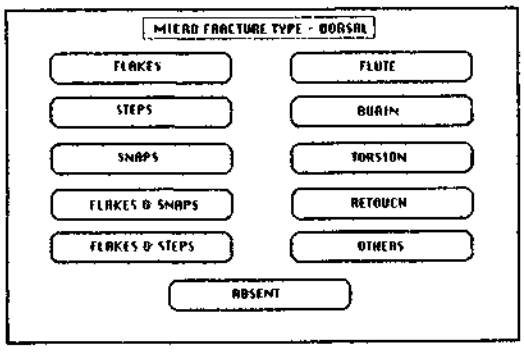
A



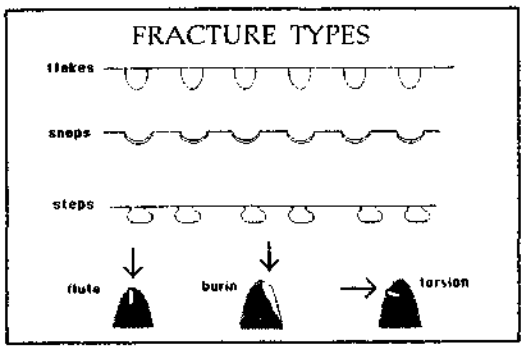
B



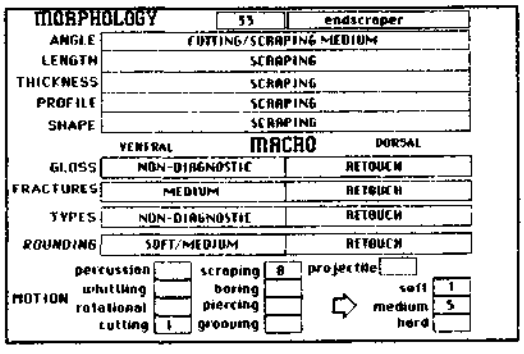
C



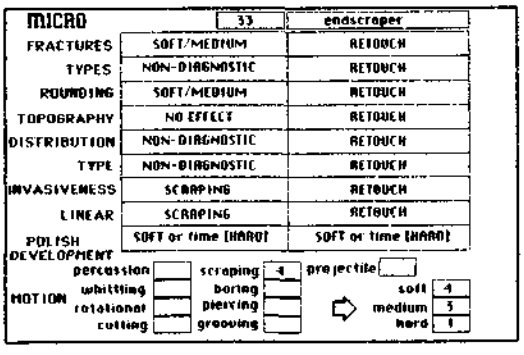
D



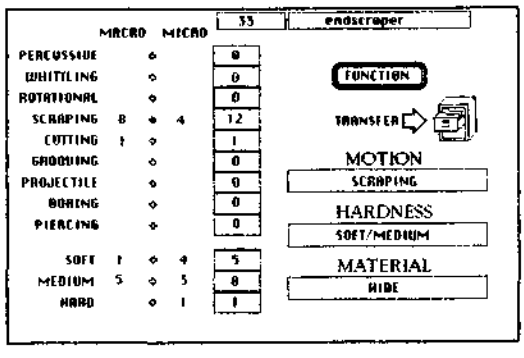
E



F



G



H

Fig. 1. FAST expert system.

« GROOVING », « WHITTLING » and « PERCUSSIVE » scores are doubled. This is because the attributes that indicate these motions are more diagnostic than others, and so this a method of weighing the variables.

The results of the counting rules are entered as SCORES into the interpretation card. In the example, this gives 12 indications of scraping, 1 of cutting, 5 of a soft material, 8 of a medium material and 1 of a hard material (fig. 1 : H). Then the function rules are applied. For example,

IF « cutting » ≤ 4 AND « scraping » > 8 AND « grooving » ≤ 2 AND « whittling » ≤ 2
THEN PUT « SCRAPING »

IF « soft » ≥ 4 and ≤ 8 AND « medium » ≥ 0 and ≤ 2 AND « hard » = 0
THEN PUT « SOFT »

IF « soft » ≤ 6 AND « medium » ≥ 5 AND « hard » ≤ 4
THEN PUT « WOOD »

More complex rules involve combining motions with materials, and in certain cases also include morphological information concerning the tools.

IF « soft » ≥ 2 and ≤ 6 AND « medium » ≤ 8 AND « hard » < 2 AND MOTION ≠ « whittling » OR « boring/drilling » OR « grooving » OR « chopping/adzing »
THEN PUT « HIDE »

This rule is constructed in this way because whittling, boring, drilling, grooving, chopping and adzing are motions unlikely to be used on hide.

IF « soft » = 0 AND « medium » ≥ 3 AND « hard » ≥ 8 AND MOTION ≠ « whittling » OR « cutting » OR « piercing » OR « chopping/adzing » OR « grooving » AND SUBTYPE ≠ « facet » (when referring to a burin)
THEN PUT « STONE »

This rule is constructed in this way because whittling, cutting, chopping and adzing are unlikely motions to be used on stone, and grooving stone is more likely to be carried out with the burin « bit » rather than the « facet »

If the scores for motions and materials fall within the parameters in the program, then an interpretation will be made of motion, hardness of material and precise worked material. In the case of the example tool 33, the program gives SCRAPING a SOFT/MEDIUM material, probably HIDE (fig. 1 : H), which is correct, as tool 33 was an experimental tool used in a blind test (Grace *et al.*, 1988). If the scores do not fall within the parameters for motion, hardness or worked material, then the program gives « INSUFFICIENT DATA ». This will apply if there is insufficient use-wear on the tool to be diagnostic or if the use-wear is not consistent with a particular use. That is, it does not match the use-wear of tools in the reference collection of experimental tools from which the parameters were derived. This means the program can suggest a material that has not been studied by experimentation and so is not included in the program. Tool 44 used on cortex is an example (Grace, 1989).

Prior to the development of the expert system computer program, the interpretation of each attribute had to be done by assessing the information and the complex interrelationship between attributes in one's head, as it is where. *FAST* carries out this process automatically. This not only speeds up the process, but makes it completely consistent, as the same set of rules are applied each time. The 20 tools used in the last blind test carried out at the Institute (Grace *et al.*, 1988) were used to determine the parameters by which the rules were applied in order to make the functional interpretations. That is, the data that was recorded for that blind test was used as the training data for developing the program. The efficacy of the program is demonstrated by it's achieving a result of 18 out of 20 correct interpretations of precise worked materials. The two tools that were not correctly identified were tool 38, for which the computer gave « insufficient data » (used on bark), and tool 44, which was designated « insufficient data » (this being used on cortex which was not programmed into the computer). The same scoring system as used in the blind test was applied ; therefore, to achieve a point, the precise worked material had to be identified. If the tool was used on antler, then only an answer of antler was awarded a point, not alternatives like bone/antler. This 90 % success rate is a significant increase on the result achieved by any of the analysts in the original blind test, the

maximum score achieved being 60 %. However, as the blind test data was used to develop the program, this high rate of success is misleading. The real test of the program is when a completely new set of data is used. The first 10 tools used in blind tests at the Institute (Newcomer *et al.*, 1986) were observed, and the data recorded, and then used to test the program. Of the 10 test tools, one was unused, and another was used as a projectile point that struck unknown material, leaving 8 precisely known materials that the tools were used on. Of these 8 tools, the precise worked material on which 6 of them had been used was identified by the program. The two not identified were tool 2, for which the computer gave « insufficient data » (actually used on shell), and tool 10, for which the computer gave « antler », but which was used on wood. In the original test, only two of these 8 were correctly identified. Though the function of these tools was known, this was a blind test as the computer did not have this information. Every time the *FAST* program is run constitutes a blind test.

The use of expert systems for functional analysis has improved the methodology in a number of ways :

1. Increased accuracy (table 1).

2. Reduction of the time required for analysis. In the original blind test (Newcomer *et al.*, 1986), each analyst had the tools for two weeks. The analysis of the same tools by *FAST* took 2 hours.

3. Increased consistency and standardization. The development of an expert system means that the observational techniques have to be systemized, and the rules provide a basis on which results can be assessed. Two analysts using the same program will obtain the same results.

4. The expertise gained over many years of research is made available to less experienced practitioners. One of the features of expert systems is that « the expert system may act as an intelligent tutor by letting the student run sample programs and explaining the system's reasoning. »(Giarratano, Riley, 1989 : 5). The *FAST* program is currently being used as a teaching program for learning use-wear analysis.

If the *FAST* results for the tools used in all blind tests at the Institute of archaeology (Newcomer *et al.*, 1986 ; Grace *et al.*, 1988) are combined, an estimation of the accuracy of *FAST* can be made.

	Motion	Hardness	Material
MACRO			
correct	97 %	66 %	28 %
insufficient data	0 %	31 %	44 %
wrong	3 %	3 %	28 %
MICRO			
correct	100 %	97 %	83 %
insufficient data	0 %	3 %	10 %
wrong	0 %	0 %	7 %
n = 29			

Table 1.

This means, at the level of motion and relative hardness, macrowear gives 66 % correct identifications, with only a 3 % error, the remainder being unidentifiable and therefore omitted from the calculation of functional configuration (see below). Microwear gives 97 % correct identifications, with a 0 % error of motion and hardness, but of course takes much longer, whereas macrowear can be applied to far larger samples. At the level of correct motion and precise worked material, macrowear only achieves 28 %, with a 28 % error. This low rate of success is to be expected when using only macro-use-wear information. Microwear gives 83 % correct identifications at the precise worked material level, with a 7 % error.

Whereas practitioners concentrating largely on polishes have now abandoned any attempt to separate identification of bone as opposed to antler, the *FAST* program still achieves this distinction. Of the 3 tools used on bone and the 5 tools used on antler, all were correctly identified. Three of the tools used on antler were used on soaked antler and, the program correctly identified 2 of these as being used on soaked antler. So, in terms of separating bone and antler, the *FAST* program achieves 100 % success with this sample, and can even separate soaked from dry antler in 4 out of 5 cases.

These figures compare favorably with those of the latest published blind test (Bamforth *et al.*, 1990), which, accepting the figures as published (*ibid.* : 425), achieve a success rate of 81 % for motion (as compared to 100 % for *FAST*) and 65 % for worked material (as compared to 83 % for *FAST*). If the same rigor of precision was applied to this test as is required of *FAST*, then these scores for the Bamforth *et al.* test would have to be re-assessed. For example, tool 11 was used for cutting fish ; the interpretation of cutting meat is regarded as correct on the grounds that « if we can accept that fish is

a type of meat (or at least a type of flesh), the interpretation... is essentially correct. » (Bamforth *et al.*, 1990 : 420). This answer would have received no points in a blind test used to test *FAST*. Also, the results from *FAST* on test tools 1-10 refute the claim that « the poor results in the Institute blind tests derive from attempts to interpret uninterpretable traces of use ... » (*ibid.* : 428). The tools are the same tools, the difference is the method, demonstrating that an expert system that incorporates all kinds of use-wear traces, of which polish is only one, increases « the sophistication of this method of analysis. », which Bamforth *et al.* call for (*ibid.* : 429).

The *lithan* expert system

A development of the use of expert systems is to integrate the results of functional analysis with typological and technological information. Towards this aim, a new expert system has been developed for the classification of the technology and typology of tools. This program is referred to as *LITHAN* (LITHic ANalysis of stone tools). This expert system follows the same procedures as *FAST*. Figure 2 : A illustrates the data card. Metrical attributes of the tools such as length, width and thickness are entered, and then non-metrical attributes are entered by accessing cards with the alternative values of each variable and « pressing » the appropriate button. For example, for the position of retouch; distal, left lateral, right lateral, proximal or dorsal ridge, in the case of crested tools (fig. 2 : B) Each of these cards is linked to another card that explains the values (fig. 2 : C).

Rules are then applied to interpret the blank type, knapping technology, hammer mode, amount of cortex, and the « type » of tool. Blanks can be blade, bladelet, flake, chip, fragment or chunk. Knapping technology can be blade, flake or Levallois. Hammer mode will be soft or hard, and cortex is broken down into 4 categories, dependent on the percentage of surface that is cortical (this information being useful in the reconstruction of reduction strategies). In the case of tool 33, this gives a non-cortical morphological flake that was made using a blade technology with soft hammer

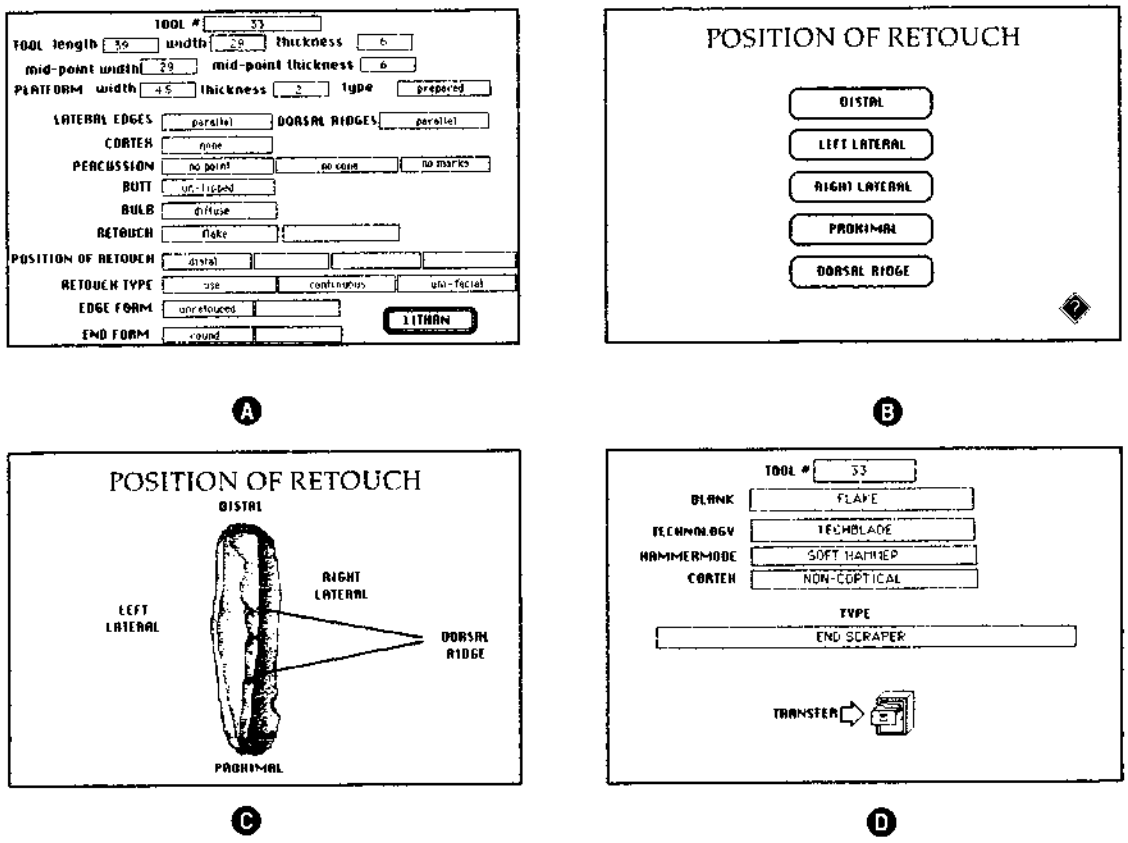


Fig. 2. LITHAN experts system.

and is an endscraper (fig. 1 : C and fig. 2 : D). Often, there is insufficient data to identify such categories as knapping technology or hammermode, particularly when the tools are broken and the proximal end is missing. In such cases, they will be designated « indeterminate ».

Examples of rules :

BLANK TYPE : if length/width ratio > 2 and width <12 mm. then put « BLADELET »

TECH TYPE : if platform Thickness < 5 and ButtType = « prepared » and Sides = « parallel » and Ridges = « parallel » then put « TECHBLADE »

HAMMERMODE : if percussion Cone = « no cone » and butt = « un-lipped » and bulb = « diffuse » then put « SOFT HAMMER »

TYPE : if diff (length - width) > 0 and distal Retouch = « DISTAL » then put « END SCRAPER »

General categories like endscraper are further subdivided by applying secondary rules :

1. if endForm = « ROUND » then put « END SCRAPER »

2. if endForm = « CARINATED » then put « CARINATED END SCRAPER »

The actual rules run to some 20 pages of programming in order to cover as many alternatives as possible. These rules are being constantly updated and expanded. The main advantage of the *LITHAN* program is consistency, in that anyone using the program will obtain the same results, eliminating some of the idiosyncrasies that often occur with individual typologists. Also, years of experience of a number of typologists are encapsulated in the program so that this accumulated experience is made available to the novice.

The *lithics* data base

The results from *FAST* and from *LITHAN* are then collated into a data base. That is the interpretations are automatically input into a *LITHICS* data base so that each item of debitage, both used and unused, has a card giving the tool's number, type, blank, technology, hammer mode, amount of cortex and, if used, an interpretation of the function of the tool, both at the macro- and microlevel (fig. 3 : A). In the example of tool 33, the macrofunctional interpretation was of SCRAPING a MEDIUM material, with INSUFFICIENT DATA to identify the precise material ; the microfunctional interpretation is of SCRAPING a SOFT/MEDIUM material, most probably HIDE.

This data base can then be searched to obtain information and statistics. For example, the numbers of each blank type can be automatically generated (fig. 3 : B), and the number of used as opposed to unused tools (fig. 3 : C). Also, the type list is automatically generated and displayed (fig. 3 : D). These statistics and lists are extracted by simply « pressing » the appropriate button to activate the search programs. Then correlations between such things as typology and function can be made, or the kind of tools that were used correlated with blank types that are present in the assemblage etc. Also, functional typology can be automatically extracted.

Functional configuration

Functional interpretations, at the level of the 5 basic motions – cutting, scraping, rotational, percussive and projectiles –, and the 3 hardness categories– soft, medium and hard –, can be extracted (fig. 3 : E) and automatically produced as a graph representing the relative percentages of these functional types (fig. 3 : F). At this level of functional interpretation, a high level of accuracy can be achieved and often obtained by the use of macro-information only (table 1). This considerably speeds up the process of analysis. The resulting functional typology can be interpreted in terms of site function, rather than simply the function of individual tools, by comparing the functional configuration with models of particular kinds of sites (Grace, 1990).

For example, the results produced from applying these expert systems to the Mesolithic site of Thatcham in England and the extraction of the functional configuration from the data base (fig. 4 : A) lead to the interpretation that the site represents a home base (Grace, in press).

The functional configuration of the Thatcham sample has been compared with models of site function. Figure 4c is the functional configuration of a model « kill site » having a high incidence of

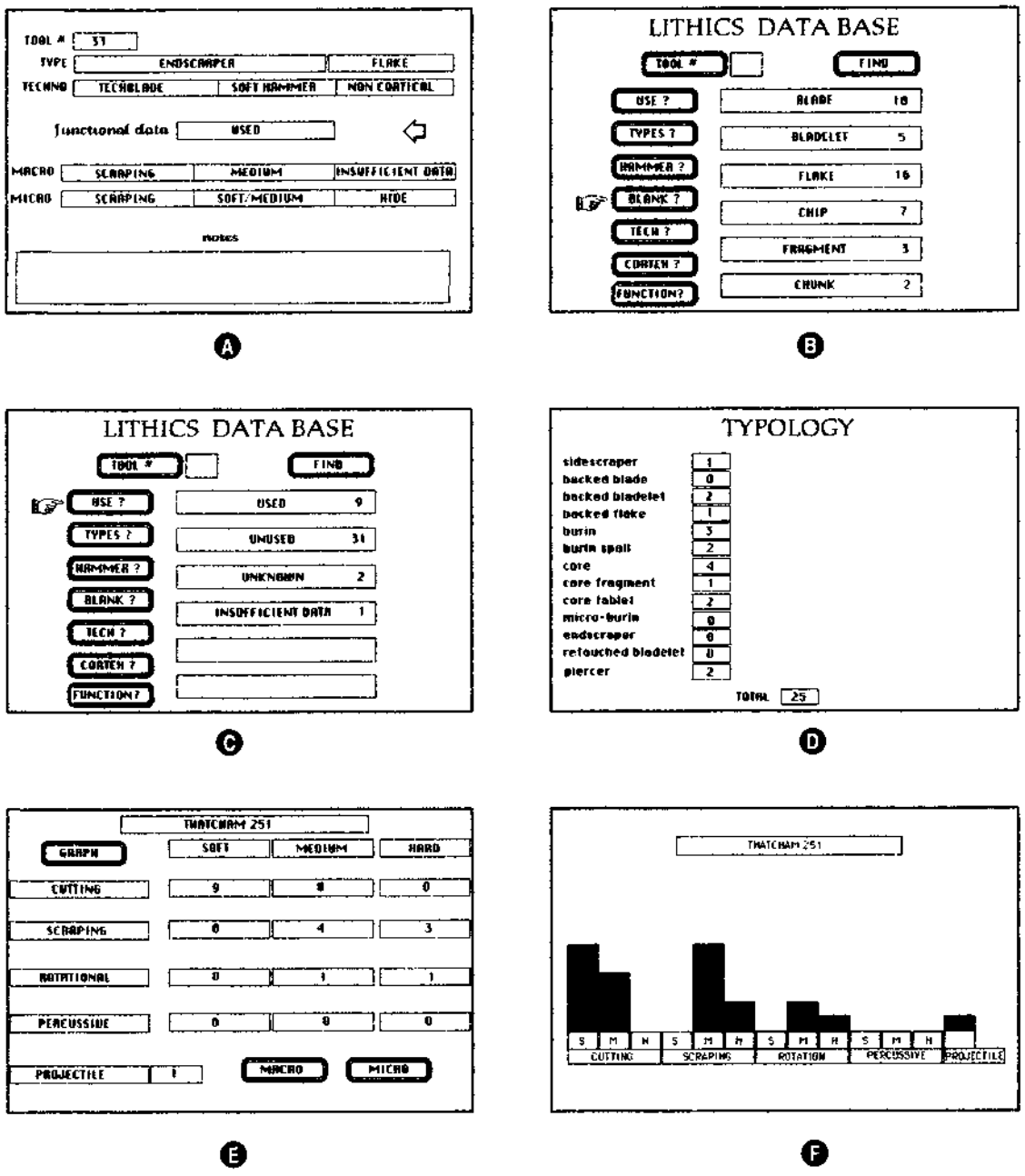


Fig. 3. LITHICS data base.

cutting (butchering) tools, percussive action on hard materials (joint separation) and projectile points. The model of a « home base » (fig. 4 : B) is derived from the experimental replication of a generalized tool kit where most activities are represented, the exception being percussion on soft materials, which is an unlikely activity. The results suggest that most activities are represented at Thatcham, giving an overall site function of a « home base » (compare fig. 4 : A and see Grace, in press).

The histograms of « functional configuration » are based on calculating the percentage representation of each functional type in 5 % increments. This procedure exaggerates the representation of functional types having few units. For example, the 5 % « block » for projectile points in figure 4 : A represents only 1 projectile point. This

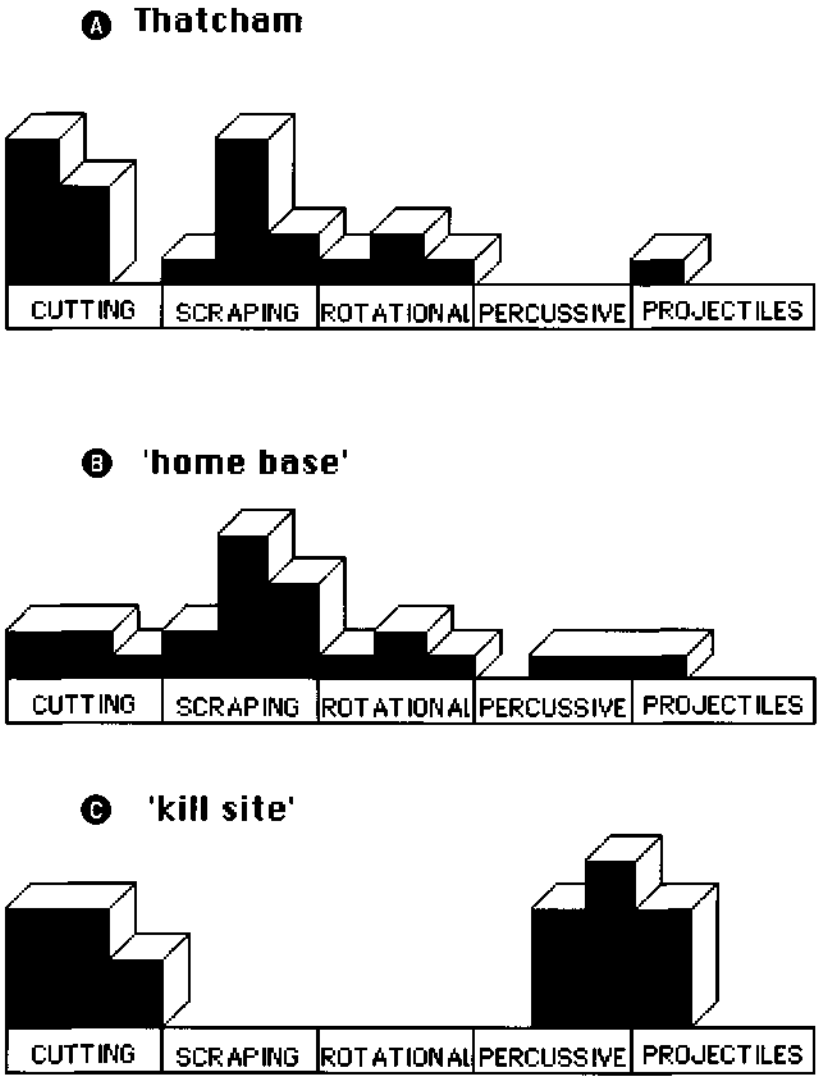


Fig. 4. Materials are in the order soft/medium/hard in each motion category.

procedure is adopted because the histo- grams are designed to illustrate the spread of activities rather than the absolute numbers or percentages. As illustrated in figure 5, the « shape » of the functional configuration of the histogram reflects the percentage representation of different uses.

Information such as which retouched tools were used and how they were used and how this relates to used unretouched tools, the relationship between blank type and function, the relationship between technology and function, etc., can be easily obtained from searching the data base. Having all this information available helps to understand the lithic assemblage not just in terms of function, but also of all the different aspects of lithic technology that goes into the production of tools. This in turn helps to understand and reconstruct the process that lies behind the lithic assemblage.

Conclusions

Future developments of this integrated suite of expert systems will include spatial information, so that distributions of types (where the endscrapers are) or blanks (where the blades are) or particular activities (where the hide scrapers are) can be generated, or any combination of these different aspects of the lithic material. So, for example, the

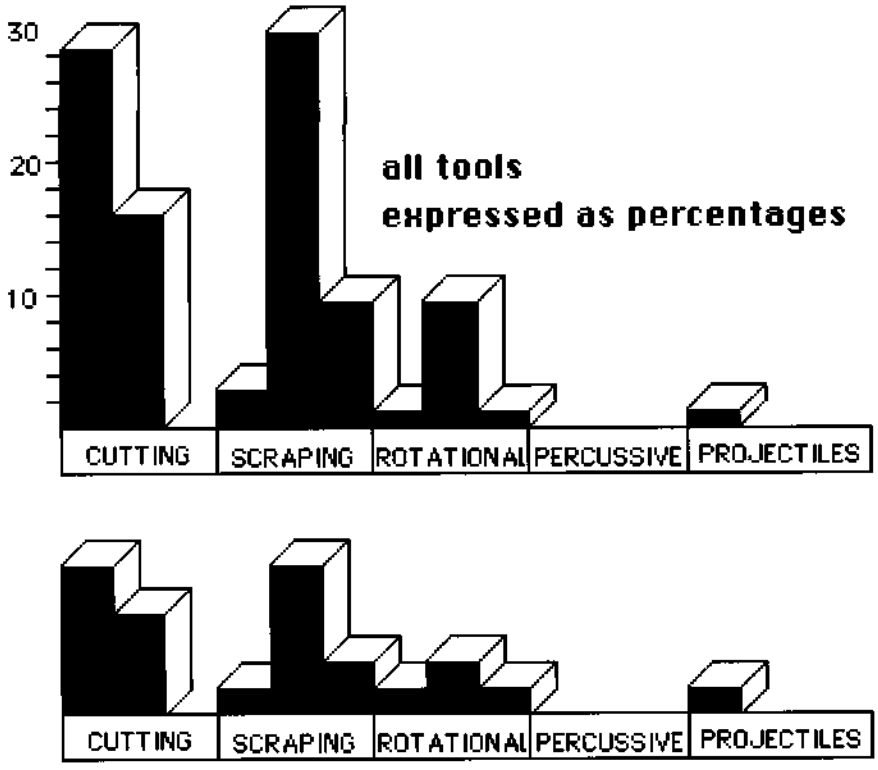


Fig. 5. Materials are in the order soft/medium/hard in each motion category.

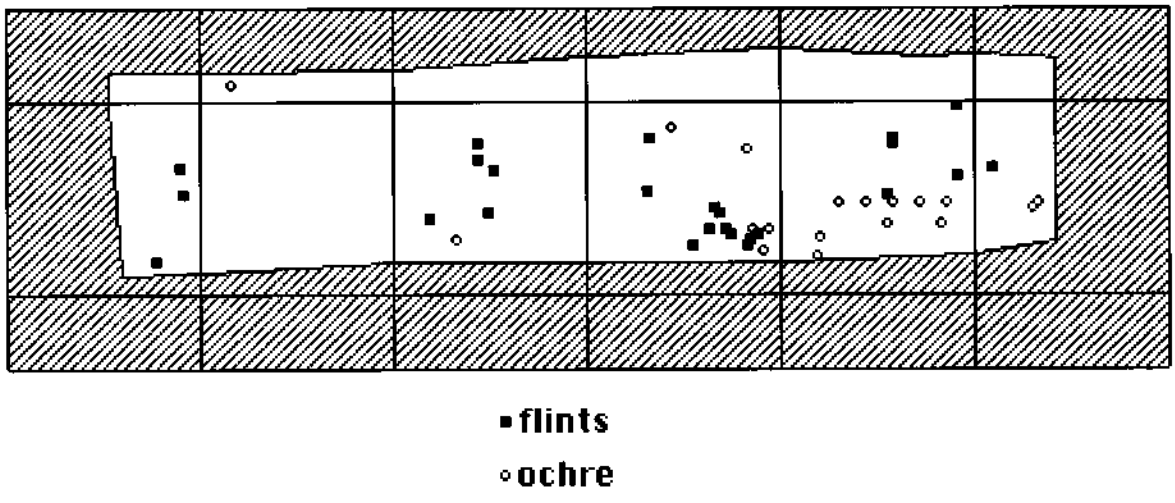


Fig. 6. Distribution of flints and ochre automatically generated from the data base.

locality of a cluster of blades, made into endscrapers and used for scraping hide, could be extracted from the data base and illustrated on a plan. This facility will make possible the recognition of activity areas within a site, not just activities concerned with processing various materials, but also flint knapping areas or « re-tooling » areas could be located. Non-lithic information can also be included. For example, figure 6 represents the spatial distribution of ochre and struck flints from an area from a Mesolithic site in England. The distribution of bone artifacts and any class of lithic artifacts can be generated in this way in order to investigate potential correlations.

The distribution of manufacturing areas, or non-lithic material, together with the location of hide-scraping areas or bone- and antler-processing areas, for instance, would provide a more comprehensive archaeological context within which the whole picture of human activity at a site could be understood. This in turn would lead to the understanding of the cultural processes that lie behind site formation.

This paper is dedicated to the memory of Irene Levi-Sala. She will be missed as an archaeologist, but, more importantly, she will be remembered as a friend.

* *University of Oslo, Institut for Arkeologi, Kunsthistorie og Numismatikk, Frederiks Gate 3, 0164 Oslo 1, Norway.*

Bibliography

BAMFORTH (D. B.), BURNS (G. R.), WOODMAN (C.), 1990.– Ambiguous Use Traces and Blind Test Results : New Data. *Journal of Archaeological Science*, 17, p. 413-430.

DORAN (J.), 1988.– Expert systems and archaeology : What lies ahead ? *In* : Ruggles, Rahtz (Ed.), *Computer and Quantitative Methods in Archaeology*. Oxford, BAR International Series, 446, p. 235-241.

GIARRATANO (J.), RILEY (G.), 1989.– *Expert Systems : Principles and Programming*. PWS-KENT Publishing Company. Boston.

GRACE (R.), ATAMAN (K.), FABREGAS (R.), HAGGREN (C. M. B.), 1988.– A multivariate approach to the functional analysis of stone tools. *In* : *Industries Lithiques : Tracéologie et Technologie*. Oxford, BAR International Series, 411, 2, p. 217-230.

GRACE (R.), 1989.– *Interpreting the Function of Stone Tool : The quantification and computerisation of micro-wear analysis*. Oxford, BAR International Series, 474.

GRACE (R.), 1990.– The limitations and applications of functional analysis. *In* : *The Interpretive Possibilities of Microwear Studies*. AUN 14, Societas Archaeologica Upsaliensis, Uppsala, Sweden.

GRACE (R.), in press.– Use wear Analysis of the Mesolithic Site at Thatcham, England. To be published in the *Proceedings of the Prehistoric Society*.

NEWCOMER (M. H.), GRACE (R.), UNGER-HAMILTON (R.), 1986.– Investigating microwear polishes with blind tests. *Journal of Archaeological Science*, 13, p. 203-217.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Use-wear traces : processes of development and post-depositional alterations

Irene LEVI-SALA

Résumé

Cet article présente des recherches sur les surfaces lithiques polies après usage, observées au microscope optique et au MEB. Des surfaces naturellement polies observées dans des conditions postérieures au dépôt anthropique ont aussi été étudiées. Ces travaux ont été inspirés par les résultats décevants de la « tracéologie à forts grossissements » sur des outils de différents âges et de sites variés qui suggèrent que l'apparence seule des « polis » d'usage ne permet pas de diagnostiquer le matériau travaillé. Ils ont, en outre, montré que certains processus du sol affectaient négativement la surface du silex qu'elle soit polie par l'usage ou non. Pendant ces travaux, les surfaces lithiques ont été polies dans des conditions contrôlées, employant plusieurs matériaux pour en étudier les processus de polissage plutôt que pour répliquer les activités des préhistoriques.

Abstract

This is a report on research carried out to investigate (with Optical and Scanning Electron Microscopy) the polished surfaces which appear optically on the edges of flint tools after use. Naturally polished surfaces also appear optically on flint under some depositional conditions, and the project investigated both this natural polishing and its possible effects on the polishing produced by use. This research was prompted by « high power microwear analysis » of implements from several sites of different ages which cast doubt on the distinctive appearance of « polish » on flint and furthermore suggested that post-depositional processes negatively alter the surface of flint implements and degrade the polished surfaces. In this work flint surfaces were polished under controlled conditions using different materials, to investigate the processes involved in the formation of polished edges rather than to replicate tasks which prehistoric people are likely to have carried out.

This is a report about the research carried out to investigate the processes of « polish » formation on flint surfaces. In particular the aim was to ascertain whether the « polish » observed optically after use can be attributed to the phenomenon of plastic deformation alone (which would suggest

wear by a mechanical action) or whether silica gel (through hydrolysis) is formed as well. Plastic deformation almost always means the formation of a layer of somewhat amorphous silica because the atoms on the flint surface are no longer ordered in the same way as in unpolished flint. Amorphous silica is to be distinguished from silica gel, which is hydrolysed amorphous silica produced as the result of a one to one combination of silica and water (see fig. 1 for definitions of terms).

In experiments published previously, water was shown to greatly enhance polish formation and development. To test whether it was the water as H_2O which was initiating a process of hydrolysis or rather its presence as a liquid medium, hexane was used. It is a hydrocarbon oil not known to cause the dissolution of silica and is very different chemically from water in terms of polarity (fig. 1). Experiments were also carried out to monitor the role certain variables play in the development of polished surfaces on flint edges. The factors considered important in the appearance of « polish » such as abrasives, water, other fluids and edge angle were varied and the results observed microscopically.

Flint was polished, by hand and mechanically, under different conditions and with different organic and inorganic materials.

Amorphous silica : Regions of atomic oder of crystals of extremely small size, which do not have the usual arrangement of silica molecules.

Plastic deformation : Occurs when you « increase the tensile strength until there is permanent shape change » (Anderson *et al.*, 1985 : 155-156).

Polar liquids : The electrons in such liquids are fairly evenly shared between the coponent atoms makins the bonds between carbon and hydrogen very strong. Hydrogen is not free to ally itself with silica as occurs in water. This is true hexane and all non-polar liquids.

Polish : As used in microwear is more correctly : a polished surface.

Silica gel : Can be found only in the presence of water producing a chemical reaction between silica and water through hydrolysis yielding SiOH. It can be said to be hydrolysed amorphous silica.

Wear : As defined in tribology is « the progressive loss of substance from the operating surface of a body occurring as a result of relative motion at the surface » (Oecd, 1969 *in* Dowson, 1979).

Fig. 1. Definitions of terms used in text.

« Polish » formation

Friction, wear, lubrication, and adhesion are a group of mechanical surface interactions involved in the formation of polished surfaces which are studied together. They are well known but the relative importance of each is not well understood.

The theory has first been put forward by Witthoft (1967 : 385) and supported by many others until recently that during use silica in flint reaches a semi-molten state or is transformed into gel by the presence of localized high temperatures and water. A molten layer, however, would indicate that very high temperatures were reached over the whole surface during the polishing process whereas generally « this consists of a moderate temperature rise over the contacting bodies, and superimposed on this there are higher flash temperatures at the junctions. » Rabinowicz (1966). A hydrolysed layer would furthermore presuppose that water interacted chemically with the flint (as silica dissolves very slowly in water).

It was further suggested that residues such as phytoliths from plants can be trapped in such a layer during its « amorphous gel » (Anderson, 1980 : 184). In order to trap phytoliths, the thickness of such a layer would have to be measurable in microns as phytoliths are 11-44 microns in length (Ollendorf, 1987 : 457) and in fact Anderson (*ibid.*) suggested a layer of at least 10 microns had formed in her experiments. A considerable mass of silica would have to be dissolved and precipitated to give such a thick layer on a sickle blade whose

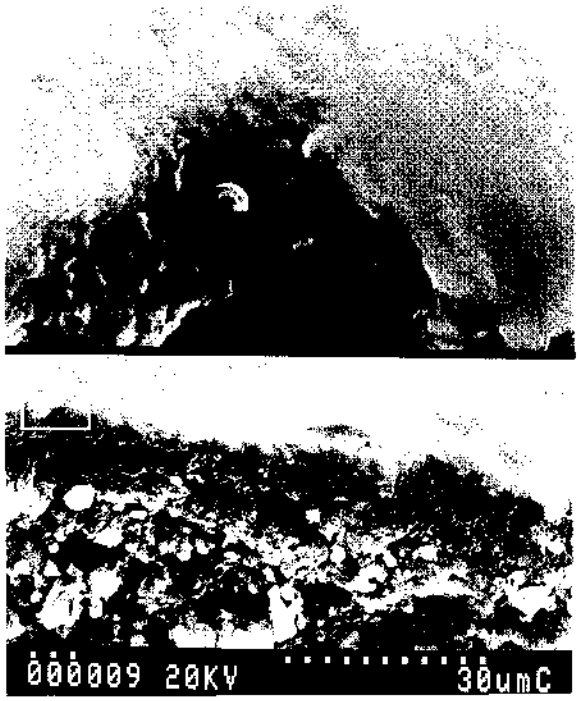


Fig. 2. Thickness of deformed layer on Neolithic sickle blade, 2 000x.

dorsal and ventral surfaces are glossy along the whole edge up to 20 mn inland.

In none of the experiments carried out in this was any evidence of such a thick layer found under the SEM. The examination of a Neolithic sickle blade from the site of Far'ah (fig. 2) at 2 000x magnifications illustrates clearly that the polished or deformed layer is in the region of a micron or less in thickness. The top picture shows part of the bottom picture magnified ten times.

Experiments 1

The details of the following series of experiments were published elsewhere (Levi Sala, 1988), so only the results will be illustrated and discussed here. Wood was grooved with flakes removed from the same core of medium grained Israeli flint with water, hydrocarbon oil, and talcum powder used separately. The degree to which the flint surface was polished was the same both when water and oil were used. When the water-wet wood was used, however, the polished area was of greater distance from the edge suggesting a deeper penetration of the wood by the tool (fig. 3 and 4).

The « polish » observed optically on a flake with a 45 degrees edge angle had many striations while on a burin-edge of 80 degrees no striations appeared in spite of the presence of talcum as an abrasive in both cases : compare figures 5 and 6. This suggests that flint particles from edge scarring and elsewhere are responsible for some of the striations optically observed on the polished surface. They need not necessarily be the only cause.

Experiments 2

As the next set of experiments have not been reported before, I will describe and discuss them in some detail. They were carried out to polish flint with dust-free hides in order to elucidate the abrasive factor (which seems bound to be present) when flint surfaces are polished by soft materials such as damp hide.

Goat hide was washed with ammonia-free detergent and brushed with a nylon brush as free of dust and dirt as possible. Separate clean squares were then used to cover a soft wool buffing wheel.

Fig. 3. Polished edge from grooving birch w/water 3 000 strokes, 200x.

Fig. 4. Polished edge from grooving birch w/oil 3 000 strokes, 200x.

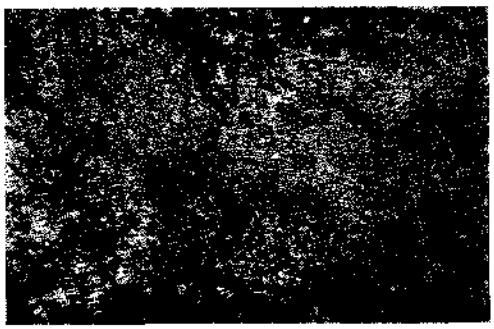


Fig. 5. Striations from grooving wood with low-angled edge using soft abrasive, 200x.

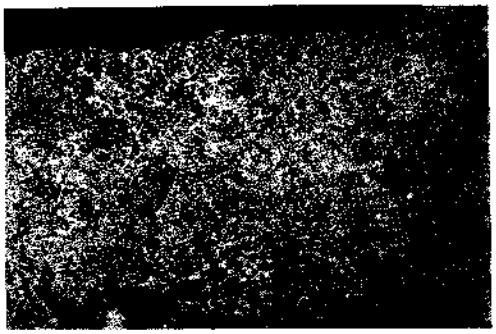


Fig. 6. No striations from grooving wood with high angled edge using soft abrasives, 200x.

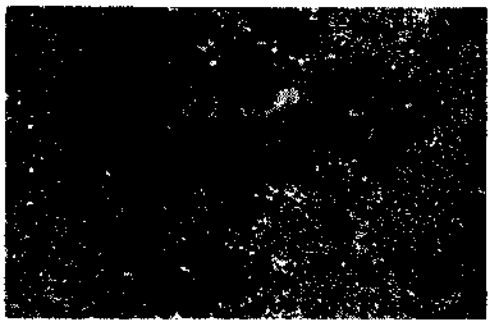


Fig. 7. Unused goat hide ; optical, 200x.

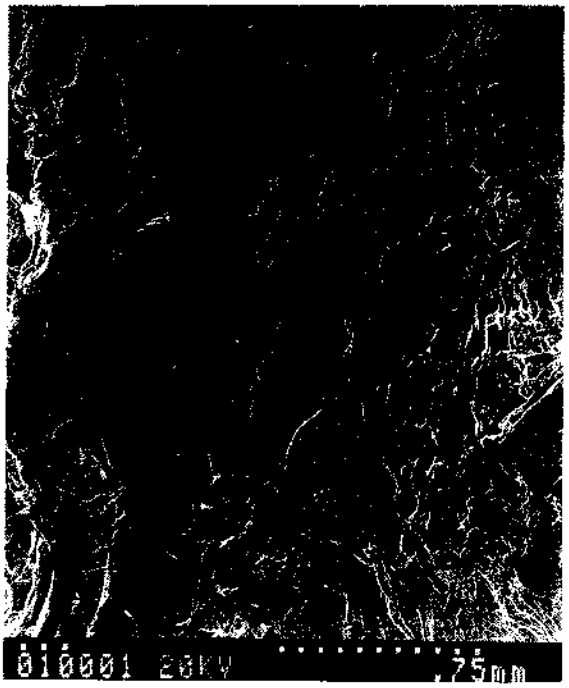


Fig. 8. Unused cow hide ; SEM, 80x.

To avoid microchips from the edge of the artefacts coming between the hide and the flint, no contact was allowed between the buff and the edges of the flakes. Fingers were used to protect the edge, and the hide touched only a previously circled area of flint. Figures 7 and 8 show the hide squares before use optically and with the SEM respectively.

Two fine Brandon flint flakes were buffed for 45 minutes. One flake was repeatedly dipped in distilled water to remove hide particles from its surface during work. There was no apparent increase in temperature probably due to the frequent immersions in water. The other flake was buffed with dry hide. During work the flake became barely warm to the touch.

On both artefacts a discrete surface was polished as seen in figures 9 and 10 in the presence of

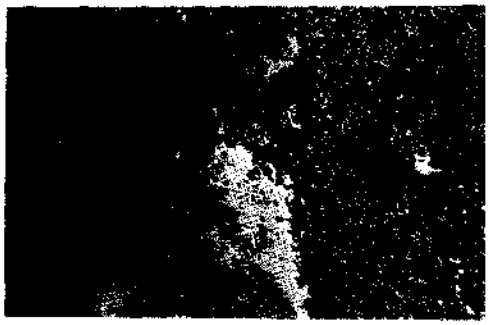


Fig. 9. Flint surface polished by buffing with wet hide macroscopic « gloss » like bright spots, 400x.

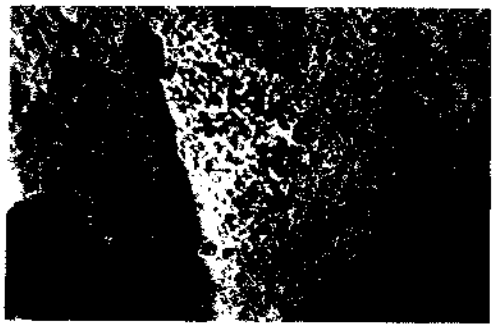


Fig. 10. Lesser smoothing of the surface on artefact buffed with dry hide, 200x.

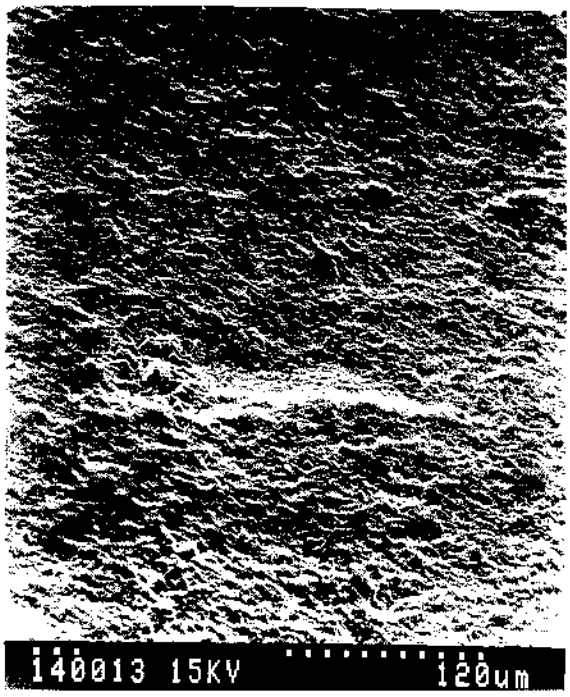


Fig. 11. Smoothed « tail » on « comet-tail » striation on flint polished by dry hide, 500x.

water ; however, the « gloss » was visible with the naked eye. Minute « comet tail pits » were visible optically. With dry hide, a small area of was totally

Fig. 12. Goat hide used wet speckled with flint particles, 200x.

Fig. 13. Goat hide after use speckled with flint particles, 200x.

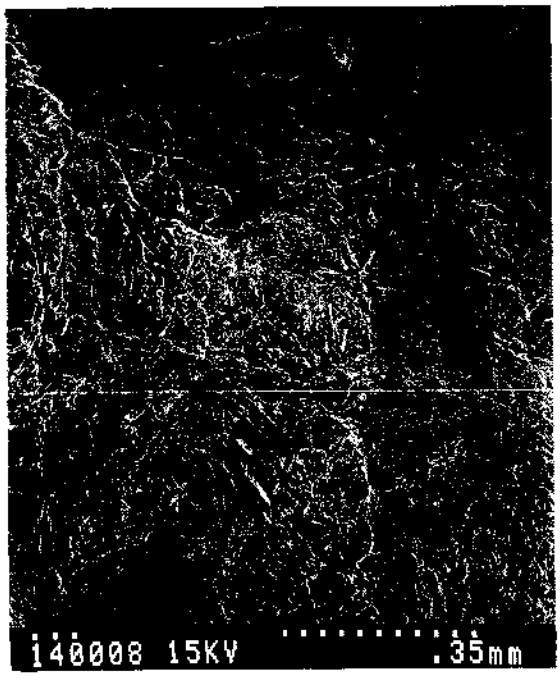


Fig. 14. Flint particles embedded in goat hide used wet ; SEM higher magnification of figure 12, 170x.

Fig. 15. Flint particles embedded in goat hide used dry ; SEM, 50x.

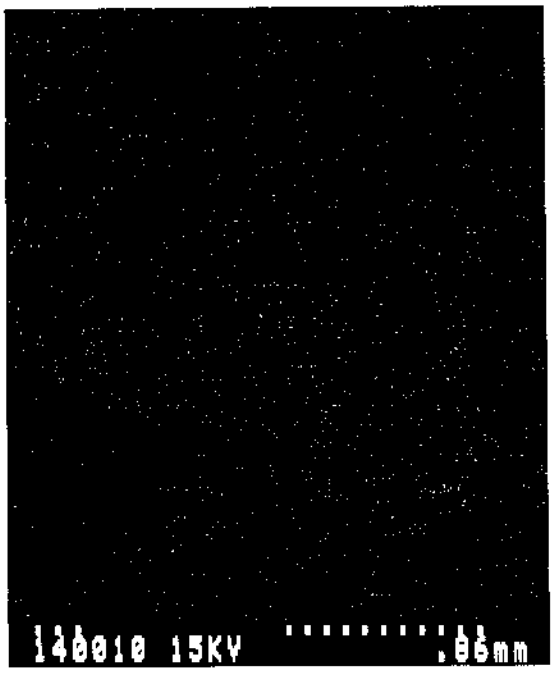
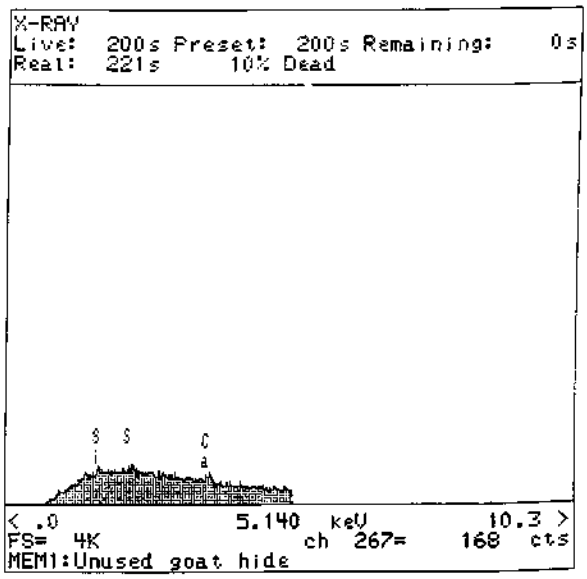
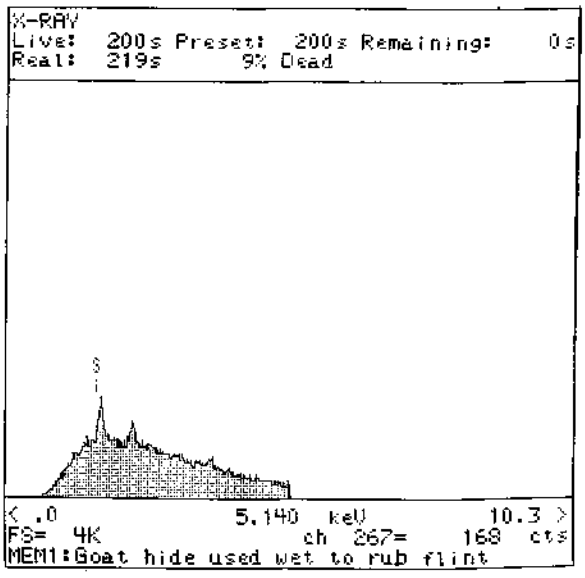
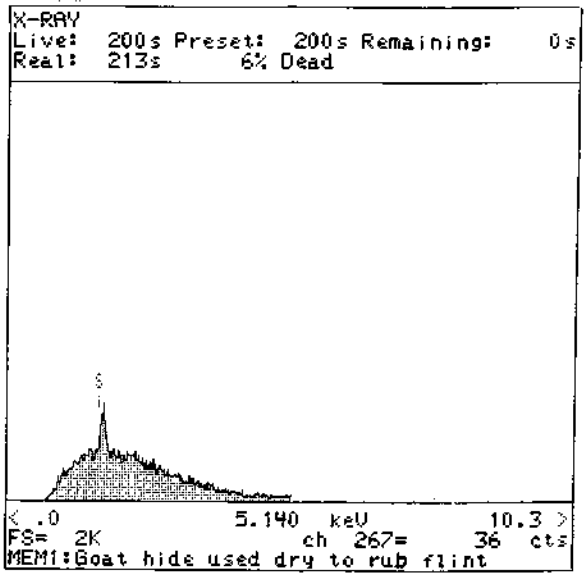


Fig. 16. X-ray dot mapping of silicon distribution on hide in figure 12, 70x.

polished with a « comet tail pit » on a prominent point on the microtopography observed by the SEM (fig. 11). Figures 12 and 13 show optically the goat hide surface after both experiments, suggesting that flint particles have become embedded in the hide. The same appears on the







← *Opposite, from top to bottom :*

Fig. 17. X-ray spectrum of elements on unused goat hide.
Fig. 18. X-ray spectrum of elements on goat hide showing increase in silicon on hide used wet.
Fig. 19. X-ray spectrum of elements on goat hide showing increase in silicon on hide used dry.

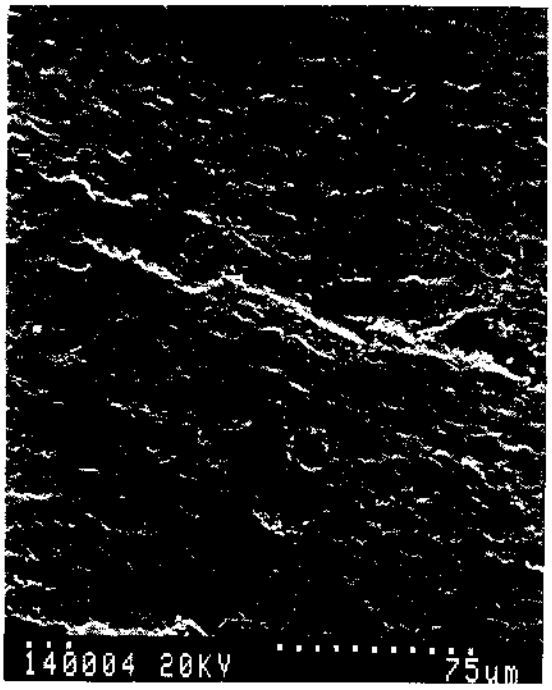


Fig. 20. Striation as a groove in the surface smoothed by goat hide, 800x.

Fig. 21. Unused flint Potters Bar, 2 500x.

SEM (fig. 14 and 15). Figure 16 shows a dot mapping by energy dispersive X-ray analysis of the distribution of silicon on the hide surface in figure 14. An X-ray spectrum of elements present on the goat hide surface was taken before use (fig. 17). New spectra show after use the increase of silicon on the surface of the hide (fig. 18 wet hide and fig. 19 dry hide).

Discrete areas of the flint surface have been smoothed by the high speed contact with the hide : compare figure 20 with figure 21 of unused flint. The smoothness, however, is restricted to more localised areas on the surface than in scraping hide by hand where the edge is involved as in figure 22.

The degree of contact which occurs and the amount of pressure exerted, when the edge is used, are likely to be greater than in rubbing even at the high speeds involved with a mechanical buff (fig. 22 hand scraping). The edge is generally more vulnerable as its particles are free standing on at least one aspect, hence more easily removable.

As expected, the edge characteristics and the flint microtopography affect the distribution and linking up of polish. On the artefact which was frequently dipped in water it is doubtful that any significant heating could have occurred. Very well developed macroscopic « polish » or « gloss » formed nonetheless.

Fig. 22. Very smooth surface on edge of flint used to scrape hide by hand, 700x.

Experiment 3

Another series of experiments was carried out by hand scraping raw damp hide for twenty minutes per artefact, using ochre both unsifted and sifted in measured grain sizes, several types of flint, and two hide types : cow and goat. The hide was lying on a board covered with thick plastic. Working angle and direction were kept constant. Edge angles were recorded as variables. For comparison experiments were also carried out with hydrocarbon oil instead of water and scraping hide without ochre. The polished edges were examined optically and by SEM and the following are only the more significant results :

1. The edges were polished to the same extent whether water or oil was used (fig. 23 and 24).

2. The coarseness of the hide fibres affected the development of the polish. The finer the grain of the hide the more area was polished and *vice versa*. In one case (fig. 25 and 26) the same ochre grain sizes (between 212 and 300 microns) and the same flint type produced vastly differing stages of polishing according to whether goat or cow hide was being scraped. The same observation was

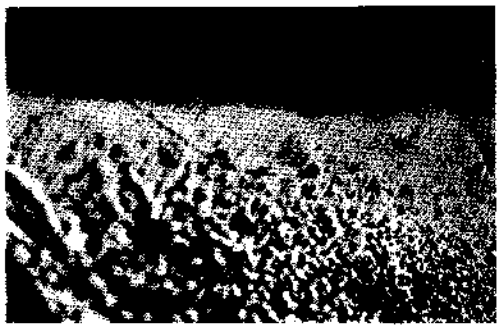


Fig. 23. Highly polished edge on fine flint scraping hide with water and ochre, 200x.

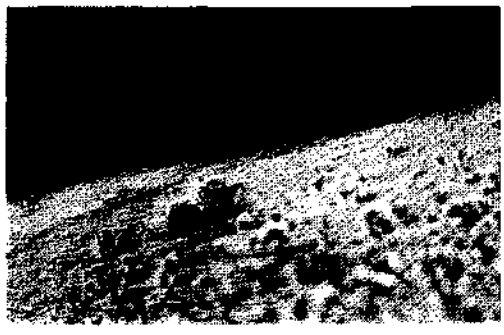


Fig. 24. Highly polished edge scraping hide with hexane and ochre, 200x.

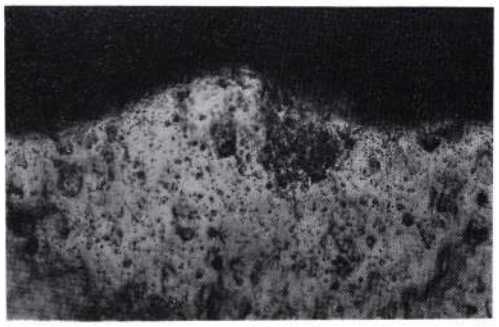


Fig. 25. Highly polished and rounded edge scraping deer hide with ochre, 200x.

Fig. 26. Very slightly polished edge scraping cow hide with ochre, 200x.

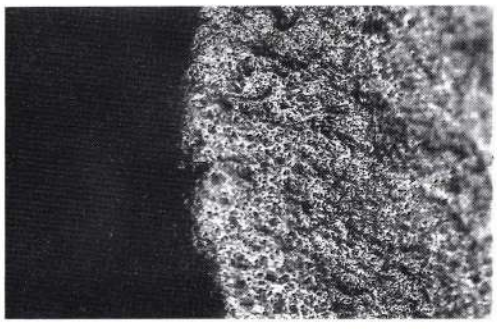


Fig. 27. Polished and rounded edge scraping deer hide and unsifted ochre, 200x.

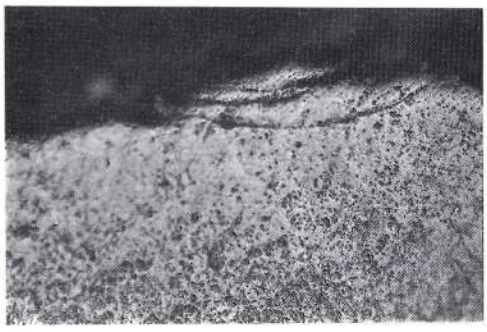


Fig. 28. Highly polished edge scraping hide with fine ochre, 200x.

made when cow and goat hides were scraped with Brandon flint without ochre.

3. The finest ochre correlated with the greatest polished area (fig. 27 and 28). On these artefacts all the variables were the same except ochre grain size.

Striations did not correlate directly with ochre grain size as a variety of striations appeared with all sizes.

Experiments 4

Although the following experiments were published elsewhere (Levi Sala, 1988) I would like to summarise the results here as they have a direct bearing on the understanding of the process of polish formation.

Extremely well developed « polish », similar in optical appearance and SEM observation to « sickle gloss », was produced by polishing several flint artefacts ; some with a rotating turntable covered with 1/4 micron diamond paste ; others with a similarly coated woollen buff ; always without water (fig. 29).

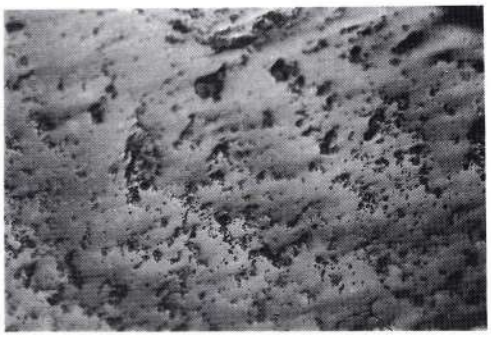


Fig. 29. Totally polished surface from buffing flint with 1/4 micron paste, 100x.

Conclusions

Deposition vs. Abrasion

The high silica content of grasses has been thought by many to be the main cause for the development of the macroscopic gloss on Neolithic sickles. However, none of the experimental blades discussed above had come in contact with any external source of silica, the diamond grit being pure carbon. This argues very strongly against any

depositional theory and suggests that the silica in plants acts as an abrasive in the same way as the carbon in the diamond grit does, which leads to a smoothing of the flint surface.

Time

Scraping hide for the same length of time produced vastly differing polishing stages. It is obvious that the amount of « polish » observed optically on an implement is the result of the interaction of many variables the most important of which are, in this case : flint types, hide type, and the presence of an abrasive. Fluids are also crucial but were kept constant in these experiments, which were all carried out on damp hide.

It would seem, therefore, incorrect for functional analysts to reconstruct the length of time a prehistoric artefact was used, on the basis of the amount of « polish » observed optically on the edge when many of the variables are unknown.

Smoothing of the surface (« polish »)

In the experiments buffing flint with hide no edge-flaking was allowed to occur, the abrasive element in this experiment had to come exclusively from the asperities removed from the flint surface itself. « Comet tail pits » developed, in association with a totally polished surface. The presence of striations documented optically and with the SEM in the absence of dust, dirt and added abrasives suggests that the asperities of the flint are themselves being dragged across the surface. The flint particles embedded in the hide have seemingly been acting as fine abrasive causing a macroscopic gloss to develop.

Water

Several series of experiments, carried out on a variety of used materials, have shown that the role water plays is not ESSENTIAL to the formation of very well polished flint surfaces since they were obtained either in the presence of non-polar liquids or in the total absence of liquids.

Water promotes the polishing process by softening the worked material and making contact and adherence between the two surfaces more intimate. The materials softened by water may also retain removed flint asperities more readily than the hard dry ones, hence promoting greater attrition. In other words the enhancement of the polishing process is due to the presence of a liquid medium acting as a lubricant, as in the case of a whetstone, rather than to the chemical properties of water as opposed to any other fluid.

Hydrolysis

Regarding the theory of a silica gel layer forming in flint during use as a result of localised high temperatures and water, the experiments mentioned above suggest that even if high temperatures develop in localised areas the total amount of heat involved is far short of that required to produce melting over any significant proportion of the surface. It is highly unlikely that increases in temperature during use could be of such a magnitude as to melt or even soften the flint since neither the cloth (on the rotating turntable) nor the woollen buff were singed. Being in intimate contact with the flint, similar heat would be dissipated in them as that suggested to be responsible for melting the flint. On the other hand, for a silica gel to form, temperatures have to stay moderate at all times, for gel would decompose at higher temperatures.

As flint surfaces are being polished in the absence of water, hydrolysis does not seem to be the mechanism by which the polishing occurs. There is some water, no doubt, in the flint structure and the hide fibres. More water would be required in the composition of a gel than would be available from these sources and yet in the experiments where surfaces were macroscopically polished no additional water was used.

A process of dissolution and redeposition of the silica in flint might occur under certain circumstances. In such cases, however, substantial quantities of water would presumably be necessary as was shown in the PDSM experiments desribed below (the solubility of silica being very low), yet none whatsoever was used in any of the above experiments. A large quantity of silica would have to go in solution and be redeposited in order to obtain a blade as glossy as some Near-Eastern Neolithic « sickles » are.

Striations

The experiments carried out in this work suggest that striations (in the sense of grooves in the polished surface as opposed to linear features) are formed principally by microchips removed from the used edge during work. This is suggested in view of the absence of striations where very high angled edges were used on wood.

In the hide scraping experiments striations formed even on edges which were either naturally high angled or made so through retouch. This may be due to removed asperities from the flint surface. Ochre particles will be blended in the slurry formed by the surface asperities, thus increasing abrasion and causing a higher number of striations to form.

Under the SEM the striations that Mansur-Franchomme (1983) aptly described as « fern-like » formed on an artefact used on hide with ochre. These striations illustrate the process by which they are formed, namely the removal of surface particles which are dragged across the surface and the consequent smoothing of their path (fig. 30). The fern-like appearance may be due to micro-cracks formed on either side of the main track by drag.

Some features which were perceived as straight striations optically were seen under the SEM to have been the result of two different processes. In some cases it is clear that a groove in the polished surface was formed by the removal of one or more crystals leaving unsmoothed crystals at its bottom and smoothed edges (fig. 20) while in others the straight « striation » observed optically was seen as a rather big surface asperity which instead of being removed has been smoothed down (fig. 31). It is a property of the flint microstructure that some asperities have particular shapes (e. g. cigar shaped rather than spherical) which might be misleading.

In another instance a feature very similar optically to a « comet tail pit » on a Neolithic sickle blade revealed itself by SEM to be a cigar-shaped natural hollow in the flint surface whose edges had been polished during use (fig. 32). In this case, in fact, the direction of the « striation » was not in the direction of use.

« Comet tail pits » were observed on two separate artefacts buffed by dust-free hide. They appear to owe their shape to the asperities from the flint surface being plucked from one spot forming the head and then dragged against the surface forming the tail. As no abrasives were used in the experiment (in which the hide was kept free of ambient dust

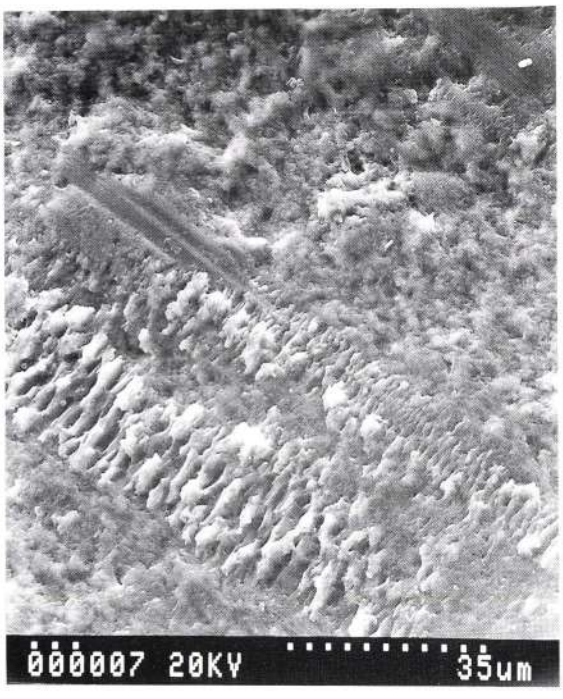


Fig. 30. Fern-like striation from scraping hide with ochre, 1 700x.

Fig. 31. Linear feature, probably large asperity plastically deformed, 800x.

as possible), it is suggested that this illustrates one of the mechanisms of the polishing process. The smoothed surface of the « tail » is often quite apparent suggesting that the asperities removed from the head of the pit had rubbed against the « tail » area smoothing it (fig. 11). Figure 33 is of another « comet tail pit » clearly showing at a much higher magnification where the crystal(s) have been removed leaving behind the unpolished flint which forms the head of the pit. In spite of the higher magnification, the « tail » area does not seem to have been smoothed as much as in figure 11. This may be due to the fact that there was a difference in the pressure when the removed asperities had rubbed against the area of the « tail ».

In conclusion, these experiments suggest that what appears optically as « polish » is a smoothing of the flint surface produced by wear causing the removal of surficial asperities which are sometimes dragged across the surface flattening it. Some removed asperities can become embedded in a soft worked material to act as abrasives. Water seems to be a useful medium rather than an essential variable, while use-induced heating does not appear to be crucial to the development of the polished surface.

« Comet tail pits », as seen on the SEM, need not be indicative of contact with plant silica since they appear whenever a surface has been very well polished. They have been observed on polished flint produced by diamond paste, hide, and wool as shown above. Their shape is probably only apparent when the surrounding surface is very well smoothed. On the SEM they appear to be a type of striation in the sense of a groove on the flint surface. Striations in general seem to be caused by crystals being dragged across the surface grooving the flint. « Comet tail pits », on the other hand, seem to occur when larger crystals or groups of crystals have been displaced.

The same kind of smooth surface seen on the SEM (which optically appears as a macroscopically glossy polish) can also be produced by 1/4 micron diamond paste on a soft wool buff, by reaping silica rich plants and by scraping hide. The appearance of optically observed « polish » would seem, therefore, not to be specific to the worked material.

The function of flint artefacts can be reconstructed, nonetheless, from the distribution of the polished areas on the edge suggesting the direction of movement, from the edge scarring, when present, and the distribution of the polished spots on the microtopography hinting at the hardness of the worked material.

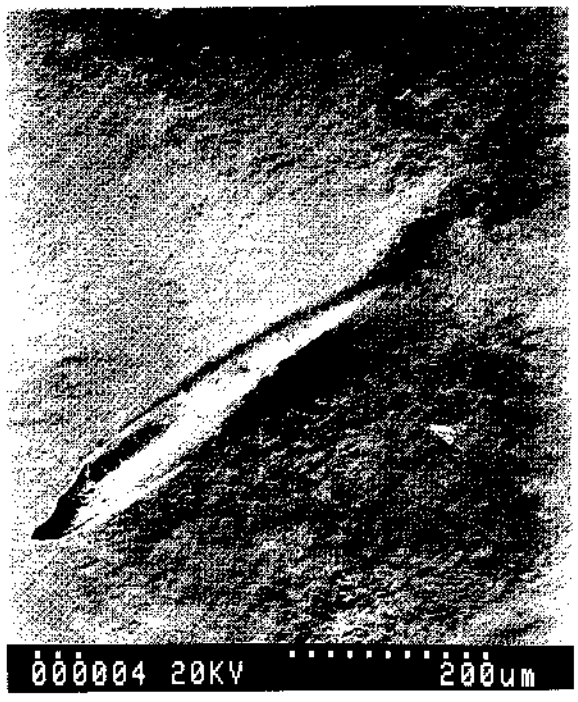


Fig. 32. Cigar-shaped hollow on Neolithic sickle blade, 300x.

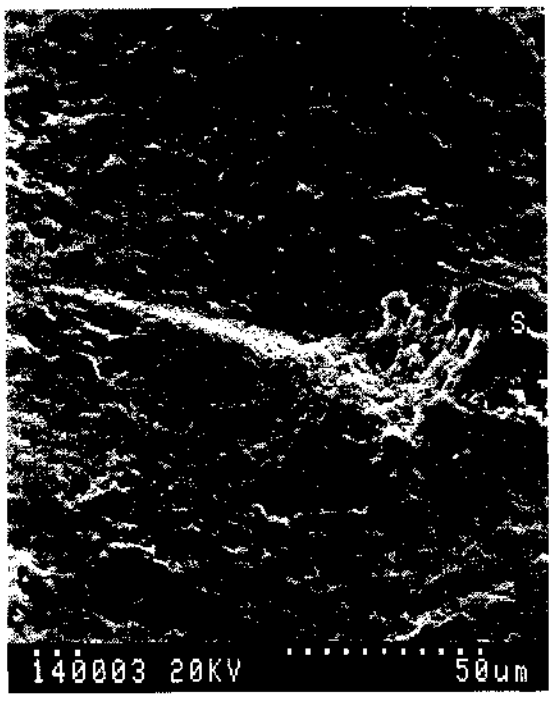


Fig. 33. Comet-shaped striation in surface smoothed by wet goat hide, 1 200x.

Post-depositional surface modification

The following experiments were carried out to study the processes involved in post-depositional alteration of flint artefacts and their effect on use-wear traces. Assemblages from many sites in various countries have been found to be affected by post-depositional surface modification (PDSM) and were consequently unsuitable for analysis by microwear at high magnifications. Most of these implements, when not patinated, had a macroscopic sheen or frequent bright spots.

The ubiquity of these alterations prompted the investigation of the processes of their formation. The hypothesis that some are due to mechanical processes was previously tested and published elsewhere (Levi Sala, 1986). Chemical processes were subsequently investigated to test which phenomena they were responsible for.

Sheen has been referred to in the microwear literature as « glossy patina », « gloss patina », « surface sheen », and « soil sheen ». There is often some sort of soil sheen on the most pristine artefacts. Some researchers have considered that it could be attributed to mechanical or to chemical polishing of the flint surface. It appears optically uniform over the whole surface though microscopically it tends to be more concentrated on edges and prominent parts of artefacts. It varies in degree of intensity from very faint to very glossy (fig. 34 at 37). Plisson and Mauger (1988) have mentioned the problems this sheen creates for microwear analysts and investigated chemical alterations of microwear polish.

Contrary to my experience, however, they feel confident that it is possible to analyze function on artefacts bearing chemically altered polished surfaces. Some experiments will be described here which produced sheen on experimental artefacts by chemical processes. In some cases sheen appears optically as a polished surface concentrated on the useful edges like use-wear.

Bright spots occur very frequently on archaeological artefacts of a variety of ages and provenances (fig. 38 : A and B). Semenov (1964), Bordes (1950) and Shepherd (1972), amongst others, noted them and made varying hypotheses about their origin. They are a highly reflective polished surface (« gloss ») on flint, varying in size from a pin point to the whole artefact being glossy, occurring singly and in clusters on edges, ridges and flat areas of archaeological flint tools. They do not have a systematic relation to the probable used edges and can generally be excluded as use-wear, especially when isolated, flat and large, but they do often mask large stretches of edge (fig. 39). Bright spots vary : some appear as an extreme and localised smoothing of the surface within the area of occurrence (fig. 38 to 40) but others are not so localised with an appearance and a distribution on the flint topography mimicking use-wear (fig. 41 and 42).

The work described here has shed light on the processes of their formation having shown how bright spots can also be formed by chemical processes (see Levi Sala, 1986, for bright spots formed by mechanical processes).

The correlation between bright spots and sheen on the same pieces has been noted both on archaeological and experimental pieces suggesting a similarity in the processes responsible for the two phenomena.

In an experiment where artefacts were immersed in peat, leaves decaying in water, urine and calcium carbonate, a solution around pH 7.30/8, the following was observed : on one of the artefacts a microscopic alteration occurred like a smoothing of the lower-lying points of the microtopography (fig. 43). A slightly more polished surface was observed when grooving wood with talc (fig. 3) and after a trampling experiment (fig. 44). This polishing on the low points seems to occur when the abrading substance, or in this case the dissolution, affects both the protruding asperities and the low-lying crevices of the flint surface. It has been noticed both with chemical polishing and with use when soft abrasives are involved and is often observed on archaeological artefacts (fig. 36).

Experiments were carried out to study the effect on flint surfaces of artefacts suspended in a heated solution of calcium carbonate and water. In laboratory conditions heat of about 80 degrees centigrade was recommended by Rottlaender (1976) to obtain results within a relatively short time. This combination could freely occur in nature though probably at lower temperatures.

Bright spots (fig. 45 and 46) formed on the finer Brandon flint after 25 days but patination soon followed, so no macroscopic sheen appeared. The

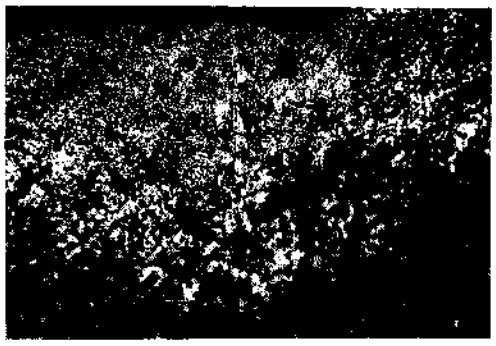


Fig. 34. Sheen on archaeological artefact mimicking the distribution observed in use-wear, 100x.

Fig. 35. Sheen on archaeological artefact appearing « glossy », 200x.

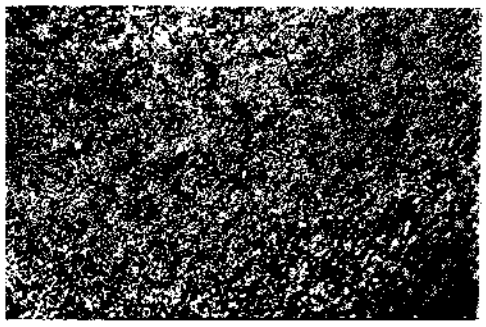


Fig. 36. Sheen on archaeological artefact faintly developed, 100x.

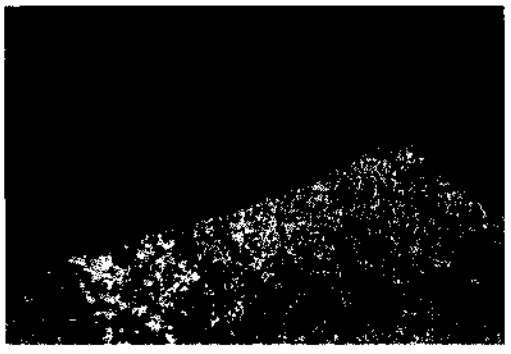


Fig. 37. Sheen on archaeological artefact restricted to edge, 100x.

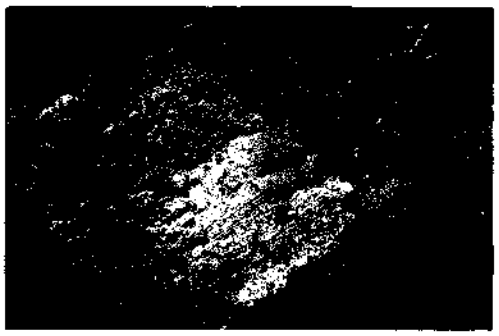


Fig. 38. A. Bright spot on archaeological artefact, 50x.

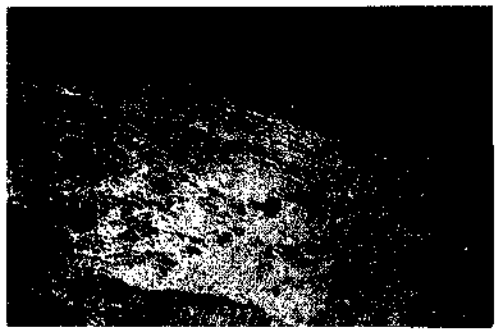


Fig. 38. B. Bright spot produced by rubbing flint on flint with water for 2 minutes (cf. fig. 38 : A), 200x.

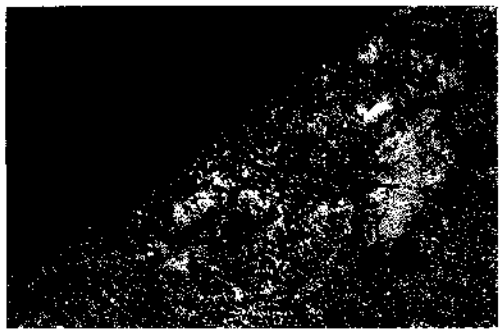


Fig. 39. Bright spots with striations on edge of archaeological artefact, 100x.

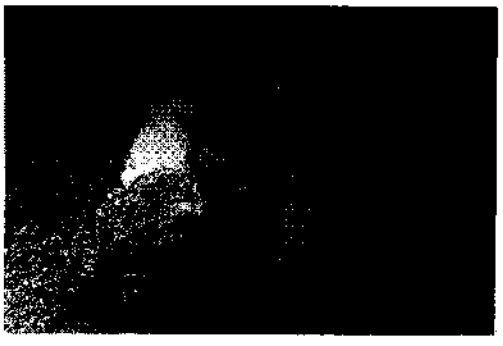


Fig. 40. Bright spots as localized smoothing, cf. fig. 38 : A and B, 200x.

Fig. 41. Bright spots mimicking use-wear, 100x.

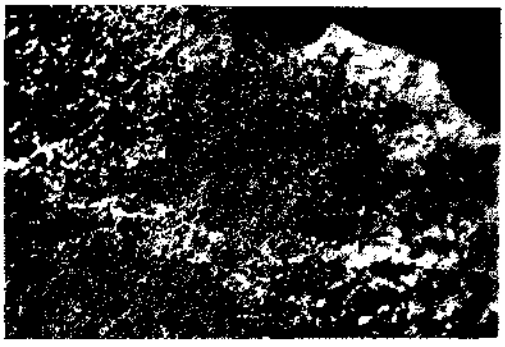


Fig. 42. Bright spots similar to use-wear in distribution, 100x.

Fig. 43. « Polished » surface after 14 weeks in heated compost, 200x.

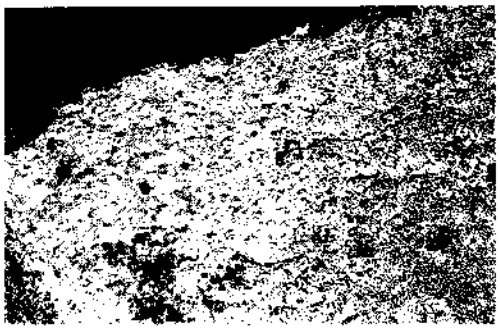


Fig. 44. « Polish » from trampling experiment at Klithi similar to fig. 3, 200x.

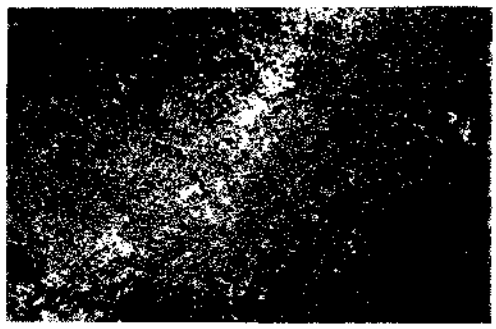


Fig. 45. Bright spots on fine flint in a line after 25 days in $CaCO_3$, 100x.

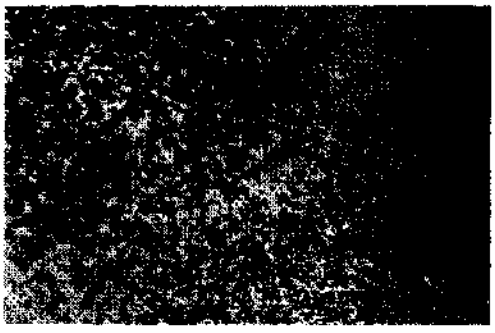


Fig. 46. Flat patches of bright spots on same artefact, 200x.

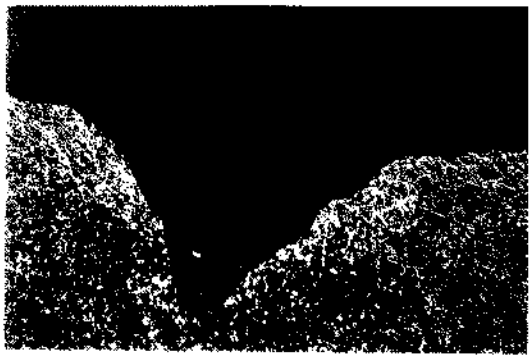


Fig. 47. Macroscopic sheen after 1 month on edge of coarser flint artefact (cf. fig. 45), 100x.

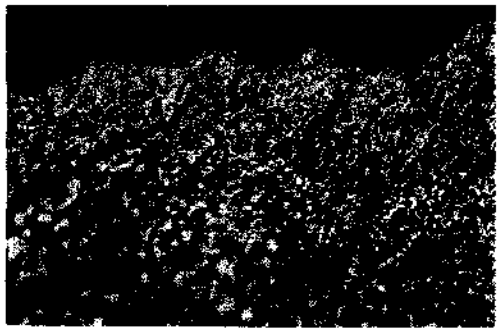


Fig. 48. Macroscopic sheen after 5 weeks on same artefact as in fig. 47, 200x.

less homogeneous Brandon flint developed « macroscopic » sheen first on the edges then inland and some bright spots (fig. 45 and 48) but did not start to patinate even after 50 days in the same solution.

An Israeli flint which is macroscopically very homogeneous but microscopically very different from Brandon flint had after two months just started to develop some microscopic alteration to its surface but no macroscopic gloss (fig. 49).

Although no marked weight loss occurred on the artefacts in these experiments, soil sheen, bright spots and patination seem to be surface modifications which are the result of silica dissolution and redeposition from the flint surface as suggested by Rottlaender (*ibid.*).

Alkaline conditions, and « abundant » water seem to be necessary for the process to occur. Presumably, in nature, temperatures of 25 degrees are sufficient to produce the same results over a much longer period of time than in the laboratory. Flint structures seem to influence the speed at which the process occurs and probably the type of alteration which will occur. The different diagenesis and resulting microstructure of Israeli flint might be responsible for the difference in results. It takes a very long time to polish the surface of this flint during use-wear experiments as well. The obstacles posed by the microstructure when a flint surface is being smoothed are the same whether the processes are chemical (as in PDSM) or mechanical (as in use-wear). It is possible that in these experiments the flint surface was being smoothed by some of the dissolved silica being redeposited in the interstices as suggested by Rottlaender (1976 : 56), who uses the expression « glossy patina » to describe what microwear analysts refer to as « soil sheen ». His explanation is worthy of being reported in full :

« Glossy patination occurs, if the concentration of the chemical agents are too weak to penetrate into the holes and the fissures of the flint. So they just remove the prominences of the flaked surfaces, because of their higher potential energy. Since the fissures and holes have a significantly lower potential energy than the normal surface, they act as pitfalls for silica acid occurring free in solution. By this mechanism the surface is smoothed and polished. »

Another experiment was carried out in which Sodium Carbonate Na_2CO_3 was used in an attempt to patinate flint. Macroscopic sheen developed before the patination stage (fig. 45 and 51). The sheen developed much faster on Brandon flint than it did on Israeli flint. In the above-mentioned experiments sheen occurred in the early stages on the useful edges of tools mimicking use-wear.

This should serve as a word of caution to functional analysts to ascertain that traces they are analyzing on archaeological artefacts are without doubt the result of use. Sheen and bright spots are present on artefacts of all ages and provenances

Fig. 49. Macroscopic sheen on very coarse flint after 2 months, 100x.

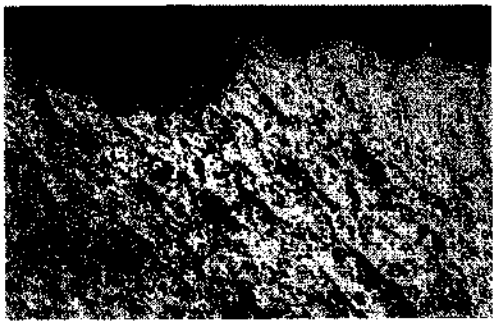


Fig. 50. Sheen similar to PDSM as in figure 51, 200x.

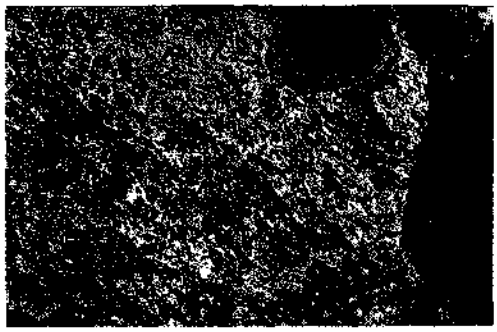


Fig. 51. PDSM on archaeological artefact similar to figure 50, 200x.

and use-wear studies should not be carried out on such implements as it is impossible generally to isolate the real use-wear when this other smoothing of the surface is also present.

Bibliography

ANDERSON (P. C.), 1980.– Testimony of Prehistoric Tasks : Diagnostic Residues on Stone Tool Working Edges. *World Archaeology*, 12, 2, p. 181-194.

BORDES (F.), 1950.– Du poli particulier de certains silex taillés. *L'Anthropologie*, 54, p. 161-163.

DOWSON (D.), 1979.– *History of Tribology*. Longman, London and New York.

LEVI SALA (I.), 1986.– Use Wear and Post-depositional Surface Modification : A Word of Caution. *Journal of Archaeological Science*, 13, 3, p. 229-244.

LEVI SALA (I.), 1988.– Processes of Polish Formation on Flint Tool Surfaces. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries lithiques : Tracéologie et Technologie*. British Archaeological Reports International Series, 411 (ii), Oxford, p. 83-88.

MANSUR-FRANCHOMME (M.-E.), 1983.– Scanning electron microscopy of dry hide working tools : The role of abrasives and humidity in microwear polish formation. *Journal of Archaeological Science*, 10, p. 223-230.

OECD, 1969.– *Glossary of Terms and Definitions in the Field of Friction, Wear and Lubrication-Tribology*. Research Group on Wear of Engineering Materials, Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD), Paris.

OLLENDORF (A. L.), 1987.– Phytolith Study at Tel Miqne, Israel. *Journal of Field Archaeology*, 14, 4, p. 453-463.

PLISSON (H.), MAUGER (M.), 1988.– Chemical and Mechanical Alteration of Microwear Polishes : An Experimental Approach. *Helinium*, XXVII, 1, p. 3-16.

RABINOWICZ (E.), 1966.– Friction. *In* : R. M. Besançon (Ed.), *The Encyclopaedia of Physics*. Rheinhold, New-York.

ROTTLAENDER (R.), 1976.– Some Aspects of the Patination of Flint. *Staringia*, 3, p. 54-56.

SEMENOV (S.), 1964.– *Prehistoric Technology* (translation M. W. Thompson). Moonraker Bradford-on-Avon.

SHEPHERD (W.), 1972.– *Flint*. London, Faber and Faber.

WITTHOFT (J.), 1967.– Glazed Polish on Flint Tools. *American Antiquity*, 32, 3, p. 383-388.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Post-analysis replication of use-wear traces on stone tools from the Mesolithic site of Thatcham (England)

*Karen HARDY**

Résumé

L'analyse de microtraces des outils en pierre provenant du site de Thatcham (Angleterre) a révélé qu'un nombre disproportionné de ces outils ont été utilisés pour couper une matière tendre. La chasse et le traitement de la viande ont été virtuellement écartés, ce qui a éliminé la viande comme ressource alimentaire. Il est notoirement difficile d'identifier avec précision la matière travaillée quand elle est « tendre », car, dans ce cas, elle a tendance à moins modifier le tranchant de l'outil. Afin d'obtenir des renseignements plus précis, spécifiques du site, sur l'usage de ces outils, on a effectué une expérimentation post-analytique. On a fabriqué des copies de ces outils et on les a utilisées sur une variété de matières, de racines végétales entre autres, pour essayer d'associer l'usure de ces outils et celle des pièces archéologiques. De cette manière, on peut utiliser un système de vérification des résultats, en essayant de reproduire des traces qui ne sont pas aisément identifiables au premier abord, pour résoudre éventuellement des problèmes particuliers au site.

Abstract

The microwear analysis of the stone tools from this site revealed a disproportionate amount of them as having been used for cutting soft material. Hunting and meat processing have been virtually ruled out, which eliminates meat as a food resource. It is notoriously difficult to identify the precise worked material when it is « soft », as, being soft, it tends to cause less modification to the tool's edge. In order to obtain more precise, site specific, information as to the use of these tools, post-analysis replication was carried out. Replicas of the tools were made and used on a variety of materials including root vegetables, to try to match the wear on these tools with that on the archaeological specimens. In this way, a system of checking results by attempting to replicate traces which are not at first easily identifiable can be used to try to solve any site specific problems that occur.

A number of Mesolithic sites are located at Thatcham in Berkshire, in the south of England. Thatcham is located in the Kennet Valley, which is a tributary of the Thames (fig. 1). The site was discovered in 1920. Excavations were carried out in 1921, the late 1950's and 1989. The flint industry

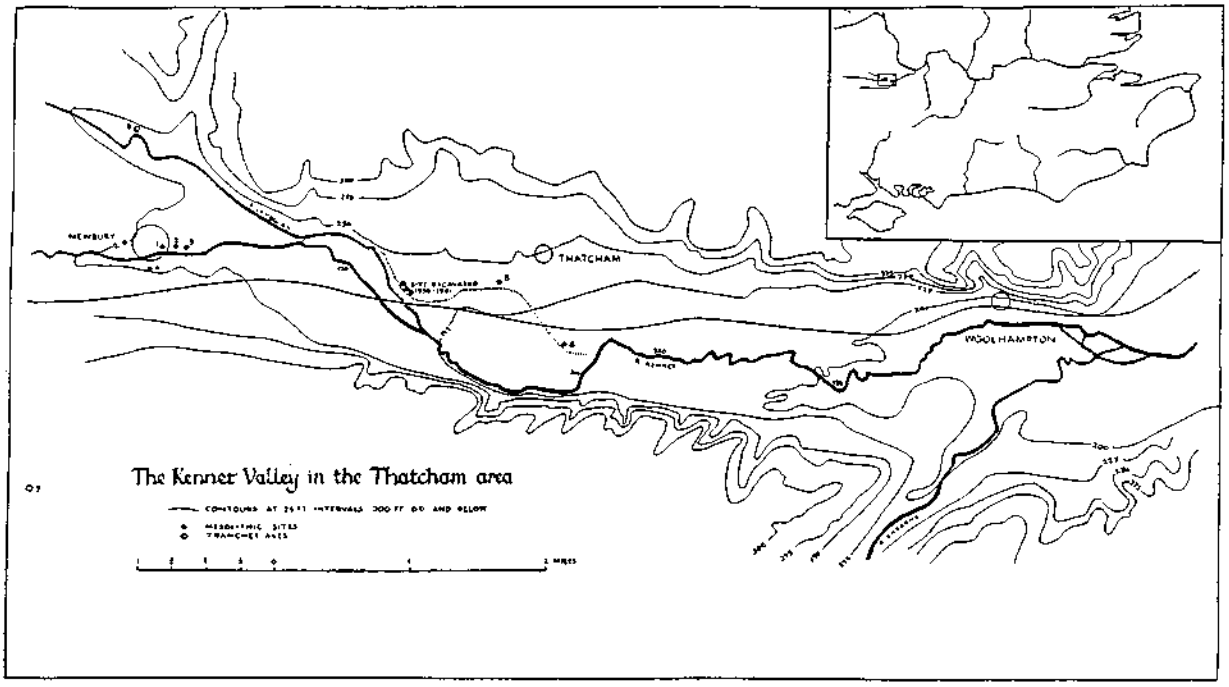


Fig. 1. Kennet Valley from Wymer 1962.

was compared to that of Svaerborg in Denmark, and similarities were also noted with microlithic industries from the Yorkshire moors. The date was proposed as being about 5 000 BC. The sites are located on the edge of what is now a reed swamp and was originally a lake. Flint was available locally (Wymer, 1962). The tool types are almost entirely microlithic and consist of points, crescents and triangles (Healey, in press) (fig. 2).

The assemblage from the 1989 excavation was subjected to microwear analysis. This was undertaken by Dr Roger Grace (Grace, in press). It aimed at drawing conclusions about the kind of activities which were carried out at the site. From these, it was hoped that interpretations as to site use could be made.

The results of Grace's work suggested that the site most likely represented a home base (see Grace, this vol. : fig. 4). However, the results posed several questions. For a site to be identified as a home base, a wide range of activites needs to be represented, including food collection and processing. However, according to R. Grace, only one possible projectile point was identified by use wear, which means that hunting appears to be under-represented. A disproportionately large amount of tools were identified as having been used for cutting « soft » material. The use-wear traces on these tools do not however correspond to the traces which would indicate hide working or meat or cereal plant processing, all of which are « soft » materials. Meat processing is also considered to be an unlikely activity, due to the lack of evidence for hunting and the fact that there is no evidence for cutting bone, an activity which is usually present with meat processing.

Unable to identify the precise worked material, R. Grace proposed that these tools could represent the exploitation of root vegetables (Grace, in press). Although no organic remains are present at the site, root vegetables were available for exploitation during the Mesolithic in this area. It was suggested by Rob Scaife (Scaife, in press), the botanist who carried out the botanical analysis of Thatcham, that root vegetables could have been present. Gordon Hillman, an archaebotanist at the Institute of Archaeology in London, has undertaken much work regarding the exploitation of root vegetables during the Mesolithic. His work has concentrated on the analysis of vegetable remains, both in coprolites and preserved in loose soil. This has shown that among other things the tuberous roots of certain reeds could have been eaten by Mesolithic people and almost certainly

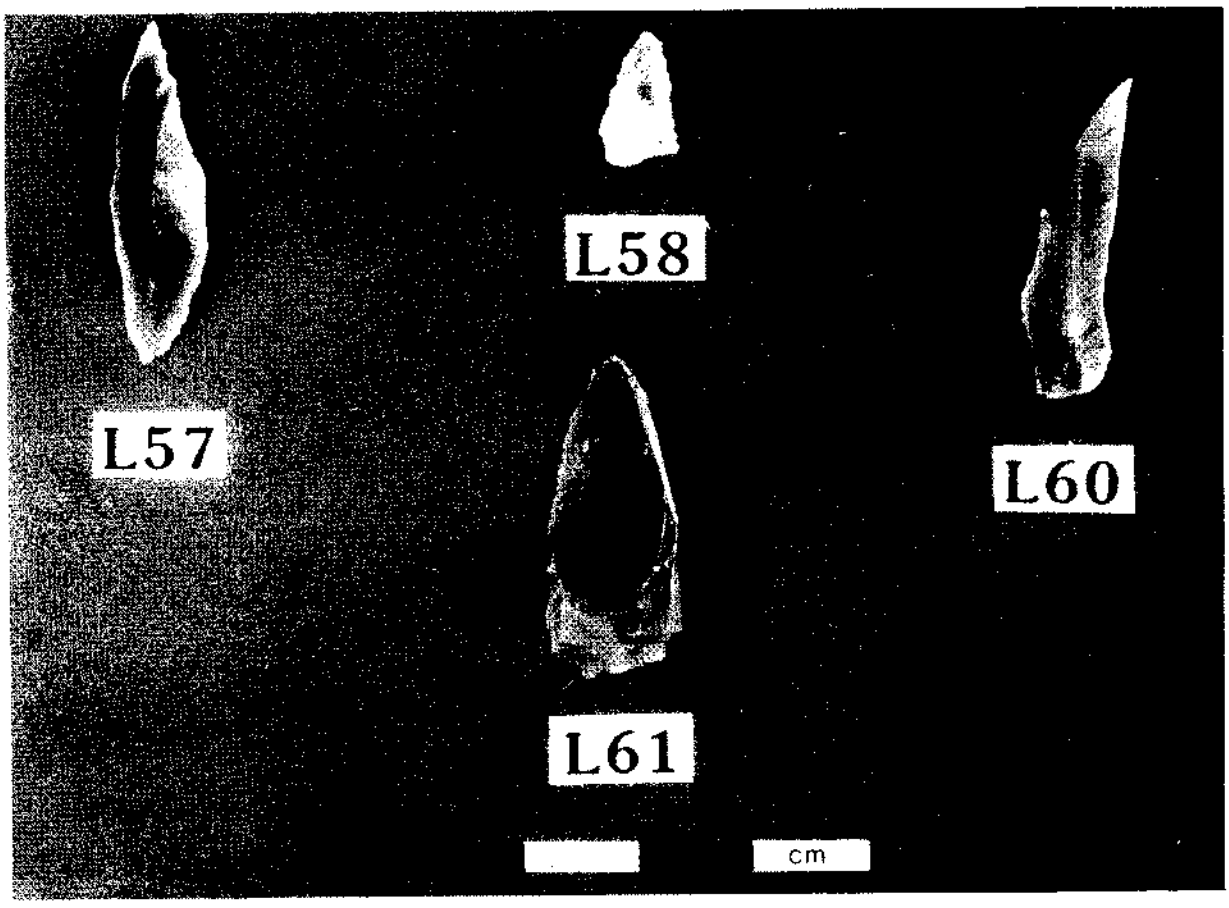


Fig. 2. Tool types from Healey, in press.

would have been available in the marshes near the site. His list of vegetables available in the Mesolithic, in the south of England, includes the roots of the following reeds : catstail/reedmace (*Typha*, spp.) common reed (*Phragmites*), sea club rush (*Scirpus maritimus*) and bulrush (*Schoenoplectus* spp.) (Hillman, *et al.*, 1989). Wild parsnips, wild carrots and a wild form of salsify would also have been available in drier areas, on base-rich chalk downland ; the « pig-nut », which is another root food, would have been available throughout most deciduous woodland.

The location of Thatcham near what is at present a reed swamp and was originally a lake supports this idea. R. Grace has shown that the reeds themselves were clearly not exploited as « reeds » are silica-rich and produce a significant polish quite quickly, and this is not the case with these « cutting soft tools » (Grace in press).

Tools which have been used on soft material are particularly difficult to identify as to specific worked material, as soft materials « produce less stress and abrasion on the tool's edge and so produce less use wear making precise identifications extremely difficult, especially if these tools have not been used for long periods of time » (Grace, in press). It was suggested by R. Grace that one way of obtaining greater precision in the identification of these traces was to carry out a post-analysis replication.

Traditionally, microwear analysis is undertaken by comparing the results of use-wear traces on archaeological tools with those on experimental tools, that is experiments are carried out, use-wear traces are recorded, and archaeological pieces are matched as closely as possible to the traces on the experimental tools. In this case, however, the situation has been reversed. Having located some use-wear traces which were not immediately identifiable, a possible use has been suggested by paleoenvironmental evidence.

The experiments

Fifteen tools were made based on Thatcham tools with unidentified use-wear traces. Five tool types were selected, and three replicas were made of each. The replicas were used either on hide wood, antler, parsnip or carrot. They were all used for 5 minutes each and were used in a cutting motion (fig. 3 and 4). Some of the tools were hafted, using beeswax and resin. The tools were all quite small, and all had edge angles of less than 35°. The use-wear traces on the archaeological tools were not studied by the experimenters.

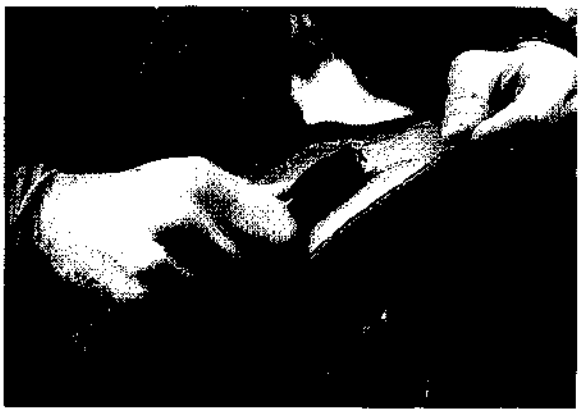


Fig. 3. Experimental use, hide.

Fig. 4. Experimental use, carrot.

After initial microwear analysis of the experimental tools, those used on antler were discarded. The large amount of edge damage they produced after such a short amount of time indicated that these tools were inefficient for the task of cutting antler. The use-wear traces on the tools used for cutting wood, parsnip and carrot were recorded.

Eleven more replicas were made, some of the original five pieces were replicated again, and four new tools were incorporated into the study. These tools were again used for 5 minutes on either wood, hide, parsnip or carrot. The results were again recorded.

The use-wear traces were analysed according to the method of functional analysis developed by Roger Grace (1989).

The results

As the traces left by wood are known and are incorporated into Grace's functional analysis method, wood traces were recorded as a verification of the correctness of the interpretations. Hide was tested as another soft material in order to compare the traces left by it with those left by the vegetable materials. The traces left by hide are few fractures, invasive polish and edge rounding. This is due to the flexibility of the material. Other known soft materials are all flexible and therefore produce wear traces similar to this ; meat is softer than hide and so produces fewer fractures and so on. The traces left by the parsnips and carrots were entirely different and very distinctive even after such a short time. An almost continuous line of micro- snap fractures was the main indication of use. Very little polish was evident, sometimes there was a rather undeveloped polish along the very edge of the piece, and there was no edge rounding. Parsnips, carrots and other roots are brittle, they are not pliable like other soft materials. They are not however medium hard like wood. This is indicated by the lack of polish and rounding.

Conclusion

Having identified the distinctive traces left by these vegetable materials on the experimental pieces, the results were handed on to R. Grace. He was then able to compare the experimental results with the traces he had found on his archaeological pieces. He found that there was a high degree of correspondence between the use-wear traces on the two sets of pieces based on the preliminary examination.

It is not possible, based upon such preliminary experiments, to claim that this indicates that root vegetables were processed at Thatcham. The post-analysis method of studying unidentified use-wear traces has however suggested a use, and the experiments undertaken have indicated that root vegetables appeared to leave distinctive use-wear traces. A more detailed experimental programme has been shown to be necessary, after which a clear identification of the use of the Thatcham tools will hopefully be possible. As with any other organic remains, the identification of their presence or use at a site can often rest entirely on the use-wear traces they have left on the stone tools used to process them.

I would like to thank Tristan Carter, Mike Hanslip and David Underwood for helping me carry out the experiments. I would also like to thank Roger Grace for his assistance throughout the work described above. This work was financed by the British Academy.

* *Institute of Archaeology, 31-34 Gordon Square, London WC1H OPY, UK.*

Bibliography

GRACE (R.), 1989.– *Interpreting the Function of Stone Tools. The quantification and computerisation of micro-wear analysis.* Oxford, BAR International Series, 474.

GRACE (R.), in press.– Use-Wear Analysis of Thatcham. *Proc. Preh. Soc.*

HEALEY (F.), in press.– Artefacts of Thatcham. *Proc. Preh. Soc.*

HILLMAN (G. C.), MADEYSKA (E.), HATHER (J. G), 1989.– Wild plant foods and diet at Late Palaeolithic Wadi Kubbaniya : the evidence from charred remains. *In:* : F.Wendorf, R. Schild, A. Close (Eds.), *The Prehistory of Wadi Kubbaniya, vol. 2, Paleoeconomy, environment and stratigraphy.* Dallas, Southern Methodist University Press.

SCAIFE (R.), in press.– Plant macrofossil analysis of the mesolithic site at Newbury sewage works Thatcham, Berkshire. Site W341. *Proc. Preh. Soc.*

WYMER (J.), 1962.– Excavations at the Maglemosian sites at Thatcham, Berkshire, England. *PPS*, 28, p. 329-361.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Experimental microwear analysis on Maya obsidian tools : case study of the La Entrada Region, Honduras

*Kazuo AOYAMA**

Résumé

Cet article présente un cadre d'interprétation pour les fonctions des outils mayas en obsidienne, fondée sur des études expérimentales ainsi que sur les résultats préliminaires d'une analyse de microtraces sur des artefacts provenant de la région de La Entrada, Honduras occidental. En analysant un plus grand nombre d'artefacts, en contexte archéologique, on pourra reconstituer le comportement et les activités spécifiques des anciens Mayas.

Abstract

This paper presents a framework for the interpretation of the functions of Maya obsidian tools, based on experimental studies and the preliminary results of microwear analysis on artifacts from the La Entrada Region, western Honduras. By analyzing more artifacts, in archaeological contexts, it will be possible to reconstruct the specific behavior and activities of the ancient Maya.

Introduction

The Maya's lithic study should be done through their history, that is (1) raw material procurement, (2) manufacture, (3) use, (4) rejuvenation and (5) abandonment of the stone artifacts.

In the Maya archaeology, the study of the stone tool's function is not advanced, despite its great importance, and formerly the major part of the functions of Maya lithics were interpreted through their morphology, ethnographic studies and use-wear analysis with a low-power microscope (*e. g.* Wilk, 1976 ; Sheets, 1978 ; Lewenstein, 1981). There is a strong relation between the form and function of the lithic, because its form was shaped with the function in mind. It is necessary, however, to establish another typology for the moment of use, through the function of lithics such as deduced by Keeley's (Keeley, 1980) high-power method of microwear analysis, without much consideration

of the forms. In this context, a few microwear studies of Maya chert and obsidian artifacts were recently undertaken through the high-power method (Hohol *et al.*, 1986 ; Lewenstein, 1987). Above all, the study of the function of obsidian chipped stone artifacts (*e. g.* Vaughan, 1981 ; Kajiwara, 1982 ; Hurcombe, 1985 ; Sato, 1986 ; Midojima, 1986) is indispensable for the reconstruction of the ancient Maya behavior.

In the meantime, in 1987, the La Entrada Archaeological Project, in Honduras, started an intensive experimental study of use-wear, especially polish and striations, on obsidian and silicate (such as chalcedony and agate) artifacts, conducting 267 experiments as a whole, in order to interpret their function, that is worked materials, location of microwear and motion of use, by means of a high-power microscope (Aoyama, 1989). The method has been applied to Maya artifacts from the La Entrada Region, western Honduras, which was part of the SE Maya periphery from the Middle Preclassic period to the Late/Classic one (900 BC-900 AD). In this paper, the method and preliminary results of the microwear analysis of Maya obsidian artifacts are presented.

Method

In order to build up an experimental framework for the interpretation of the function of Maya obsidian artifacts, 151 replicative experiments of obsidian (table 1) were conducted, under controlled conditions based on the method of Keeley (1980) and the Tohoku University Microwear Research Team in Japan (Kajiwara, Akoshima, 1981). The natural obsidian nodules from Ixtepeque, El Chayal, San Martin Jilotepeque in Guatemala, La Esperanza and Güinope in Honduras were collected for the experimentation. The other purpose of these experiments was to investigate the difference in use-wear through the above-mentioned pre-Columbian obsidian sources. The percussion flakes of obsidian were produced using a stone hammer. These replicas were used by hand without hafting. Before the experiment, some replicas were retouched, but, during the experimentation, no edge rejuvenation was done because of the character of the experiment. Three variables – motion of use, worked material and number of strokes – were controlled independently.

Motion of Use

Seven motions of use – sawing, cutting, grooving, scraping, whittling, chopping and boring – were carried out. In the present study, each movement, which was defined by the position between the experimental implement and worked material on the one hand and the direction of use on the other hand, was simplified in order to produce basic data.

Worked Material

According to the method used by Keeley (1980) and the model of the ancient Maya ecological system (Morley, Brainerd, Sharer, 1983 : 189-204), the experiments were done not only in the field, but also in the laboratory, for Gramineae, composite plant, wood, bamboo, bottle gourd, corn cane, vegetables (chili, squash and avocado), fruit (pineapple and papaya), coconut, yucca, meat, hide (fresh and dry), leather, bone, antler (dry and soaked), *jute* snail (*pachychilus*), soil and stone (obsidian, chalcedony and volcanic tuff). Some hide was mixed with soil and some antlers were immersed in water for one day. The same experiment was repeated by various persons.

Number of Strokes

The number of strokes for each motion was counted, and the number of sawings was counted by go-and-returns.

The microscope used in this study is a metallurgical microscope of 50-800x magnification, with an incident light attachment (Olympus BHM). Magnifications of 100x, 200x and 500x are applied for the observations of use-wear. A magnification of 200x is used for the most part. Magnification of 100x is used mainly for the location of use-wear. To observe details of use-wear, a magnification of 500x is used, although a very limited part of obsidian can be in focus at one time. Archaeological and experimental specimens are observed in the same manner. Meanwhile, microphotos are taken on Fuji Neopan 35 mm black-and-white films and Fujichrome with an Olympus photomicrographic system camera PM-10M attached to the Olympus EMM-7 photo-

N°	Material	Motion	N° of Strokes	Pattern of use-wear
OB1	Gramineae	cutting	500	ah
OB2	Gramineae	cutting	500	aa
OB3	Gramineae	cutting	1000	aa
OB4	Gramineae	cutting	1500	aa
OB5	Gramineae	cutting	2000	aa
OB6	composite plant	cutting	1000	bb
OB7	Gramineae	cutting	2000	aa
OB8	Gramineae	cutting	2000	aa
OB9	Gramineae	cutting	2500	aa
OB10	fresh wood	scraping	2000	bb
OB11	fresh wood	scraping	2000	bb
OB12	fresh wood	scraping	2000	bb
OB13	fresh wood	whittling	2000	bb
OB14	fresh wood	engraving	1500	bb
OB15	fresh wood	sawing	2000	bb
OB16	fresh wood	scraping	2000	bb
OB17	fresh wood	whittling	3000	bb
OB18	fresh wood	cutting	4000	bb
OB19	cooked bone	sawing	250	cc
OB20	cooked bone	sawing	500	cc
OB21	cooked bone	sawing	1000	cc
OB22	cooked bone	sawing	1500	cc
OB23	cooked bone	scraping	1500	dd
OB24	cooked bone	scraping	2000	dd
OB25	fresh bone	scsawing	3000	dd
0B26	fresh bone	sawing	3000	cc
OB27	fresh meat	cutting	750	ii
OB28	fresh hide	scraping	3000	ef
OB29	fresh hide	cutting	3000	ff
OB30	leather	cutting	3000	ee
OB31	fresh hide	cutting	1500	ef
OB32	fresh hide	scraping	1500	ee
OB33	leather	scraping	1500	ee
OB34	chalcedony	rubbing	1000	yy
OB35	obsidian	rubbing	1000	yy
OB36	obsidian	rubbing	1000	yy
OB37	soil	excavating	1000	xx
OB38	soil	excavating	1000	xx
OB39	soil	excavating	1000	xx
OB40	dry hide	scraping	1000	ef
OB41	dry hide	cutting	1000	ef
OB42	dry hide	cutting	1000	ee
OB43	soaked antler	sawing	1000	cc
OB44	dry antler	sawing	1000	hh
OB45	cooked bone	whittling	1500	dd
OB46	soaked antler	sawing	2000	cc
OB47	dry antler	sawing	2000	hh
OB48	yucca	sawing	1500	hh
OB49	yucca	cutting	1500	hh
OB50	chili	cutting	1500	bh
OB51	chili	cutting	1500	hh
OB52	fresh meat	scraping	1500	ii
OB53	fresh meat	cutting	1500	fi
OB54	fresh meat	cutting	3000	ff
OB55	fresh meat	scraping	3000	if
OB56	fresh meat	scraping	1500	ii
OB57	fresh hide	cutting	1500	ff
OB58	yucca	cutting	2500	ee
OB59	hide + soil	cutting	1500	xx
OB60	yucca	cutting	2000	hh
OB61	avocado	sawing	1500	hh
OB62	avocado	sawing	1500	hh
OB63	avocado	sawing	1500	hh
OB64	avocado	cutting	1500	bb
OB65	avocado	sawing	500	hb
OB66	avocado	sawing	500	hh
OB67	avocado	sawing	500	hh
OB68	avocado	cutting	500	hh
OB69	squash (hard)	sawing	500	bb
OB70	squash (hard)	cutting	500	bb
OB71	squash (soft)	sawing	500	ii
OB72	squash (soft)	sawing	500	ii
OB73	squash (hard)	sawing	1500	bi
OB74	squash (hard)	cutting	1500	bb
OB75	squash (soft)	cutting	1500	ii

N°	Material	Motion	N° of Strokes	Pattern of use-wear
OB76	squash (soft)	cutting	1500	ii
OB77	papaya	cutting	700	ii
OB78	papaya	cutting	700	ii
OB79	papaya	cutting	730	ii
OB80	papaya	cutting	650	ii
OB81	pineapple	cutting	500	bb
OB82	pineapple	cutting	500	bb
OB83	pineapple	cutting	500	bb
OB84	pineapple	chopping	1100	bb
OB85	pineapple	cutting	1500	bb
OB86	pineapple	engraving	1500	bb
OB87	dry antler	sawing	3000	cc
OB88	fresh bamboo	whittling	500	bb
OB89	fresh bamboo	engraving	1500	bb
OB90	fresh bamboo	scraping	1000	bb
OB91	fresh bamboo	sawing	1000	bb
OB92	fresh bamboo	boring	500	bb
OB93	fresh bamboo	sawing	2500	bb
OB94	fresh coconut	chopping	1000	bb
OB95	fresh coconut	chopping	1000	bb
OB96	fresh coconut	cutting	1500	aa
OB97	dry tecomate	sawing	3500	hb
OB98	dry bamboo	whittling	3000	bb
OB99	dry bamboo	scraping	3000	bb
OB100	bottle gourd	sawing	2000	bb
OB101	tuff	chopping	1000	yy
OB102	tuff	chopping	1000	yy
OB103	tuff	chopping	1000	yy
OB104	tuff	rubbing	1000	yy
OB105	chalcedony	rubbing	1000	yy
OB106	leather	boring	1000	ff
OB107	leather	boring	1000	ff
OB108	leather	boring	1000	lf
OB109	leather	scraping	1000	ff
OB110	leather	scraping	1000	ee
OB111	leather	scraping	1000	ff
OB112	cone cane	cutting	3000	bb
OB113	dry antler	scraping	4000	dd
OB114	soaked antler	scraping	4000	dd
OB115	soaked antler	sawing	3000	cc
OB116	leather	scraping	3000	ee
OB117	fresh wood	sawing	4000	bb
OB118	soaked antler	scraping	4000	dd
OB119	dry antler	scraping	4000	hh
OB120	dry antler	scraping	4000	dd
OB121	leather	cutting	5000	ee
OB122	bottle gourd	cutting	5000	bb
OB123	soaked *jute*	sawing	3000	gg
OB124	soaked *jute*	sawing	3000	gg
OB125	soaked *jute*	chopping	100	gg
OB126	soaked *jute*	chopping	200	gg
OB127	fresh bone	sawing	5000	cc
OB128	fresh bone	sawing	5000	cc
OB129	fresh bone	scraping	5000	dd
OB130	fresh bone	scraping	5000	dd
OB131	fresh bone	sawing	5000	cc
OB132	fresh bone	sawing	5000	cc
OB133	fresh bone	scraping	5000	dd
OB134	dry bone	scraping	5000	dd
OB135	dry bamboo	sawing	5000	bb
OB136	fresh wood	sawing	5000	bb
OB137	fresh wood	whittling	5000	bb
OB138	fresh wood	whittling	5000	bb
OB139	fresh wood	scraping	5000	bb
OB140	dry wood	sawing	5000	bb
OB141	dry wood	sawing	5000	bb
OB142	Gramineae	cutting	5000	aa
OB143	Gramineae	cutting	5000	aa
OB144	composite plant	cutting	5000	bb
OB145	composite plant	cutting	5000	bb
OB146	Gramineae	cutting	5000	aa
OB147	fresh wood	sawing	5000	bb
OB148	fresh wood	scraping	5000	bb
OB149	cone cane	sawing	5000	bb
OB150	cone cane	sawing	5000	bb
OB151	cone cane	sawing	5000	bb

Table 1. List of Experimental Implements.

micrographic exposure meter for the documentation of use-wear.

Before the observation of use-wear, each specimen is hand-washed with water and soap very carefully, then wiped with absorbent cotton and alcohol. Finally, immersion of the piece in warm HCL (10 % solution) is applied for 10 minutes.

According to Keeley (1980), there is an exclusive correlation between polish type and worked material (e. g. bone polish, hide polish, wood polish.). In the Maya archaeology, Hohol *et al.* (1986) and Lewenstein (1987) classified polish types in the same manner. As a result of the study presented on obsidian, in the meanwhile, the correlation between polish and worked material is not absolute, that is both the motion of use and number of strokes can influence the formation of polish. It has been reported, moreover, that some antler and wood polishes are indistinguishable (Moss, 1983 : 87 ; Grace, 1989 : 37). That is why the Tohoku University Microwear Research Team (Kajiwara and Akoshima, 1981 : 10-15) classified the polish on silicaceous hard shale into 11 basic types, which are formed principally by the worked material, and the mentioned classification can be applied to chert artifacts, too (Serizawa *et al.*, 1981). At the same time, obsidian is a volcanic natural glass, and its surface is generally softer than that of silicaceous sedimentary rocks. It is probable that, for the reasons mentioned above, it is not the same polish that forms on the surface of obsidian as on that of silicaceous sedimentary rocks, although some types of polish are very similar. So, through synthetic observation of the striations, polish and

	(Worked Material)											
(Use-wear pattern)	Gramineae	bamboo & gourd	wood	other plants	bone	antler	*jute* snail	hide	meat	soil	stone	Total
aa	10			1								11
ah	1											1
bb		11	18	19								48
bh				1								1
bi				1								1
cc					9	4						13
dd					8	4						12
ee				1				7				8
ef								4				4
ff								7	1			8
fi									2			2
gg							4					4
hb		1		1								2
hh				10		3						13
if									1			1
ii				8				1	1			10
xx								1		3		4
yy											8	8
Total	11	12	18	42	17	11	4	20	5	3	11	151

Table 2. Worked Material and Use-Wear Pattern on Obsidian Experimental Implements.

					(Worked Material)						
(Group of use-wear pattern)	Gramineae	bamboo & gourd	wood	other plants	bone	antler	*jute* snail	hide	meat	soil	stone
a	100.0			2.4							
b		91.7	100.0	50.0							
c					52.9	36.4					
d					47.1	36.4					
e				2.4				55.0			
f								35.0	60.0		
g							100.0				
h		8.3		26.2		27.3					
i				19.0				5.0	40.0		
x								5.0		100.0	
y											100.0

Table 3. Worked Material and Group of Use-Wear Pattern on Obsidian Experimental Implements : percentage of observed occurrence.

micropits, use-wear is classified into 11 patterns, which correspond relatively to the worked material. It must be noted that there is no difference in use-wear with the different pre-Columbian obsidian sources. A complex of different patterns of use-wear is expressed by a primary and a secondary patterns such as « ah », « ef », « dh », and the group of use-wear pattern is represented by a primary pattern. The results of the use-wear analysis on 151 replicative experiments are summarized in tables 2 and 3. In the following, the description of 11 use-wear patterns on obsidian are given (plates 1 and 2).

(1) Pattern « a »

Authentic polish is characteristic of this pattern, or else it is the same as sickle gloss or corn gloss (Witthoft, 1967). The characteristics of patterns are : (1) very smooth and reflective surface, (2) fluid aspect and (3) filled-in striations. Pattern « a » occurs mainly with the use of Gramineae, but it also appears with cutting coconut.

(2) Pattern « b »

The surface of the polish is bright and very smooth, but not as fluid as that of pattern « b ». In spite of its quite developed polish, pattern « b »'s surface is relatively flat. Rather numerous micropits can be observed. Pattern « b » occurs with the use of plants such as wood, bamboo, bottle gourd, composite plant, corn cane, chili, squash, avocado and pineapple.

(3) Pattern « c »

The surface of the polish is bright, flat, but rough and pitted, with the presence of clear striations. Pattern « c » appears principally with sawing and cutting bone and antler, but it also occurs partially with the use of *jute* snail.

(4) Pattern « d »

The surface of the polish is bright, smooth and flat, but the extremity is a little rounded. A few thin striations and micropits are observed. Pattern « d » develops through actions with a transversal direction to the edge of the tool, such as scraping and whittling bone/antler.

(5) Pattern « e »

The polish has an intensely matte texture. The surface is generally rough, and its extention is limited in the area near the edge of the stone. Pattern « e » presents lots of tiny micropits and striations, and it occurs mainly with the use of hide, but also with cutting yucca.

(6) Pattern « f »

The polish is weak. Short striations and lots of micropits can be observed in a limited area near the edge of the experimental implement. If pattern « f » develops, it becomes pattern « e ». Pattern « f » occurs with using hide and meat.

(7) Pattern « g »

The surface of the polish is bright and very flat, but not so rough as in pattern « c ». Pattern « g » presents micropits with a variety of size and many striations, and it appears characteristically with the use of *jute* snail, but it occurs partially with using antler and bone.

(8) Pattern « h »

The polish is weak and dull. Relatively long striations and micropits with a variety of forms and sizes are present. Pattern « h » occurs with using Gramineae, other plants (avocado, chili and bottle gourd, and yucca), dry antler, bone and *jute* snail. It occurs frequently with the use of a hard material in a zone not very much utilized, that is to say pattern « h » is a step towards other use-wear patterns.

(9) Pattern « i »

The polish is weak and occurs at the extremity of convexities on the lithic's surface. The surface of the polish is rounded and smooth, but its extension is very small. Neither striations nor micropits can be observed. Pattern « i » appears when using soft materials such as meat and soft vegetables (papaya and soft squash).

(10) Pattern « x »

The polish is dull with a matt texture. The surface of the polish is very rough, with micropits

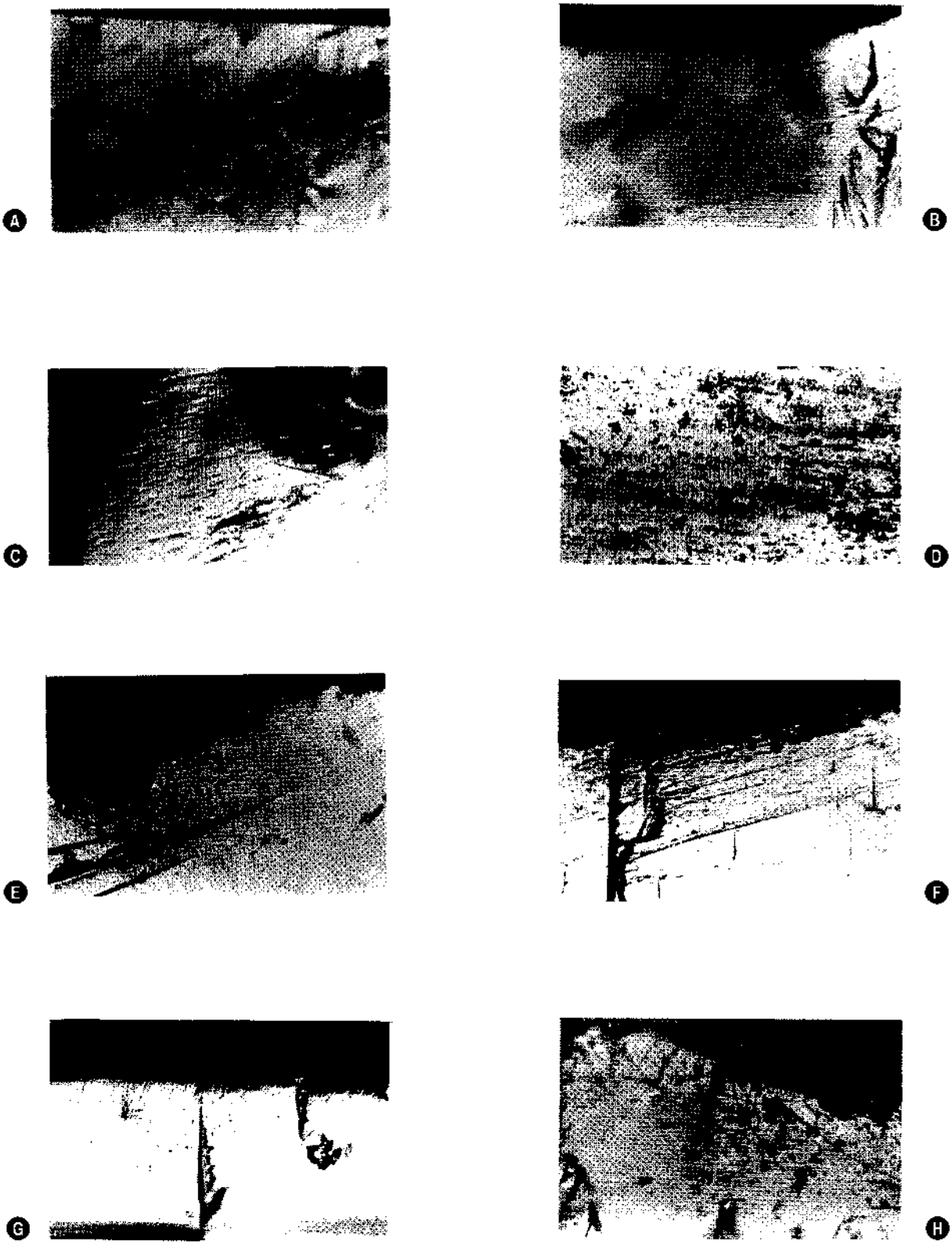


Plate 1. Use-Wear patterns on obsidian tools (1) (200x). **A.** Surface of unused obsidian. **B.** OB143 Gramineae cut 5000 st. pattern a. **C.** OB147 wood sawn 5000 st. pattern b. **D.** OB127 bone sawn 5000 st. pattern c. **E.** OB130 bone scraped 5000 st. pattern d. **F.** OB42 hide cut 1000 st. pattern e. **G.** OB109 leather scraped 1000st. pattern f. **H.** OB124 soaked *jute* snail 3000 st. pattern g.

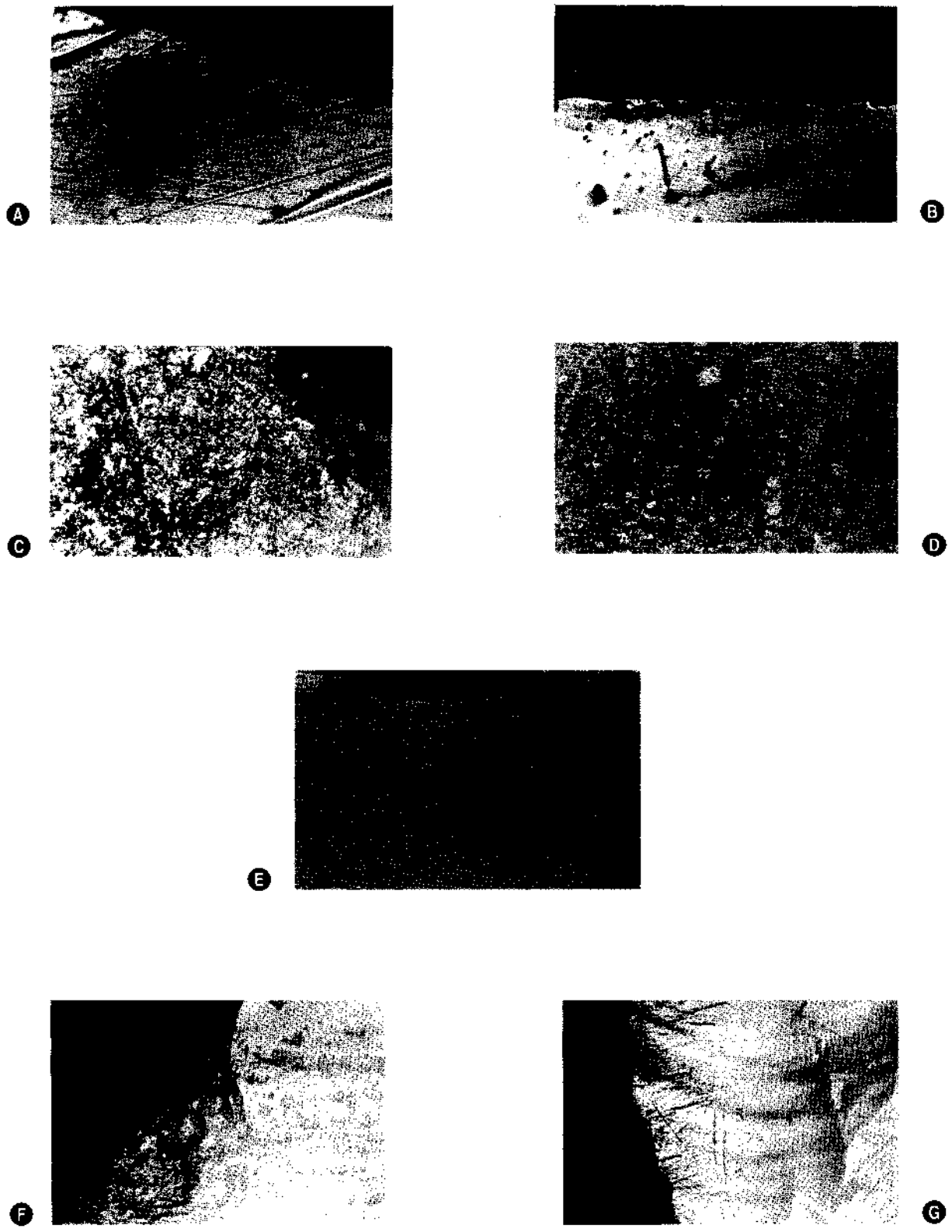


Plate 2. Use-Wear patterns on obsidian tools (2) (200x). **A.** OB58 yucca cut 2500 st. pattern h. **B.** OB28 hide scraped 3000 st. pattern i. **C.** OB37 soil excavated 1000 st. pattern x. **D.** OB35 obsidian rubbed 1000 st. pattern y. **E.** prismatic blade from the site of Diablo, pattern b. **F.** prismatic blade from the site of Los Higos, pattern c. **G.** bifacial point/knife, pattern f.

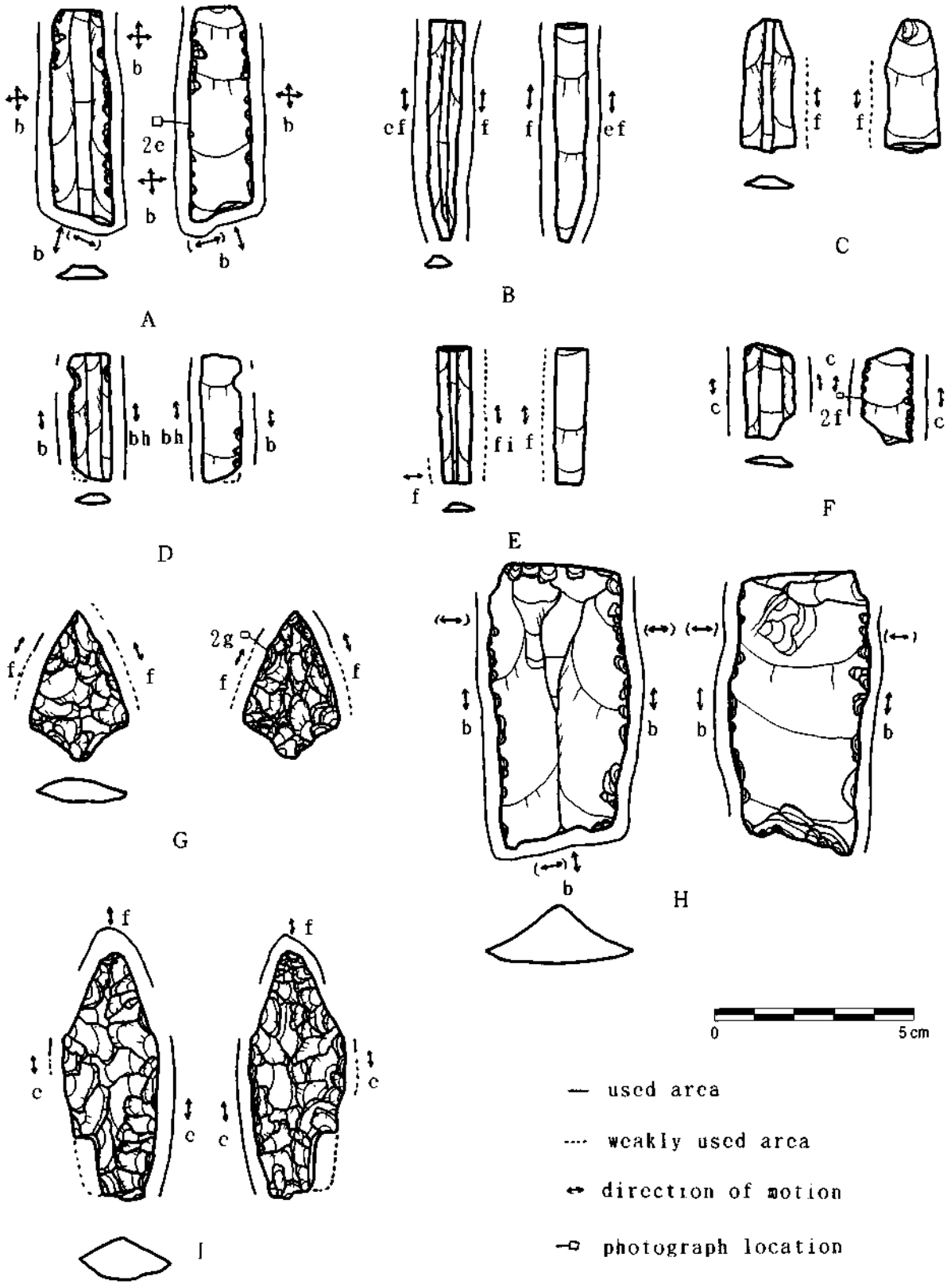


Fig. 1. Maya obsidian artefacts from the La Entrada Region, Honduras showing production morphology and location of use-wear. Drawings are in Japanese technical style.

of a variety of sizes and forms and many striations. Pattern « x » develops when excavating soil and when soil is mixed with another material.

(11) Pattern « y »

The polish is weak with a matte texture. The surface of the polish is rough, but not as rough as that of pattern « x ». Micropits cannot be seen clearly. Many striations are observed not only with a microscope, but also the naked eye. Pattern « y » appears with the use of stone.

Results of the Microwear Analysis

As the microwear analysis on the Maya obsidian artifacts from the La Entrada Region is going on, only preliminary results are presented here. On the basis of the experiments mentioned above, microwear was analyzed on 57 obsidian artifacts (fig. 1). These artifacts are selected through random sampling and classified through the Mesoamerican behavioral typology (Sheets, 1975, 1978 ; Clark, Lee, 1979) into 35 prismatic blades, 4 macroblades, 7 bifacial points/knives, 1 prismatic blade point, 2 fragments of polyhedral core, 2 denticulates, 1 scraper and 5 general debitages pieces. Use-wear is observed on 55 artifacts (96.5 %). Although no use-wear is observed on 2 prismatic blades, there are two possibilities : either (1) these artifacts were not utilized, or (2) they were used for a short time, but no use-wear visible with a high-power microscope was formed.

The most often-used motion was cutting/sawing (64.1 % ; N=84), then scraping (17.6 % ; N=23), whittling (13.0 % ; N=17) and piercing (5.3 % ; N=7) (table 4). In the meantime, hide/meat was the most used worked material (57.4 % ; N=70), followed by wood/plants (32.0 % ; N=39) and bone/antler (10.6 % ; N=13) (table 5).

Because of the small number of analyzed samples, the correlations between lithic type and function have been discussed for three types only, prismatic blade, macroblade and bifacial point/knife, as follows :

For the most part, cutting/sawing (76.6 % ; N=59) was done using both lateral edges of prismatic blades, but scraping (15.6 % ; N=12) or whittling (7.8 % ; N=6) was carried out by some lateral edges and the dorsal edge of three specimens.

(Type)	cuttling/ sawing	scra- ping	whitt- ling	piercing	Total
prismatic blades	59	12	6	0	77
macroblades	6	1	5	0	12
bifacial points/knives	13	5	0	6	24
prismatic blade point	0	0	0	1	1
polyhedral core fragments	2	1	2	0	5
general debitages	3	3	2	0	8
scraper	0	0	2	0	2
denticulates	1	1	0	0	2
Total	84	23	17	7	131

Note : If an artefact has various used areas, the number of motions is counted for each used area ; moreover, if various motions are interpreted in an area, the number of motions is counted for each motion.

Table 4. Correlation between Lithic Typology and Motion of Use.

(Type)	hide/ meat	wood/ plant	bone/ antler	Total
prismatic blades	41	20	13	74
macroblades	1	10	0	11
bifacial points/knives	19	2	0	21
prismatic blade point	1	0	0	1
polyhedral core fragments	1	2	0	3
general debitages	6	2	0	8
scraper	0	2	0	2
denticulates	1	1	0	2
Total	70	39	13	122

Note : If various worked materials are observed in a used area, the number of worked materials is counted for each material.

Table 5. Correlation between Lithic Typology and Worked Material.

Hide/meat (55.4 % ; N=41) was cut or scraped by prismatic blades, and wood/plant (27.0 % ; N=20), and bone/antler (17.6 % ; N=13) was cut/sawn or whittled.

All lateral edges and two dorsal edges of the analyzed macroblades were used to cut/saw (50.0 % ; N=6) or whittle (41.7 % ; N=5) wood/plant (90.9 % ; N=10), but one lateral edge was utilized for scraping hide. A particularly strong correlation between macroblade and wood/plant can be mentioned.

The results of the microwear analysis of bifacial points/knives are very interesting. Generally, point bits were used for piercing (25.0 % ; N=6), and both lateral edges were utilized for cutting (50.0 % ; N=12) and/or scraping (20.8 % ; N=5). In addition, the distal end of one specimen was used for cutting. The main worked material was hide/meat (90.5 % ; N=19), but one sample was used for wood/plant (9.5 % ; N=2), too. That is to say, the bifacial points/knives had the functions not only of piercing tools, but also of knives and/or scrapers.

On the other hand, a possible hafting trace can be observed on a prismatic blade point ; moreover, two fragments of a polyhedral core were re-used to cut and whittle wood/plant and scrape hide. In addition, it is possible that 11 artifacts – that is 5 prismatic blades, 3 bifacial points/knives (fig. 2 : G, I), 2 macroblades (fig. 2 : H) and 1 scraper were rejuvenated because of the difference in use-wear distribution, in spite of the cutting/sawing motion. These artifacts may have been curated tools.

* *Instituto Hondureño de Antropología e Historia, Proyecto Arqueológico La Entrada, Colonia Vanessa, La Entrada, Copán, Honduras, C.A., Apartado Postal 1518.*

Bibliography

AOYAMA (K.), 1989.– Estudio Experimental acerca de las Huellas de Uso sobre Material Lítico de Obsidiana y Silex. *Mesoamérica*, 17, p. 185-214. Antigua : Centro de Investigaciones Regionales de Mesoamérica (CIRMA).

CLARK (J. E.), LEE (T. A., Jr.), 1979.– A Behavioral Model for the Obsidian Industry of Chiapa de Corzo. *Estudios de Cultura Maya*, 12, p. 33-51

GRACE (R.), 1989.– *Interpreting the Function of Stone Tools. The quantification and computerisation of microwear analysis*. Oxford, BAR International Series, 474.

HOHOL (A. S.), KIMBALL (L. R.), ALDENDERFER (M. S.), 1986.– The Functional Organization of Maya Technology : Evidence from the Central Peten. A paper presented at the American Anthropological Association 85th annual Meeting, Philadelphia, Pennsylvania.

HURCOMBE (L.), 1985.– The Potential of Functional Analysis of Obsidian Tools : A Closer View. *Papers in Italian Archaeology*, IV. *In* : C. Malone, S. Stoddart (Ed.), Oxford, BAR International Series, 244, p. 50-60.

KAJIWARA (H.), 1982.– Microwear Analysis of Stone Artefacts. *In* : Chosuke Serizawa (Ed.), *Mosanru*. Memoirs of the Department of Archaeology, Tohoku University, p. 11-15 (in Japanese with an English summary).

KAJWARA (H.), AKOSHIMA (K.), 1981.– An Experimental Study of Microwear Polish on Shale Artifacts. *Kokogaku Zasshi*, 67, p. 1-36 (in Japanese with an English summary).

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental Determination of Stone Tool Uses : A Microwear Analysis*. Chicago : University of Chicago Press.

LEWENSTEIN (S. M.), 1981.– Mesoamerican Obsidian Blades : An Experimental Approach to Function. *Journal of Field Archaeology*, 8, p. 175-188.

LEWENSTEIN (S. M.), 1987.– *Stone Tool Use at Cerros*. Austin, University of Texas Press.

MIDOJIMA (T.), 1986.– An Experimental Study of Microwear Polish on Obsidian Artifacts. *Kanagawa Koko*, 22, p. 51-86 (in Japanese).

MORLEY, (S. G.), BRAINERD (G. W.), SHARER (R. J.), 1983.– *The Ancient Maya*. Fourth Edition. Stanford, Stanford University Press.

MOSS (E.), 1983.– *The Functional Analysis of Flint Implements*. Oxford, BAR International Series, 177.

SATO (Y.), 1986.– *Preliminary Study of Use-wear on Obsidian Artifacts*. Summary of B. A. dissertation. Tohoku University, Sendai (in Japanese).

SERIZAWA (C.), KAJIWARA (H.), AKOSHIMA (K.), 1982.– Experimental Study of Microwear Traces and its Potentiality. *Kokogaku to Shizenkagaku* 14, p. 67-87 (in Japanese with an English summary).

SHEETS (P. D.), 1975.– Behavioral Analysis and the Structure of a Prehistoric Industry. *Current Anthropology*, 16, p. 369-391.

SHEETS (P. D.), 1978.– Artifacts. *In* : R. J. Sharer (Ed.), *The Prehistory of Chalchuapa, El Salvador*, 2. Philadelphia, University of Pennsylvania Press, p. 1-131.

VAUGHAN, (P.), 1981.– Microwear Analysis of Experimental Flint and Obsidian Tools. *In* : F. H. G. Engelen (Ed.), *Third International Symposium of Flint*. Staringia 6. Maastricht, Nederlandse Geologische Vereninging, p. 90-91.

WILK (R.), 1976.– Microscopic Analysis of Chipped Stone Tools from Barton Ramie, British Honduras. *Estudios de Cultura Maya*, 10, p. 53-68.

WITTHOFT (J.), 1967.– Glazed Polish on Flint Tools. *American Antiquity*, 32, p. 383-388.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

The formation process of « use-wear polishes »

*Shoh YAMADA**

Résumé

Les traits diagnostics des caractères optiques des « polis » ont été reconnus au microscope électronique à balayage. Le développement progressif des « polis » a été observé par placage d'argent et par stéréo-photographie. Les processus se sont avérés définis par l'usure en tribologie. Deux types d'usure ont été observés : type de coupe et type de fracture. Ni accumulation de silice ni fluidité de surface n'ont été observées. L'hypothèse du gel de silice est donc rejetée. Une hydratation de l'ordre de moins d'un micron peut se produire en surface, mais il est admis que le diagnostic des caractéristiques d'un « poli » est principalement produit par la dureté, les propriétés visqueuses et élastiques ainsi que la texture superficielle des matières travaillées.

Abstract

Diagnostic features of optical polish types were recognized with a scanning electron microscope. The progressive development of the « polishes » were observed with the use of silver-coating and stereo-photography. The processes proved to be wear defined in tribology. Two types of wear were observed : cutting type accompanied by striations and fracture type accompanied by pitting. Neither deposition of silica gel layer nor fluidity of the surface weres observed. The silica gel hypothesis is thus denied. Hydration on the order of less than a micron may occur on a surface, but it is believed that the diagnostic features of « polish » types are mainly produced by the hardness, the viscous and elastic properties, and the surface texture of the worked materials.

Introduction

The establishment of the periodical use-wear meeting shows that experimental use-wear studies, especially investigations of « polish », have become popular. Many archaeological studies with « polish » analysis have been reported. Still, the question of why such a « polish » is produced is not agreed upon. Even its recognition is still problematical. Most researchers, in other words, are investigating a topic which they do not understand completely.

A « polish » is often defined in terms like « an altered flint surface which reflects light and which

cannot be removed with acids, bases and solvents » (Vaughan, 1981 : 132). That is to say, use-wear analysts cannot define our basic phenomenon in a positive way. This makes the entire study of « polish » somewhat tentative .

The problem of understanding the « polish » mechanism is the basis of all the questions faced by those of us who do use-wear analysis. Does a « polish » type represent the type of materials worked ? How might a « polish » be altered by natural weathering ? Is this study of « polish » applicable to various rock types ? What features should be selected to measure in the computer image analysis for quantification of « polish » ?

The most popular explanation of « polish » among current use-wear analysts is the « silica gel theory » put forth by Anderson (1980 ; see also Mansur-Franchomme, 1983). In this paper, I used scanning electron microscope (SEM) observations to show that a « polish » is produced by « wear » (defined in the field of tribology), and not by the mechanisms proposed by the silica gel theory. Before that, I will explain the terminology used here, and summarize the major competing theories on « polish » formation presented so far. Then I will show how a « polish » looks under the SEM, and discuss the development process of « polish », in order to evaluate the silica gel explanation of the phenomenon.

Terminology

In this paper, I consistently use terms in the meaning defined in tribology which is « the science and technology of interacting surfaces in relative motion and of the practices related thereto. » (OECD, 1969 : 62).

In use-wear studies, the word « wear » implies various phenomena, including « polish » and micro-flaking. In tribology, however, « wear » is defined as « the progressive loss of substance from the operating surface of a body occurring as a result of relative motion at the surface » (OECD, 1969 : 64). Use-wear researchers tend to use the word « abrasion » for this same meaning. In tribology, abrasion – or abrasive wear – refers to a type of wear « by displacement of material caused by hard particles or hard protuberances » (*op. cit.* : 13). Microflaking is, then, a type of fracture, not wear.

Theories on « polish » formation

« Corn gloss », the most distinctive type of use-wear « polish », was recognized by the end of the last century (Diamond, 1979). Other types of « polish » were not recognized until Keeley established the « high power approach » in the late 1970s.

Semenov (1964 : 14) classified « frictional wear » in three categories on a scale from polishing to grinding and finally rasping. In this system « polish » suggests plastic deformation.

A well-known paper by Witthoft (1967) explains corn gloss is a product of fusion on the flint surface developed by high frictional heat, with a large amount of transferential fused silica from the plant body accumulated on the flint surface. This process increases the mass and volume of a stone tool.

In the papers of the first use-wear conference (Hayden ed., 1979), three authors discussed mechanisms of « polish » formation.

First, Kamminga (1979) divided « polish » into « phytolith polish » and « abrasive smoothing ». The former corresponds to corn gloss, and, with SEM observation, a glass polishing model was used to explain its formation. The smooth surface of a corn gloss was said to be the result of chemical wear which removes the soft, hydrated silica gel layer. Phytoliths were suggested to act as abrasives in the process. The « abrasive smoothing » is a worn surface which is produced by foreign dust, sand, micro-chips of stone edge and so on. It is said to be « more akin to the grinding that is preparatory to optical polishing » (Kamminga, 1979 : 151).

Diamond (1979) proposed a combination of « very mild and mild abrasive wear », « fatigue breakage wear » and « surface fatigue wear » to explain « polish ». Finally, Del Bene (1979) divided « polish » into « depositional polish » and « mechanical polish ». He said the former is produced by deposition of some foreign substance such as opaline phytolith, while the latter is produced by « abrasion » and « translocation ». There are no appropriate existing models to explain abrasion and translocation, but, since striations are not frequently observed under SEM, Del Bene suggested that abrasion does not seem to be a dominant factor in « polish » formation. These three authors explained the « polish » formation in tribological terms, although they do not use the term tribology. However, all of them tried to apply existing models

without extensive observation of use-wear « polish » itself.

The silica gel theory was originally proposed by Anderson (1980), who undertook extensive SEM studies based on Keeley's high power approach. Her understanding has undergone some change (Anderson-Gerfaud, 1986) but, according to original theory, a « polish » is a « silica gel » layer produced by hydration of a flint surface. It does not mean that the hydrated layer is removed by friction. On the contrary, the layer can reach about 10 m thick, and inorganic micro-residues such as phytoliths are often found to be sinking into the layer. In the case of plant working, transferential silica gel from worked plants is also merged into the layer, although the amount cannot be evaluated.

This theory was supported by M. E. Mansur-Franchomme (1983), who proposed an additional hypothesis of striation formation based on the silica gel theory. It proposed that a developed « polish » entered a fluid state during the work, so that scratched grooves which may have survived on the surface disappear .

Meeks *et al.* (1982) presented a contrary position when they reported that they could not detect « polish » layer with SEM within their resolution on cross sections of carefully prepared specimens. They concluded that the built-up appearance of polished surfaces is an illusion caused by rounded edges of fracture scars. They also indicated that « the optical illusion that the gloss has some depth is caused by the transparency of the flint and the fact that the edges of abrasion features are rounded by polishing » (Meeks *et al.*, 1982 : 337). They explained striations and pits as products of wear, and that gloss is the result of a concurrent polishing process in which some chemical change of silica has occurred. Furthermore, they succeeded in producing polished surface similar to corn gloss with metallurgical polisher impregnated with fine diamond paste.

Masson *et al.* (1981) argued that the silica-gel theory underestimates wear. Based on knowledge of relevant diciplines, such an amorphous layer on the surface must be on an Angstrom or nm scale. In practrice, they could not observe amorphous patterns with X-ray diffraction, and, considering the nature of amorphous silica, they concluded that it cannot survive on archaeological specimens. Even if it is detected, it may be the result of post-depositional alteration. They think that, by changing the plasticity of materials worked, moisture affects « polish » development by increasing the contact area between the tool edge and and the worked surface.

Unger-Hamilton (1984) called attention to the possibility of misindentification of original rock inclusions as residues of use. Still, the existence of a very thin amorphous layer, on an Angstrom scale, which cannot be detected with X-ray diffraction cannot be denied, so that she felt « polish » is produced by both attrition and deposition.

In sum, then, the two competing explanations of « polish » can be termed the « silica gel theory » and the « wear theory » (fig. 1). At this point the silica gel theory probably has more supporters, but neither theory has been conclusively proved and neither can be entirely rejected.

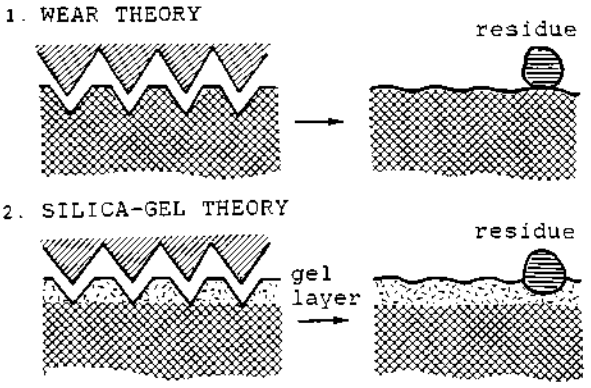


Fig. 1. Theories on « polish » formation.

Method

The specimens shown in table 1 were observed with SEM (JEOL, JSM T-200) and metallurgical microscope (Olympus BHM). To assure accuracy, many photos of each specimen were taken, many at the same spot. Most tests of the observed edges involve movements which were parallel to rather than across the margin.

Siliceous shale was used in most of this test. It is a grey-colored, siliceous deposit which was the prevalent raw material for prehistoric tools in northeastern Japan. Although it is called shale, it is highly silicified and does not have a lamina structure. If it were more silicified, it would be chert, since it is close to chert, but includes more inpurities. Essentially the same use-wear « polish » patterns

form on this material and European « flint » (Kajiwara, Akoshima, 1981) so that the result of the present analysis can also be applied to European « flint ».

Siliceous shale	Number of specimens	Number of photos	
Worked materials			
unused	3	69	
grass	6	365	
wood	1	100	including 50 for whittling
soaked antler	6	238	including 40 for whittling
boiled bone	2	130	
dry hide	3	165	
wet hide	3	118	
siliceous shale	2	90	
Chert			
wet hide	2	80	
Total	28	1355	

Table 1. List of experimental specimens.

The features of polished surfaces under SEM

Two closely related questions must be addressed initially : how does « polish » look under SEM ? Can we expect to see similar diagnostic features based on the worked material as have been seen under the optical light microscope (OLM) ?

To answer the first question, images of the same spot taken under SEM and OLM were compared. Next, detailed features were observed under high magnifications of SEM. Such observations show the nature of the respective images which we have to understand in order to interpret « polish » surfaces.

Under the SEM, polished areas which are bright and white under the OLM look relatively dark and do not allow quick identification (fig. 2). This is caused by the « edge effect » of SEM. That is, protrusions and edges of specimen generate more electrons so that worn flat surface becomes relatively dark while unaltered granular surfaces become bright.

Also, by their excellent focus depth, SEM images look like a picture without shadows. This decreases the three-dimensional impression of the image. Under OLM, many people get the impression of an additive polish. This is an illusion caused by the shallow focus depth of OLM. It exaggerates three-dimensional impressions of the subject. If you see the same spot under SEM, it is clear that at least there is not so thick a surface layer as suggested by OLM.

Striations are also exaggerated under OLM. One of the facts that denies the wear theory is that there are no striations on « corn gloss » when observed with SEM. However, this too is an illusion caused by the SEM image and inadequate observation (fig. 3). If there are no striations on corn gloss, why are they so often observed with OLM ?

Observations with SEM further show us an important aspect of the nature of striations. Generally, striations are understood as secondary scratches on a polished surface and are treated as separated from a « polish ». They are believed to be produced by external abrasive agents such as microchips from stone edge or sand grains. However, SEM observations show that « polish » and striation are not separate things. A polished surface consists of numbers of fine striations, although secondary scratches do exist (fig. 4). If you observe the magnified image of one striation, numbers of finer striations are found inside (fig. 5).

At Tohoku University, all the linear features, that is, « scratches » as well as « polish bands », have been defined as striations under OLM, because they are often difficult to separate. The SEM observations described above suggest that our definition was appropriate.

Small circular pits – or « pot-lids » – which are frequently observed under OLM on « polish » produced by dry hide working are another illusion caused by OLM. Under SEM they clearly can be seen to be naturally occurring pits created by friction or the nature of the rock (fig. 2).

In general, differences in the polished surface corresponding to the materials worked have not been reported under SEM. However, if we observe the polished surfaces carefully under SEM, paying attention to the nature of the SEM image, we can find variations of polished surfaces. They are simply not easy to identify unless one is used to the SEM images. Especially « plant polish », which gives a domed impression under OLM, is actually found to be a domed polished surface, and « bone polish », which gives a flat impression under OLM, is found to be a flat polished surface (fig. 6). The difference in profile of polished surfaces was also demonstrated with a roughometer by Akoshima and Kajiwara (1984). At higher magnifications, the scope of the observations becomes narrower so

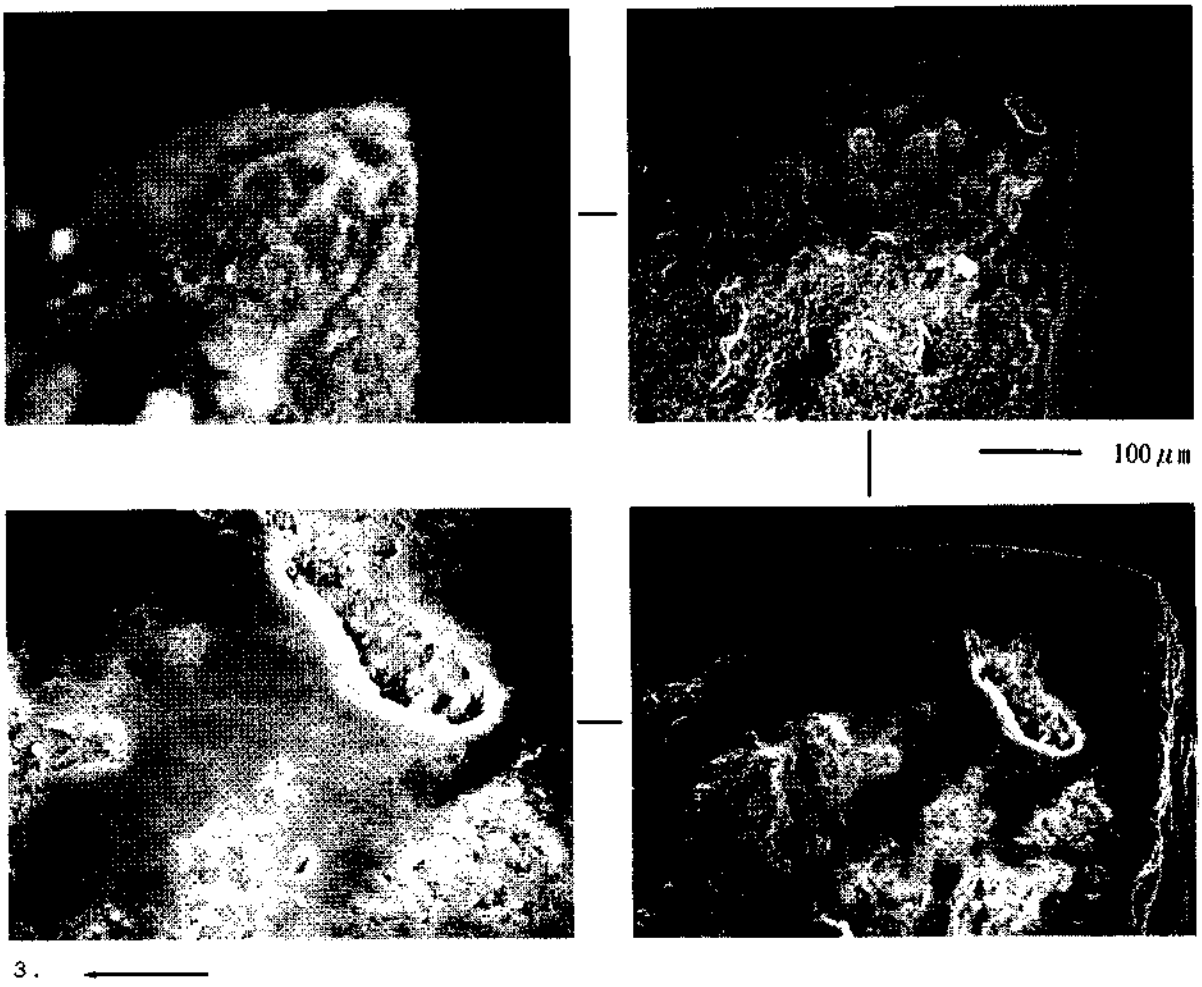


Fig. 2. Comparison of OLM and SEM images. All photos in this paper were taken on siliceous shale.

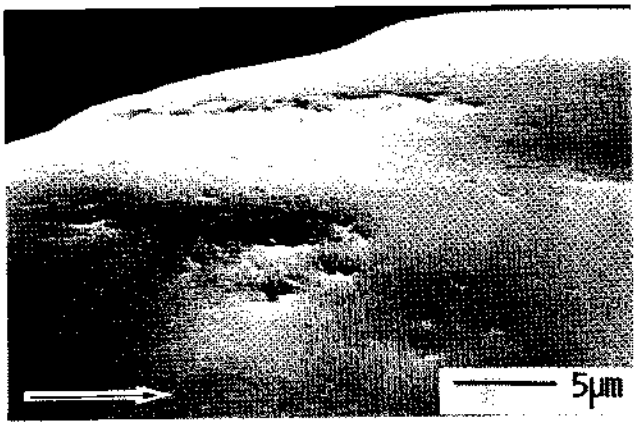


Fig. 3. Striations on « corn gloss ».

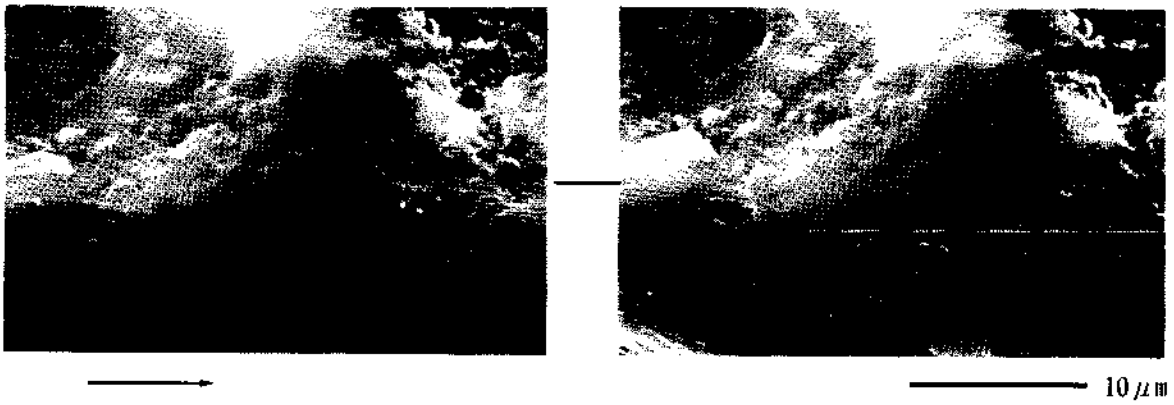


Fig. 4. Emergence of secondary « scratches ».

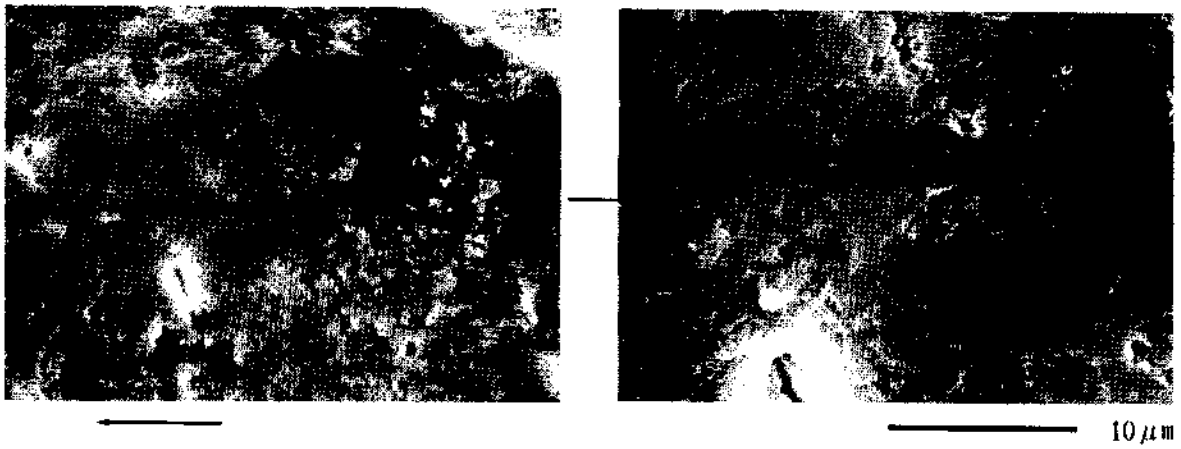


Fig. 5. « A striation ».

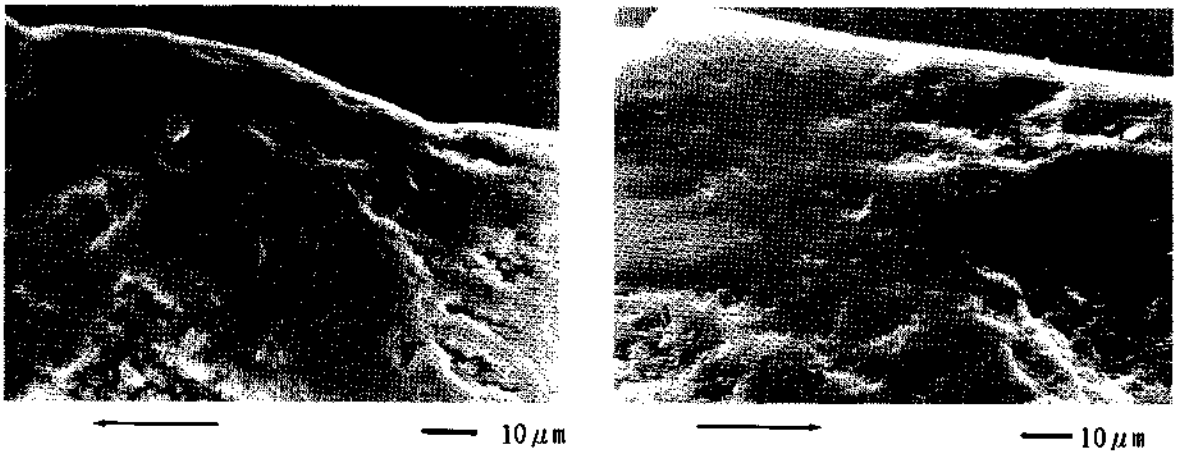


Fig. 6. « Plant polish » and « bone polish ».

that the distribution pattern of polished surfaces cannot be observed.

I do not mean that we can identify worked material types under SEM, only that « polish » variations observable under OLM are observable under SEM as different surface topographies. Whether these correspond to types of worked materials or not is another problem (see Yamada and Sawada in this volume).

One interesting fact revealed by this study found here is that when a « polish » is not very developed, and identification of diagnostic features is difficult with OLM, it is often possible to identify the diagnostics under the magnified image of SEM. A polished surface shows a basically similar pattern between 200-2500x. The fractal nature of polished surface, demonstrated by Rees *et al.* (1988), I think is the cause of the controversy as to whether the materials worked can be identified on undeveloped polished surfaces (Hurcombe, 1988 : 3 ; Bamforth, 1988 : 17 ; Newcomer *et al.*, 1988 : 25). Due to the fractal-like nature of polished surfaces, it is sometimes possible to judge worked materials from a small patch of « polish » and get a high score in blind test. The fact also suggests that a computer simulation of polished surface development is possible.

Whether a « polish » is attritional or additional cannot be determined simply by its appearance. Still, many of my photos show attritional appearance. At least, I cannot find thick layers up to about 10 µm of the sort Anderson reported in 1980. I think the thickly built-up appearance of « polish » is an illusion caused by the microtopography of the original surface as Meeks *et al.* (1982) indicated. Also, when a polished surface is domed, it gives an additional impression of depth.

Based on some reports of electron probe micro-analysis (Anderson, 1980 ; Mansur-Franchomme, 1983) and chemical cleaning which have been repeated since Keeley established the « polish » approach, a « polish » has been demonstrated to be a part of the rock surface rather than an additive to it. This is also admitted by the silica gel theory except for some transferential silica from plants. Micro-residues are secondary elements. Therefore, a « polish » should more properly be called a « polished surface ». The word « polish » is nothing but an optical impression. Since it does not refer to the material, the use of the term « polish » has no meaning for material scientists.

The progressive development of a polished surface

Having come this far, the next question we must ask is, what is the mechanism of the « polish » formation ?

To answer this let us trace the progressive alteration of the surface at a single point on a specimen using stereophotography of SEM. If the silica gel theory is right, distribution of micro-features such as striations and pits will greatly change as the polish develops. If the wear theory is right, such features will gradually be smoothed without changing their locations.

We have a technical problem to overcome first. Vapor deposition of metal is necessary for the SEM observation of unconductive materials such as rock, but how do we manage to remove the coating film after each observation ?

I confirmed that silver coating films are easily removed with H_2O_2, causing little damage to the rock surface. This was checked on one specimen, through 4 repeated treatments, with 230 photos. To check the stability of silver coating film, 3 specimens were examined 2 or 3 times each with 200 photos. Treatment with boiled H_2O_2, 10 wt %, 10 minutes was enough to clean the surface. It was followed by acetone wiping to avoid contamination due to the treatment residues. This technique can be widely applied in the basic research of polished surfaces and in the observation of archaeological specimens for which color change cannot be allowed.

In theory, the method of continuous observation seems easy, but actually it was quite difficult. First, the specimen has to be fixed at the same angle for each observation. Microchipping produced during use and unexpected accidents can also damage the edge and interrupt the observations. To improve the situation, a dorsal ridge was used instead of flake edge for specimens, and the « edge » was rubbed gently to avoid microflaking. Therefore the amount of use shown by strokes in the figures is not comparable to what might be expected in actual use.

Observation at 3500x was found to be most effective, although 1000x is effective to observe alterations over a wider area. At more than 3500x, it is difficult to take continuous photos at the same spot, and errors in the angle of setting a specimen

greatly affect the interpretation of observed phenomena.

Results of the continuous observation are as follows. When we compare photos 2 and 3 in figure 7 with stereophotos, we find the domed area to the lower right of the two pits marked in photo 2 becomes the same elevation as the other area in 3. Were this alteration caused by deposition of some elements in the upper left area, the two tiny pits could not have survived. Wear at the lower right area is reasonable. We cannot determine whether the change is additional or attritional from the very minute change found in these photos because the specimen cannot be fixed in precisely the same angle at each time of the observation. However, when we compare no 1 with 4, wear is obvious. Wear is also confirmed in figure 8 : 1 and 2.

In these development processes of polished surfaces, two types of wear are confirmed. One is a cutting type which accompanies striation. The other is a fracture type which accompanies pitting. In figures 7 and 9, new pits are found to be produced. Strictly speaking, we cannot rule out the possibility that these pits were produced by H_2O_2 treatment. However, OLM observations show the process occurred during use. Under OLM, it has been demonstrated that dry hide working causes many pits and a large amount of wear. This may be related to the nature of dry hide.

I observed 10 specimens (5 specimens for grass, 3 for soaked antler, 2 for dry hide, 440 photos in all). The success of these observation depends on how the spot alters and if there are recognizable features at the spot. Furthermore, the interval of the observations has to be appropriate, neither too long nor too short. For these reasons, wear was not confirmed in all the photos. Still, at the very least, there was no evidence of thick surface layers being formed nor of surface flow occurring. However, we have to note that, with this method, it is impossible to interpret the phenomena occurring on the order of less than 1 µm.

Some problems with the silica gel theory

The apparent absence of striation on « corn gloss » is one of the important pieces of evidence against the « wear theory », but I can say that striations are present on polished surfaces. This apparent absence is due to inadequate observation, or because the striations are too fine to observe.

In the silica gel theory, water is assumed to become contained in the « polish » by chemical reaction. Another possibility is however that water acts as a lubricant. Thus, in abrasive wear, as defined in tribology, a lubricant brings the reverse lubricant effect and accelerates wear. We know, for example, that a kitchen knife can be sharpened most effectively with a whetstone and water.

Mansur-Franchomme's hypothesis on striation formation is also not supported by my observations. If striations on the surface disappear due to the surface flow, there must be a deep fluid layer compatible with the depth of striations which can be up to a few µm. However, such deep layers simply could not be detected on the examined surfaces. If such a flow does occur, the features said to be representative of worked materials disappear. The silica gel theory cannot explain why there are different « polish » types corresponding to worked materials. The existence of micro-residues is proposed as one of the agents, but these residues are too small in size and density to greatly affect the OLM image. This by itself is a contradiction that practitioners of the high power approach cite to support the silica gel theory.

It is possible that residues may adhere to the surface, but cannot sink into it because there is no layer to make this possible. Anderson-Gerfaud herself proved this in her paper of 1986, making reference to Andersen and Whitlow (1983)'s ion beam analysis. There the amorphous layer was found to be less than 1 µm. Also she detected transferential silicon by EDAX on bone implements used on plants, and cite this as an indirect evidence of the existence of transferential silica on stone implements. However, silicon was most heavily detected in depressions, and « the silicious residue material is much sparser and thinner, or none at all was detected, in smooth, flattened areas of the gloss surface of the tools » (Anderson-Gerfaud, 1986 : 74). This means that amorphous silica on the surface does not contribute to the smooth appearance. There must be a gel layer which is thicker than a few µm to catch plant opals and to flow out striations. Again, the silica gel theory fails.

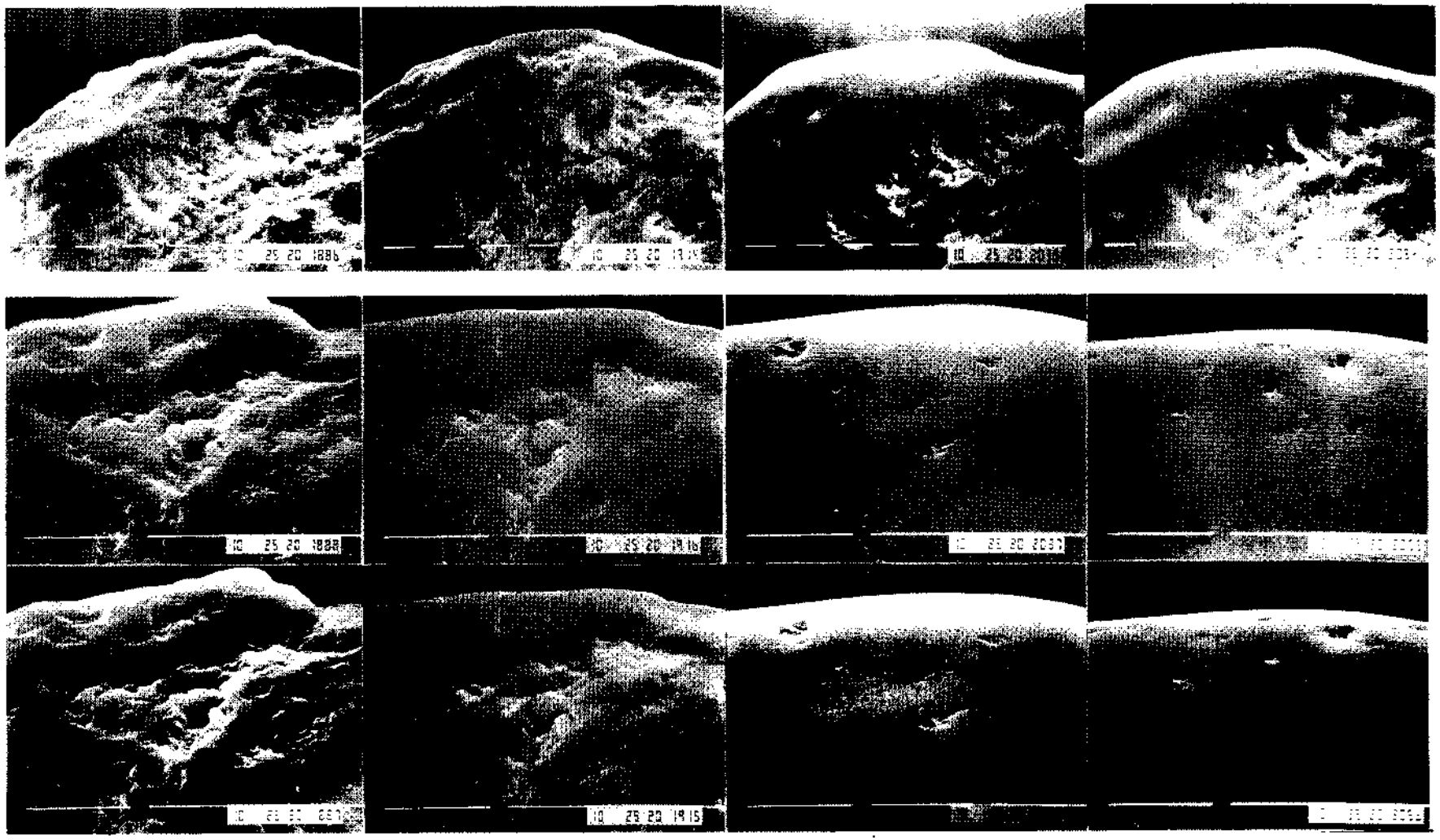


Fig. 7. Progressive development of polished surface. Lower series are stereo-photographies.

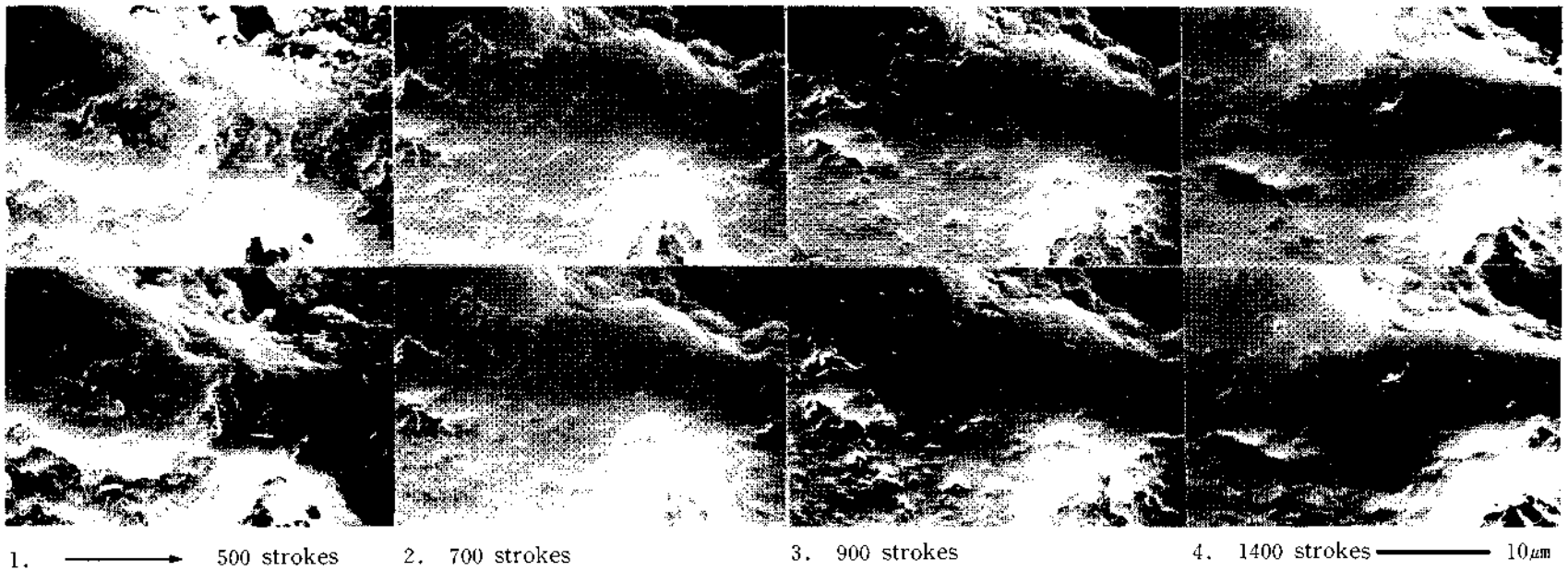


Fig. 8. Progressive development of a polished surface.

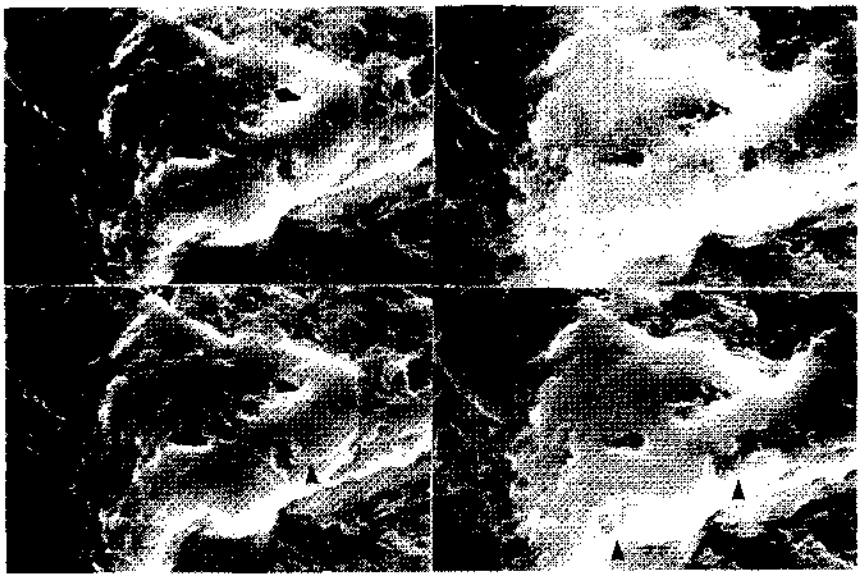


Fig. 9. Development of « fracture type » wear.

Discussion

From all the above results, it is evident that polished surfaces are produced by wear in the strict sense of the term. The mechanisms for the formation of smooth, mirror-like surfaces on the order of less than 1 μm, however, still remain unsolved. For the polishing process in tribology, there are multiple theories – abrasion in micro-scale, plastic flow, fusion, chemical reaction – to explain the phenomenon.

The features of polished surfaces of stone tools show those of abrasion, but the eminent fact that hard rock surfaces are abraded by relatively soft materials may support the possibility of chemical reaction as one of the possible mechanisms of glass polishing which Kamminga (1979) proposed for « use-wear polish ». That is, a hydrated, soft layer is formed on the surface, then removed by friction. However, Levi-Sala (in this volume) denies the possibility of hydration.

Relatively soft, highly viscous and elastic materials such as plants and hide tend to produce domed polished surfaces. Materials which have the opposite nature, bone and antler, tend to produce flat polished surfaces (fig. 10). Such features are basically common on various rock types (Midoshima, 1988). These facts indicate that diagnostic features of polished surfaces are mainly determined by 3 factors of the worked materials: its hardness, its viscous and elastic properties, and its surface texture. Grace (1989 : 60) predicted that all the polished surfaces finally become the same smooth, flat surface. However, there are qualitative differences in polished surfaces such as profile and frequency of pits.

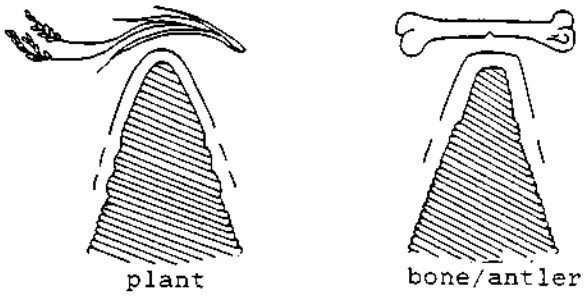


Fig. 10. Idealized profiles of a worn edge.

Conclusions

1. Diagnostic features of « use-wear polish » described with OLM are also recognizable with SEM. Profiles of polished surfaces are especially distinctive. « Bone and antler polish » tends to be flat, while « plant polish » tends to be domed. Identification of « polish » type is more difficult with SEM than with OLM because of the nature of the image.

2. The additive appearance of « polish » is an illusion caused by the nature of OLM as well as by microtopography and domed polished surfaces.

3. Polished surfaces show attritional appearances which actually consist of a number of striations.

4. The process that polishes surfaces has proved to be wear. Two types of wear were observed : a cutting type accompanied by striations and a fracture type accompanied by pits. Neither deposition of silica gel layer nor surface flow were observed with SEM.

5. The effect of moisture on « polish » development may be due to changes of the viscous and elastic properties of the worked materials to, a lubricant effect, to the acceleration of hydration, or to a combination of these three causes.

6. Diagnostic features of « polish » types are mainly produced by the hardness, the viscous and elastic properties, and the surface texture of the worked materials.

Acknowledgements

This paper is the revised edition of a paper published in Japanese (Yamada, 1986). I would like to thank Pr Muneaki Shimura, Pr Rokuro Sakagami, Dr Sakae Saito and Dr Tadashi Fukuda (the Institute of Material Science, Tohoku University) for their help and for permission to do SEM research. Jun Fujita helped me at the early stage of the work. Dr Kazuhiko Kashima taught me the technique of silver coating. Dr Kazuo Hokkirigawa gave comments on the Japanese paper. I wish to express my thanks to Pr Chosuke Serizawa, Pr Takashi Suto, Hiroshi Kajiwara and Kaoru Akoshima for their help and advice at the Dept. of Archaeology, Tohoku University. I thank Dr Roger Grace for giving me the opportunity to publish this study in English, and Dr Irene Levi-Sala and Dr Patricia Anderson-Gerfaud for their kind comments, and Pr Peter Bleed, University of Nebraska, for correcting the English of the paper.

' *The Commission of Buried Cultural Properties on Campus, Tohoku University, Katahiracho, Sendai, 980 Japan.*

Bibliography

AKOSHIMA (K.), KAJIWARA (H.), 1984.– Lithic use-wear analysis and its objectification. *Archaeological Journal* (in Japanese), 227, p. 12-17.

ANDERSEN (H.), WHITLOW (H.), 1983– Wear traces and patination on Danish flint artifacts. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 218, p. 468-474.

ANDERSON (P.), 1980– A testimony of prehistoric tasks : Diagnostic residues on stone tool working edges. *World Archaeology*, 12, p.181-194.

ANDERSON-GERFAUD (P.), 1986.– A few comments concerning residue analysis of stone plant processing tools. *In* : L. R. Owen and G. Unrath (Ed.), *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*. Tübingen, *Early Man News* 9.10.11, p. 69-81.

BAMFORTH (D.), 1988.– Investigating microwear polishes with blind tests : The Institute results in context. *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 11-23.

DEL-BENE (T.), 1979.– Once upon a striation : current models of striation and polish formation. *In* : B. Hayden (Ed.), p. 167-177.

DIAMOND (G.), 1979.– The nature of so-called polished surfaces on stone artifacts. *In* : B. Hayden (Ed.), p. 159-166.

GRACE (R.), 1989.– *Interpreting the Function of Stone Tools. The Quantification and Computerisation of Microwear Analysis*. London, BAR International Series, 474.

HAYDEN (B.) (Ed.), 1979.– *Lithic Use-Wear Analysis*. Academic Press, New York.

HURCOMBE (L.), 1988.– Some criticisms and suggestions in response to Newcomer *et al.* (1986). *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 1-10.

KAJIWARA (H.), AKOSHIMA (K.), 1981.– An experimental study of microwear polish on shale artifacts (in Japanese ; English summary). *Kokogaku Zasshi*, 67, fasc. 1, p. 1-36.

KAMMINGA (J.), 1979.– The nature of use-polish and abrasive smoothing on stone tools. *In* : B. Hayden (Ed.), p. 143-157.

MANSUR-FRANCHOMME (M.-E.), 1983.– Scanning electron microscopy of dry hide working tools : The role of abrasives and humidity in microwear polish formation. *Journal of Archaeological Science*, 10, p. 223-230.

MASSON (A.), COQUEUGNIOT (E.), ROY (S.), 1981.– Silice et traces d'usage : Le lustre des faucilles. *Nouvelles archéologiques du Musée d'histoire naturelle de Lyon*, 19, p. 43-51.

MEEKS (N.), SIEVEKING (G.), TITE (M.), COOK (J.), 1982.– Gloss and use-wear traces on flint sickles and similar phenomena. *Journal of Archaeological Science*, 9, p. 317-340.

MIDOSHIMA (T.), 1988.– Microwear and lithic raw materials - Microwear polishes formed on experimental chert, sanukite and green tuff tools (in Japanese ; English summary), *Kokogaku Zasshi*, 74, fasc. 2, p. 1-28.

NEWCOMER (M.), GRACE (R.), UNGER-HAMILTON (R.), 1988.– Microwear methodology : A reply to Moss,

Hurcombe and Bamforth. *Journal of Archaeological Science*, 15, p. 25-33.

OECD, 1969.– *Glossary of Terms and Definition in the Field of Friction, Wear and Lubrication*.

REES (D.), WILKINSON (G.), ORTON (C.), GRACE (R.), 1988.– Fractal Analysis of digital images of flint microwear. *In* : S. P. Q. Rahtz (Ed.), *Computer and Quantitative Methods in Archaeology*, BAR international Series, 466 (i), p. 177-183.

SEMENOV (S.), 1964.– *Prehistoric Technology*. Translated by M. W. Thompson, Corry, Adams & Mackay, London.

UNGER-HAMILTON (R.), 1984.– The formation of use-wear polish on flint : Beyond the « deposit versus abrasion » controversy. *Journal of Archaeological Science*, 11, p. 91-98.

VAUGHAN (P.), 1981.– *Lithic Microwear Experimentation and the Functional Analysis of a Lower Magdalenian Stone Tool Assemblage*. Ph. D. Thesis, The University of Pennsylvania.

YAMADA (S.), 1986.– The formation process of use-wear polish (in Japanese ; English summary). *Archaeology and Natural Science*, 19, p. 101-123.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

The method of description for polished surfaces

Shoh YAMADA, Atsushi SAWADA***

RÉSUMÉ

Nous présentons ici un essai de description objective et quantitative des « polis » d'usage. Fondés sur l'étude des processus de formation, quelques attributs semblant importants ont été choisis : profils, type de répartition, homogénéité, micro-trous, stries, etc. En combinant ces attributs, on décrit des « polis » expérimentaux sans utiliser la nomenclature telle que « poli de végétaux » ou encore « poli de peau » adaptée aux types de matériaux. Il semble qu'il existe une corrélation entre ces attributs et les différents matériaux travaillés. L'informatisation de ce procédé de description et d'identification fournira un système d'identification de « poli d'usage » plus scientifique.

ABSTRACT

This is an attempt to present an objective and quantitative description of « use-wear polish ». Based on the studies of formation process, several attributes which seemed important to describe polished surface were selected, such as profiles, distribution pattern, smoothness, pits, striations, etc. Experimental « polishes » were described by a combination of these attributes, without resorting to such names as « plant polishes » and « hide polishes » after the worked material. The attributes appear to correlate with worked materials. Computerization of this description and identification process will realize a more scientific system of « use-wear polish » identification.

Introduction

This is an attempt to present an objective and quantitative description of polished surfaces. First, we explain the purpose and design of studies, then the method and results are presented. Finally, the prospect of computer image analysis of use-wear surfaces is presented.

Recently, a negative opinion on the high power approach to use-wear analysis has been presented by Newcomer and his colleagues at the London Institute (Newcomer, *et al.*, 1986, Grace 1989). They question whether the « polish » types actually represent worked material types. This has become the most crucial problem in current lithic use-wear studies.

Most researchers agree that the correspondence between different « polish » types, often given names like « plant polish », « bone polish » and the like, do not refer exclusively to actual worked materials. The problem is the actual degree of the correspondence.

Grace (1989 : 60-61) presents the idea that « polish » types cannot be assigned to worked material types as has been believed so far, but rather to the different degrees of « polish » development.

Both those who believe « polish » types reflect worked materials and those who do not use blind tests to support their positions. However, success rates in blind tests depend heavily on the condition of each experiment, so this method cannot directly answer this problem. Rather than depend on such imprecise external methods, the correspondence between « polish » types and worked material types should ideally be measured directly.

There is an initial logical question presented by the high power approach. That is, since « polish » types are named after worked materials, the method confuses description and interpretation. The classification of « polish » should be separated from worked materials, then statistical correspondence between the « polish » types and worked materials should be examined. The researchers of Tohoku University have been using such an approach (Kajiwara, Akoshima, 1981 ; Serizawa, *et al.*, 1981). However, in practice, the definition of each type is not entirely clear and not based on specified attributes, only on vague impressions.

Like Grace (1989) we believe that description should proceed from interpretation, but feel that empirically defined « polish » types do correspond to the materials worked. Furthermore, we agree on Grace's « multi-variate (or multi-dimensional) approach » (Grace, *et al.*, 1988 ; Grace, 1989 ; see also Knutsson's approach to quartz use-wear 1986,1988a), which suggests that use-wear should be described in terms of several features. Computer image analysis offers an objective means of solving use-wear problems, although the computer analyses carried out so far have not brought the good results we might expect (Grace, *et al.*, 1985 ; Newcomer, *et al.*, 1986 ; Knutsson, 1988b, 1988c). This does not necessarily mean that « polish » types do not represent worked materials, but may only indicate the possibility that the program of analysis was not appropriate. The existing programs which were developed for other fields have been used for analysis of polished surfaces, but based on published results we could not specify the attributes of polished surface that these programs measured.

For accurate description of polished surfaces, the selection of attributes is the most important problem. Optical « polish » types are not illusions but correspond to actual surface topography of polished surfaces as Yamada demonstrated in this volume. Based on the results, we have selected some attributes which are important for description of polished surfaces.

Although our final goal is to achieve the computerization of measurement and interpretation of polished surfaces, we have not reached that stage. As a primary step, we have prepared visual descriptions of various polished surfaces based on their attributes. We then used those descriptions to examine the correspondence of « polish » and the material worked.

Attributes for describing polished surface

To begin our work, we considered the attributes that are essential for description of polished surfaces with the optical microscope.

Based on the results of previous SEM observation and wear theory on « polish » formation (Yamada in this volume), it is deduced that the hardness, the viscous and elastic properties, and the surface texture of worked materials, have a significant effect on the morphology of polished surfaces ; hard materials such as bone and antler tend to produce flat surfaces, and because of their low viscous and elastic properties polished areas do not develop well in depressions. On the other hand, soft materials such as plant and hide tend to produce domed polished surface which also invade depressions. Therefore, surface *profile* and *invasiveness in depressions* were first chosen as diagnostic features of polished surfaces. We think that one reason why the London Institute partially succeeded in differentiating « polishes » by computer images might be that their programs could measure the *profiles* and *invasiveness in depressions* from gray tone distribution of the images.

We must also specify the scale of observable features. Based on our experience, we have selected

two different scales of features : macro-scale features are identified on the order of 100-200 μm, while the micro-scale features are on the order of 20-30 μm.

For all the following attributes, observations were made at 200x in areas where « polish » was most developed.

Profiles are observed by optical microscope, using the three categories, 1) domed, 2) flat and 3) intermediate (fig. 1). The last one is provided for indistinguishable cases. One reason we describe *profiles* in both macro-scale and micro-scale is to minimize the influence of the profile of the original surface.

Invasiveness in depressions was observed in the micro-scale only, that is, in features of the order of 20-30 μm, and described as 1) massive, 2) slight or 3) intermediate (fig. 1).

Based on wear theory, we predicted that distribution of the polished area would be affected by the type of worked materials. This is because if the material is hard, the contact area will be restricted. To confirm this, we select *invasiveness from the edge line* (fig. 1), *distribution pattern* and

Attributes	Category	Scale	Causal Factor of worked materials
Invasiveness from edge	1 Edge Only 2 < 200 μm 3 < 500 μm 4 < 1.0 mm 5 1.0 mm < 6 Away from edge	Macro	Hardness Viscous and elastic properties
Micro profile	1 Domed 2 Intermediate 3 Flat	Micro	Hardness
Micro profile	1 Domed 2 Intermediate 3 Flat	Macro	Hardness
Invasiveness in depressions	1 Massive 2 Intermediate 3 Slight 0 100 μm	Micro	Hardness Viscous and elastic properties

Fig. 1. Standard definitions developed for this research (1).

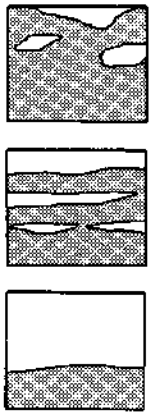
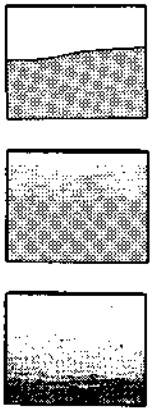
Attributes	Category	Scale	Causal Factor of worked materials
Distribution pattern	1 Extensive 2 Linear 3 Spotty 	Macro	Hardness Viscous and elastic properties
Invasive pattern	1 Distinct 2 Intermediate 3 Gradual 	Macro	Hardness Viscous and elastic properties
Smoothness of polished surface	1 Smooth 2 Intermediate 3 Rough	Macro	Surface texture
Amount of pits	1 Many 2 Intermediate 3 Few	Micro	Surface texture

Fig. 2. Standard definitions developed for this research (2).

Attributes	Category	Scale	Causal Factor of worked materials
Striation type	1 Filled-in 2 Grooved 3 Linear polish 4 Extremely fine	Micro	Surface texture
Amount of wear	1 Heavy 2 Light 3 Not detected	Macro	Hardness

Fig. 3. Standard definitions developed for this research (3).

invasive pattern (fig. 2). All of these are macro-scale features.

Invasiveness from the edge is the maximum distance of « polish » invasion from the used margin. *Distribution pattern* refers to the horizontal pattern in which a polished area develops. This is also affected by the original surface topography. *Invasive pattern* refers to the transition pattern from the polished to the unaltered area. These three features describe the distribution of the polished area that will as well be affected by the nature of worked materials and the amount of work done.

The surface texture of worked materials will affect such features as *smoothness* of the polished surface, *amount of pits* (fig. 2), and *striation type* (fig. 3).

The *smoothness* of polished area can be deduced as a feature which represents the degree of polishing in micro-scale. This quantity is difficult to measure objectively with the optical microscope.

The *amount of pits* is also considered to be related to the surface texture of worked materials. For example, dry hide working causes many pits. Of course, under the microscope we cannot distinguish pits produced by wear from remnants of original depressions which may have been on the polished area. *Striation type* is described in figures 3 and 8.

Amount of wear refers to the visual degree of macro-scale loss of the edge tip.

We also measured the degree of *« polish » development* which can be affected by the amount of work as well as type of worked materials. This feature also refers to *invasiveness from the edge* and *distribution pattern* listed above. However, to examine Grace's idea that « polish » type relates to the duration of work rather than material type, we select « polish » development using Grace's description.

Results

With these variable definitions, we next examine the actual correspondence of worked materials and the above features on 122 experimental specimens made of siliceous shale.

Through our experiments, we confirmed a clear correspondence between the type of worked materials in all ten attributes categories examined above, that is, 1) *invasiveness from the edge*, 2) *micro-profile*, 3) *macro-profile*, 4) *invasiveness in depressions*, 5) *distribution pattern*, 6) *invasive pattern to edge*, 7) *smoothness*, 8) *amount of pits*, 9) *striation type*, 10) *amount of wear*.

The results are shown in figures 4 to 6, according to worked materials and motions. The tables in figures show the number of experimental specimens showing each category of features. In the case of a cutting/sawing motion, features on both surfaces of edges were counted, so that the number of specimens are doubled.

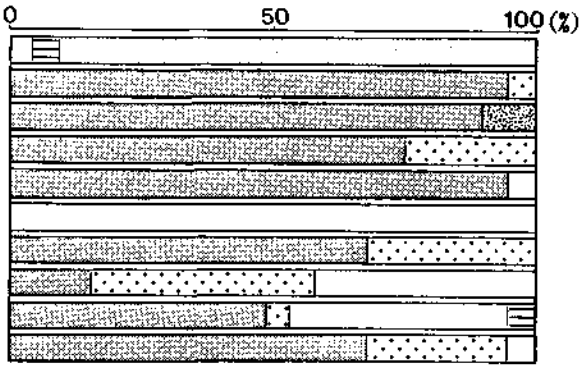
For tools used on non-woody plants, marked *invasiveness from the edge line* is distinctive. Also, *the amount of wear* is large. Other features are similar to those of wood (fig. 4 and 5). For wood working, however, the intermediate type of *invasiveness in depressions* is much more often observed than in the case of non-woody plants. Polished surfaces produced by wood and non-woody plants are similar in their *profiles* and *smoothness*, but different in *distribution pattern* and in *amount of wear* (fig. 5).

Polished surfaces produced by hide are similar to other soft materials in massive *invasiveness in depressions* but different in *smoothness*, *amount of pits* and *grooved* type of striations (fig. 4).

As for bone and antler working, the most distinctive feature is the *profile* of polished surfaces. *Extremely fine* type of striations are also one of the distinctive features of this use. There are also

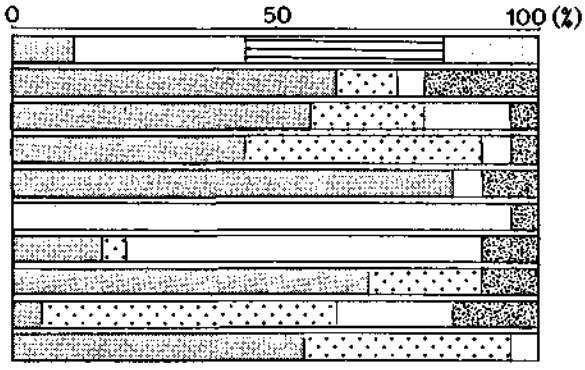
Cutting/Sawing non woody plants. Number of specimens = 11

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	0	0	1	1	19	0	0
Micro profile	20	1	0	-	-	-	0
Macro profile	19	0	0	-	-	-	2
Invasiveness in depressions	16	5	0	-	-	-	0
Distribution pattern	20	0	1	-	-	-	0
Invasive pattern	0	0	21	-	-	-	0
Smoothness of polished surface	14	7	0	-	-	-	0
Amount of pits	3	9	9	-	-	-	0
Striation type	10	1	9	1	-	-	0
Amount of wear	14	6	1	-	-	-	0



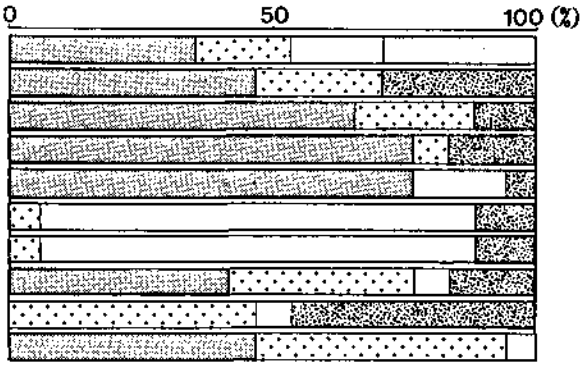
Cutting/Sawing hide. N = 9

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	2	0	6	7	3	0	0
Micro profile	11	2	1	-	-	-	4
Macro profile	10	4	3	-	-	-	1
Invasiveness in depressions	8	8	1	-	-	-	1
Distribution pattern	15	0	1	-	-	-	2
Invasive pattern	0	0	17	-	-	-	1
Smoothness of polished surface	3	1	12	-	-	-	2
Amount of pits	12	4	0	-	-	-	2
Striation type	1	10	4	0	-	-	3
Amount of wear	10	7	1	-	-	-	0



Scraping/Whittling hide. N = 17

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	6	3	3	5	0	0	0
Micro profile	8	4	0	-	-	-	5
Macro profile	11	4	0	-	-	-	2
Invasiveness in depressions	13	1	0	-	-	-	3
Distribution pattern	13	0	3	-	-	-	1
Invasive pattern	0	1	14	-	-	-	2
Smoothness of polished surface	0	1	14	-	-	-	2
Amount of pits	7	6	1	-	-	-	3
Striation type	0	8	1	0	-	-	8
Amount of wear	8	8	1	-	-	-	0



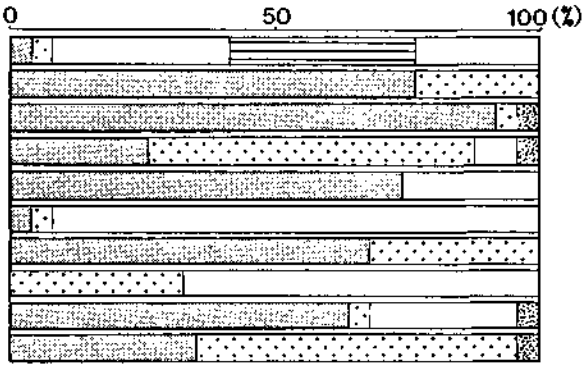
Key

Category	1	2	3	4	5	6	7
Graph							
Invasiveness from edge	Edge only	< 200 µm	< 500 µm	< 1.0 mm	1.0 mm <	Away from edge	Unclear
Micro profile	Domed	Intermediate	Flat				Unclear
Macro profile	Domed	Intermediate	Flat				Unclear
Invasiveness in depressions	Massive	Intermediate	Slight				Unclear
Distribution pattern	Spotty	Linear	Extensive				Unclear
Invasive pattern	Distinct	Intermediate	Gradual				Unclear
Smoothness of polished surface	Smooth	Intermediate	Rough				Unclear
Amount of pits	Many	Intermediate	Few				Unclear
Striation type	Filled-in	Groved	Linear polish	Extemely fine			Unclear
Amount of wear	Heavy	Light	Not detected				Unclear

Fig. 4. Polished surface features divided according to worked material types (1). Features on both surfaces were counted for edges used in cutting motions.

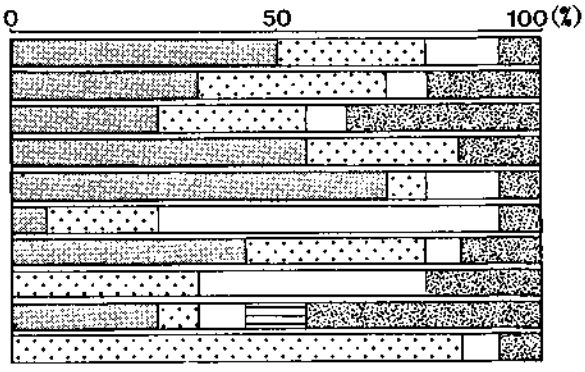
Cutting/Sawing wood. N = 11

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	1	1	7	8	5	0	0
Micro profile	17	5	0	-	-	-	0
Macro profile	20	1	0	-	-	-	1
Invasiveness in depressions	6	13	2	-	-	-	1
Distribution pattern	16	0	6	-	-	-	0
Invasive pattern	1	1	20	-	-	-	0
Smoothness of polished surface	15	7	0	-	-	-	0
Amount of pits	0	7	15	-	-	-	0
Striation type	14	1	6	0	-	-	1
Amount of wear	8	13	0	-	-	-	1



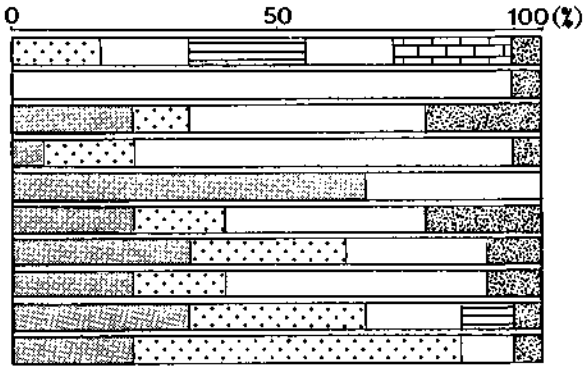
Scraping/Whittling wood. N = 14

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	7	4	2	0	0	0	1
Micro profile	5	5	1	-	-	-	3
Macro profile	4	4	1	-	-	-	5
Invasiveness in depressions	8	4	0	-	-	-	2
Distribution pattern	10	1	2	-	-	-	1
Invasive pattern	1	3	9	-	-	-	1
Smoothness of polished surface	6	5	1	-	-	-	2
Amount of pits	0	5	6	-	-	-	3
Striation type	4	1	1	2	-	-	6
Amount of wear	0	12	1	-	-	-	1



Cutting/Sawing antler. N = 9

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	0	3	3	4	3	4	1
Micro profile	0	0	17	-	-	-	1
Macro profile	4	2	8	-	-	-	4
Invasiveness in depressions	1	3	13	-	-	-	1
Distribution pattern	12	0	6	-	-	-	0
Invasive pattern	4	3	7	-	-	-	4
Smoothness of polished surface	6	5	5	-	-	-	2
Amount of pits	4	3	9	-	-	-	2
Striation type	6	6	3	2	-	-	1
Amount of wear	4	11	2	-	-	-	1



Scraping/Whittling antler. N = 11

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	3	4	1	0	1	2	0
Micro profile	0	0	9	-	-	-	2
Macro profile	0	2	8	-	-	-	1
Invasiveness in depressions	1	0	9	-	-	-	1
Distribution pattern	5	0	5	-	-	-	1
Invasive pattern	4	1	5	-	-	-	1
Smoothness of polished surface	5	3	1	-	-	-	2
Amount of pits	1	2	7	-	-	-	1
Striation type	2	2	1	5	-	-	1
Amount of wear	0	10	1	-	-	-	0

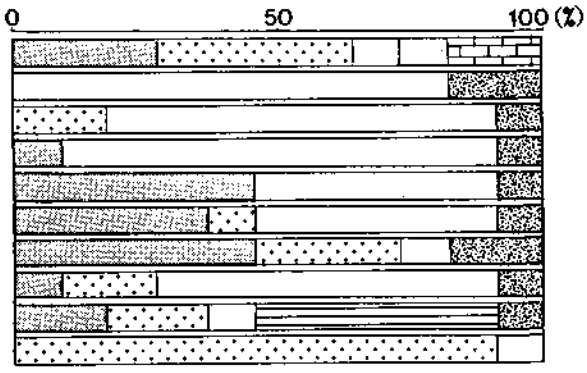


Fig. 5. Polished surface features divided according to worked material types (2).
Features on both surfaces were counted for edges used in cutting motions. See key in fig. 4.

differences produced by the cutting motion and the scraping motion. It seems difficult to distinguish bone from antler, based on the features of polished surfaces (fig. 5 and 6).

We did not complete enough experiments on meat to obtain clear results.

Our test offered some insights into the relation between the « polish » development and other features of polished surfaces. Although we have not yet tested the results statistically, we could not observe combinations of features representative of worked material types on undeveloped surfaces (such as A and A+ in Grace's description). However, such features seemed to become clear as the polished surface developed. Therefore, we think that features of polished surfaces are more closely related to the type of worked material than to the duration of work.

Our tests convince us that we can use polished surfaces as an informative evidence of worked materials. Furthermore, if we use the statistical correspondence between the combination of features and worked materials as a base, we will be able to make a more scientific inference of worked materials.

The next step requires development of more objective measures of each attribute through the use of computers and the establishment of a system that makes possible inferences based on the statistical results of experiments.

Perspective of computer image analysis

To realize the complete quantification of the analytical process, we have to develop a computer image analysis program. Since we have just begun to develop it, in this paper, we only introduce the program we are trying to adapt to use-wear research.

The computer system available to us is IP-1000 developed by Asahi-Kasei Incorporated, Japan. We found some of the programs were available for our purposes.

The texture analysis of IP-1000 calculates the texture of an area in terms of gray levels of the image. The development degree of the polished area can therefore easily be calculated with this program.

Cutting/Sawing bone. N = 7

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	2	1	3	3	3	1	1
Micro profile	0	2	11	-	-	-	0
Macro profile	1	3	9	-	-	-	1
Invasiveness in depressions	0	0	13	-	-	-	1
Distribution pattern	7	0	6	-	-	-	1
Invasive pattern	8	3	2	-	-	-	1
Smoothness of polished surface	3	9	1	-	-	-	1
Amount of pits	0	5	8	-	-	-	1
Striation type	5	6	1	1	-	-	1
Amount of wear	3	10	1	-	-	-	0

Scraping/Whittling bone. N = 12

Attributes	Category						
	1	2	3	4	5	6	7
Invasiveness from edge	5	2	1	0	0	2	2
Micro profile	0	1	9	-	-	-	2
Macro profile	1	1	7	-	-	-	3
Invasiveness in depressions	0	3	7	-	-	-	2
Distribution pattern	2	0	8	-	-	-	2
Invasive pattern	7	3	0	-	-	-	2
Smoothness of polished surface	5	5	0	-	-	-	2
Amount of pits	0	1	9	-	-	-	2
Striation type	3	0	0	6	-	-	2
Amount of wear	1	6	2	-	-	-	2

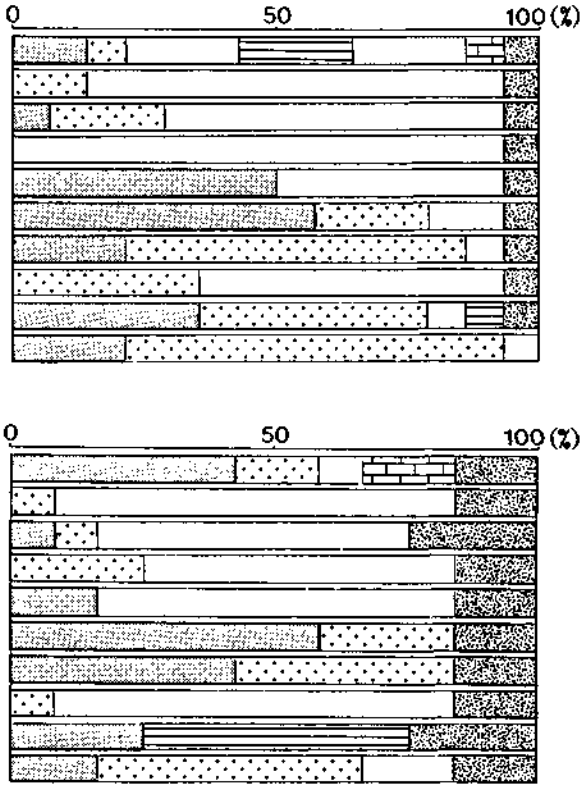


Fig. 6. Polished surface features divided according to worked material types (3).
Features on both surface were counted for edges used in cutting motions. See key in fig. 4.

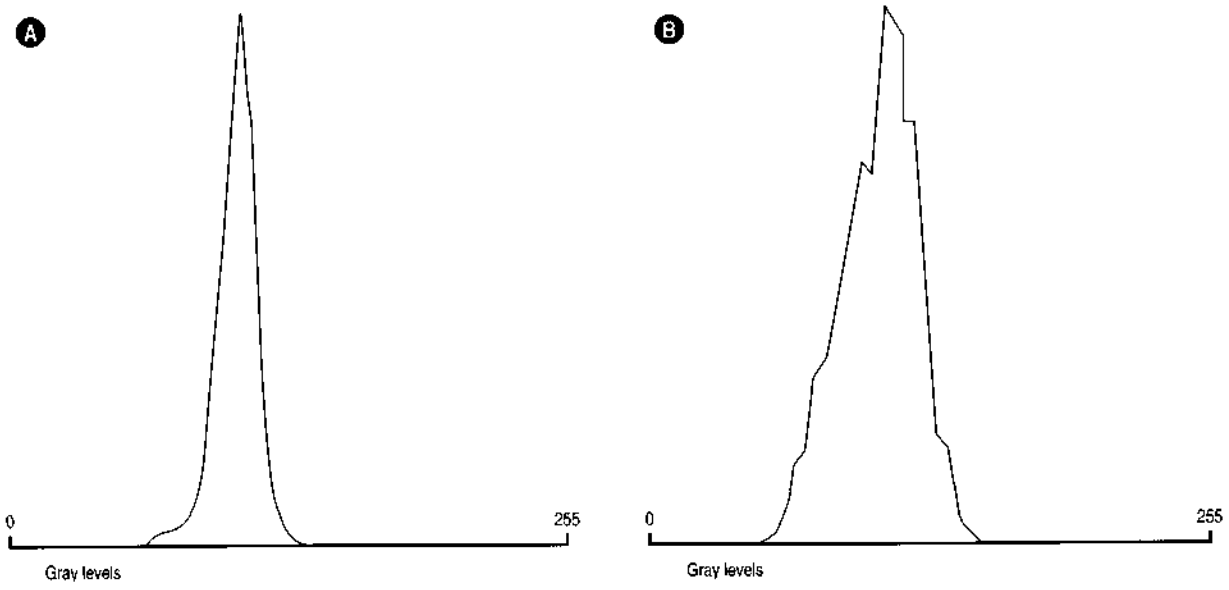


Fig. 7. Histograms of « gray levels » of polished surfaces. This is an alternative way of considering the « smoothness » of polished surfaces. **A.** Smooth. **B.** Rough. These « gray levels » were measured in 25 µm squares.

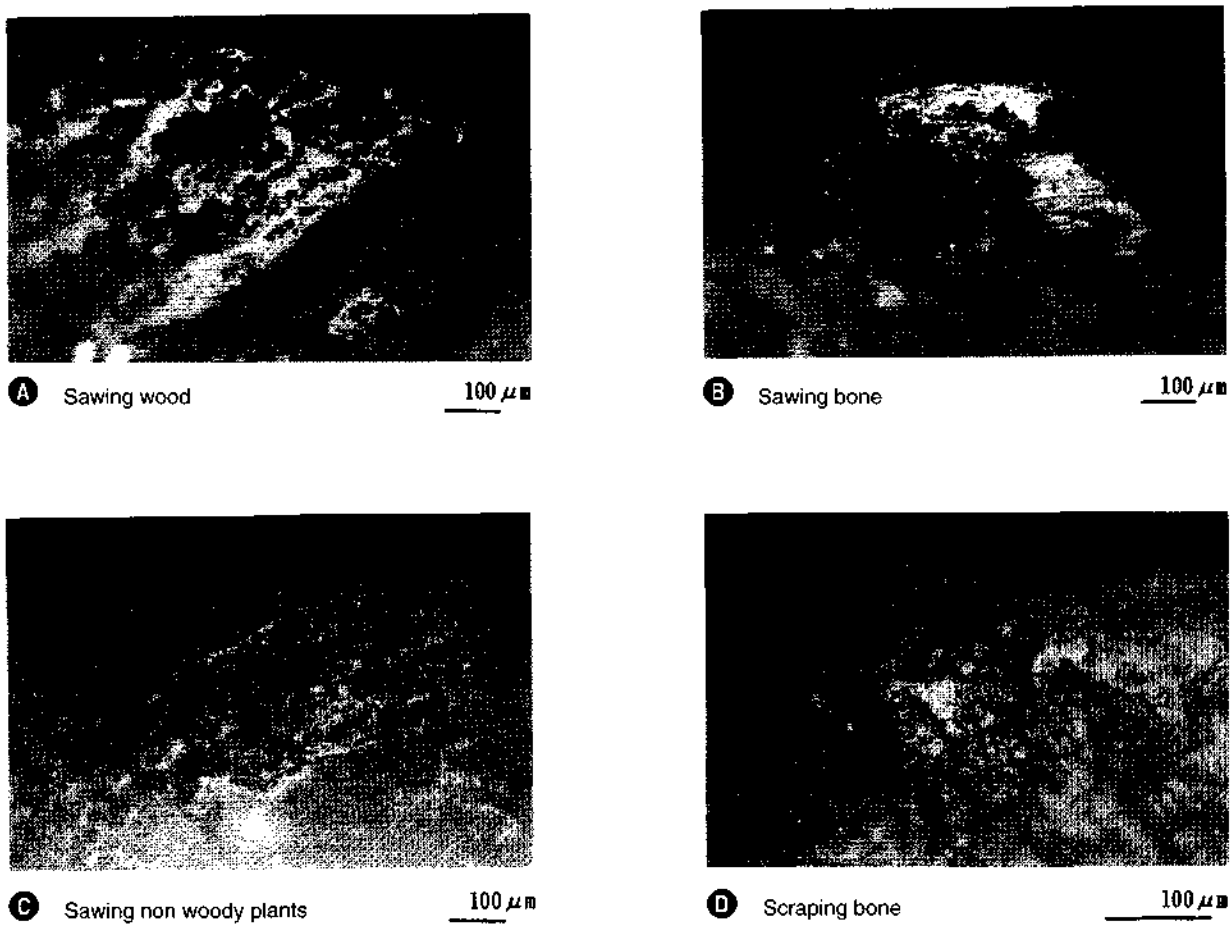


Fig. 8. Different striation types on experimental tools. **A.** « Filled-in » striation. **B.** « Grooved » striation. **C.** « Linear polish » striation. **D.** « Extremely fine » striation.

The combination of texture analysis and particle analysis of the IP-1000 makes it possible to measure the gray level in a given small area, thus allowing for the measurement of the *profiles*, the *distribution pattern*, the *smoothness* (fig. 7), and the *amount of pits* on a surface.

The tone display makes a graph of gray level along a given line. This makes it possible to evaluate the *distribution pattern* and the *smoothness* of a surface as a supplement to texture analysis.

As stated above, what we are trying to do is to computerize the identification of specified attributes of polished surfaces. We think that utilization of existing programs that do not fully accommodate the nature of polished surfaces is unsatisfactory. Ultimately we need to develop a program especially designed for analysis of polished surfaces.

Conclusion

Some attributes of polished surfaces appear to correlate with worked materials. These attributes include the following : 1) *invasiveness from the edge*, 2) *micro-profiles*, 3) *macro-profiles*, 4) *invasiveness in depressions*, 5) *distribution pattern*, 6) *invasive pattern to edge*, 7) *smoothness*, 8) *amount of pits*, 9) *striation type*, 10) *amount of wear*. We must emphasize that the correlation is imperfect rather than one-to-one. This situation deserves more examination and statistical analysis.

Computerization of this description and identification process will create a more scientific inference system of use-polished surfaces.

Terms like « plant polish » and « hide polish » are not very useful and should, perhaps, be abandoned. Originally, they were thought to be nothing but labels provided for description and convenience. However, as they have developed, they have mistakenly come to be used as if they were actually existent, so that all current discussion cannot be free from misconception. In place of such labeling, it seems more useful to describe worn surfaces of stone tools – in English or French or Japanese – in terms of objective variables that various analyses can recognize and understand. We hope that the variables we have presented here are of that type.

Acknowledgement

The idea of this study was grown out of discussions with Dr Roger Grace, who visited Tohoku University in 1988. It is also based on work which has been developed in the Department of Archaeology at Tohoku University, where use-wear study was introduced in 1978 by Pr Chosuke Serizawa. If our work has merit, it is largely due to the program Pr Serizawa established. We would like to thank Pr Hideaki Takahashi and Dr Kinji Tamagawa, the Institute of Fracture Mechanics at Tohoku University for permission for the use of the image analyzer. We wish to express our thanks to Pr Takashi Sudo for his advice and support, and Pr Peter Bleed for correcting the English of the paper.

* *The Commission of Buried Cultural Properties on Campus, Tohoku University, Katahiracho, Sendai 980, Japan.*
** *Department of Archaeology, Faculty of Arts and Letters, Tohoku University, Sendai 980, Japan.*

Bibliography

GRACE (R.), 1989.– *Interpreting the Function of Stone Tools. The Quantification and Computerization of Microwear Analysis*. London, BAR International Series, 474.

GRACE (R.), ATAMAN (K.), FABREGAS (R.), HAGGERN (C. M. B.), 1988.– A multi-variate approach to the functional analysis on stone tools. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie*. London, BAR International Series, 411-2, p. 217-230.

GRACE (R.), GRAHAM (I. D. G. G.), NEWCOMER (M. H.), 1985.– The quantification of microwear polishes. *World Archaeology*, 17, p. 112-120.

KAJIWARA (H.), AKOSHIMA (K.), 1981.– An experimental study of microwear polish on shale artifacts (in Japanese ; English summary). *Kokogaku Zasshi*, 67, fasc. 1, p. 1-36.

KNUTSSON (K.), 1986.– SEM analysis of wear features on experimental quartz tools ; *In* : L. R. Owen, G. Unrath (Ed.), *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*. Tubingen, Early Man News 9.10.11, p. 35-46.

KNUTSSON (K.), 1988a.– *Patterns of Tool Use. Scanning Electron Microscopy of Experimental Quartz Tools*. AUN 10, Uppsala, Societas Archaeologica Upsaliensis.

KNUTSSON (K.), 1988b.– Patterns of tool use. The micro-wear analysis of the quartz and flint assemblage from the Bjurselet site, Västerbotten, Northern Sweden. *In* : S. Beyries (Éd.), *Industries Lithiques. Tracéologie et Technologie*. London, BAR International Series, 411-1, p. 253-294.

KNUTSSON (K.), 1988c.– *Making and Using Stone Tools. The Analysis of the Lithic Assemblages from Middle Neolithic Sites with Flint in Västerbotten, Northern Sweden*. AUN 11. Uppsala, Societas Archaeologica Upsaliensis.

NEWCOMER (M. H.), GRACE (R.), UNGER-HAMILTON (R.), 1986.– Investigating microwear polishes with blind tests. *Journal of Archaeological Science*, 13, p. 203-217.

SERIZAWA (C.), KAJIWARA (H.), AKOSHIMA (K.), 1981.– Experimental study of microwear traces and its potentiality (in Japanese ; English summary). *Archaeology and Natural Science*, 14, p. 67-87.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Caracterización de los micropulidos de uso : ejemplo de aplicación del análisis de imágenes digitalizadas

Asunción VILA, Francesc GALLART***

Résumé

Il est fondamental en archéologie d'aboutir à des descriptions objectives des critères utilisés à fin de les rendre vérifiables et, autant que possible, quantifiables, et par conséquent fiables. Dans l'analyse fonctionnelle ce besoin est déjà urgent, car l'utilisation généralisée des descriptions subjectives est à l'origine de graves erreurs, accordant au « maître » ou à l'expérience un poids excessif. Nous proposons l'application de l'Analyse d'Images Digitalisées comme exemple d'une des voies possibles à suivre. Cet exemple concret concerne le micropoli. En prenant directement l'image du microscope on isole des zones pour analyser leur ton, leur dimension et leur contour. L'étude a été faite sur 60 zones de micropoli, appartenant à 5 outils expérimentaux. Nous avons réussi à obtenir 6 variables, avec peu de corrélation, qui permettent de décrire chacune de ces zones ; une de ces variables, au moins, nous permet de distinguer entre chaque paire d'utilisations comparées. Les résultats suggèrent qu'il serait possible, à partir de l'AID, de faire des associations probabilistes entre des micropolis et des matériaux travaillés.

Abstract

The purpose of this paper is to show one of the possible uses of Digital Image Analysis applied to microwear research, as a means to obtain objective descriptions of the criteria used in the identification of use-wear traces. This particular example concerns microwear polish. The employed analysis technique starts by taking the image directly from the microscope, which means without the intermediary of photographs. This procedure permits to isolate particular zones in order to define their outline. From there, it is possible to analyse their tone and their area, as well as to calculate the relationship between them. This study was carried out on 60 microwear polish zones, corresponding to 5 experimental tools. Six variables with low correlation were thus obtained, allowing to describe each zone. In each case one of them at least permits to distinguish between each pair of compared utilisations. These results suggest that it would be possible to make, by means of Digital Image Analysis, probabilistic associations between microwear polishes and worked materials.

La incorporación (siendo optimistas) de técnicas matemáticas e informáticas a la Arqueología, desde la simple cuantificación y gráficos sencillos de los años 40 hasta la asimilación de la informática

propia de los 80, ha sido en parte el resultado de otra incorporación previa : la de las técnicas y/o ciencias auxiliares.

La aplicación sistemática de variadas técnicas, más o menos complejas según los casos, provocó un aumento considerable de datos a tratar, sólos y conjuntamente. La posibilidad de usar la informática para su tratamiento implicó cambios importantes respecto a cómo recoger y describir estos datos.

Para empezar, las descripciones debían objetivarse, es decir, los criterios usados deben ser contrastables y/o cuantificables para poder ser fiables (criterio decisivo para poder ser útiles).

Por su parte, los avances tecnológicos externos a la Arqueología posibilitan cada vez más esta objetivación/cuantificación para cualquier tipo de datos, por imposible que pareciera.

El problema de las descripciones es básico en Arqueología. Las descripciones de los datos publicados en nuestros trabajos son tomadas, lo pretenda o no la autora o autor, como base o comparación para otros muchos estudios e incluso interpretaciones.

Si las descripciones, que pasan ya a definiciones, no son objetivas no son fiables, criterio decisivo a la hora de que lo sean las posteriores interpretaciones pues la solidez o no de los datos-base tiene un peso fundamental en la riguriosidad/fiabilidad tanto de las comparaciones como de la interpretación final.

El problema se agudiza cuando descripciones subjetivas son publicadas con el ánimo de que se conviertan en patrones. La acumulación de errores pronostica un abultado error final. Aunque el encadenamiento lógico entre datos y conclusiones sea impecable, la conclusión final está viciada desde el principio, desde la misma descripción del objeto. Si se trabaja con datos no fiables tampoco lo es la conclusión a la que llegamos desde estos datos.

Las descripciones subjetivas provocan inmediata y fácilmente interpretaciones personales : todo el mundo entiende lo que le interesa y nadie entiende lo mismo. Entramos así en otro problema : la poca operatividad real de esas descripciones.

Al anterior problema le sigue otro : para ser entendidas tienen que ser explicadas. Nadie puede trabajar con descripciones que usan criterios relativos ; sólo a fuerza de repetirlos pueden llegar a tener algún sentido, porque « lo ves ». Se hace imprescindible el magisterio directo ; un arqueólogo/a es « de fiar » si tiene experiencia, es decir, si ha estado a la sombra directa de un gran maestro.

Una solución para evitar estas subjetividades, para transmitir información objetiva, parecería que fuera, en algunos casos o problemática, el hacerlo a través de fotografías. Pero tampoco ésto es cierto : ni la fotografía ni el dibujo son buenos substitutos de la descripción analítica. Aparte de las dificultades técnicas para obtener y reproducir en publicaciones una buena imagen que sea útil (en todas las imágenes reales existe un componente de información auténtica y uno de « ruido » ; el más importante es sin duda la distorsión, siempre presente, que producen las condiciones de iluminación, del instrumento y del soporte de reproducción), estas ilustraciones siempre van acompañadas de descripciones verbales más o menos interpretativas por parte del autor/a. Y, por lo tanto, la descripción subjetiva de una fotografía o el uso de esa descripción como criterio no soluciona el problema.

Ello no significa que una imagen no sea una buena base, en muchos casos es la única manera de conseguir una descripción objetiva y cuantificable, sólo hay que tratarla adecuadamente.

Aunque no desarrollado ni potenciado a partir de las necesidades de la Arqueología, como muchas (¿todas?) de las llamadas ciencias auxiliares, el Tratamiento Digital de Imágenes permite actualmente mejorar, realzar, restaurar una fotografía a muchos niveles, hasta conseguir, depurando la imagen, una información insospechada que sólo con la visualización era impensable (ver García, Storch *e. a.*, 1985).

Pero seguimos, en el mejor de los casos, acumulando datos.

Y para objetivarlos y cuantificarlos el uso de la fotografía presenta variados problemas, como se pone de manifiesto en algunos trabajos publicados (ver Grace *e. a.*, 1985).

Pero el Tratamiento o Análisis Digital de Imágenes no trabaja sólo con fotografías, puede hacerlo con la imagen directamente : a través de scanners o cámaras de video. Y asi, evitando las variables que surgen en los pasos intermedios, eliminamos los errores y problemas de la fotografía. Es decir podemos, por ejemplo, digitalizar directamente la imagen que estamos viendo a través del microscopio o de la cámara de video y

después aplicarle a través del ordenador y con el software adecuado, la técnica matemática adecuada para cuantificarla. El tratamiento de imágenes con ordenador tiene como objetivo mejorarlas y objetivarlas a través de filtros-algoritmos que permiten realzar o dulcificar los contrastes, resaltar los contornos, recortarlos, medirlos, calcular áreas comprendidas, reconocer formas, deformarlas, ponderarlas. Es decir, efectuar todo tipo de operaciones matemáticas y estadísticas con unos determinados valores que se obtienen de la digitalización binaria de la imagen. En esencia cada imagen se traduce a un número binario con el que se puede operar matemáticamente para lograr otra imagen que muestre mejor la información que el operador desea transmitir. También se pueden someter los parámetros cuantificados de la imagen a una serie de operaciones para obtener una caracterización estadística : medias, varianzas, desviación estandar, histogramas...

En definitiva se logra una caracterización objetivada de la imagen.

Como hemos dicho y publicado en varias ocasiones, sabiendo que existe la técnica es problema de la arqueóloga/o saber de qué manera puede serle útil, en qué puede ayudarle para su problemática concreta, qué modificaciones deberá hacer o qué partes de la técnica deberá aplicar.

Un ejemplo práctico : la objetivación de los micropulidos de uso

En nuestro caso queríamos resolver un tema básico para la investigación icneológica : la falta de objetivación y cuantificación de las descripciones de huellas de uso. En concreto pretendíamos caracterizar y describir cuantitativamente el micropulido de uso en las piezas líticas.

Los trabajos de S.A.Semenov, publicados en los años 50, fueron la base, los inicios, de una especialidad que en pocos años ha hecho grandes progresos, podríamos decir grandes saltos, y está ahora en período de asentamiento, reflexión, discusión, prueba... de mejora en definitiva.

Está claro lo que puede hacerse : determinar qué parte del instrumento fue usada, cual fue el material trabajado y cual el movimiento realizado, si estuvo o no enmangado, si formaba parte de un útil compuesto... Ahora preocupa tanto el porqué de la investigación como el cómo. Es decir, objetivos y metodología.

En cuanto a los primeros podemos discutir si nos quedamos en una lista de piezas líticas con su determinación funcional al lado, si analizamos piezas « curiosas » o determinados « tipos » dentro de un conjunto, o determinada actividad a lo largo del tiempo, o bien estudiamos todo el conjunto lítico de un asentamiento y empezamos a hablar de actividades realizadas, dónde, y si ese dónde puede imbricarse con determinadas relaciones sociales..., o bien hacemos un análisis diacrónico para ver cómo cambió la manera de llevar a cabo el mismo tipo de actividades en una zona, integramos este estudio en el conjunto del medio en el que estas actividades se realizaron, vemos la relación grupo-medio a través de las mismas así como su evolución...

Es evidente que la discusión de estos objetivos, de qué pretendemos, en general, con el análisis funcional, es en realidad una discusión sobre los objetivos de la Arqueología y de los arqueólogos, sobre su concepto de ciencia y de investigación. Y el tema acaba de empezar en Icneología.

En cuanto a la metodología, aunque incuestionablemente unida a esos anteriores conceptos, parece que pueda discutirse « per se » y por ello la literatura que se le dedica es más abundante. Preocupan en la actualidad temas como la experimentación (cómo, qué tipo, variables...), factores que pueden alterar las huellas de uso, pocos o muchos aumentos, representación real de actividades por parte de un muestreo estadístico (validez de la muestra), y también el cómo tratamos los datos-base (las huellas de uso), es decir, cómo las describimos y caracterizamos para asegurar unas conclusiones fiables y validar unas comparaciones que utilizaremos para otras interpretaciones.

Dentro de este último apartado, que creemos básico para poder avanzar en lo demás, hemos centrado el presente trabajo en el que queremos, a la vez, demostrar la utilidad del T. de I. para nuestra técnica y la posibilidad de cuantificar variables que pueden parecer tan difíciles de objetivar como el micropulido de uso.

El tema de los micropulidos, a partir de las definiciones y descripciones de L. Keeley, suscita discusiones interesantes. Aparte de problemas

metodológicos (ésta no es La huella, es la combinación de todas ellas y su ubicación en el útil lo que interesa etc.) y de objetivos (¿interesa sólo sobre qué ha trabajado el útil o también, e igualmente básico, el cómo?), también acerca de la misma naturaleza del micropulido así como de su formación. Sobre todo, y debido a lo rápido de su difusión y aceptación, preocupan dos temas : uno, que las diferencias entre pulidos que se ven en útiles experimentales no son tan evidentes en útiles arqueológicos donde hay que tener en cuenta, además, los procesos post-deposicionales y, en segundo lugar, la subjetividad de las descripciones (utilizadas como definiciones-modelo) propuestas por L. Keeley. Términos tan poco específicos y relativos como « relativamente brillante » o « aspecto untuoso » o « más apagado que brillante » no permiten comparar resultados, no son operativos y contrarestan su pretendida rotundidad de diagnósis.

Y aquí las imágenes fotográficas no solucionan el problema. Llegamos así al análisis digital de imágenes.

El tratamiento de imágenes de micropulido digitalizadas : El método empleado

No somos los primeros (ver García *e. a.*, 1985 ; Grace *e. a.*, 1985, 1986 ; Rees *e. a.*, 1988 ; Knutsson *e. a.*, 1988), y esperamos no ser los últimos, en utilizar dicho análisis. Pero evidentemente intentamos mejorar o, al menos, no repetir errores anteriores.

En los trabajos publicados hasta ahora se han utilizado siempre fotografías y analizado histogramas de tonos de gris de imágenes completas o de ventanas escogidas al azar. Además del engorro que supondría en la práctica del análisis cotidiano todo el proceso de fotografiado previo y de los problemas ya comentados inherentes al mismo proceso fotográfico, este método tiene el incoveniente de que los resultados dependen en gran medida de las características de la superficie que rodea las áreas pulidas, además de que se pierde información pertinente al no analizar la forma y tamaño de estas áreas.

A fin de eliminar los inconvenientes anteriores, se ha optado por identificar zonas pulidas individualizadas, y analizar tanto su tono (brillo máximo, brillo medio, desviación típica, asimetría del histograma) como su tamaño y forma (perímetro, área, cociente entre ambos), tomando la imagen directamente del microscopio con la cámara de vídeo. De este modo se ha procedido de un modo muy similar al que utilizamos cuando empleamos sólamente el microscopio.

El equipo empleado consta de un microscopio Nikon Labophot con dispositivo de iluminación reflejada, utilizando un objetivo Plan Achromat de 20x, y un filtro verde de interferencia (GIF, 546 nm) para evitar problemas de dispersión cromática. Mediante una cámara de televisión, las imágenes fueron transferidas a un sistema de análisis de imagen IPS Kontron, dotado de software IBAS 2000. Es bien sabido que existen en el mercado otros tipos de Software que pueden efectuar procesos semejantes a partir de un simple ordenador tipo AT, p. e., con coprocesador matemático, tarjeta de imágenes y disco duro de mínimo 20 megas.

El aumento obtenido en nuestro caso (regulado por el software y por el microscopio) representa una resolución (tamaño de píxel) de 0.2 µ. El voltaje de la lámpara se ha fijado en el valor en el que se obtiene una lectura media de 155 (sobre 255) al observar la superficie de un portaobjetos de vidrio.

Se han analizado 60 áreas de pulido de 5 piezas de sílex experimentales empleadas para el trabajo en cinco materiales distintos : hierba, madera fresca, hueso, asta y piel seca.

El procedimiento ha sido el mismo que el empleado en un análisis normal : se colocan las piezas fijándolas con masilla bajo el objetivo del microscopio y se localizan las zonas con micropulido (en el borde activo). Seguidamente se entran directamente las imágenes de dichas zonas en la memoria del sistema. Después se han delimitado, por segmentación (fijando un umbral de tono), los « objetos » (áreas de pulido) a analizar. Posteriormente, a través del programa software citado, se obtienen los valores de las siguientes variables para cada uno de los objetos seleccionados :

are : área de la mancha en píxeles cuadrados (0.04 µ2)
per : perímetro de la mancha en píxeles (0.2 µ)
p/a : cociente entre el perímetro y el área
mab : tono máximo bruto

mib : tono medio bruto
mim : diferencia entre el tono medio y el mínimo del fondo
dst : desviación típica del tono
asi : asimetría del histograma de tonos

El primer paso ha consistido en un Análisis de Componentes Principales tomando todas las observaciones individuales. La matriz de correlaciones muestra valores muy bajos, resaltando solamente una alta correlación entre las variables que definen el tono, por un lado, y entre las variables de tamaño y forma, por el otro, mostrando que las manchas de mayor superfície también tienen mayor perímetro, pero éste es menos sinuoso (menor relación P/A).

A continuación se muestra la matriz de correlaciones entre las 8 variables consideradas ; para 60 observaciones, los coeficientes son significativos al 1 % a partir de 0,35.

	ARE	PER	P/A	MAB	MIB	MIM	DST	ASI
ARE	1.00							
PER	0.87	1.00						
P/A	-0.54	-0.33	1.00					
MAB	0.14	0.05	-0.14	1.00				
MIB	-0.04	-0.06	0.02	0.92	1.00			
MIM	-0.21	-0.35	0.12	0.64	0.61	1.00		
DST	0.31	0.08	-0.35	0.31	-0.03	0.29	1.00	
ASI	0.18	0.24	0.11	0.09	-0.14	-0.10	0.29	1.00
	ARE	P/A	PER	MIB	MAB	MIM	DST	ASI

Las bajas correlaciones obtenidas sugieren que el análisis factorial no representa una simplificación importante del espacio definido por las variables originales, de modo que para clasificar los micropulidos será mejor utilizar las variables originales.

A continuación se ha procedido a seleccionar las 6 variables más significativas, y se han acumulado los valores obtenidos para cada variable en cada uso ; los valores medios obtenidos son :

	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA	MADERA
ARE	2220.00	1200.00	530.00	1040.00	1240.00
P/A	192.55	299.35	313.24	263.01	279.61
MIB	158.28	156.63	156.99	199.00	173.88
MIM	83.24	85.63	85.49	93.00	73.38
DST	7.37	7.86	3.60	4.19	4.39
ASI	0.38	0.67	0.49	0.19	0.64

En una primera contemplación de estos datos se pueden observar tendencias caracterizadoras : el pulido sobre hueso presenta el valor máximo de ARE y mínimo de P/A, completamente a la inversa del pulido sobre piel.

Los valores del brillo (MIB, MIN) están corridos hacia valores más elevados en hierba. « Hueso » y « asta » dan valores de la desviación estandar también muy altos.

Para verificar el grado de significación de estas diferencias observadas en la tabla anterior se ha utilizado el test de Student.

A continuación se listan las probabilidades de la hipótesis nula en un test de Student, es decir, las probabilidades de que las dos muestras comparadas sean equivalentes en cada una de las variables.

Probabilidades de la hipotesis nula-test de student

MIB				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.8412			
PIEL	0.8230	0.9550		
HIERBA	0.0000	0.0000	0.0000	
MADERA	0.0814	0.0672	0.0214	0.0010

MIM				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.8265			
PIEL	0.5913	0.9892		
HIERBA	0.0190	0.4729	0.0002	
MADERA	0.0475	0.2533	0.0009	0.0000

ASI				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.0135			
PIEL	0.2649	0.1270		
HIERBA	0.1065	0.0011	0.0187	
MADERA	0.0311	0.8168	0.2177	0.0025

DST				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.6756			
PIEL	0.0004	0.0000		
HIERBA	0.0019	0.0002	0.1184	
MADERA	0.0056	0.0008	0.1317	0.7041

AREA				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.2489			
PIEL	0.0221	0.2286		
HIERBA	0.1070	0.7780	0.0235	
MADERA	0.1935	0.9471	0.0233	0.5460

P/A				
	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	0.0003			
PIEL	0.0001	0.6289		
HIERBA	0.0082	0.1838	0.0813	
MADERA	0.0014	0.4562	0.2270	0.5153

Estos resultados nos muestran que hay algunos usos que pueden ser fácilmente discriminados de los restantes, mientras que otros poseen características muy parecidas. Resumiendo esta información, se pueden detallar las variables para las cuales la probabilidad de la hipótesis nula es inferior al 1 % para cada par de usos :

	HUESO	ASTA	PIEL	HIERBA
ASTA	P/A			
PIEL	DST P/A	DST		
HIERBA	MIB DST P/A	MIB ASI DST	MIB MIM	
MADERA	DST P/A	DST	MIM	MIB MIM ASI

Después de este proceso de constrastación podemos ver que es posible hallar por lo menos una variable discriminadora para cada comparación entre dos usos.

El « hueso » se ha mostrado como la categoría que produce una P/A más baja : es decir las áreas de pulido producidas por trabajo sobre hueso tienen unos contornos más netos. El pulido « piel seca » presenta una DST más alta, es decir, los tonos son más irregulares. La « hierba », o micropulido por trabajo sobre vegetales, un tono medio bruto superior a las otras categorías. Esto no viene sino a corroborar el carácter intenso del lustre producido por el trabajo sobre vegetales que se conocía ya desde Curwen (ver Curwen,1930). La « madera fresca » es el pulido que más problemas puede representar, puesto que no existe un único carácter que lo pueda diferenciar de los demás, aunque su discriminación de los otros materiales par a par sería también posible.

El carácter de las variables discriminantes que han resultado del análisis efectuado implica que no es nunca suficiente la identificación de una sola área de pulido ya que este sistema debe contemplarse como probabilístico.

Conclusiones

La técnica de análisis de imagen que hemos utilizado, basada en el análisis de tonos y forma de manchas de pulido escogidas por el operador, se ha mostrado mucho más eficaz que el análisis de tonos de imágenes o ventanas enteras utilizado en trabajos anteriores. Mediante esta técnica hemos obtenido 6 variables, poco correlacionadas entre ellas, que describen cada una de las manchas de pulido ; por lo menos una de estas variables permite diferenciar entre cada par de usos comparados.

Por otro lado, esta técnica, al analizar más detalladamente la información contenida en las manchas individualizadas, puede resultar mucho menos sensible a la presencia de pátinas depositadas en los utensilios después de su uso que las técnicas empleadas anteriormente.

Los resultados obtenidos muestran que con la utilización de técnicas de análisis de imagen sería posible asociar probabilísticamente (y por tanto introduciendo un factor de objetivación) unos pulidos a unos materiales trabajados. A esta conclusión optimista sólo se opone la objeción de entrada : ¿son los pulidos experimentales equivalentes o comparables con los arqueológicos?. Pero ésto es un problema metodológico que se escapa a los objetivos de este trabajo y que requiere otra discusión.

Hemos querido demostrar aquí, con este ejemplo mejorable, las posibilidades del Análisis Digital de Imágenes aplicado a los problemas de objetivación en Arqueología. Como tal experimento ha superado nuestras expectativas iniciales, lo que no significa que deba concluirse que con este método es posible desde ahora determinar casi automáticamente la función de los instrumentos de piedra prehistóricos. Una vez comprobadas sus posibilidades continuaremos en esta línea, tan sólo iniciada, para poder llegar a definiciones concluyentes. De todas maneras queremos insistir en que la objetivación de los datos no es sino una condición previa para la mejora metodológica de nuestra ciencia que, en realidad, debe empezar por un buen planteamiento respecto a los objetivos que persigue y a la metodología científica a aplicar para alcanzarlos.

Agradecimientos

Tanto R.Mora como J. Estévez han estado constantemente a nuestra disposición para ayudarnos en múltiples y variados requerimientos. A los dos nuestro público agradecimiento.

* *Instituto Milà i Fontanals. C.S.I.C. Egipciaques, 15. 08001 Barcelona. España.*
** *Instituto J. Almera. C.S.I.C. Martí i Franqués s/n. 08028 Barcelona, España.*

Bibliografía

CURWEN (E.), 1930.– Prehistoric flint sickles. *Antiquity*, 4 , p. 179-186.

DJINDJIAN (F.), 1986.– Influence en retour des techniques statistiques et informatiques sur les méthodes et les théories de l'Archéologie. *BSPF*, t. 83, n° 10, p. 372-377.

DUCASSE (H.), 1986.– La Néo-Archéo-Informatique ou les possibilités de faire du neuf avec de l'ancien. *BSPF*, t. 83, n° 10, p. 291-193.

GARCIA (I.), STORCH DE GRACIA (J. J.), CISNEROS (G.), VICENTE (A.), 1985.– El proceso digital de imágenes en la invastigación arqueológica. *Anales de Prehistoria y Arqueología*. Univ. de Murcia, p. 91-102.

GRACE (R.), GRAHAM (I. D. G.), NEWCOMER (M. H.), 1985.– The quantification of microwear polishes. *World Archaeology*, vol. 17, n° 1, p. 112-120.

GRACE (R.), GRAHAM (I. D. G.), NEWCOMER (M. H.), 1986.– Preliminary investigations into the quantification of wear traces on flint tools. *In* : Sieveking, Hart (Ed.), *The human uses of flint and chert*, p. 63-69.

GRACE (R.), ATAMAN (K.), FABREGAS (R.), HAGGREN (C. M. B.), 1988.– A multi-variate approach to the functional analysis of the stone tools. *In* : S. Beyries (Ed.), *Industries lithiques, tracéologie et technologie*. BAR International Series, 411(ii), p. 217-230.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental determinations of stone tools uses : A microwear analysis*. Univ. of Chicago Press. Chicago.

KNUTSSON (K.), DAHLQUIST (B.), KNUTSSON (H.), 1988.– Paterns of tool use : The microwear analysis of the quartz and flint assemblage from the Bjusselet site, Vasterbotten, Northern Sweden. *In* : S. Beyries (Ed.), *Industries lithiques, tracéologie et technologie*. BAR International Series, 411(i), p. 253-294.

REES (D.), WILKINSON (G. G.), ORTON (C. R.), GRACE (R.), 1988.– Fractal analysis of digital images of flint microwear. *In* : S. P. Q. Rahtz (Ed.), *Computer and quantitative methods in Archaeology*. BAR International Series, 446(i), p. 177-183.

SEMENOV (S. A.), 1981.– *Tecnología Prehistórica*. Akal, Madrid.

WHALLEY (W. B.), ORFORD (J. D.), 1986.– Practical methods for analysing and quantifying two dimensional images. *In* : Sieveking, Hart (Ed.), *The scientific study of flint and chert*, p. 235-242.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Postdepositional changes on surfaces of flint artifacts as observed under a scanning electron microscope

*Jolanta KAMINSKA**
*Elzbieta MYCIELSKA-DOWGIALLO***
*Karol SZYMCZAK**

Résumé

Les surfaces de trois séries d'artefacts en silex provenant de sites sablonneux ont été examinés au microscope électronique à balayage pour l'identification de divers types d'endommagements naturels. On a reconnu trois facteurs principaux responsables de telles détériorations : le gel (climat périglacial), le facteur éolien et le facteur chimique (corrosion par les acides du sol).

Abstract

The surfaces of three series of flint artifacts coming from sandy sites were scrutinized under a scanning electron microscope in order to observe various types of natural damages. Three main factors were recognized to be responsible for such damages : frost (periglacial climate), eolian, and chemical (etching of soil acids).

Between the moment of discarding a flint artifact by its producer or user in prehistoric times and the moment of recovering it by archaeologists, a very long period of time elapses – a period of thousands of years. During this period the surface of a flint artifact is exposed to the action of various climatic and environmental factors which damage and transform it. Some of these transformations can be seen even with the naked eye (polishing, smoothing, glosses, changes of color) while others can be observed only with the use of smaller or greater magnifications. The scanning electron microscope is one of the instruments which can be used to make such observations.

The studies of traces mentioned above can allow the reconstruction, in part at least, of the history of an artifact and changes of its nearest environment. Research with very similar aims concerning the surfaces of sand quartz particles from various sediments and soils in different climatic zones is being done by sedimentologists and pedologists. The primary results of this research are very encouraging (Mycielska-Dowgiallo (ed.), 1988 ; Kowalkowski, 1988 ; Gozdzik, Mycielska-

Dowgiallo, Bezkowska, Makowski, 1988 ; Whalley, 1978 ; Smart, Tovey, 1981).

We could enumerate at least three kinds of advantages deriving from studies of differentiation of flint artifacts' surfaces changed by natural factors. Firstly they give a possibility to settle or check the homogeneity of flint assemblages. This very important problem often arises especially in cases of dune or sandy sites, common in European lowlands. Secondly they can give some additional data for establishing the relative chronology of assemblages of different ages found on one site and mixed together, allowing at the same time reconstruction of some environmental factors. Thirdly, they form the essential background for studying the changes of the flint tools' surface connected with the functions of such tools, making it possible to distinguish and to correctly interpret various types of traces and damages of different origins.

In this article we introduce three examples of using a scanning electron microscope to study postdepositional changes on the surfaces of flint artifacts. The analysed assemblages come from Late Pleistocene and Early Holocene sandy sites in the Polish lowland. All studied artifacts are made of the same kind of raw material : the Cretaceous erratic flint, common in the area. None of the artifacts bore any visible traces of fire, frost or any other kind of natural damage.

The samples to be observed under the scanning electron microscope need special preparation. Initially small flat flakes (4-6 mm^2) are taken from the artifact. They should be cleaned by immersion in distilled water, then in 10 % HCl solution for 24 hours and again in distilled water, and finally they should be rinsed in pure alcohol to be dehumidified properly. As we were not sure about the influence of HCl on the flint surfaces we prepared a parallel series of samples immersed only in acetone instead of HCl but during the observation it appeared that the way of cleaning the surfaces has no effect on their microscopic images, at least where natural damages are concerned.

The cleaned samples were glued to specially adapted metal discs (« stages ») 10 mm in diameter, and uniformly sputter-coated with gold.

All the arrangements described above are the routine treatment of samples which are to be viewed under a scanning electron microscope. Our samples were observed in the Geological Institute in Warsaw. The costs were paid from the funds of the RPBP-III-35 project.

All specimens were scrutinized mainly at magnifications ranging from 400 to 4 000 times. Each of the appearing images was described in detail, and the most important and interesting parts were photographed. The selection of photographs presented in this article is only a very small part of the whole documentation.

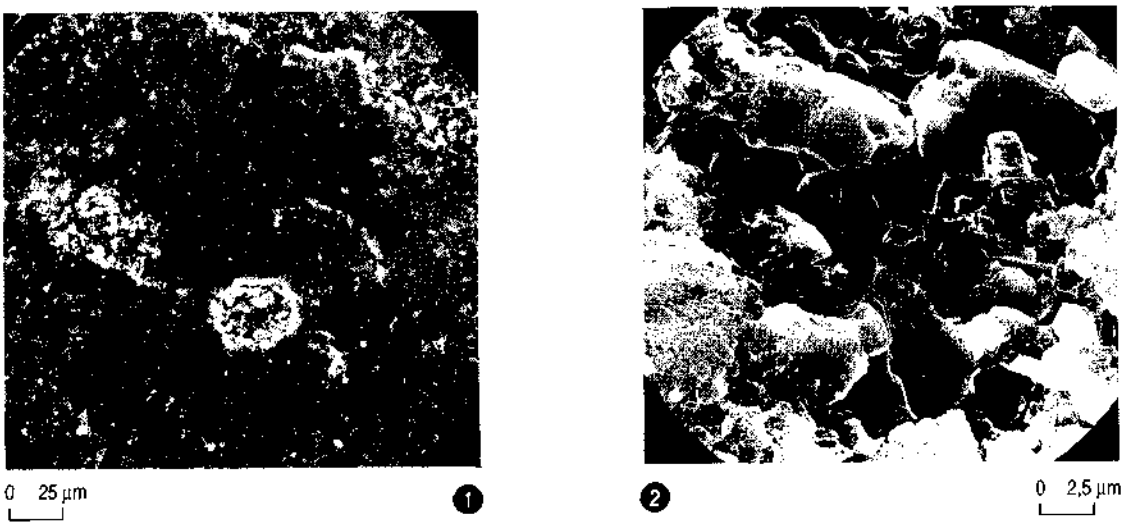
As we have already mentioned all three series of flint artifacts are made of this same kind of flint raw material. To better understand the changes in the artifacts' surfaces we examined first the images of freshly chipped fragments of this type of flint.

The surface of freshly chipped Cretaceous erratic flint viewed at 400x magnification is characterized by grainy texture on which the elongated edges of zones of higher splinting of the siliceous substance of the nodule can be seen (pl. I : 1). More or less regular depressions (holes) are also present (pl. I : 1). They are created most probably by water washing out less solid mineral or organic inclusions. In such holes secondary crystallization frequently follows (pl. I : 1, 2). At 4 000x magnification the siliceous background is rather uniform, monotonous, smooth and dull.

Calowanie, Warsaw voiv

The site in Calowanie yielded the detail stratigraphical sequence of at least six Late Pleistocene and Early Holocene settlement levels. All the levels were comprehensively examined not only in archaeological terms but also with absolute chronology (^{14}C dates) ; geomorphology, geology and soils are all assessed (Schild, 1975 : 194-199). The results of these studies are very significant for the interpretation of the features observed under the scanning electron microscope. A series of flakes from each settlement level were chosen to be examined (levels I, III, IV, V, VI, VII-VIII – see : Schild, 1975 : 198-199).

The surfaces of the flint artifacts from level I when viewed at 400x magnification are characterized by relatively small focii or clusters of damage on the dull, lustreless, close-grainy background (pl. II : 1). On the same surface magnified 4 000x



Pl. I. 1, 2. The surface of freshly chipped Cretaceous erratic flint.

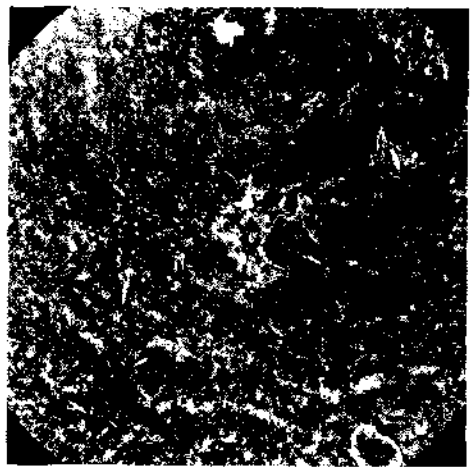
it was noted that in cluster-like damaged parts the surface is exfoliated. Scales forming a sort of cover or crust are partly separated from their bedding and often displaced (pl. II : 2). In some places the less damaged parts form island-like features (pl. II : 2). The exfoliation of the surface of the artifact and the displacement of the scales testify that it was exposed to mechanical damage done by sand particles moved by wind (eolian damage) while the characteristic focii and island-like features bear out the presence of permanent heavy frost in periglacial climate.

The artifacts from level III viewed at 400x magnification are characterized by dull, close-grained texture (pl. II : 3). Sometimes typical eolian edges can also be seen (pl. II : 3). On the same surface viewed at 4 000x magnification exfoliation can be observed. Also in this case the scales which form the crust are displaced (pl. II : 4). Very deep punctual etching also occurs (pl. II : 4). The features of the observed surfaces indicate that in this case we are dealing with the distinct traces of eolian factor (edges, displaced scales), but in addition we also have the traces of humic acids' etching (deep punctual holes) which prove that the artifact lied in active soil for a long time.

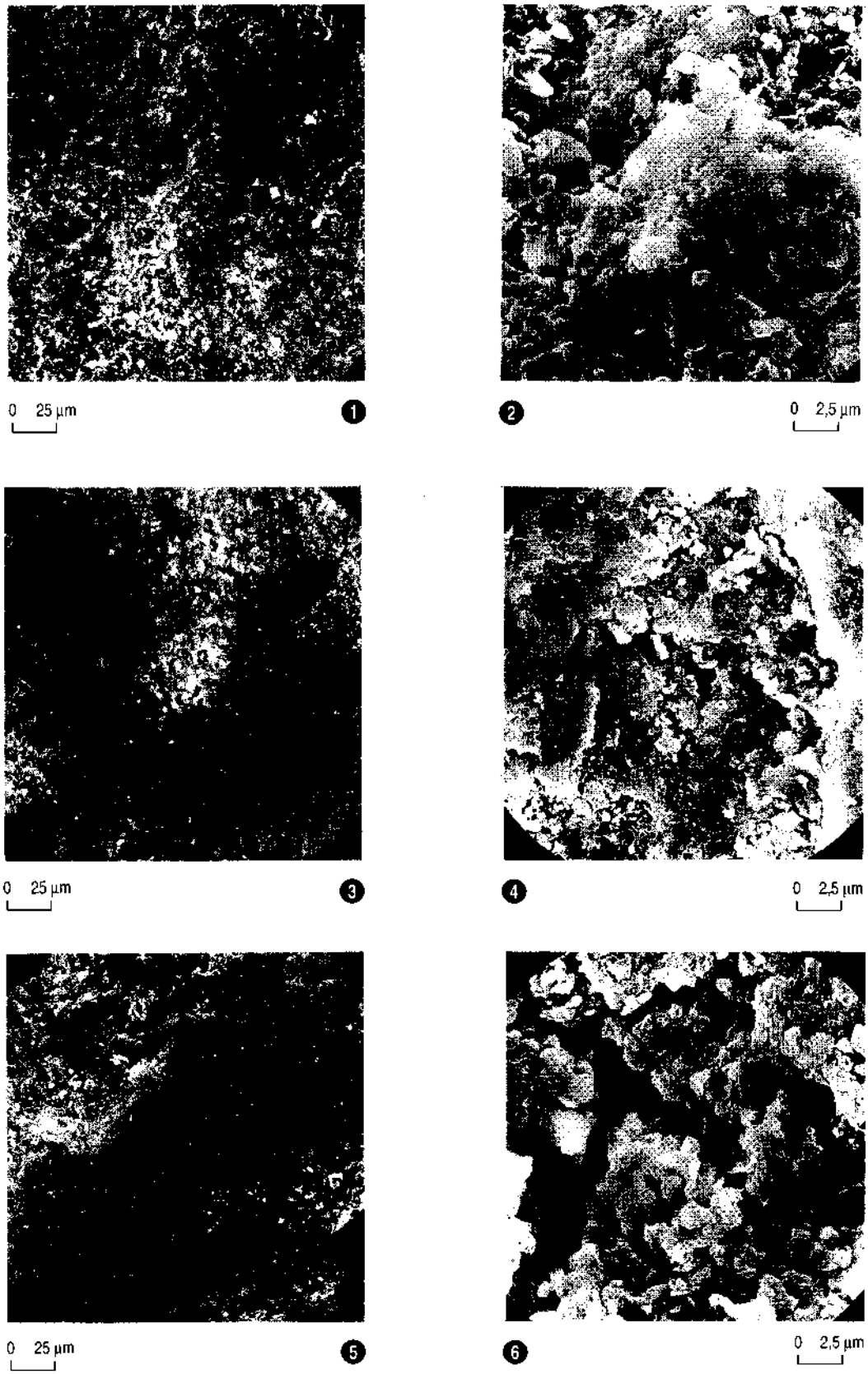
Level III in Calowanie has an uncalibrated ^{14}C date of 9 430 ± 95 BC, while the date for level I was calculated to about 9 600 BC (beginnings of Allerod period). However, the conclusions derrived from microscopic studies do not seem to be in full agreement with this chronology. All this has changed with a newly obtained ^{14}C date for level III in Calowanie which is 9 700 BC (inf. Schild). It could also mean that the date for level I should be moved back to about 9 900 BC – the period of Dryas II, not Allerod. The newly established chronology for the bottommost levels in Calowanie is in accordance with the types of traces and damages found on the surfaces of flint artifacts coming from these levels.

The surfaces of artifacts from level IV viewed at 400x magnification are characterized by fairly monotonous, close-grained texture (pl. II : 5). The parts with direct damage are also present, especially well seen in depressions (pl. II : 5). At 4 000x magnification inside the damaged depressions very deep punctual etching appears (pl. II : 6). Such damage can have the shape of deep slits with edges covered with a uniformlly smooth siliceous crust (pl. II : 6). In depressions exfoliation sometimes occurs but the scales are not displaced from their bedding (pl. II : 6). Such images are very characteristic for the surfaces etched chemically by humic acids. Indeed, the assemblages from level IV come directly from the well preserved soil of Uesselo type dated to between 9 240 ± 65 and 8 790 BC (Schild, 1975 : 198, 223).

The surfaces of the artifacts from level V viewed at 400x magnification are characterized by fine-grained texture and small focii of damage (pl. III : 1). At 4 000x magnification heavy exfoliation of the surface can be seen. The scales are often displaced



Pl. II. The surface of artifacts from Calowanie. **1, 2.** Level I. **3, 4.** Level III. **5, 6.** Level IV.



Pl. III. The surface of artifacts from Calowanie. **1, 2.** Level V. **3, 4.** Level VI. **5, 6.** Level VII-VIII.

from their bedding (pl. III : 2). Also present are the smoothed island-like features incised on one of their sides (pl. III : 2). The similar surfaces are shaped mainly by the eolian factor (displaced scales and incisions). These observations fit well with the chronology of this level, which is earlier than 8 870 ± 90 and 8 710 ± 100 BC – beginnings of Dryas III (Schild, 1975 : 198).

The surfaces of the artifacts coming from level VI viewed at 400x magnification are characterized by the smoothness of their convex parts and very heavy damage of the depressed parts (pl. III : 3).

At 4 000x magnification the wear of the convex parts displayed punctual etching and deeply etched slits (pl. III : 4). In the more damaged depressed parts, heavily and deeply cracked siliceous crust and a net of polygonal cracks can be observed (pl. III : 4). Also the traces of deep punctual penetration of humic acids could be recognized (pl. III : 4). Cracking of the crust can be explained by the presence of the freezing and thawing processes of a cold climate, however not excluded is the fact that the process of moistening and drying of the surfaces can give similar features. The majority of observed surfaces, however, were shaped by chemical etching via humic acids (damage of chemical type). This interpretation does not contradict the chronology of level VI in Calowanie – the turn of Pleistocene and Holocene (Schild, 1975 : 199).

The surfaces of the artifacts from level VII-VIII viewed at 400x magnification are characterized by very wide focii of damage in depressions and a fairly monotonous, smooth surface of convex parts (pl. III : 5). At 4 000x magnification it can be seen that the smooth parts are covered with crust which in this case is most probably not siliceous but carbonate. The crust is distinctly and deeply cracked (pl. III : 6). The statement that the crust is of carbonate origin can be attested by the fact that it could be partly dissolved in HCl. The cracks could be a result of changes in temperature as well as of changes of moisture in the nearest environment. The lower parts at the same magnification are extremely heavily exfoliated and cracked. The slits of such cracks are very deep (pl. III : 6). Thus, in this case, we have the heavy chemical etching together with accumulation of the carbonate crust on the artifacts' surfaces which is probably connected with soil processes. These obervations correspond with the Boreal chronology of level VII-VIII in Calowanie (Schild, Marczak, Krolik, 1975 : 59-60).

Burdeniszki, Suwalki voiv., site 4

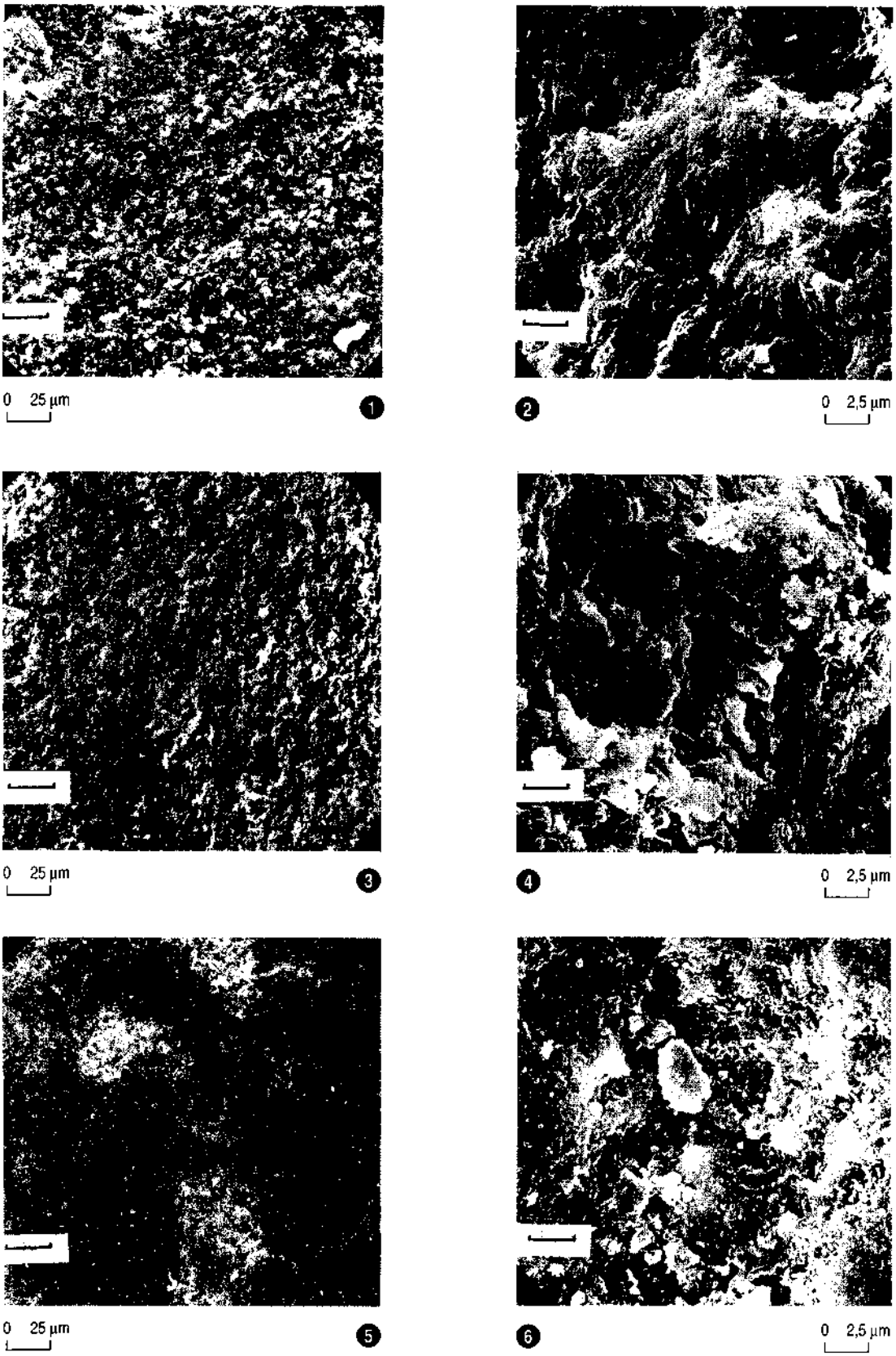
The flint inventory from site 4 in Burdeniszki is mechanically mixed, as are the majority of the Stone Age sandy sites in European lowlands. On a typological basis we could isolate from it the Late Palaeolithic elements (connected with the cultural groups with tanged points), Mesolithic elements (connected with Kunda culture) and Neolithic elements (connected with Globular Amphor culture – Kaminska, 1987 : 16-44, 52-58). For microscopic studies we have chosen the artifacts representing all these elements : 2 burins, an end-scraper, the combined tool (end-scraper + burin), tanged point – Late Palaeolithic, little end-scraper, blade insert of Borki type – Mesolithic, and 4 wide rectangular inserts – Neolithic.

On the examined series of flint artifacts from Burdeniszki three main types of surface damage were recognized :

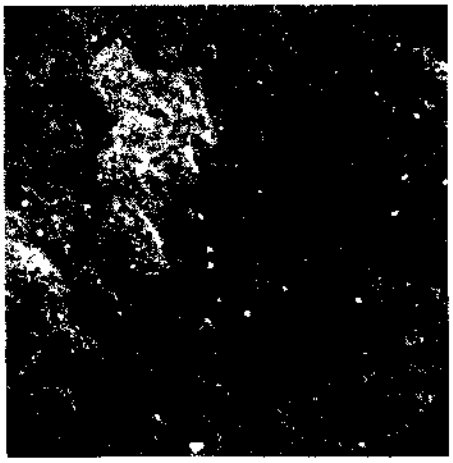
1. The frost induced damage – viewed at 400x magnification, is characterized by highly damaged surface featuring focii or clusters of more intense scaling in the form of « lichens » (pl. IV : 5). The surface of such a « lichen patch » viewed at 4 000x magnification exhibits severe exfoliation. The resultant forms have an uneven irregular surface of the depression bottom and jagged edges (pl. IV : 6).

2. The eolian damage – viewed at 400x magnification, is strongly transformed from its uniformly grainy texture (pl. IV : 1). The same surface magnified 4 000x features incisions and exfoliation of all convex parts. The scales are displaced in relation to the bedding often forming a kind of crust (pl. IV : 2).

3. The chemical damage viewed at 400x magnification, also gives a close-grained image of the surface similar to the one affected by eolian factors (pl. IV : 3). The differences only become apparent at 4 000x magnification, which reveals deep irregular depressions and slits separated, most probably along the crystallographic net of the flint nodule, by the outermost forms partly connected with the siliceous background. These features are most probably the result of humic acids etching the surface of the artifact (pl. IV : 4).



Pl. IV. The surfaces of artifacts from Burdeniszki 4.
1, 2. The eolian type of damage. **3, 4.** The chemical type of damage. **5, 6.** The frost type of damage.

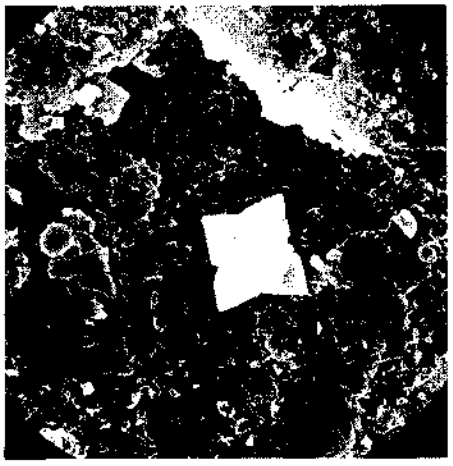


0 25 µm

1

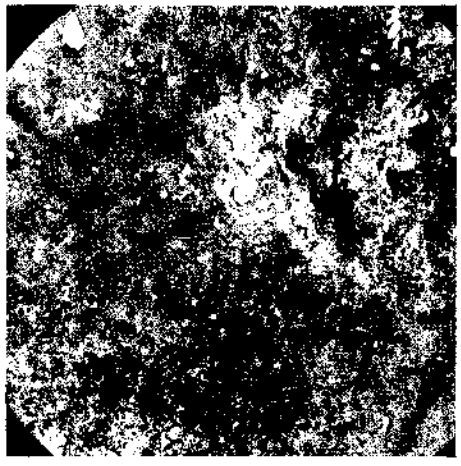
2

0 2,5 µm



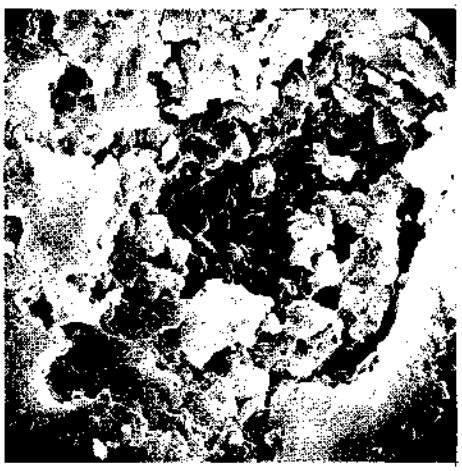
0 25 µm

3



4

0 2,5 µm



0 25 µm

5

6

0 2,5 µm

Pl. V.– The surfaces of artifacts from Nowodworce. **1, 2, 3.** The upper layer. **4, 5, 6.** The lower layer.

On some of the artifacts the presence of more than one affecting factor could be observed but always one predominated.

In majority the artifacts of Late Palaeolithic character bear the traces of frost type damage which could agree with their probable chronology in Dryas III. The Early Mesolithic artifacts have their surfaces damaged mainly by the eolian or eolian-frost factor while on the Neolithic inserts the chemical or eolian-chemical damage dominates.

Nowodworce, Bialystok voiv., site 1

On site 1 in Nowodworce in trench I, two layers of the Holocene settlement were found : the upper layer which is Late Mesolithic, dated on typological grounds to the second half of Atlantic period, and the lower layer connected with post-Late Palaeolithic traditions, dated using thermoluminescence and confirmed by the results of geological, geomorphological and soil analysis for the Boreal period (Nowak, 1981 : 361, 364-365, 368 : Szymczak, 1983 : 6, vol. II).

Two flint flakes from both layers found in the same square metre of trench I were chosen to be scrutinized under a scanning electron microscope.

The surface of the artifact from the upper layer observed at 400x magnification is monotonously smooth in its convex parts, showing only a few focii of damage (pl. V : 1). The edges marking zones of natural splintering of the flint nodule are distinctly smoothed (pl. V : 1, 2). The heaviest etching can be seen in small depressions which sometimes take the shape of elongated directed slits (pl. V : 1, 2). White dots seen on plate V : 1, are the crystals of calcite which are the result of secondary precipitation on the artifacts' surface.

The same surface viewed at 4 000x magnification is smoothed in convex parts, especially clearly on the edges (pl. V : 2, 3). The punctual etching is faintly marked. At the same time in depressions the process of accumulation can be observed (pl. V : 3). Some of the accumulated substances could be recognized (for instance crystal calcite) while the others are rather hard to qualify solely by their microscopic image.

The surface of the artifact from the lower layer viewed at 400x magnification is characterized in its convex parts by an extremely smooth surface, even smoother than the one on the previous sample. However, the zones of damage in the depressions seem to be considerably vaster (pl. V : 4).

At 4 000x magnification the convex parts of the same surface are smooth and not exfoliated but the traces of punctual etching are more intensive than on the artifact from the upper layer. In depressions only the traces of secondary accumulation of siliceous substances were observed. These parts were heavily cracked and exfoliated and some of the scales are moved from their primary bedding (pl. V : 5). Also here punctual etching is visible. Secondary precipitated calcite crystals are much more numerous. In some cases they even can be sunk into the bedding (pl. V : 6).

The images of the scrutinized artifacts differ from one another. Though in both cases the traces of chemical etching dominate, on the artifact from the upper layer mainly the process of accumulation appears, while on the artifact from the lower layer the most important feature is deep punctual etching. Also on the surface of the former the traces of eolian damage and cracks are absent while they are clearly visible on the surface of the latter artifact.

To summarize the results of the present investigations we can say that they are able to give archaeology some additional data to solve the problems of homogeneity, chronology and environmental studies of Stone Age sites. We are well aware that our results require some better confirmation and further analysis. Undoubtedly such research should be widened to incorporate other types of sites, not only sandy ones, and also different types of flint raw material. It should be repeated that studies of this type are necessary in order to distinguish properly the traces of purely functional origin on the flint tool surfaces observed under a scanning electron microscope.

* *Institute of Archaeology, Warsaw University, 00023 Warsaw, Poland.*
** *Institute of Geography, Warsaw University, 00023 Warsaw, Poland.*

Bibliography

GOZDZIK (J.), MYCIELSKA-DOWGIALLO (E.), BEZKOWSKA (G.), MAKOWSKI (J.), 1988.– Surface texture of quartz grains from two waste covers of subtropical dry climate (Tierra Colorado – Mexico and Dindera – northern Tanzania). *In : Origin of Deposits and Soils in the Light of Electron Microscope Investigations.* Warsaw, p. 101-108.

KAMINSKA (J.), 1987.– *Materialy z epoki kamiena ze stanowiska 4 w Burdeniszkach, gm. i woj.* Suwalki. Warsaw, M. A. thesis.

KAMINSKA (J.), MYCIELSKA-DOWGIALLO (E.), SZYMCZAK (K.), in press.– *Preliminary results of scanning electron microscopy studies of naturally damaged surface of flint artifacts from site Burdeniszki 4.* Suwalki vojvodship, Poland.

KAMINSKA (J.), MYCIELSKA-DOWGIALLO (E.), SZYMCZAK (K.), in press.– *Badania postdepozycyjnych zmian powierzchni zabytkow krzemiennych ze stanowiska Calowanie, woj. warszawskie, przy uzyciu scanningowego mikroskopu elektronowego.*

KAMINSKA (J.), MYCIELSKA-DOWGIALLO (E.), SZYMCZAK (K.), in press.– *Postdepozycyjne zmiany powierzchni zabytków krzemiennych ze st. 1 w Nowodworcach woj. Biaxystok (poz. gorny i dolny) ogladane pod scanningowym mikroskopem elektronowym.*

KOWALKOWSKI (A.), 1988.– Cechy urzezbienia powierzchni ziarn piasku kwarcowego w kwasnych i alkalicznych glebach klimatu zimnego. *In : Origin of Deposits and Soils in the Light of Electron Microscope Investigations.* Warsaw, p. 87-100.

NOWAK (K.), 1981.– Zur Problematik des Mesolithikums in Nordspolen. Veröffentlichungen des Museums für Ur und Frühgeschichte. Potsdam, B. 14/15, p. 355-371.

SCHILD (R.), 1975.– *Pozny paleolit, In : Prahistoria ziem polskich, t. I, Paleolit i mezolit. Wroclaw.* Warszawa, Krakow, Gdansk, p. 159-338.

SCHILD (R.), MARCZAK (M.), KROLIK (H.), 1975.– *Pozny mezolit – proba wieloaspektowej analizy otwartych stanowisk piaskowych. Wroclaw.* Warszawa, Krakow, Gdansk.

SMART (P.), TOVEY (N. K.), 1981.– *Electron Microscopy of Soils and Sediments : Examples.* Oxford.

SZYMCZAK (K.), 1983.– *Polnocno-wschodnia prowincja surowcowa kultury swiderskiej,* vol. I, II. Warszawa, Ph. D. thesis.

WHALLEY (W. B.), (Ed.), 1978.– *Scanning Electron Microscopy in the Study of Sediments – a symposium. Norwich.*

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50. 1993

L'identification des activités à travers la tracéologie

*Carmen GUTIÉRREZ SÁEZ**

Résumé

La connaissance des tâches préhistoriques s'appuie sur l'identification des activités exécutées, étant établi que l'activité résulte de la combinaison de mouvements spécifiques de l'outil. Dans ce compte rendu, nous présentons l'articulation systématique des variables qui déterminent le mouvement, ainsi que les résultats de leur comparaison expérimentale.

Abstract

Knowledge of prehistoric tasks is based on identification of the activities performed, it being understood that activity results from the combination of specific movements made by the tool. In this report, we present a systematic articulation of the variables that determine a movement, as well as the results of their experimental comparison.

Les objectif de l'expérimentation

Malgré la profusion des travaux publiés depuis l'implantation de la « méthode Keeley » tant sur les collections expérimentales que sur le matériel archéologique, l'importance donnée à l'identification des activités exécutées est relativement rare proportionnellement à celle qui est accordée aux matières travaillées et à la valeur des traces elles-mêmes comme traits diagnostiques d'usage.

La tracéologie est fondée sur la méthode expérimentale dont les objectifs sont, en même temps que didactiques, l'obtention d'une collection comparative de référence pour le matériel archéologique. Le problème réside, alors, dans l'élaboration des expériences, en réalité dans la relation à établir entre collection expérimentale et collection archéologique : expérimentation analytique face à expérimentation réplicative. Cependant, le problème est plus apparent que réel, puisque la tracéologie s'intègre dans un procédé échelonné de connaissance qui va depuis l'identification des traces présentes dans l'outillage – d'usage, de taille, d'altération – jusqu'à leur interprétation à

l'intérieur du cadre plus ample de la fonction. Les démarches de l'expérimentation peuvent se présenter comme une question de stratégie : analytique pour les objectifs globaux de connaissance ou expérimentation de base et réplicative dans les cas précis de comparaison.

L'approche initiale de la tracéologie depuis les expériences réplicatives, c'est-à-dire avec simulation des conditions d'un environnement concret englobe l'obtention de conclusions pour cet environnement même et, par conséquent, diminue l'universalité de l'expérience, qui devrait être répétée indéfiniment devant chaque cas. Dans le cadre d'un procédé qui doit ordonner ses objectifs en fonction des niveaux de connaissance qu'il prétend atteindre, on doit agir inversement. La base doit provenir d'un programme expérimental ample et structuré qui nous permette de construire des tableaux réglementés de connaissance cause-effet (Schiffer, 1976), pour identifier, par comparaison, le matériel archéologique, et il doit être suffisamment général pour rendre possible l'approche de collections variées.

L'objectif de la méthode expérimentale est le traitement d'un phénomène afin d'observer ses conséquences ; son moyen, le contraste d'hypothèses à travers le contrôle des variables. Celles-ci sont de deux types : indépendantes ou conditions traitées par l'expérimentateur, les matières premières, les matières travaillées, les temps..., et dépendantes ou phénomènes qu'on désire expliquer en fonction des premières : les traces d'usage.

Chaque expérience traite la modification systématique d'une ou plusieurs variables indépendantes et l'observation de la réaction des variables dépendantes impliquées. Par conséquent, les variables devront se combiner entre elles selon un schéma analytique pour donner un tableau aussi complet que possible des causes-effets, c'est-à-dire de la réponse des traces aux conditions imposées.

Or, un programme expérimental de ce type est excessivement ample et, par conséquent, irréel ; la quantité de sous-variables indépendantes à mettre en relation entre elles le rendent impraticable. Nous devrons alors concentrer notre effort sur un programme plus court mais bien structuré. Les lacunes devront être compensées au moyen d'expériences ponctuelles qui couvriront des aspects très concrets, tant quant à la connaissance de la réponse des traces en elles-mêmes qu'à la comparaison avec des collections archéologiques spécifiques. C'est alors qu'intervient le besoin de répliques et de critères archéologiques sur l'expérimentation défendus par Korobkova (1981), Plisson (1985 : 9) et Grace (1989 : 223-224), parce que les expériences ponctuelles seront appuyées par un tableau préalable dans lequel on connaît les relations générales cause-effet des éléments impliqués.

Une tout autre question est celle des expériences intuitives, réalisées « comme on suppose que l'ont été les outils préhistoriques », prémisse excessivement vague mais implicitement réalisée dans un bon nombre de publications sur la tracéologie. Étant donné la variabilité des procédés employés dans le temps et dans l'espace, il paraît impossible d'arriver à élaborer une expérience qui réplique à chaque cas concret et, par là, obtienne l'identité de traces avec le matériel archéologique. De plus, comment peut-on exécuter un geste que l'on méconnaît et que l'on prétend reconstruire à partir des traces laissées par sa propre réplique ? Les résultats peuvent seulement être des schémas généraux de causes-effets où la relation entre les deux n'est pas suffisamment bien établie.

L'objectif de l'expérimentation en tracéologie n'est pas de reproduire fidèlement les activités préhistoriques *a priori*, objectif douteusement probable, mais d'établir un tableau bien organisé de possibilités qui permette la comparaison avec le matériel archéologique.

Activité et tâche

Par activité (activity, motion, accion) nous avons défini l'ensemble des gestes mécaniques qu'on exécute dans une tâche concrète et sur une même pièce : scier du bois de cerf, couper du cuir, raboter du bois, actes qui ont en eux-mêmes un but de portée réduite : diviser une matière ou polir sa surface.

Par tâche (task, actividad), nous avons défini l'ensemble des activités qui composent une production plus ample et avec un objectif plus complexe : traitement de la peau, fabrication d'une sagaie..., dont le nombre de gestes et d'instruments est ample. Dans l'activité se regroupent des gestes plus précis et invariables ; dans la tâche ce sont des gestes multiples avec un objectif commun ou des

gestes invariables avec un but en eux-mêmes, dans le cas des tâches qui demandent une seule activité, comme celle de confectionner un pendentif en perforant sur des mollusques, et d'autres encore.

Le thème immédiat de la tracéologie est l'identification de l'activité. La compréhension de la tâche demande un concours plus ample d'évidences archéologiques. Cette dualité de concepts a également été exprimée par un ample groupe de tracéologues (Unrath, *et alii*, 1984, 1985, 1986 : 170) qui, dans le même sens, conçoivent deux niveaux d'interprétation, le premier en relation avec le geste, le deuxième avec le comportement humain. Notre objectif se centre maintenant sur l'identification de l'activité.

Une tâche peut être réalisée par des gestes différents : on peut réaliser le polissage d'une surface soit avec un angle de travail élevé ou réduit, soit avec un angle du bord affilé ou épais, soit avec un ou deux sens de travail. L'effectivité obtenue n'est pas un argument absolu pour appuyer telle ou telle variable, puisqu'elle dépend de barèmes subjectifs qui peuvent aller de la dynamique musculaire de celui qui exécute au conditionnement culturel de chaque groupe concret (Plisson, 1985 : 8-10). D'autre part l'effectivité n'est pas toujours contrainte à une condition concrète.

Pendant la réalisation du programme expérimental, nous avons opté pour l'exécution des activités d'une façon constante et mécanique en essayant d'éviter les variations dues à un travail plus réaliste dans lequel le bord actif s'adapterait au travail entrepris en modifiant sa position ou le type de mouvement. Bien que contre l'exécution mécanique on ait dénoncé le manque de réalisme pour répliquer les conditions aborigènes (Keeley, 1980 : 7 et 15 ; Grace, 1989 : 12) notre hypothèse est que c'est uniquement en éliminant les éléments subjectifs de chaque cas concret que nous pourrions nous approcher de l'identification de l'activité au moyen de la reconstruction des variables fixes.

L'identification de l'activité demande un procédé déductif basé sur la connaissance du comportement de toutes les variables qui interviennent, à condition que ces variables soient clairement spécifiées. Par conséquent, nous devons nous consacrer principalement au choix des variables et non des activités ; celles-ci résulteront de chaque conjonction des variables prédéterminées. Notre intention est d'arriver à obtenir un tableau systématique d'activités dont l'organisation s'établisse à partir d'une observation rigoureuse.

La dénomination des activités est un aspect secondaire à l'intérieur du système, mais important comme élément de compréhension entre les analystes. Notre activité de raboter peut faire allusion à celle de racler chez d'autres auteurs ; le nom ne détermine pas l'activité, mais il serait important de pouvoir unifier le langage dans ce domaine pour favoriser une meilleure entente. Cette possible unification serait spécialement intéressante en vue de la réalisation de futurs « blind-tests ». L'important, en conclusion, n'est pas le nom donné aux activités mais l'explicitation détaillée des variables qui composent chacune d'elles.

Dans le système que nous proposons, un des changements introduits quant à la formation des activités les plus habituelles (Keeley, 1980 ; Mansur, 1983) a été celui de la propre relation des variables entre elles, principalement en relation avec les activités de pression et de percussion directe. Les premières se déroulent sur un seul plan de l'espace, face aux différents plans employés pendant la percussion directe. Dans le domaine de la pression, il faut considérer de même le déplacement maintenu par le bord actif : directionnel ou mouvement vers une direction face à rotatoire ou mouvement autour de son propre axe. Mais la modification principale est que maintenant toutes les variables ne sont pas communes à l'ensemble des activités, étant donné que leur propre nature empêche cette uniformité, et tant les combinaisons entre elles que leur comparaison s'effectuent par niveaux et non pas à partir d'une approche globale.

Construction des activités

Variantes générales à l'ensemble des activités :

a) En rapport avec l'outil même

Conformation de la zone active : nombre de plans qui forme la zone active :

– Linéaire : zone active constituée par un angle dièdre simple. Elle forme un bord.

– Polyèdre : zone active formée par un trièdre ou un polyèdre. Elle forme une extrémité pointue dans l'un et l'autre ou bien des bords multiples

dans le polyèdre. Dans ce dernier, le type de bord le plus connu est le burin.

Angle du bord : celui que forme le dièdre de la zone active :

– Droit : plus de 60° ;
– Moyen : de 30° à 60° ;
– Aigu : moins de 30°.

b) En rapport avec le mouvement

Forme d'application de la force : systèmes de relation entre la force, l'outil et la matière travaillée. Elle s'exprime par le type de contact (continu/discontinu) et l'application de la force elle-même (instantanée/prolongée).

– Pression : contact continu entre l'outil et la matière travaillée et la force exercée de façon prolongée.

– Percussion directe : contact discontinu entre l'outil et la matière travaillée et la force exercée de façon instantanée.

– Percussion indirecte : contact continu entre l'outil et la matière travaillée et la force instantanée.

Variantes en relation avec la pression

Déplacement dans l'espace : façon dont la masse de l'outil change de place à l'intérieur d'un même plan.

– Directionnel : mouvement avec déplacement dans l'espace.

– Rotatoire : mouvement sans déplacement dans l'espace. L'outil tourne sur son propre axe.

Type de direction : position du bord par rapport à la direction

– Longitudinal : le bord des pièces bouge en direction de leur propre longueur. Il est parallèle à la direction d'usage. La direction est une projection de sa longueur.

– Transversal : la direction du mouvement est perpendiculaire au bord dans sa longueur. Le bord se déplace perpendiculairement à sa longueur.

Sens du travail : façon d'apprécier une direction depuis un point déterminé à un autre.

– Un sens : avec un seul mouvement d'un point à un autre.

– Deux sens : avec un mouvement double ou d'aller et retour.

Angle de travail : il se définit par l'angle que forme la bissectrice de l'angle du tranchant avec la matière travaillée ; il détermine les angles que forment aussi les faces du bord avec la matière travaillée.

– Perpendiculaire : il tend à 90° ; les faces du bord maintiennent la même distance par rapport à la matière travaillée.

– Oblique : quand la bissectrice est autour des 60°, ou moins, la face en contact maintient un angle proche de 30°, tandis que sur l'opposée l'angle se situe entre 60° et 90°. Dans les activités à deux sens, les angles de la face active avec la matière travaillée seront alternatifs, puisque la face active l'est aussi.

Variante en rapport avec la percussion directe et indirecte

Nombre de directions : celles qui interviennent dans le travail, quand celui-ci se réalise sur plus d'un plan de l'espace.

– Unidirectionnel : il y a une seule direction
– Bidirectionnel : il y a deux directions alternes.

Concepts généraux à toutes les activités

Forme de contact de l'outil : exprime la situation des faces qui forment le bord actif par rapport à la matière travaillée et à la direction du mouvement. Les concepts utilisés sont communs à toutes les activités :

– Face en contact : celle qui maintient le contact avec la matière travaillée ; elle peut être active ou passive, selon le sens du travail.

– Face active : celle qui va devant selon le mouvement de la pièce, appelée aussi face conductrice (Anderson 1981 : 8) ; elle peut être de contact ou pas.

– Face passive : celle qui va derrière dans le mouvement et n'est pas de contact ; c'est le cas uniquement dans les polyèdres.

Selon les activités définies, la face active et la face en contact jouent un rôle ambivalent. Pour les bords linéaires, ou avec un seul dièdre :

• Activités à angle de travail perpendiculaire : couper, scier, racler, trancher, introduire. Les deux faces sont en même temps actives et de contact.

• Activités à angle de travail oblique à deux sens : lisser, gratter. Les deux faces sont actives mais une seule est de contact. L'angle de travail est différent par rapport à chacune d'elles, plus fermé pour la face en contact, et plus ouvert pour celle qui n'est pas de contact.

• Activités à angle de travail oblique et à un sens : raboter et amenuiser. Une seule face est active et la face opposée est seulement de contact.

Sur les bords polyèdres les activités à réaliser avec le burin ont deux aspects : celles qui utilisent le dièdre soit avec la direction longitudinale (rainurer l), soit avec la direction transversale (rainurer t), c'est-à-dire avec le polyèdre dans son ensemble, et celle qui utilise uniquement un des trièdres (graver, perforer, percer). Les deux premières reviennent à scier et raboter avec des dièdres linéaires mais, étant donné la courte distance du dièdre du burin entre les trièdres latéraux, nous avons considéré la possibilité de déterminer les traces sur l'ensemble des bords qui forment le burin.

Les activités se forment en partant de l'identification du bord utilisé, de façon que chaque type de bord détermine les gestes qu'on peut exécuter avec lui. Cependant, c'est à travers un schéma arboriforme que l'on obtient la meilleure façon de voir l'articulation des activités. L'identification commence par étapes depuis les niveaux les plus généraux, comme forme d'application de force, jusqu'aux plus spécifiques : l'activité concrète.

Nous n'avons pas tant prétendu réaliser un tableau complet d'activités qu'indiquer une forme logique d'articuler les sous-variables. Certaines ont même été présentées comme possibilités mais elles n'ont pas été mises en pratique : leur future expérimentation est en attente. Une note dont il faut tenir compte est que la position des faces actives et contact ont été mises en rapport avec ces activités concrètes et non avec les activités futures. Le tableau reste ouvert à l'introduction de nouvelles activités avec d'autres combinaisons de sous-variables, nécessaires pour étendre nos connaissances.

Pression						
Zone active	Déplacement espace	Type de direction	Sens du travail	Angle de travail	Angle de bord	
linéaire	directionnel	longitudinal	1 sens	perpendiculaire	-	**Couper**
linéaire	directionnel	longitudinal	2 sens	perpendiculaire	-	**Scier**
linéaire	directionnel	transversal	1 sens	oblique	aigu	**Amenuiser**
linéaire	directionnel	transversal	1 sens	oblique	droit	**Raboter**
linéaire	directionnel	transversal	2 sens	oblique	droit	**Grater**
linéaire	directionnel	transversal	2 sens	oblique	aigu	**Lisser**
linéaire	directionnel	transversal	2 sens	perpendiculaire	-	**Racler**
polyèdre	directionnel	-	2 sens	perpendiculaire	-	**Graver**
polyèdre	directionnel	longitudinal	2 sens	perpendiculaire	-	**Rainurer L**
polyèdre	directionnel	transversal	1 sens	oblique	-	**Rainurer T**
polyèdre	rotatoire	-	1 sens	perpendiculaire	-	**Perforer**
polyèdre	rotatoire	-	2 sens	perpendiculaire	-	**Percer**

Percussion directe				Percussion indirecte			
Zone active	Nombre de directions	Angle de travail		Zone active	Nombre de directions	Angle de travail	
linéaire	unidirectionnel	perpendiculaire	**Trancher**	linéaire	unidirectionnel	perpendiculaire	**Introduire**
linéaire	unidirectionnel	oblique	**Frapper avec herminette**	linéaire	unidirectionnel	oblique	**Façonner**
linéaire	bidirectionnel	oblique	**Tailler avec hache**	polyèdre	unidirectionnel	perpendiculaire	**Clouer**
polyèdre	unidirectionnel	perpendiculaire	**Lancer**	polyèdre	unidirectionnel	oblique	**Ciseler**

Tabl. 1. Tableau d'activités.

Mise en contraste expérimentale des variantes d'activité

Ce schéma a été présenté dans un travail antérieur (Gutiérrez Sáez 1990). Nous y avons contrasté chacune des variables indépendantes avec les traces d'usage enregistrées dans le programme expérimental. Les attributs des variables dépendantes utilisées ont été prises sur chaque face du bord actif et sont les suivants :

– Pour le poli : degré de développement (selon un barème de 0 à 6) ; extension perpendiculaire (du bord vers l'intérieur de la pièce, mesuré en microns) ; extension longitudinale (du poli en rapport avec la longueur totale du bord, pris en microns) ; topographie (situation sur la microtopographie de la surface) ; contour (netteté et régularité de la zone polie – Plisson, 1985) ; épaisseur (qualité de compatibilité) ; éclat (quantité et qualité de la lumière réfléchie) ; texture (aspect général du poli) ; accidents (altérations

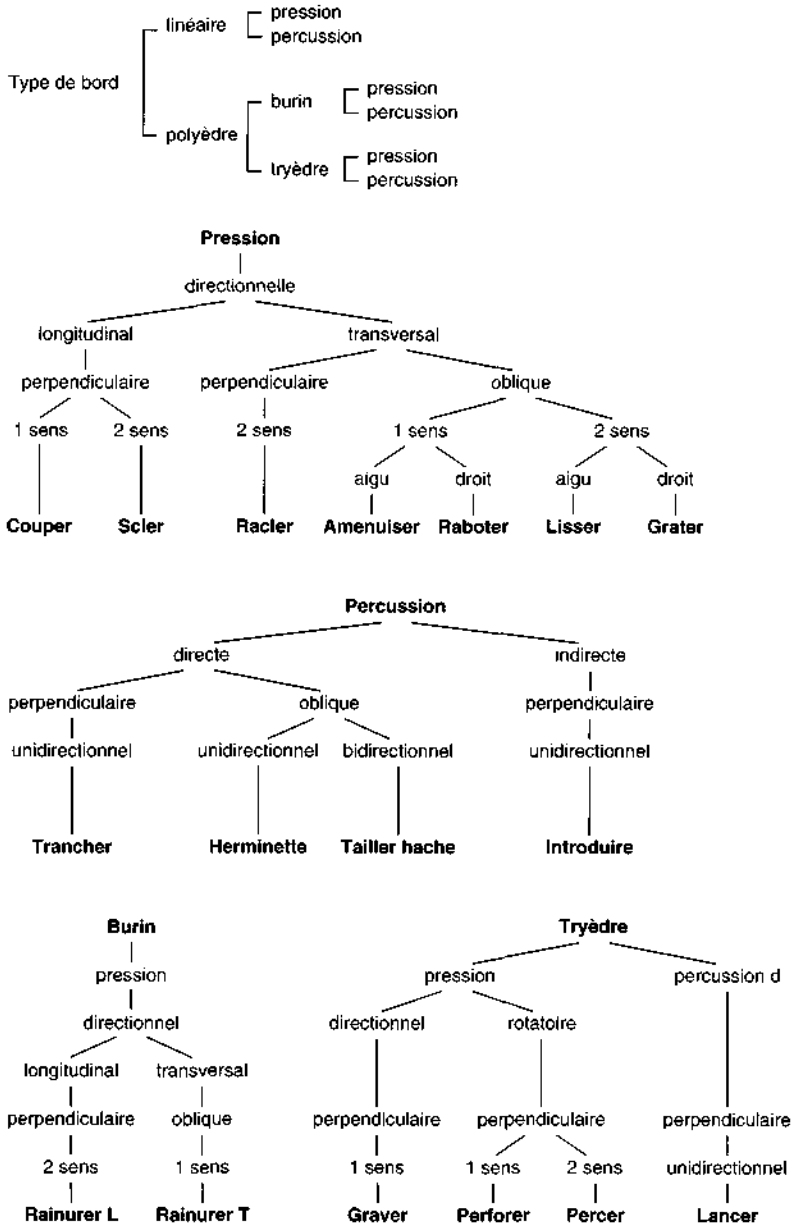


Fig. 1. Schéma en forme d'arbre des activités.

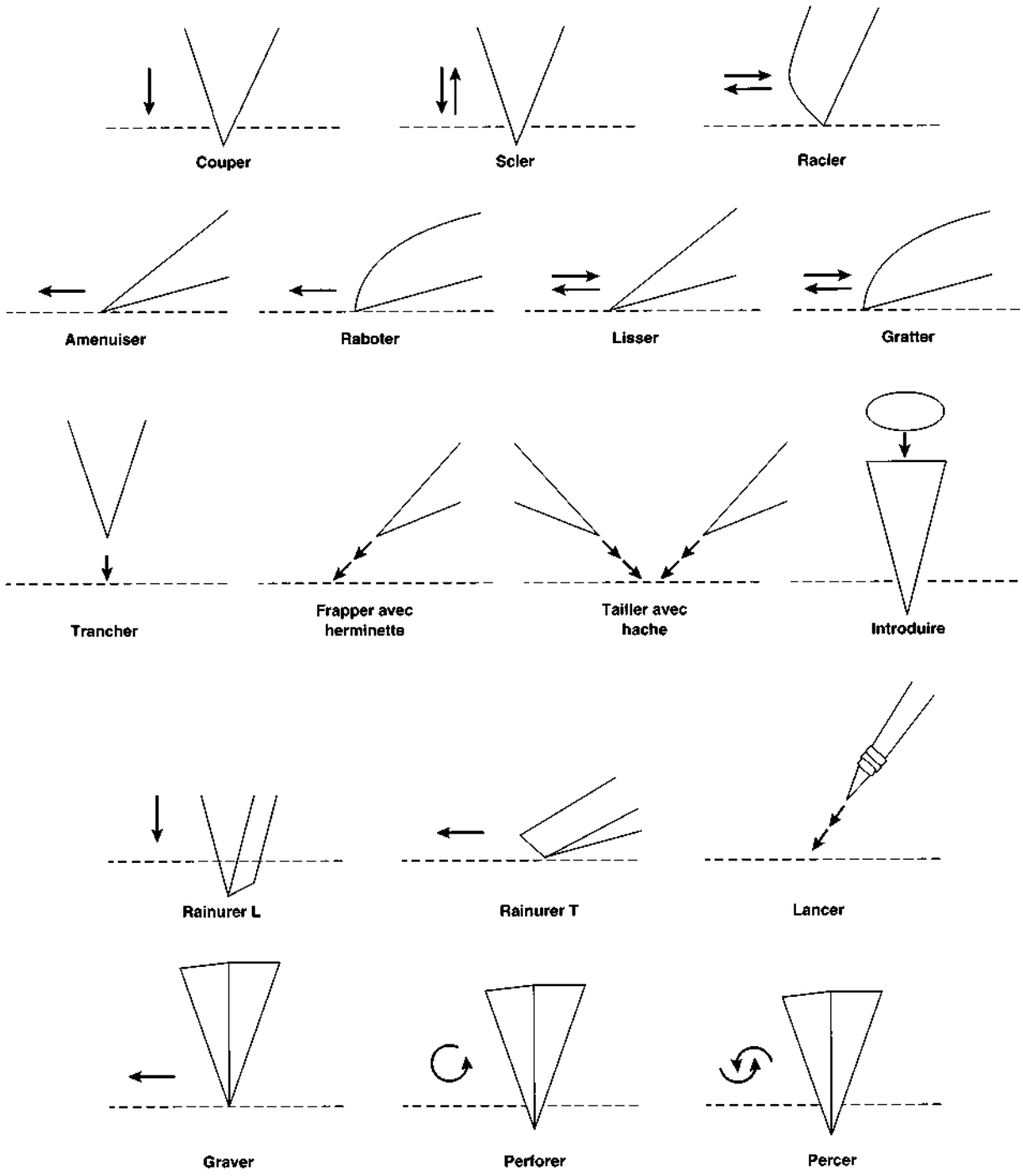


Fig. 2. Dessin schématique des actions.

caractéristiques des polis) et traits linéaires (ce sont, en général, les caractères antérieurs mais pris dans leur direction).

– Pour l'émoussé ou arrondissement du bord : degré d'émoussage (haut/moyen/réduit).

– Pour les stries : quantité (nombre de stries) ; direction (par rapport au tranchant actif) ; types (selon la classification de Mansur, 1980) et longueur (prise en microns).

– Pour les écaillures : quantité (nombre d'écaillures) ; morphologie (contour géométrique – selon Akoshima, 1978) ; dimension (par barèmes de longueur et largeur, prises en millimètres) ; terminaison (par rapport au tranchant) ; épaisseur

(grosseur du bord qui va avec l'extraction) ; distribution (répartition le long du bord) et association au poli (selon la présence du poli sur son arête, ses bords latéraux, tout le contour intérieur ou la non-présence du poli).

La contrastation des variables indépendantes avec les dépendantes partait des hypothèses posées ; de chaque variable, on attendait un type de comportement qui, en bonne mesure, s'est manifesté dans les résultats.

Résultats

Forme d'application de la force

La quantité et la qualité de chaque type de trace apparaissent en relation avec les caractéristiques de chaque forme d'application de force. Quant à la quantité : plus fort degré de poli et d'émoussage dans les activités qui exigent un contact continu entre le bord et la matière travaillée, c'est-à-dire, dans la pression et la percussion indirecte. Plus grande abondance des écaillures et des stries dans les activités en relation avec l'augmentation de la force, la percussion directe.

Quant à la qualité : meilleur poli développé en rapport avec ses attributs, accidents comme ondes et craquelages, plus grande variété de types de stries dans la pression. Stries plus longues, de type 2.2.3., accidents de type macro-écailles et écaillures plus grandes et plus profondes dans la percussion.

La percussion indirecte participe des caractères communs aux deux variables : augmentation de poli et émoussage, variation des stries et grande dimension des écaillures. Elle se caractérise aussi par la présence de traces dues au percuteur sur l'extrême opposé au bord actif.

Type de direction

• Activités de pression : elles se déduisent à partir de l'orientation des traits linéaires du poli et des stries. Dans la plupart des cas, ils sont parallèles au tranchant dans les activités longitudinales face aux perpendiculaires et obliques dans les transversales, bien qu'il existe un petit pourcentage d'orientations inverses ; de la même façon on a observé la présence de traits obliques dans des activités longitudinales mais leur angle est beaucoup plus réduit ; et leur nombre plus petit que dans les transversales.

• Activités de percussion : le bord étant perpendiculaire à la direction du mouvement, les traits sont communément perpendiculaires et surtout obliques. Il y a une plus grande présence de stries obliques dans une seule direction dans la percussion indirecte face au plus grande nombre d'obliques dans deux direction dans la directe. Cela peut être dû à la moindre précision du contact dans les activités de percussion directe.

Angle de travail

• Activités de pression : dans les activités d'angle élevé prédominent l'équivalence de traces sur chaque face et une répartition inégale dans celles d'angle réduit. Dans ces dernières, le poli, l'émoussage et les stries se situent sur la face en contact avec la matière travaillée, et les écaillures sur la face opposée. Les attributs les plus significatifs ont été le degré de développement du poli, son extension intérieure et le degré d'émoussage, attributs diagnostiques du contact entre la matière travaillée et le bord actif.

Dans ce paragraphe, nous aimerions commenter que, étant donné que les activités longitudinales sont d'angle élevé et les transversales, généralement, d'angle réduit, la position des traces sur le bord est normalement attribuée depuis Tringham, *et alii* (1974) au type de direction et non pas à l'angle de travail, variable qui prédétermine réellement la position des traces dans ce type de contact.

• Activités de percussion directe : cette forme d'application de force ne conduit pas à une claire différenciation des attributs entre les activités d'angle élevé et d'angle réduit ; on apprécie uniquement la tendance à une position plus profonde du poli et des stries et à un plus grand émoussage sur les faces avec plus de pénétration sur les matières travaillées dans les activités d'angle réduit. A cela contribuent deux facteurs qui n'apparaissent pas dans la pression. En premier lieu, le degré de pénétration qu'a le bord actif dans la matière travaillée, qui, dans la percussion directe, est semblable aux deux angles de travail, tandis que,

dans la pression, il est différent selon la position de la face dans le mouvement. En deuxième lieu, il y a la précision du geste, qui est diminuée, dans la percussion indirecte, par la trajectoire parcourue.

• Activités de percussion indirecte : on a seulement expérimenté l'activité de lancer. Les traces y sont équivalentes sur chaque bord, bien qu'avec un poli légèrement plus profond sur l'une des faces.

Sens du travail / Nombre de directions

• Activités de pression : dans ce groupe, il existe peu de variation entre les activités d'un ou deux sens ; on observe uniquement que les traits diagnostiques de l'angle de travail dans les activités de deux sens sont plus puissants, car il existe un grand déséquilibre dans la position des traces sur les deux faces. De plus, les écaillures tendent à être de plus petites dimensions dans les activités d'un sens, et il existe une grande proportion de stries obliques dans celles de deux sens.

• Activités de percussion directe : cet aspect en vient à être le même que celui du sens du travail dans les activités de pression. Comme dans le groupe antérieur, on observe une augmentation dans la variation des écaillures, avec des dimensions plus grandes et des stries – des traces plus propres à la percussion – dans les activités de deux directions.

Angle de bord

• Activités de pression : sur les bords de l'angle aigu, on apprécie une tendance à la réduction de l'aire du polissage, principalement dans son extension perpendiculaire, abondance d'écaillures abruptes de morphologie en demi-lune et une irrégularité prononcée de la silhouette. On espérait trouver une différence accusée dans le nombre d'écaillures, plus grande dans les angles aigus, mais cette hypothèse de départ ne s'est pas réalisée, même à l'intérieur d'un groupe où l'unique variation était l'angle du tranchant. La plus faible résistance à la rupture du bord aigu ne se manifeste alors pas dans une grande présence d'écaillures, au moins globalement, mais dans un degré plus élevé de destruction du tranchant actif, avec une importante perte de son extension.

• Activités de percussion : tous les bords choisis pour cette activité ont été de grosseur moyenne, raison pour laquelle nous n'avons pas constaté les différences. Il faut signaler qu'après le travail la plupart des pièces ont subi un grand changement dans leur morphologie et extension, à cause de la disparition de grandes portions du bord actif.

Les résultats semblent appuyer l'idée de Hayden et Kamminga (1973) de la faible variation d'écaillures sur les bords aigus et épais, mais seulement quant à leur nombre, non pas quant à leur morphologie. De plus, il faut considérer leur relation avec la dureté relative de la matière travaillée ; dans notre analyse, nous avons constaté cette variable avec celle de l'angle du tranchant ; dans les résultats, on observe un plus grand degré de destruction du tranchant sur les pièces travaillées avec des matières dures.

Les zones actives formées par trièdres et polyèdres

• Burins : en utilisant le polyèdre dans son ensemble, nous nous sommes limités à expérimenter deux usages, dénommés rainurer longitudinalement (équivalant à scier) et rainurer transversalement (ou raboter). Les applications en sont plus amples puisqu'avec l'ensemble des bords du burin on peut réaliser pratiquement toutes les actions signalées par les bords dièdres simples. Nous avons centré notre intérêt sur l'observation du rôle joué par les bords adjacents au dièdre du burin, et sur la démonstration des amples possibilités d'usage que présente cette forme typologique, qui ne se réduisent pas aux activités traditionnelles de gravure ou perforage.

Les variables sont les mêmes que pour les activités équivalentes sur des dièdres simples, mais leur interprétation est plus complexe à cause du plus grand nombre de faces impliquées. La distribution des traces sur l'ensemble des faces reflète, en général, le rôle joué par chacune d'elles pendant le mouvement, et les variables peuvent être détectées. La reconstruction des activités est semblable à celle des dièdres simples.

• Trièdres : la disposition des bords forme une extrémité pointue, ce qui limite notablement les possibilités d'usage, à la différence du burin dans son ensemble. Les trois activités expérimentées ont été celles de graver, percer et perforer ; de celles-ci, c'est la gravure qui a le mieux répondu aux hypothèses posées préalablement. Les principales différences entre les trois se centrent sur le plus grand développement du poli et sur une distribution plus claire des traces sur les faces quand on grave. Nous croyons que l'explication se trouve dans la forme de déplacement de chaque ensemble. Dans un déplacement directionnel – graver – le bord actif est en contact continu avec la matière travaillée, tandis que quand la pièce tourne sur son propre axe – percer et perforer – sa projection se dirige vers l'intérieur de la matière travaillée, provoquant un trou là où il existe des ampleurs qui limitent la friction. Entre les bords trièdres, il semble préférable de distinguer entre gravure, comme activité directionnelle, et des activités giratoires globalement, sans différencier l'action de percer de celle de perforer.

Nous devons nous interroger maintenant sur les possibilités réelles de distinction de l'activité à partir de la reconstruction des variables. En suivant le schéma arboriforme, le premier pas serait celui de détecter le type de bord actif et, à partir de celui-ci, les différents étapes à suivre. Les variables le plus clairement détectables ont été la forme d'application de force, le type de direction et l'angle de travail. Aussi bien le déplacement de l'espace que la nombre de directions et le sens du travail se sont montrés difficiles à reconnaître à partir des traces laissées.

L'angle du bord, pour sa part, ne doit pas être considéré comme une variable directement déterminante de l'activité, sauf dans les groupes – les activités transversales d'angle de travail oblique – dans lesquels son inclusion permet la formation d'activités distinctes. Dans ce groupe, la différence entre gratter/lisser ou amenuiser/raboter se centre sur la relation qui s'établit entre le bord actif et la matière travaillée ; dans les activités d'angle aigu (lisser, amenuiser) le bord actif pénètre plus profondément dans la matière que dans celles d'angle émoussé (gratter, raboter), où le contact est plus superficiel. Pour plus de précision, le travail des bords aigus permet une plus grande destruction de la matière travaillée que ses équivalents sur des bords épais, à l'intérieur de ce groupe concret d'activités.

Un aspect qui dilue l'importance de l'angle du bord est que, s'il est vrai que quelques activités demandent un tranchant de grosseur spécifique, la plupart d'entre elles peuvent être réalisées avec des angles moyens, sans que l'on puisse argumenter l'efficacité comme facteur concluant. L'angle du tranchant a, alors, une importance différentielle selon les activités à exécuter. Il est déterminant dans un petit groupe, mais son état – degré de destruction de la silhouette – quelle que soit l'activité exercée, nous donne toute une série d'indices quant au travail réalisé : dureté relative de la matière travaillée, durée du travail et forme d'application de la force, principalement.

Conclusions

Malgré la difficulté que présentent quelques variables à être différenciées et qui empêcherait une reconstruction exacte de l'activité, nous pensons que les traits généraux peuvent être détectés à partir de l'ensemble de variables plus explicites : la forme d'application de la force, le type de direction, l'angle de travail, et l'angle du bord dans les activités où la distinction est plus significative. La reconstruction se réalise alors par des étapes dont chacune implique un niveau de connaissance plus ample. Il ne sera pas toujours possible de diagnostiquer l'activité concrète, à cause, principalement, du faible développement des traces sur certaines pièces, mais le diagnostique de certaines variables qui conforment le geste exécuté peut nous permettre une connaissance globale plus ample et plus organisée de l'étude des collections archéologiques.

Une démarche postérieure sera celle de l'expérimentation d'activités plus complexes, où l'outil aura une relation plus souple avec la matière travaillée et s'adaptera à ses caractéristiques. Le contraste de ces expériences avec celles qui sont réalisées suivant la tableau antérieur et avec les évidences mêmes apportées par le matériel archéologique nous conduira à une compréhension plus profonde du geste réalisé.

Note

Cette communication est un bref résumé de la variable de l'activivité traitée dans la thèse de doctorat de

l'auteur. La méthodologie employée a été le résultat du travail et de longues discussions avec J. E. González Urquijo et J. J. Ibañez Estevez.

* *Centro de Investigación y Museo de Altamira, Cantabria, Spain.*

Bibliographie

AKOSHIMA (K.), 1978.– An experimental study of microflaking. *Kokogaku Zasshi*, 66, 4. Japon, p. 1-27.

ANDERSON-GERFAUD (P. C.), 1981.– *Contribution méthodologique à l'analyse des micro-traces d'utilisation sur les outils préhistoriques.* Thèse de 3e cycle, n. 1607.

GUTIERREZ SAEZ (C.), 1990.– *Huellas de uso : pautas de análisis expérimental.* Tesis Doctoral inédita.

GRACE (R.), 1989.– *Interpreting the Function of Stone Tools. The quantification and computerisation of microwear analysis.* Oxford, British Archaeological Reports 497.

HAYDEN (B.), KAMMINGA (J.), 1973a.– Gould, Koster and Sontz on « microwear » : a critical review. *Newsletter of Lithic Technology II,* 1-2, p. 3-8.

KEELEY (L. H.), 1980.– *Experimental Determination of Stone Tool Uses : a Microwear Analysis.* Chicago, University of Chicago Press.

KOROBKOVA (G. F.), 1981.– Ancient reaping tools and their productivity in the light of experimental trace-wear analysis. *In* : P. L. Kohl (Ed.), *The Bronze Age civilisation of Central Asia.* New York, M. L. Sharpe, p. 325-349.

MANSUR (M. E), 1980.– Las estrías como microrrastros de utilización : clasificación y mecanismos de formación. *Antropología y Paleontología Humana,* 2, p. 21-41.

MANSUR-FRANCHOMME (M. E.), 1983.– *Traces d'utilisation et technologie lithique : exemples de la Patagonie.* Thèse de 3e cycle, Université de Bordeaux I.

PLISSON (H.), 1985.– *Étude fonctionnelle d'outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures : recherche méthodologique et archéologique.* Thèse ND. Paris, Université de Paris I, Panthéon-Sorbonne.

SCHIFFER (M. B.), 1976.– *Behavioral Archeology.* New York, Academic Press.

TRINGHAM (R.), COOPER (G.), ODELL (G. H.), VOYTEK (B.), WHITMAN (A.), 1974.– Experimentation in the formation of edge-damage : a new approach to lithic analysis. *Journal of field Archaeology,* 1, p. 171-196.

UNRATH (G.), OWEN (L. R.), VAN GIJN (A.), MOSS (E. H.), PLISSON (H.), VAUGHAN (P. C.), 1984-1985-1986.– An evaluation of microwear studies : a multi-analist approach. *Early Man News* 9.10.11, p. 117-176.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Quelle fonction pour ces outils ? Éléments pour un débat sur l'avenir de la discipline

Francesco d'ERRICO, P. JARDÓN-GINER***

L'enchaînement rapide et parfois pressant des nombreuses communications qui ont animé le Colloque sur « Les gestes retrouvés » a nécessairement limité le temps imparti au débat. Nous profiterons donc de ces pages pour proposer quelques réflexions après congrès.

Il ne sera pas question ici d'offrir un bilan critique exhaustif de toutes les interventions, mais simplement de souligner quelques points qui nous paraissent intéressants pour le développement de la discipline.

Au sein des communications concernant l'analyse fonctionnelle de l'outillage lithique on peut repérer deux tendances majeures. D'une part nous avons assisté, à plusieurs reprises, à l'application de la méthode d'analyse à fort grossissement telle qu'elle a été conçue au début des années 80. Certes, des chercheurs ont affiné cette méthode en élargissant par exemple le cadre expérimental et en approfondissant le problème des altérations naturelles. Cependant la base de la méthode ne semble pas avoir changé. Les chercheurs qui suivent cette voie ont présenté, dans la plupart des cas, des applications de la méthode à des collections archéologiques. Les contributions méthodologiques relatives à cette tendance ont été peu nombreuses. Cela s'explique par le fait que, la méthode étant considérée comme sûre, l'intérêt des chercheurs s'est surtout porté sur l'utilisation de celle-ci pour la solution de problèmes archéologiques concrets (rapport entre technologie et fonction, distribution d'aires d'activités dans un site, rapports entre différents sites...).

Un discours semblable pourrait être tenu à propos des quelques partisans de l'approche à faible grossissement.

D'autre part nous avons assisté à la présentation de communications essentiellement méthodologiques. Ces communications ne se sont pas limitées à traiter de problèmes de détail.

En s'appuyant sur la digitalisation et le traitement numérique de photographies de zones usées, on a suggéré à Liège, comme déjà à Sophia Antipolis en 1987 et, par la suite, à Brighton, Tübingen et Uppsala (Grace, dans ce volume), que l'usure serait un phénomène continu et que l'as-

pect des polis ne serait pas seulement fonction de la matière travaillée, mais aussi du temps d'utilisation et de la morphologie de la partie active.

Mais si la durée de l'utilisation est un facteur fondamental à considérer pour l'identification de la matière travaillée, ce facteur nous échappe complètement pour les pièces archéologiques. Des outils employés sur des matériaux différents et selon des durées différentes produisent des traces d'utilisation qui ne sont pas différenciables par ce traitement numérique. Nous ouvrons ici une parenthèse : les résultats de Grace concernent aussi la possibilité d'une identification des traces d'emmanchement. L'analyse quantitative semble démontrer que des traces produites pendant la retouche de la pièce et préalablement à toute utilisation peuvent être aisément confondues avec des traces d'emmanchement.

D'où l'interrogation: y a-t-il une différence morphologique effectivement détectable parmi les polis dus à différentes matières travaillées ? Poser cette question avec des résultats à l'appui revient à émettre un doute sur la méthode utilisée dans la plupart des communications présentées au colloque de Liège ainsi que sur la structuration même du colloque (sections par matériaux travaillés).

Un partisan de l'analyse à fort grossissement pourrait objecter que le traitement numérique des images photo ne tient pas compte de l'ensemble des éléments dont on peut disposer lors de l'observation intégrale de la pièce (répartition du poli sur la surface, rapport entre emplacement du poli et localisation des microfractures, présence de certains éléments non perceptibles par l'analyse de la texture comme, par exemple, l'orientation des stries...). Mais ces indices sont-ils suffisants pour identifier la matière travaillée ? Si oui, pourquoi alors les chercheurs qui empruntent cette voie ne sont-ils pas encore arrivés à quantifier ces indices et à en faire un véritable instrument d'analyse ?

Les positions qui s'affrontent semblent d'autant plus difficiles à concilier qu'on observe d'un côté la mise en doute d'une méthode, de l'autre une tendance qui, en considérant la validité de la méthode comme largement acquise, mène une recherche exclusivement tournée vers l'application.

Les tenants de cette seconde tendance essaient de développer une réflexion sur les implications archéologiques des résultats tandis que les adeptes de la première souhaitent une analyse critique de la discipline et sa refonte sur de nouvelles bases. Il est naturel que les premiers hésitent, en écoutant les considérations des seconds, à ouvrir une discussion sur le sujet.

Une approche constructive du problème est contenue dans la communication de Yamada et Sawada (dans ce volume). On y décrit les polis expérimentaux en utilisant des attributs simples et mesurés par la suite à l'aide d'un logiciel d'analyses d'images. Ces analyses semblent révéler qu'il existe une relation entre des combinaisons d'attributs et les matières travaillées. Bien qu'en contradiction au niveau des résultats, cette dernière intervention et celle de Grace se situent dans un *continuum* du point de vue de la méthode : les deux effectuent une analyse des états de surface par des moyens instrumentaux de façon à atteindre des résultats vérifiables et libérés de la subjectivité nécessairement introduite par chaque chercheur.

Les résultats présentés par Yamada et Sawada sont très intéressants, mais encore, selon les auteurs eux-mêmes, à un stade préliminaire. La possibilité d'utiliser l'analyse d'images pour différencier les polis sur les pièces archéologiques, devient une voie de recherche prometteuse, mais non encore réalisable.

Les chercheurs les plus critiques vis-à-vis de l'analyse à fort grossissement proposent eux aussi une nouvelle approche, dite « multidimensionelle ». L'enregistrement s'effectue avec un programme spécifiquement conçu (FAST, *Functional Analysis of Stone Tools*) réalisé pour l'application « Hypercard » d'un ordinateur Apple Macintosh (cf. Grace dans ce volume). Les attributs pris en considération sont largement explicités. Cette méthode présente donc l'avantage d'unifier les critères d'analyse et d'éliminer l'aspect « initiatique » parfois reproché à la discipline. Il n'y a pas de doute que « l'analyse multidimensionelle », une fois sa validité établie, pourrait, par sa compréhension rapide, élargir sensiblement le nombre des analystes potentiels.

Les attributs rassemblés dans le programme intègrent plusieurs niveaux d'analyses (morphologique, métrique, macroscopique, microscopique). Cela doit être considéré comme un avantage. La plupart de ces variables entrent en jeu dans les reconstitutions fonctionnelles des tracéologues qui emploient la méthode définie par Keeley. Mais cette prise en compte est laissée à l'appréciation de chacun. Elle n'est pas quantifiée,

et il est difficile de connaître la place qu'elle occupe dans le travail de chaque analyste.

Pour établir son programme Grace a bénéficié des avis de plusieurs chercheurs et, à travers eux, d'une vaste collection expérimentale. On pourrait objecter que cette base expérimentale n'est pas décrite en détail (nombre de pièces, type d'expérimentation...). Le référentiel n'est donc pas accessible aux utilisateurs du programme.

En examinant les attributs pris en considération on se rend compte, par exemple, que le système « expert » s'adresse surtout à des industries laminaires. Le référentiel a bien dû jouer un rôle à ce niveau, mais nous ignorons lequel. Le système peut-il être appliqué a des industries très différentes du point de vue de la dimension et de la pétrographie des pièces ? Si ces variables doivent être prises en compte de façon différente pour chaque industrie cela ne risque-t-il pas de réduire l'objectivité qui devrait, au contraire, représenter le plus grand avantage du système ?

La méthode proposée par Grace est empirique. Sa validité s'appuie exclusivement sur le succès qu'elle a obtenu ou obtiendra dans des tests aveugles. L'utilisation de variables appartenant à plusieurs niveaux de grossissement affranchit partiellement la méthode du problème des altérations post-dépositionnelles, mais le problème n'est pas, pour autant, résolu.

L'utilisation du système « expert » ne doit pas constituer un alibi pour ne pas conduire, dans le futur, d'autres expérimentations. La proposition de cette méthode ne prétend pas éliminer le rôle de l'expérimentation dans la mesure où la méthode même est la conséquence de celle-ci.

Il faut toutefois s'interroger sur le rôle futur de l'expérimentation si l'on accepte le principe du système « expert ».

A. L'expérimentation devient un moyen de vérification *a posteriori* de certaines déterminations proposées par ce système, mais dont on désire vérifier l'exactitude. Dans ce cas on utilisera des fac-similés des pièces archéologiques de façon à réduire au minimum les facteurs en jeu dans la reproduction des traces.

B. L'expérimentation sert à tester le système « expert » de façon à repérer ses éventuels points faibles.

C. L'expérimentation peut être la source d'un nouveau système « expert » basé sur une organisation différente des attributs.

L'enregistrement des données technologiques fait partie des buts du système de Grace. Cependant la section du programme destinée à cette fin prête à plusieurs remarques.

Les attributs « technologiques » choisis se situent à un niveau d'intégration trop poussée (éclat Levallois, burin...) qui transforme l'analyse en un décompte typologique sans intérêt véritable.

Les vingt dernières années d'études technologiques en Préhistoire ont montré que le débitage peut être lu et décrit comme un ensemble riche et varié de comportements. Bien que des points communs puissent être repérés entre les différentes chaînes d'opérations techniques, un des apports les plus intéressants des recherches actuelles consiste dans la constatation de l'extrême variabilité potentielle de comportements techniques et de la richesse d'informations culturelles qu'il est possible d'en extraire.

Le repérage des limites de variabilité de chaque chaîne d'opérations techniques constitue un moyen pour saisir les particularités d'un ensemble technique et pour le comparer à d'autres.

Mais même en se cantonnant à l'analyse de l'outillage retouché, c'est plutôt à sa variabilité qu'on fait appel pour caractériser un ensemble lithique. De ce point de vue le programme de Grace semble nous ramener en arrière dans le temps...

Est-il possible d'intégrer un programme d'analyse fonctionnelle à un programme d'analyse technologique ? La variabilité des processus technologiques ne demande-t-elle pas un choix et une organisation des attributs chaque fois différentes ?

Cette question ne s'adresse pas seulement aux « tracéologues ». Le débat en cours présente au moins l'avantage de rendre explicites les termes de la discussion. L'analyse fonctionnelle permet d'approcher des activités des hommes et par leur biais de leur système culturel, mais pour ces mêmes raisons elle peut engendrer des confusions dommageables.

Comment permettre à l'ensemble de scientifiques concernés (préhistoriens, anthropologues, géologues, pétrologues, chimistes...) de participer à ce débat ? En conclusion il semble clair que le principe de l'utilité d'un système « expert » dans l'analyse fonctionnelle des pièces lithiques devrait être accepté par tous les chercheurs. Le problème est de savoir s'il est utile d'adopter le système « expert » de Grace avec ou sans modifica-

tions ou bien s'il est nécessaire d'en établir un autre et, dans ce cas, de définir les changements qu'il convient d'apporter compte tenu des imperfections du premier.

On touche là un point fondamental. Si on accepte le principe de l'utilité d'un système « expert » il devient nécessaire d'orienter la recherche vers un mode de fonctionnement du système, le choix et la hiérarchisation des attributs. Combien de chercheurs sont-ils prêts à collaborer à cette entreprise ?

Un tel système devra non seulement faire preuve de sa validité dans l'analyse de séries expérimentales mais aussi montrer explicitement son mode théorique de construction. Un large débat, enrichi de l'expérience de tous les chercheurs, semble l'unique moyen de créer un lien entre le passé et l'avenir de cette discipline.

* *Institut de Paléontologie Humaine, LA 184 du CNRS, 1 rue René Panhard, 75013 Paris, France.*
** *Departamento de Prehistoria y Arqueologia, Universidad de Valencia. Avda Blasco Ibanez 28, 46010 Valencia, España.*

Actualité

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

A microscope mount for artefact analysis

*Alfred PAWLIK**

Résumé

Cet article décrit un porte-objets simple et facile à fabriquer pour des analyses microscopiques d'outils en pierre. Le porte-objets a une forme sphérique et permet un réglage permanent de l'objet observé. Pendant les réglages, les doigts de l'observateur sont en contact avec le porte-objets et non avec l'artefact, ce qui évite désormais un nettoyage constant.

Abstract

This article describes a simple and easily made specimen mount which is suited for the microscope analysis of stone tools. The specimen mount is of spherical shape and allows a continuous adjustment of the observed object. During the adjustments, the fingers of the observer touch the mount and not the artefact, so that constant cleaning is no longer necessary.

The mounts normally used in microscopy, *e. g.* clip stages, cannot be used for viewing stone artefacts. The fixation of an object under a microscope must be done in such a way that the object is in no way damaged. Thus, metal clips do not come into question. Even minimal motions, such as the placement of a lithic artefact on a glass plate, can cause alterations on the artefact's surface similar to use-wear traces (*pers. comm.* G. Unrath, Institut für Urgeschichte, Tübingen). A simple, but rather provisional, method is the placement of an object on one or more moldable towers of Plasticine. This is, however, a time consuming and troublesome method as, for almost every new positioning of the object, the Plasticine has to be re-molded and the desired zone of the artefact has to be placed perpendicular to the path of light. The object also needs to be bathed in a fat-dissolving cleaning agent (alcohol) to remove adhering bits of Plasticine and fingerprints which could falsify the picture. In the Tübingen Blind Test remains of Plasticine that could not be removed with soap, alcohol or acetone were a problem for some of the analysts (Unrath *et al.*, 1986 : 164).

Another very simple but more effective device has proved advantageous in my analyses with both reflected light and stereomicroscopes, especially when photographing (Pawlik, 1991 ; Owen, Pawlik,

in prep.). It is a type of spherical mount produced from half of a pingpong ball set in the plastic ring from a roll of Scotch tape (fig. 1). The pingpong ball is filled to just over the edge with Plasticine or a Plasticine-type cleaner (better stability is produced by adding a small lead ball or similar object as a weight). Type cleaner (*e. g.* Pelikan Typenreiniger Art. n° 1561) is preferable to Plasticine as it does not leave residues adhering to the artefact.

Fig. 1. The specimen mount in use.

The object sits securely on this « pillow » and the surface being analyzed can be moved quickly and easily in all directions. During the position adjustments, the fingers of the observer touch the ball and not the object so that constant cleaning is no longer necessary.

The height of the mount is between 25 and 50 mm depending on the desired angle of inclination. It is especially suited for use with Olympus BHMJ microscope models, as the distance between the microscope body and the mount in these can be adjusted. However, it can also be used with other conventionally built reflected light microscopes (*e. g.* Zeiss Universal). At the very worst, the slide table has to be taken out, which can usually be accomplished with just a few manipulations.

This device saves a considerable amount of time, at least when small to middle large artefacts are viewed.

Acknowledgment

Translated by Linda R. Owen, Institut für Urgeschichte, Universität Tübingen.

* *Institut für Urgeschichte, Universität Tübingen, Schloß, 7400 Tübingen, Germany.*

Bibliography

OWEN (L. R.), PAWLIK (A.), in prep.– Funktionsanalyse an Artefakten der spätmesolithischen Fundplätze am Henauhof. *In* : C.-J. Kind (Ed.), *Spätmesolithische Fundplätze am Henauhof bei Bad Buchau am Federsee*. Kreis Biberach.

PAWLIK (A.), 1991.– *Experimente an einigen gebräuchlichen Werkstoffen der paläolithischen Kleinkunst und die Funktionsanalyse der verwendeten Steingeräte*. Master's Thesis, Institut für Urgeschichte, Universität Tübingen.

UNRATH (G.), OWEN (L. R.), VAN GIJN (A.), MOSS (E. H.), PLISSON (H.), VAUGHAN (P.), 1986.– An Evaluation of Microwear Studies : A Multi-Analyst Approach. *In* : L. Owen, G. Unrath (Ed.), *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*. Tübingen, Early Man News 9.10.11, p. 117-176.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

A comparative study of the models of environmental adaptation of the Final Palaeolithic societies of the Polish Lowland

*Malgorzata WINIARSKA-KABACINSKA**

Résumé

Cet article concerne les résultats préliminaires produits par l'étude comparative de l'adaptation des chasseurs de l'Alleröd et des Dryas récents qui vivaient dans les basses terres polonaises. L'analyse, réduite à l'interprétation de traces de micro-usure trouvées sur les outils en silex, n'a pas montré de différences réelles de stratégies d'adaptation entre les tarnoviens et les svidériens. Les résultats indiquent la nécessité d'une analyse plus détaillée de ces matériels dans le contexte archéologique ainsi que d'une discussion sur les possibilités cognitives et les limites des études de micro-usure.

Abstract

This paper refers to the preliminary results of the comparative study of adaptation of Allerod and Youngest Dryas hunters living on the Polish Lowland. Analysis reduced to the interpretation of microwear traces found on flint tools only showed no real differences in adaptation strategies between Tarnovianlike and Sviderian peoples. The results indicate the necessity of a more detailed analysis of these materials in the archaeological context as well as of a discussion about the cognitive possibilities and limits of microwear studies.

This paper is a preliminary report concerned with the project devoted to the comparison of the models of environmental adaptation of two different Final Palaeolithic cultures, namely the Tarnovian-like and Sviderian cultures. The main purpose of this project is to answer to the key question : is it possible on the basis of microwear studies to demonstrate the differences in adaptation strategies of the societies living during two different climatic periods, *i. e.* in Allerod and the Youngest Dryas ? I also hope that this project allows us at least partially to recognize the cognitive possibilities

of microwear analysis in this kind of research. The materials I took into consideration comprise three assemblages which were found at the site Calowanie in central Poland. The site of Calowanie was excavated by Romuald Schild in the sixties and seventies (Schild, 1975). It is located within the pre-glacial valley of the Vistula river, on the isolated, sandy island surrounded by the peatbog. This island consists of two sedimentation series : lower layers are of alluvial origin whereas the upper part of the island is built of dune sands. Both main sedimentation zones are linked with the adjacent organogenic sediments. ^{14}C dates as well as palynological data (Dabrowski, 1982) show that the beginning of the island, connected with the alluvial sedimentation, dates to the early Allerod period (*ca* 9800-9700 bc). The end of dune sedimentation is dated to about the half of the Youngest Dryas (more exactly before 8500 bc). During the excavation of the site eight main settlement levels were found, and almost every level comprised several homogeneous concentrations – so-called kshemenitshas – according to R. Schild's concept (Schild, Marrezak, Królit, 1975). The materials I have investigated come from two levels – no. IV and VI. Level no. IV is connected with the Allerod period whereas level no VI with the Youngest Dryas. Comparing the environment of the climatic periods mentioned above in the area of the central part of the European lowland, one can see some distinct differences. At the beginning of the Allerod birch and pine-birch forests appeared whereas in the later part of this period pine forests predominate. The most common species of the fauna were elk, deer, roe-deer, aurochs, boar horse and reindeer. As a result of the climatic change at the beginning of the Youngest Dryas the Allerod forests disappeared and were replaced by step-tundra and park tundra formations. The climatic changes lead also to the replacement of the forest fauna by the tundra fauna, mostly reindeers.

These briefly characterized environmental changes were the main reason for the distinction by Janusz and Stefan Kozlowski's (1983) of two different adaptation strategies, namely forest model and tundra or forest-tundra model. The first model is connected with the Allerod period and the Tarnovian-like culture. The tundra and forest-tundra model is related to the last Dryas period and the Sviderian culture.

For project completion, several assemblages of the Tarnovian-like and Sviderian cultures, comprising retouched tools as well as the debitage, will be investigated. However, here, to show the preliminary results only retouched tools of two Tarnovian-like and one of Sviderian culture have been taken into consideration.

For the observations a metallographic microscope was used. Observations of macrotraces, like edge rounding, edge damage or striations, were accomplished with a magnification of 10 to 20 times, whereas for microscopics observations I used magnifications in the range of 100 to 500 times. The first tool assemblage, known as the western concentration of level IV, is composed of 69 end-scrapers made of blades and flakes, 4 backed pieces and 2 burins. Among them 58 per cent of tools were used and 16 per cent were abandoned unused. The third category – others – comprise tools carrying post-depositional or unidentified traces. Among 81 of used tools with characteristic, identified traces 93 per cent have working traces of animal origin ; only 7 per cent of all the tools showed wood working traces. The second analyzed assemblage – an eastern concentration from the same level as the first one – comprisea quite similar set of tools, but there are many more backed pieces. Altogether, 76 end-scrapers, 2 raclettes, 47 backed pieces, 12 burins and 6 truncations have been found in this concentration. 57 per cent of the tools were used, 14 per cent were unused and 29 per cent of the tools carry post-depositional or unidentified microtraces. Among the used tools 78 per cent were working with animal materials, and 22 percent have traces of wood-working origin. The third investigated assemblage is a small Sviderian concentration (no. I) from level VI. Its tool set is composed of 1 end-scraper, 7 burins, 4 Sviderian tanged points and 3 micro- truncations. 75 per cent of the tools were used whereas 6 per cent were left unused. 19 per cent have post-depositional or unidentified traces. Among the used tools 82 per cent were working with animal materials, and 12 per cent with wood.

The data presented above lead us to several conclusions. The first is that the comparison of the results of microwear analysis of these assemblages is limited by the divergence in the number of observed artifacts. It is also difficult due to the different typological compositions of the tool groups. Within the Tarnovian-like assemblages

end-scrapers and backed pieces predominate, which are almost not present in the Sviderian concentration. Contrary to that, there are no micro-truncations and tanged points in Tarnovian materials, which are relatively numerous in Sviderian assemblages.

For these reasons we can only follow the statistical distribution of some parameters. It is easy to notice (fig. 1) that all assemblages are similar when we consider the proportion of used and unused tools (in Tarnovian assemblages 57 and 58 per cent of the tools were used), whereas in the Sviderian concentration 75 per cent were used. There are also no differences in the destination of tools – over 75 per cent of tools in all three assemblages carry traces indicating the processing of animal materials (bones, antler, skin and meat or the combination of mentioned traces). However, some functional specialization of some tool types was recorded. This is especially true for backed pieces from the western concentration. On one hand, compared with other types of tools, they were much more intensively used for processing wood. On the other hand, at least some of them were hafted. Additionally, one backed piece has characteristic MLIT traces suggesting it was used as an arrow head. Instead, except for one hafted piece, Sviderian tanged points were used as knives – for cutting animal carcass. Worth noticing are burins from the Sviderian assemblage. Among all burins only one has rotation movement traces at its end. The rest of the burins carry perpendicular or longitudinal movement traces, which is unusual considering the results of the functional analysis of other Sviderian sites (Winiarska-Kabacinska, in press).

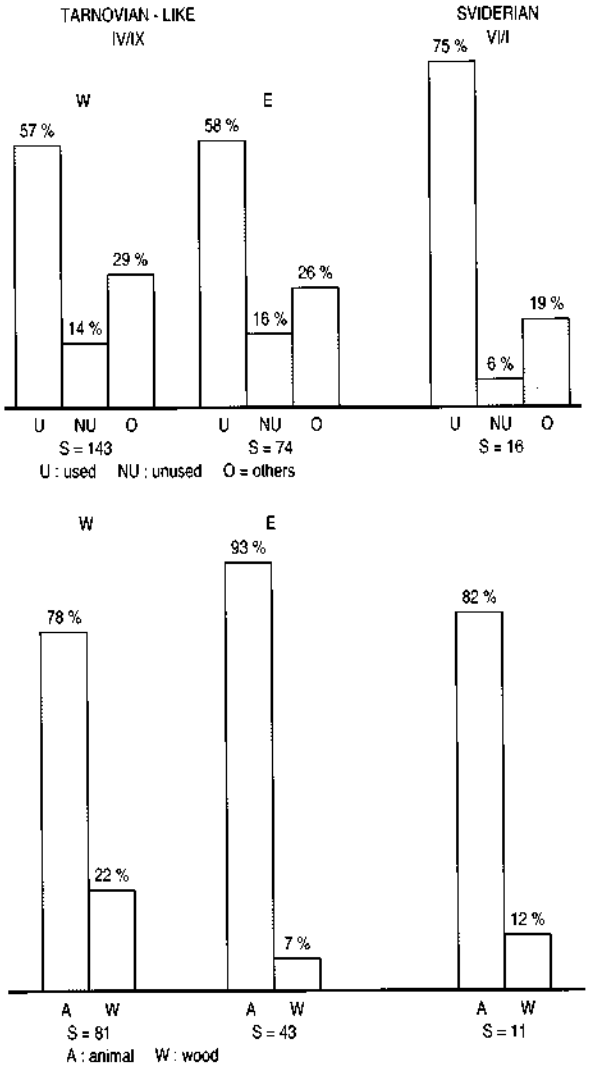


Fig. 1. Basic statistical data of Tarnovian-like and Sviderian assemblages.

The preliminary results presented above indicate that on the basis of the analysis of microwear traces found on flint tools it is difficult to demonstrate some really distinct differences in the adaptation strategies of the Tarnovian and Sviderian cultures. Such non-spectacular results lead us to question the reasons for this. Among others two basic answers can be suggested :

1. Deficiency, or even fallacy, of the conducted microwear analysis. This could be, for instance, using retouched tools only for analysis.

2. General uselessness of functional analysis for such kinds of comparative studies.

These topics seem to be unsolved for now. However, in my opinion, the main problem and difficulty as well are the lack of rules translating real traces observable on flint tools into cultural behavior. When making functional interpretation we must realize that different cultural behavior creating a specific model of adaptation can be seen as identical from the point of view of microwear analysis. On the other hand, some cultural behavior can be reflected in a very different way on flint tools.

Future work will focus on two issues :

1. Continuation of microwear observations

2. Analysis of all obtained data in respect to archaeological context.

* *Muzeum Archeologiczne, ul. Wocna 27, 61-781 Poznan, Pologne.*

Bibliography

DABROWSKI (M. J.), 1982.– Analiza pylkowa torfowiska Calowanie (woj. warszawskie). *Archeologia Polski*, 26, vol. 2, p. 269-290.

KOZLOWSKI (J. K.), KOZLOWSKI (S. K.), 1983.– Przedwytworcze spoleczenstwa zbieracko-lowieckie. *In* : J. K. Kozlowski, S. K. Kozlowski (Ed.), *Czlowiek i srodowisko w pradziejach*. Warszawa, p. 260-267.

SCHILD (R.), 1975.– Pózny paleolit. *In* : W. Chmielewski, W. Hensel (Ed.), *Prahistoria ziem polskich*, vol. 1. Paleolit i mezolit. Ossolineum, p. 159-336.

SCHILD (R.), MAREZAK (M.), KRÓLIK (H.), 1975.– Pózny mezeolit. Próba wieloaspektowej analizy stonowisk piostowych. *In* : W. Chmielewski, W. Hensel (Ed.), *Prahistoria ziem polskich*, vol. 1. Paleolit i mezolit. Ossolineum, p. 37-208.

WINIARSKA-KABACINSKA (M.), in press.– *Analiza funkcjonalna narzedzi krzemiennych ze schylkowo-paleolitycznego stanowiska z lisciakami Wojnowo « a »*. Fontes Archeologici Posnaniensis.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

L'analyse du matériel lithique dans la caractérisation archéologique d'une unité sociale

*María Estela MANSUR**
*Asunción VILA I MITJA***

RÉSUMÉ

Les Indiens « yamana » constituent un des meilleurs exemples d'adaptation à la vie littorale maritime. Chasseurs-cueilleurs nomades, ils ont vécu dans la région du canal Beagle (Terre de Feu, Argentine) jusqu'aux débuts du siècle. La richesse de la documentation historique et des collections ethnographiques, associée aux recherches archéologiques systématiques menées dans la région, nous a permis d'étudier les matériaux d'une unité d'occupation dans un contexte exceptionnel. Cette analyse suggère des hypothèses concernant la conception sociale de l'espace en fonction des activités accomplies, et ces hypothèses peuvent être mises à l'épreuve dans l'étude d'autres gisements de chasseurs-cueilleurs récents ou préhistoriques.

ABSTRACT

« *Yamana* » Indians are among the best examples of adaptation to sea-coastal conditions. Being nomadic hunter-gatherers, they lived in the Beagle Channel area (Tierra del Fuego, Argentina) up to the beginning of this century. The wealth of historical information and of ethnographic collections, combined with the archeological research systematically carried out in this region, have allowed us to study the materials of an occupational unit, in an exceptional context. This analysis suggests some hypotheses concerned with the social conception of space, as a function of those activities that were performed in the site. These hypotheses can be tested through the interpretation of other recent or prehistoric hunter-gatherers' sites.

La région du canal Beagle, en contraste avec les traits géographiques de Patagonie continentale, possède des côtes très accidentées où se succèdent des baies avec des plages étroites étendues aux pieds de la Cordillère fuégienne. Elle est caractérisée par l'intensité des pluies apportées par les vents pacifiques et antarctiques et par la densité des forêts, où prédominent des arbres de la famille des hêtres, les *Notophagus*. La région est froide, mais le voisinage de la mer rend les variations de

température moins extrêmes que sur le plateau central de Patagonie continentale.

Le secteur qui s'étend au sud du canal Beagle, jusqu'au cap Horn, a été peuplé par des Indiens qui constituent un des meilleurs exemples d'adaptation à la vie littorale-maritime : les *Yamanas*. Comme ils étaient chasseurs-cueilleurs nomades, leur subsistance était basée sur la chasse de mammifères marins : deux espèces de pinnipèdes (l'otarie et l'otarie à fourrure). Leurs ressources complémentaires étaient la pêche, la chasse daux oiseaux, occasionnellement la chasse aux « guanacos », ainsi que la cueillette de mollusques, notamment de moules. Les ressources d'origine végétale n'étaient pas très utilisées, étant peu variées (champignons et baies) et n'étant disponibles que saisonnièrement.

Ils ont développé une technologie variée en ce qui concerne l'outillage pour la chasse, comprenant des harpons à tête détachable – mono- et pluridentés –, faits généralement à partir d'os de cétacés, des arcs et des flèches, des frondes, des lassos, différents types de pièges. Pendant les derniers siècles, le verre et le métal ont été adoptés comme matières premières rares, suite au contact avec des bateaux européens, et notamment grâce à la récupération des restes de naufrages. La disparition rapide des *Yamanas* est due, de manière directe ou indirecte, selon les cas, à l'arrivée des Européens.

Leur système général de vie est connu par la documentation historique et ethnographique. Les premières références les concernant sont les récits de voyageurs datant du XVII[e] siècle, mais les meilleures descriptions correspondent à la fin du XIX[e] siècle. Il s'agit de celles de Thomas Bridges, missionnaire anglican établi sur la baie d'Ushuaia, qui a écrit un journal détaillé (non publié) et un excellent dictionnaire yamana-anglais (cf. Bridges, 1952), et les rapports de la Mission Scientifique du Cap Horn, effectuée en 1882-1883 (Hyades et Deniker, 1891). Les principales études ethnographiques ont été effectuées par le religieux autrichien Martin Gusinde (1931).

Bien que les descriptions et les valorisations que l'on a effectuées à leur sujet aient varié au cours des siècles, suivant les courants philosophiques de mode en Europe (Orquera *et al.*, 1984), trois idées se répètent de manière permanente : du point de vue culturel, les *Yamanas* étaient définis comme « primitifs » ; du point de vue géographique, on les disait « repoussés vers le sud » ; et du point de vue temporel, ils étaient considérés comme des « nouveaux arrivés » dans la région. Depuis les années 70, les recherches archéologiques ont conduit à une nouvelle réflexion sur les aspects écologiques et leur corrélation avec les données ethnographiques et archéologiques. Elles ont contredit ces idées sur les *Yamanas*, confirmant leur présence sur les côtes du canal Beagle depuis au moins 6 000 ans, et elles ont axé les nouvelles recherches sur l'idée d'adaptation. (Orquera, Piana, 1983 ; Piana, 1984 ; Orquera *et al.*, 1984).

Le projet « Contrastation archéologique de l'image ethnographique des chasseurs-cueilleurs magellaniques-fuégiens de la côte nord du Canal Beagle » a débuté en 1987 (Seminario CSIC-CONICET, 1990, plusieurs communications). Il s'agit d'un projet hispano-argentin en coopération qui inclut, lors de la première phase, deux parties coordonnées : les fouilles de Túnel VII, gisement choisi à cause de sa chronologie récente (100 ans), et l'analyse des collections ethnographiques (autour de 50), réparties dans différents musées européens, ce qui est pratiquement le seul témoignage matériel des habitants de la Terre de Feu à s'être conservé.

L'objectif de l'étude des pièces ethnographiques était de faire un recensement de la variété de matériaux représentés dans les collections et d'analyser chaque élément sur des critères archéologiques (enregistrement des données concernant les techniques de fabrication, matières premières, dimensions, etc.), qui permettent de rechercher d'éventuelles tendances de fabrication, d'utilisation et autres.

Malgré l'immense quantité de pièces analysées (plusieurs milliers), le nombre de classes d'éléments représentées est réduit. En fonction des objectifs de recherche, elles ont été groupées en catégories comme suit :

1. éléments d'acquisition : ceux qui sont en rapport direct avec l'obtention d'aliments (harpons, flèches, dagues, frondes, fourches, lassos, filets, etc.) ;

2. outillage : éléments utilisés dans la fabrication d'autres pièces (retouchoirs, poinçons, coins, lissoirs, outils lithiques, couteaux en coquillage, etc.) ;

3. éléments d'entretien : ceux qui se rapportent à la préparation, la conservation et la consommation (paniers, boîtes, sacs, courroies, etc.) ;

4. éléments socio- et idéotechniques : rapportés à l'organisation sociale et à l'idéologie (masques, colliers, bracelets, bâtons ornés, objets de parure pour la tête, etc.).

Grâce aux collections ethnographiques, il a été possible d'étudier directement des objets fabriqués en matériaux périssables, absents du registre archéologique. Les différentes catégories sont représentées proportionnellement, le nombre de classes de chaque catégorie étant à peu près égal, avec une légère supériorité de la catégorie « entretien ». Il s'agit évidemment d'un échantillon biaisé, le choix des collectionneurs ayant été subjectif, en fonction de leur propre contexte idéologique et de leurs buts. Il n'y a presque pas de pièces lithiques retouchées, certainement pas de débitage, mais on trouve des flèches complètes (avec pointes tant en pierre qu'en verre) et des outils en os. Pour cette raison, on considère que la catégorie « outils » est sous-représentée.

Il est intéressant, de toute manière, de comparer ces proportions à celles du registre archéologique, car elles sont nettement différentes : dans les séries archéologiques, la catégorie la mieux représentée est l'outillage, suivi des éléments d'acquisition. Les groupes 3 et 4 (« entretien » et « idéotechnique ») sont pratiquement absents, la plupart des pièces ayant été faites en matériaux périssables.

L'analyse fonctionnelle constitue une des meilleures manières d'approcher la reconstitution des activités de production d'éléments appartenant aux catégories les moins représentées, les « outils » ayant toujours été présents dans ce processus. Pour cette raison, lorsque nous parlons d'outils, nous entendons des « outils de travail » (utilisés pour produire d'autres éléments) et non, selon leur définition typologique, des fragments lithiques retouchés.

Le matériel archéologique

La plupart des gisements archéologiques de la côte du canal Beagle sont des amas coquilliers formés par l'accumulation de coquilles de mollusques, où s'entremêlent des déchets d'alimentation, des pièces lithiques, des outils en os ou en coquillage, leurs déchets de fabrication, des charbons et des cendres, des foyers. L'amas coquillier est disposé généralement en cercle, car il formait la ceinture extérieure des huttes. Lorsqu'ils n'ont pas été très perturbés par la superposition d'occupations successives ou par des phénomènes postérieurs, ces gisements peuvent être reconnus à la surface du terrain grâce à leur aspect en forme d'anneaux avec dépression centrale. Les fouilles d'un amas coquillier sont très différentes des décapages classiques. Un amas coquillier n'est pas un paquet homogène, mais une succession de multitudes de petits amas lenticulaires enchevauchés (subunités). La situation d'une pièce archéologique quelconque au sein du gisement n'a de valeur que lorsqu'elle est mise en rapport avec la subunité à laquelle elle appartient, qui est identifiée en fonction du sédiment (parfois rare), ainsi que des caractéristiques des coquillages, tels l'abondance relative des espèces représentées, leur état de conservation, leur compaction, couleur, texture générale. L'identification des séquences d'occupation de l'habitat exige donc une méthodologie spécifique de ces

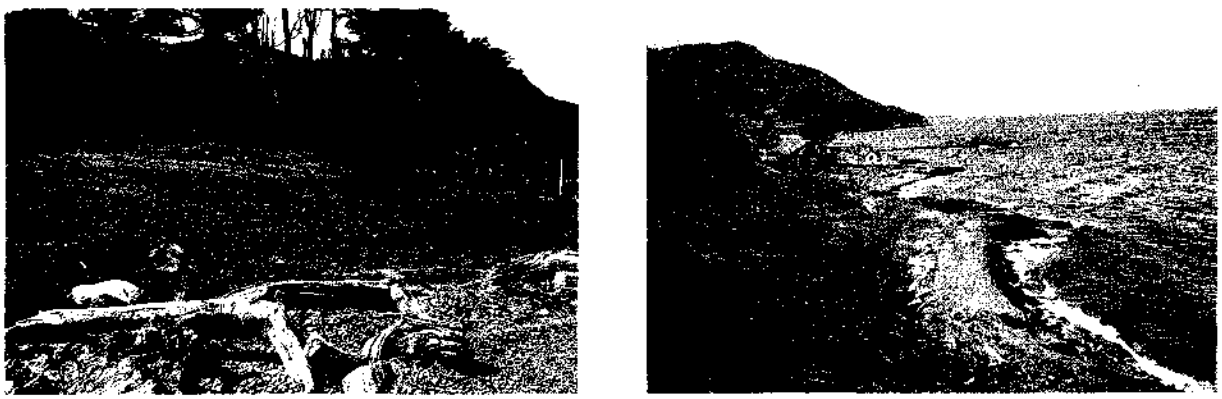


Fig. 1, 2. Tunel VII avant le début des fouilles.

gisements (Orquera, *in* : Seminario CSIC-CONICET, 1990).

Tunel VII est situé dans une petite baie sur la côte nord du canal Beagle, 8 km. à l'est de la ville d'Ushuaia (fig. 1 et 2). Bien que la zone fouillée soit de 64 m² (fig. 3), pour la première étape du projet les recherches se sont concentrées sur un secteur de 20 m (II, III et II-III), où une zone ovale (4 sur 3 m) a été identifiée, constituée de sédiments terreux avec matériel archéologique abondant.

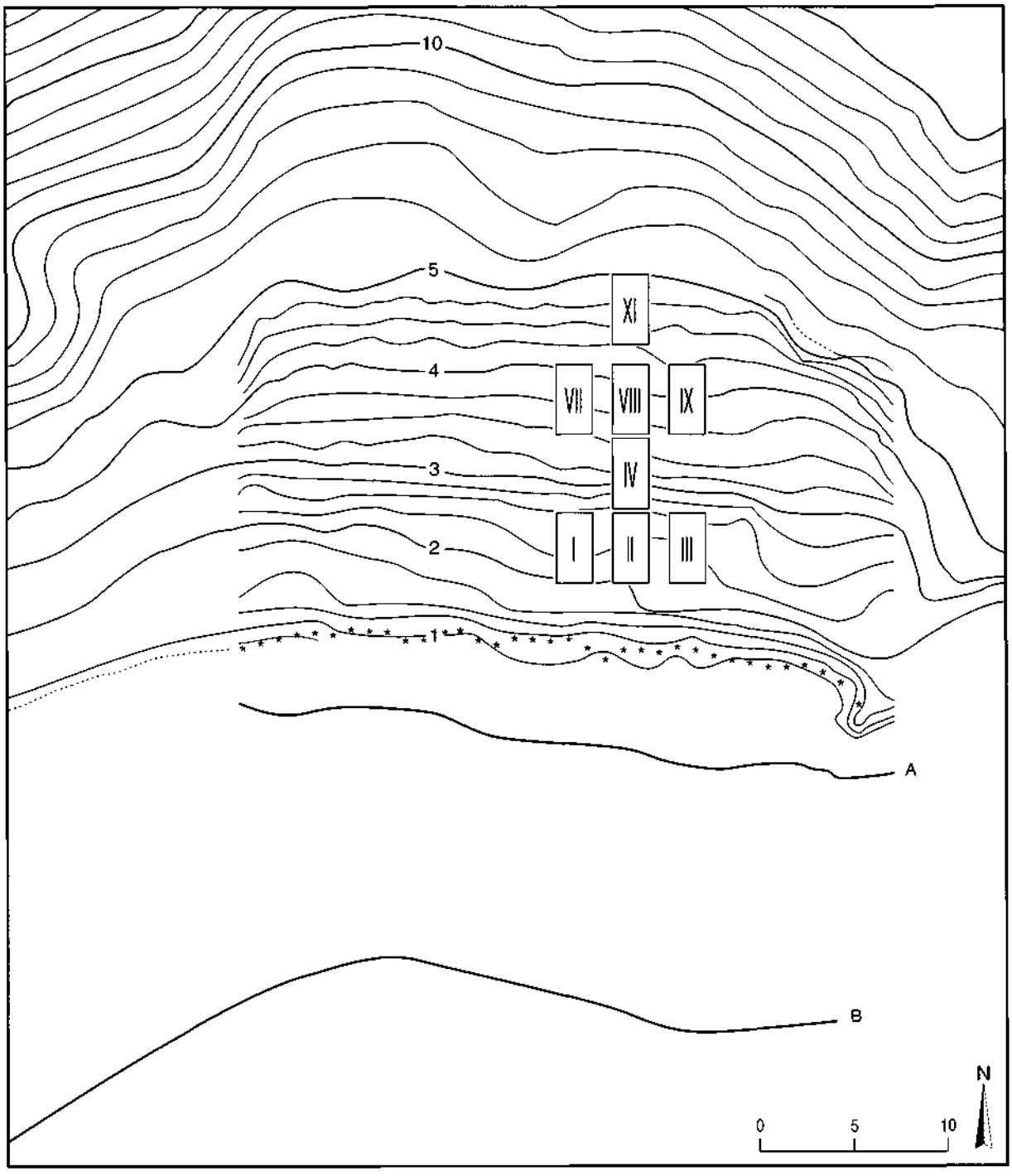


Fig. 3. Le gisement Tunel VII.
I à XI. Carrés de fouilles (4 x 2 m) ; la surface totale fouillée est de 64 m. **II, III et II-III.** Secteur étudié, correspondant à une dépression avec anneau d'amas coquillier périphérique. E = 1 m. Les courbes de niveau indiquent la hauteur en mètres au-dessus de la ligne actuelle en marée haute. ***. Limite plage/végétation. **A.** Limite de l'eau en marée haute. **B.** Limite de l'eau en marée basse.

Elle était entourée d'unités d'amas coquillier identifiées selon les critères mentionnés plus haut. Quelques trous de piquets ont été découverts entre les deux.

Cette distribution de sédiments rappelle la formation de l'amas coquillier périphérique entourant les huttes yamana. Elles sont bien connues grâce aux récits des voyageurs et aux descriptions et photographies des expéditions (fig. 4). Elles étaient coniques, mesuraient de 2 à 2,50 m de long sur 1,20 à 1,50 m de large, et elles étaient faites avec une armature en branchages recouverte de feuilles et de peaux. Lors des déplacements permanents des *Yamanas*, les armatures en bois restaient en place, prêtes à être occupées lors du séjour suivant sur la même plage. Les cabanes expérimentales, dressées il y a presque cinq ans suivant la technique yamana, aux bords du Beagle, sont en parfait état de conservation (Piana, expérimentation en cours).

Fig. 4. Hutte *yamana*.

Dans l'hypothèse qu'il s'agisse d'une unité d'occupation yamana, représentant l'intérieur et la ceinture extérieure d'une hutte, nous avons voulu étudier les activités développées dans ce secteur du gisement, en précisant leur localisation par rapport à la structure construite. S'il existe une corrélation entre un espace bien défini et une unité sociale, il y aurait ici une possibilité d'approche de la caractérisation de cette unité sociale par l'identification de ses activités.

Pour cette raison, nos avons effectué l'analyse fonctionnelle du matériel lithique des unités de ce secteur, groupées selon qu'elles appartiennent à l'intérieur ou à la périphérie. La fouille de l'amas coquillier périphérique n'étant pas encore achevée, le but de cette communication est de présenter les premières considérations à partir de l'analyse fonctionnelle, en attendant d'intégrer ces résultats avec ceux de l'analyse spatiale, de l'outillage et des déchets osseux, des matières premières lithiques (cf. Seminario CSIC-CONICET, 1990).

L'analyse fonctionnelle

Le matériel analysé fonctionnellement comprend la totalité des pièces retouchées et tous les éclats qui mesurent plus de 2 cm, ce qui représente 14,38 % du total du matériel lithique découvert dans ce secteur du gisement.

Deux aspects principaux ont dû être considérés : les matières premières et les altérations de surface des matériaux.

Les matières premières utilisées à Tunel VII sont d'origine locale, notamment des roches ignées (rhyolites et ignimbrites de couleurs claires) ayant subi un processus de dynamométamorphisme (Clemente, Terradas, ce volume). Elles possèdent des structures à quartz cryptocristallin, des cristaux secondaires de quartz et souvent un ciment microcristallin de quartz et plagiclase. Il y a également des cinérites et quelques andésites. Il a été donc nécessaire d'étudier la possibilité de formation de traces d'usage sur ces matériaux, ainsi que leurs caractéristiques spécifiques.

La seule étude fonctionnelle préalable de matériaux de la région, provenant d'amas coquilliers, a concerné des pièces fabriquées par piquetage ou polissage (Mansur- Franchomme *et al.*, 1988). Des altérations de surface ont été observées, provoquées par le contact avec des sédiments perméables en milieu humide, où la circulation d'eau est importante, avec pH normal à légèrement alcalin. Pour cette raison, nous avons dû considérer les altérations naturelles ayant pu affecter la conservation des micropolis.

Pour le travail expérimental, effectué sur le terrain, des répliques des pièces archéologiques ont été taillées avec les mêmes matières premières que celles de la série archéologique. Leurs tranchants bruts ou retouchés ont été utilisés par la suite sur des matériaux d'origine locale pour accomplir des activités ayant pu avoir lieu dans le contexte archéologique en étude, inspirées par les

collections ethnographiques : fabrication de perles de colliers en os de cormoran, coins en os de baleine, bâtons et hampes en différents types de bois, travail de peaux d'otarie, coquillages de moules, nettoyage d'espèces de poissons du Beagle identifiés dans le gisement, etc. Les matériaux et les modes d'utilisation ont été résumés dans la figure 5.

	Os	Bois	Coquillage	Peau	Poisson	Viande/gras
Scier/Couper	16	8	1	8	3	16
Raboter/Lisser	4	7				
Gratter	5	1		6		
Buriner/Percer	2	1				
Total	27	17	1	14	3	16
Total général : 78						

Fig. 5. Outillage expérimental.

Pour l'analyse, nous avons utilisé une loupe binoculaire Kyowa SDZ-TR-P (max. 90x) et trois microscopes métallographiques : un Kyowa, un Meiji et un Olympus BHMJ avec objectifs ULWD (100-400x).

Macrotraces

Sur les tranchants expérimentaux, l'écaillement est peu fréquent, généralement formé de négatifs de petites dimensions. Les plus abondants sont les écaillures, comparables aux négatifs d'enlèvements, et les ébréchures, qui modifient le contour du tranchant, en formant de petites encoches. Les écaillures apparaissent notamment lorsqu'on utilise des tranchants sinueux dont l'angle est faible.

En ce qui concerne les adhérences macroscopiques, dans 3 cas nous avons découvert des résidus semblables à des résines – en cours d'analyse –, qui auraient pu constituer le mastic de fixation des pièces au manche, souvent observé dans les collections ethnographiques (fig. 6 et 7).

Microtraces

a) Micropolis

Pour identifier les micropolis sur ces roches hétérogènes à grain grossier, nous avons suivi la méthodologie développée pour le quartz et les quarzites, qui considère deux « formations » : le ciment microcristallin ou cryptocristallin et les cristaux (Alonso, Mansur, 1990 ; Mansur, 1990).

– Sur le ciment, les micropolis se forment lentement. Ils sont toujours peu développés et très plats, probablement du fait que les proportions d'opale CT sont très faibles (fig. 8 à 13).

– Les cristaux montrent, en fracture fraîche, des surfaces lisses accompagnées souvent de traits technologiques caractéristiques (ondes, stries et comètes). Sur les pièces utilisées, ces traits technologiques s'effacent graduellement, et les bords des cristaux deviennent arrondis. Lorsque le travail progresse, ces modifications s'accentuent, et la surface du cristal développe un micropoli avec dépressions et comètes caractéristiques, comparables aux « stries comblées ».

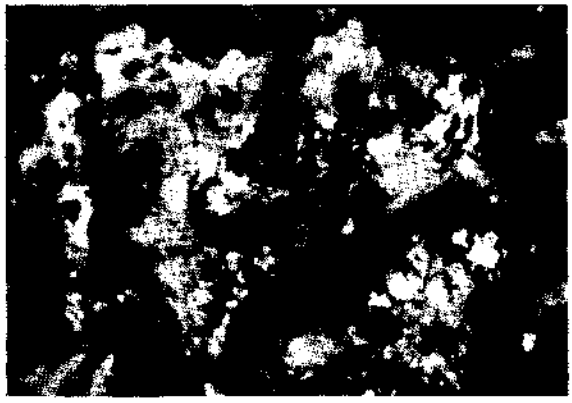


Fig. 6, 7. Restes de résine sur la partie proximale de la pièce archéologique illustrée dans les figures 12 et 14. Grossissement : 200x.

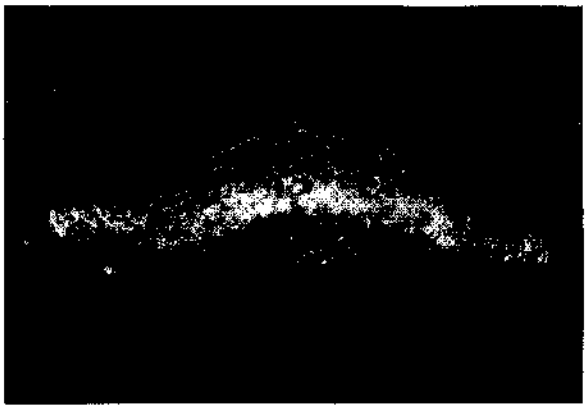


Fig. 8. Photomicrographie d'une pièce expérimentale utilisée pour gratter de la peau sèche. Grossissement : 100x.

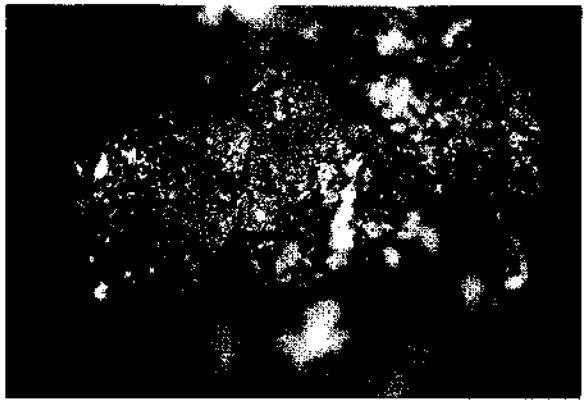


Fig. 9. Photomicrographie d'une pièce expérimentale utilisée pour ouvrir et nettoyer un poisson. Grossissement : 100x.

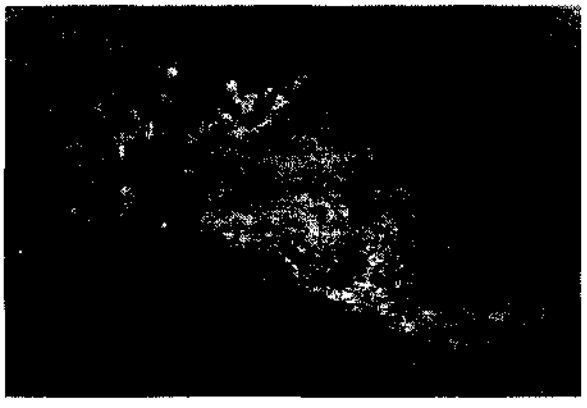


Fig. 10. Photomicrographie d'une pièce expérimentale utilisée pour travailler l'os de cétacé (mouillé). Grossissement : 100x.

Fig. 11. Photomicrographie d'une pièce expérimentale utilisée pour ouvrir et nettoyer un poisson. Grossissement : 100x.

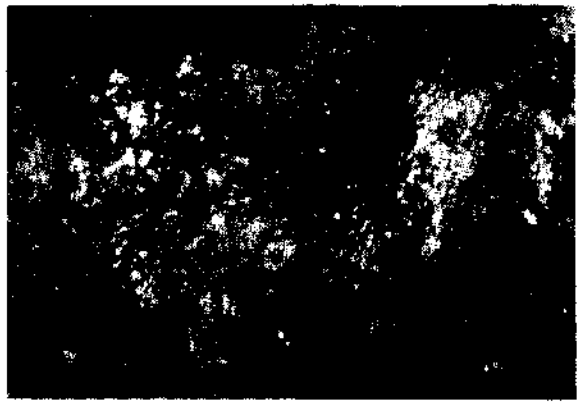


Fig. 12. Photomicrographie d'une pièce archéologique. Tranchant gauche, distal : traces d'usage sur un MAMI. Grossissement : 100x.

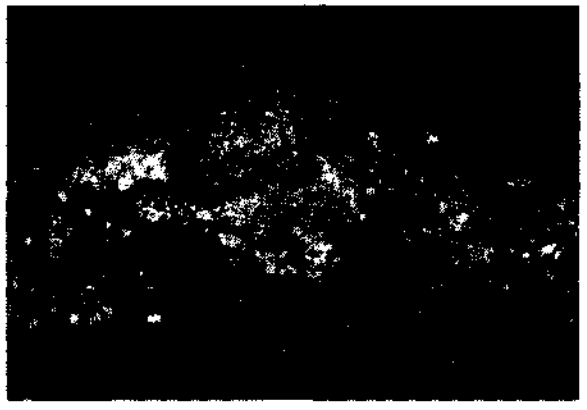


Fig. 13. Photomicrographie d'une pièce archéologique. Traces d'usage sur de la peau, sur le front d'un grattoir, face ventrale. Grossissement : 100x.

b) Émoussé

Lors de l'utilisation expérimentale, le degré d'émoussé des tranchants est très prononcé, en conséquence de l'enlèvement de grains du tranchant. Il est également assez prononcé sur des pièces archéologiques non utilisées, qui montrent généralement un lustré de sol caractéristique par rapport aux échantillons frais.

c) Stries

La plupart des pièces expérimentales ne montrent pas de stries. Lorsqu'elles apparaissent sur le ciment, elles sont toujours superficielles, difficiles à observer. Des stries comblées apparaissent sur les cristaux accompagnant la modification générale de leurs surfaces.

Lors de l'analyse du matériel archéologique, nous avons observé différents types d' altération des surfaces qui rendaient difficile une détermination fonctionnelle : patines blanchâtres ou jaunâtres en rapport avec le milieu humide, détachement de plaques ou d'écailles suivant les plans d'oxydation, surfaces désagrégées, plages d'abrasion, lustrés de sol et quelques pièces roulées.

Des résidus naturels provenant du sédiment environnant adhèrent souvent aux surfaces des outils : plaques blanchâtres constituées de restes de coquillages et éléments filiformes pouvant correspondre à certains types d'algues qui se fixent sur les coquillages de moules.

Suite à l'état d'altération des surfaces, il n'a pas été possible de déceler des traces de préhension manuelle, même dans le cas de pièces à faible degré de standardisation des secteurs non actifs, qui rend peu probable leur emmanchement. Dans 3 cas, nous avons observé des plages d'abrasion et des stries attribuables à l'emmanchement, probablement dans des manches en bois (fig. 14).

Au début de l'analyse du matériel archéologique, il s'est avéré que l'indice d'utilisation était artificiellement très bas, car on assimilait les données de « présence de traces d'usage » à l'utilisation et d'« absence de traces » à une pièce non utilisée. Cependant, beaucoup de pièces montraient des traces d'altérations produites après dépôt, qui avaient pu altérer ou même détruire les traces d'usage. Sur d'autres pièces, sans micropolis, il était impossible de déceler des traces d'altération superficielle. L'arrondi du tranchant et l'aspect général de la microtopographie suggéraient pourtant qu'elles avaient été utilisées, probablement très peu, de telle manière que le micropoli n'avait pas dû dépasser le stade de « micropoli indifférencié ».

Par conséquent, nous avons décidé d'incorporer d'autres catégories pour la détermination fonctionnelle :

1. pièces utilisées : celles qui présentent des traces sûres permettant d'identifier le matériau travaillé ou le mouvement fait par l'outil ou les deux ;

2. pièces non utilisées : celles qui présentent des indices sûrs d'absence d'utilisation (arêtes quasiment fraîches, traits technologiques nets, etc.) ;

3. utilisation probable : les pièces qui présentent des traces d'utilisation associées à des altérations superficielles qui les modifient, où il n'est pas possible d'identifier avec certitude le matériel travaillé ou le mouvement effectué (6 pièces) ;

4. utilisation possible : celles dont les caractéristiques morphologiques ou d'autres critères indiquent qu'elles ont pu être utilisées, mais qui ne présentent pas de traces microscopiques indicatives soit de leur utilisation soit d'un manque d'utilisation (9 pièces). Cette absence de traces peut être due au fait que les micropolis n'ont pas dépassé le stade indifférencié ou qu'ils ont été éliminés par des altérations postérieures (patines intenses, pièces à surface écaillée ou désagrégée, pièces roulées, etc. La probabilité qu'elles aient été utilisées ou non est estimée à 50 %.

Fig. 14. Photomicrographies d'une pièce archéologique. Traces d'emmanchement : abrasion sur l'arête dorsale. Grossissement : 200x.

Résultats

La figure 16 montre le décompte général du matériel lithique du secteur en cours d'étude. Il faut remarquer que la quantité de pièces est petite par comparaison avec le nombre total de pièces lithiques découvertes à ce jour dans le gisement (plus de 10 000). Ce décompte montre une différence significative entre les effectifs des unités « centrales » et « périphériques », notam-

ment au niveau des pièces non retouchées et des débris, beaucoup plus abondants dans les unités centrales.

Décompte du matériel lithique			
	Unités centr.	Unités périph.	Total
Matériel analysé			
Pièces retouchées	24	14	38
Non retouchées	189	65	254
Non analysé (Débris et esquilles inférieures à 2 cm)	1395	345	1740
Total	1608	424	2032

Fig. 16. Décompte du matériel lithique.

Ces chiffres suggéreraient une concentration des activités de taille à l'intérieur de la hutte, ce qui ne s'accorde pas avec les informations historiques et ethnographiques sur les *Yanamas* (cf. *infra*). Si l'on considère que peu de nucléus et d'éclats corticaux ont été découverts, il est possible d'envisager que les premiers stades d'au moins quelques processus de débitage ont été développés ailleurs, soit dans la partie de l'amas coquillier périphérique qui n'a pas encore été fouillée, soit vers la plage (endroit où la matière première est disponible).

Pour le décompte fonctionnel (fig. 17), seules ont été considérées les pièces déterminées dans les catégories d'utilisation « certaine » et « probable ». Nous n'avons pas compté les 9 pièces répertoriées en « utilisation possible ».

Unités centrales			
	Ret.	N. R.	Total
Long.	3	11	14
Transv.	6	4	10
Long./Transv.	1	0	1
Indéterminés	2	1	3
Total	12	16	28

Unités périphériques			
	Ret.	N. R.	Total
Long.	2	4	6
Transv.	3	1	4
Long./Transv.	0	0	0
Indéterminés	2	0	2
Total	7	5	12

Fig. 17. Utilisation dans les unités centrales et périphériques, pour les pièces retouchées et non retouchées.

Dans les unités centrales, la quantité de pièces retouchées et non retouchées qui ont été utilisées est très semblable. Si l'on considère l'effectif total des unités centrales, de 24 pièces retouchées, la moitié ont été utilisées, 9 n'ont pas été utilisées, et 3 pièces n'ont pu être déterminées (utilisation « possible »). En ce qui concerne les non retouchées, par contre, d'un effectif de 189 pièces, 16 seulement ont été utilisées.

Dans les unités de la périphérie aussi, la quantité de pièces retouchées et non retouchées utilisées est semblable. Pour un effectif de 14 pièces retouchées, 7 ont été utilisées, 3 n'ont eu aucune utilisation, et 4 n'ont pu être déterminées.

En ce qui concerne les activités développées (fig. 18), dans les unités centrales les actions longitudinales (14) prédominent sur les transversales (10) et les longitudino-transversales (1), et il reste 3 pièces non déterminables. Les actions longitudinales ont été effectuées surtout avec des tranchants bruts (11), sur des matériaux tendres : 2 cas de viande et 9 MATI (« matière d'origine animale, tendre, indéterminée »). Les trois pièces retouchées utilisées pour des actions longitudinales ont travaillé l'os, un MATI et un MAMI (matière d'origine animale, moyenne, indéterminée), probablement du poisson.

Pièces utilisées			
	Unités centr.	Unités périph.	Total
Retouchées	12	7	19
Non retouchées	16	5	21
Total	28	12	40

Pièces non utilisées			
	Unités centr.	Unités périph.	Total
Retouchées	9	3	12
Non retouchées	172	59	231
Total	181	62	243

Fig. 18. Utilisation des pièces retouchées et non retouchées.

Les actions transversales ont été faites avec 6 pièces retouchées, qui ont travaillé les peaux (3), l'os (1) et un MATI (2), et 4 pièces non retouchées (1 MATI et 1 MAMI probablement du poisson).

Dans les unités périphériques, on observe les mêmes rapports, mais sur un effectif plus réduit. Pour les actions longitudinales, des pièces

retouchées aussi bien que non retouchées ont été utilisées pour couper des matériaux tendres (viande, poisson, un MATI). Pour les actions transversales, on a utilisé 3 pièces retouchées (2 pour la peau, 1 pour le bois) et 1 pièce non retouchée (MAMI).

Discussion

Il est difficile de tirer des conclusions à partir d'effectifs si réduits. Pourtant, on peut considérer que cette série représente la totalité des pièces lithiques laissées sur place par le groupe yamana. L'amas coquillier périphérique n'a pas encore été fouillé en entier, mais la fouille des unités centrales a été complétée.

Parmi les activités représentées, plusieurs points sont à remarquer, car ils s'accordent avec les autres données archéologiques et ethnographiques et permettent de formuler quelques hypothèses :

1. Si l'on considère les chiffres absolus, les outils retouchés ont été utilisés autant que les non retouchés, peut-être un peu moins, même si leur utilisation relative est nettement supérieure.

2. Les actions longitudinales sont les mieux représentées pour l'ensemble du secteur étudié et ont été faites dans la majorité des cas, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, avec des outils non retouchés, pour couper des matériaux tendres. Cependant, on ne peut assumer qu'elles représentent la totalité des pièces utilisées pour ces activités. D'autres éclats bruts utilisés dans le dépeçage, la préparation de la viande ou l'extraction des peaux devraient se trouver à l'extérieur, même en dehors de l'amas coquillier périphérique, et jusqu'à la plage, où les otaries étaient remorquées et où la matière première était disponible pour des outils « expéditifs » (*sensu* Binford, 1979).

3. Les actions longitudinales sur des matériaux durs, notamment l'os, qui était à la base de la fabrication des harpons et de nombre d'autres outils, ainsi que le bois, nécessaire pour faire les canoës, les rames, les piquets de huttes, un certain nombre d'élements « d'acquisition » (fourches, pinces pour le feu, etc.) et les manches, hampes, arcs et autres, sont nettement sous-représentées. Comme ces activités demandent beaucoup d'espace, on peut aussi supposer qu'elles étaient faites à l'extérieur. Cependant, les données ethnographiques et archéologiques permettent de proposer comme hypothèse complémentaire que ces activités étaient développées avec des instruments qui ne sont pas restés dans le gisement. A cette époque, les *Yamanas* utilisaient des lames métalliques qui avaient remplacé en bonne partie les couteaux en coquillage et qui, pour le travail de matériaux résistants, étaient plus solides et durables que des éclats. Lors des fouilles de Tunel VII, aucun couteau métallique n'a été trouvé. Par contre, on a découvert, mélangés au sédiment, une quantité de petits tas de copeaux d'os, que nous n'avons jamais pu obtenir avec des couteaux en pierre et qui sont d'ailleurs absents dans tout le registre archéologique antérieur à Tunel VII. De plus, l'analyse des traces de coupure sur des os de cétacés et des harpons a montré qu'ils avaient été travaillés avec des lames métalliques (Estévez, comm. pers.). Le métal étant très difficile à obtenir, ces couteaux pourraient être considérés comme des « outils conservés » (*sensu* Binford, 1979).

4. Le travail de préparation des peaux, notamment par des actions transversales, est également sous-représenté. Comme dans les cas précédents, on peut proposer l'hypothèse qu'au moins certaines parties de ce travail étaient développées à l'extérieur. Une deuxième hypothèse, alternative ou complémentaire, est que cette activité ait été développée avec des outils qui ne se sont pas conservés à cause de leur nature périssable. Il existe à Tunel VII très peu de pièces morphologiquement adaptées au grattage des peaux ; par contre, quelques fragments de couteaux en coquillage de *Aulacomya* ont été découverts, malheureusement en très mauvais état pour une analyse microscopique. Cependant, l'expérimentation, associée à l'analyse fonctionnelle de couteaux en coquillage ethnographiques, a montré des traces qui peuvent être rapportées au travail des peaux (Mansur-Franchomme, 1986).

Interprétations

Quelles sont les possibilités d'interpréter la conception sociale de l'espace pour un groupe de chasseurs-cueilleurs, même lorsqu'il s'agit d'une petite unité sociale bien définie, ou au moins de la caractériser en fonction des activités ?

Dans le cas de cette occupation de Tunel VII, il semble possible d'avancer une série de réflexions dans ce sens, car on dispose de plusieurs

éléments favorables : fouilles systématiques avec excellent enregistrement des données, diversité de matériaux archéologiques en cours d'analyse, disponibilité d'informations historiques depuis le XVII[e] jusqu'au début de notre siècle, excellente documentation anthropologique et ethnographique depuis la fin du XIX[e] siècle (comprenant des études biologiques, linguistiques, culturelles, des collections, des photographies), et surtout une chronologie récente qui légitime la confrontation des résultats archéologiques avec la documentation et les collections historiques et ethnographiques concernant les mêmes groupes dans la même région.

Dans l'optique de la caractérisation d'une unité sociale par l'ensemble de ses activités, ce qui nous intéresse est d'avoir une liste la plus complète possible des processus de travail représentés dans le registre archéologique. Dans ce cas d'étude, il ne s'agit pas d'un campement avec activités spécifiques, mais d'un endroit où sont représentés au moins des portions de différents processus de travail.

En ce qui concerne l'espace social, la séparation intérieur/extérieur avait pour les *Yamanas* une signification complètement différente de la nôtre. Les huttes, avec un foyer intérieur, petites, sombres et enfumées, n'étaient utilisées que pour la nuit, ou lorsque les orages étaient trop violents. Les *Yamanas* avaient d'ailleurs développé en plusieurs générations une excellente adaptation physiologique au milieu, qui diminuait sensiblement les contraintes du climat, et ne connaissait pas de prédateurs en Terre de Feu.

La partie la plus importante de l'alimentation venait de la mer et arrivait donc à la plage, où se trouvaient également les matières premières nécessaires à la fabrication de l'outillage : lithique, bien sûr, mais aussi coquillages pour les couteaux et, de temps en temps, épaves dans lesquelles on se procurait des cercles de tonneaux pour en faire des couteaux métalliques.

La documentation disponible n'indique pas quelles étaient les activités pratiquées ou non à l'intérieur de la hutte. Par contre, chaque activité qui semble intéressante à l'ethnographe ou au voyageur se développait dans la frange qui s'étend de la plage à l'orée de la forêt : par exemple dépeçage d'animaux, construction de canoës.

Dans le cas étudié, on a pu constater que quelques activités s'étaient développées à l'intérieur et qu'elles représentaient au moins certaines parties des processus de travail impliqués : par exemple une partie du processus de production lithique (débitage et préparation d'outils), une partie du travail des peaux (sèches), une partie du travail de l'os.

En ce qui concerne, en revanche, l'interprétation archéologique de cet espace, la relation entre le lieu de découverte des matériaux et celui où un certain travail a été fait n'est pas facile à établir. Dans le cas étudié, des activités sont représentées aussi bien dans les unités correspondant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la hutte. Pourtant, la séparation intérieur/extérieur est relative. Des matériaux découverts dans les unités d'amas coquillier (ceinture périphérique de la hutte) peuvent provenir de l'intérieur suite au nettoyage de résidus. Ils ne représentent pas forcément l'endroit précis d'utilisation ou d'abandon, mais peut-être de rejet, et ne sont par conséquent pas du tout indicateurs du point de vue social.

Les conditions du gisement déjà mentionnées laissent supposer que les matériaux des unités centrales sont là où les *Yamanas* les ont abandonnés au moment de quitter le campement. Mais la découverte de certains outils portant les traces d'un usage spécifique pourrait ne pas indiquer que cet usage a été effectué à cet endroit, mais être en rapport avec d'autres activités, tels l'emmanchement ou le remplacement de pièces (par exemple dans le cas des pièces avec traces de travail de peaux découvertes dans les unités centrales, ou bien dans le cas des pointes de projectile découvertes, non utilisées, avec fractures de fabrication sur certaines parties des ailettes ou du pédoncule). Par conséquent, pour notre unité spatiale (le secteur choisi), à partir des traces d'utilisation identifiées, nous avons seulement déduit les activités développées. En ce qui concerne les endroits précis d'utilisation, il faudra attendre les résultats des études de distribution spatiale de tout le matériel archéologique, afin de confronter cet ensemble avec d'autres gisements de ce genre.

Finalement, on peut dire que la conception sociale de l'espace est celle d'un « espace habitable » et, dans ce cas au moins, pour retrouver la totalité des activités développées qui laissent des traces archéologiques, il faudrait pouvoir fouiller toute la plage de la baie.

Comme dernier point, il faudra évaluer la possibilité de reconstitution archéologique des

différentes catégories d'éléments étudiées dans la série ethnographique. En ce qui concerne l'outillage, il sera nécessaire de prendre en compte l'incidence, sur les activités, des outils périssables, qui ne se sont pas conservés à cause de par leur nature, et des « outils conservés »(« curated », *sensu* Binford, 1979), que les gens gardent soigneusement et ne laissent que très rarement dans le gisement. Dans ce cas d'étude, nous disposons d'évidences directes ou indirectes de l'existence de couteaux en coquillage et en métal. Mais il nous reste très peu d'éléments provenant du groupe des extractifs. Enfin, les objets d'entretien et les idéotechniques nous échappent encore, ainsi que ceux du domaine idéologique tels que gestes corporels, objets de parure, peintures corporelles.

En essayant de caractériser une unité sociale par ses activités, dans un projet en quelque sorte « expérimental » et avec un nombre de variables relativement réduit, nous avons trouvé de nouvelles hypothèses qui ouvrent d'autres voies de recherche. Nous espérons que cet exemple, bien qu'encore incomplet, pourra contribuer à la formulation de nouvelles hypothèses sur la relation entre le registre archéologique, l'espace et le milieu social, applicables à l'étude d'autres groupes de chasseurs-cueilleurs, récents ou préhistoriques.

* *Centro Austral de Investigaciones Científicas, CADIC, C.C. 92, 9401 Ushuaia, Argentina.*
** *Institución Milà i Fontanals, CSIC, Egipciacas 15, 08001 Barcelona, España.*

Bibliographie

ALONSO (L. M.), MANSUR (M. E.), 1986-1990.– Estudo traceológico de instrumentos em quartzo e quartzito de Santana do Riacho (MG). *Arquivos do Museu de História Natural*, 11, p. 173-190, Belo Horizonte, Brasil.

BINFORD (L.), 1979.– Organization and formation processes : looking at curated technologies. *Anthropological Research*, vol. 35, n° 3, p. 255-273.

BRIDGES (L.), 1952.- *El Ultimo Confin de la Tierra.* Emecé, Buenos Aires.

CLEMENTE (I.) et TERRADAS (X.), 1990.– Matières premières et fonction : l'exemple de l'outillage lithique des *Yamanas* (Terre de Feu). Dans ce même volume.

GUSINDE (M.), 1931.– *Los Indios de Tierra del Fuego.* Centro Argentino de Etnología Americana, CONICET, Buenos Aires, 1982.

HYADES (P.) et DENIKER (J.), 1891.– Anthropologie et Ethnographie. *In : Mission Scientifique du Cap Horn*, vol. VII. Gauthier-Villars et fils, Paris.

MANSUR-FRANCHOMME (M. E.), 1986.– *Microscopie du matériel lithique préhistorique : traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques.* Cahiers du Quaternaire n° 9, CNRS, Bordeaux.

MANSUR-FRANCHOMME (M. E.), 1986-1990.– Aspectos da análise microscopica dos instrumentos de pedra. *Arquivos do Museu de História Natural*, 11, p. 115-169, Belo Horizonte, Brasil).

MANSUR-FRANCHOMME (M. E.), ORQUERA (L. A.), PIANA (E. L.), 1988.– El alisamiento de la piedra en contextos de cazadores-recolectores : el caso de Tierra del Fuego. *Runa*, vol. XVII-XVIII, p. 111-205, Buenos Aires.

ORQUERA (L. A.), PIANA (E. L.), 1983.– Maritime adaptation at the Magellan-Fuegian Littoral. *Actes du 48th Annual Meeting of the Society for American Archaeology*, Pittsburgh, Penn.

ORQUERA (L. A.), PIANA (E. L.), TAPIA (A. H.), 1984.– Evolución adaptativa humana en la región del canal Beagle. III. Arcaísmo y arrinconamiento. Teorías y hechos. *Actes des Primeras Jornadas de Arqueología de Patagonia*, Trelew (prov. du Chubut, Argentina), 1987.

PIANA (E. L.), 1984.– Arrinconamiento o adaptación en Tierra del Fuego. *Antropología Argentina*, p. 12-110. Edic. Universidad de Belgrano, Buenos Aires.

SEMINARIO CSIC-CONICET, 1990.– *Sistemas Naturales Subantárticos americanos y su ocupación humana.* Madrid, décembre 1990. [sous presse : *La Tierra del Fuego : los sistemas naturales y su ocupación humana.* Puigdefabregas, García Novo, Frangi et Vila (Ed.), CSIC, Madrid, 1992].

VILA (A.), ARGELES (T.), YLL (E.), 1986.– El « microespacio » desde una perspectiva ethoarqueológica. *Arqueología espacial*, vol. 7, p. 43-49, Tervel.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Matières premières et fonctions : l'exemple de l'outillage lithique des Yamanas (Terre de Feu)

Ignacio CLEMENTE, Xavier TERRADAS**

Résumé

Les objets lithiques découverts dans les gisements archéologiques ont en général été taillés en plusieurs matières premières qui ont des caractéristiques spécifiques (composition, texture, grosseur du grain, dureté). Dans ce travail, nous présentons le cas des Yamana, chasseurs-cueilleurs fuégiens adaptés à l'exploitation des ressources maritimes, qui taillaient leurs instruments sur des roches ignées telles que les rhyolites, cinérites et ignimbrites. Nous avons étudié les relations entre le type d'usage et les différentes matières premières employées dans le site Tunel VII, à partir de l'analyse tracéologique et la caractérisation pétrographique de lames minces, ainsi que de la diffraction des rayons X. On relie les résultats de ces deux analyses pour savoir s'il existe un choix préalable de la matière première en fonction de l'activité à développer.

Abstract

The lithic artifacts discovered in archaeological sites were generally knapped from different raw materials that show specific characteristics (*e. g.* composition, texture, thickness of grains, hardness). This study presents the case of the Yamana, Tierra del Fuego hunter-gatherers adapted to the utilisation of sea resources, who knapped their lithic artifacts from igneous rocks such as rhyolite, cinerite and ignimbrite. We have studied the relationship between the functions and the different raw materials used at the Yamana site of Tunel VII, by means of the microwear analysis and petrographic characterization of thin sections, and by means of X-ray diffraction. The results of these two analyses have been put in relation, to know whether the choice of raw material could depend on the activity to which the tool was devoted.

La caractérisation pétrologique de l'objet lithique doit être réalisée à partir de l'application d'une série de techniques analytiques qui supposent une méthodologie reposant sur des critères scientifiques non arbitraires et statistiquement quantifiables. L'ensemble de ces techniques est vaste, fondé sur des critères tels que la composition minéralogique, géochimique, etc. Nous ne décrirons pas ici ces

techniques, car il existe à ce sujet des travaux détaillés (Masson, 1979 ; Elorza, s. p. ; Terradas *et al.*,1991). Nous soulignerons cependant l'inexistence d'une technique standard ou universelle, car le choix de celles-ci est toujours motivé par les caractéristiques du matériel à analyser, par les objectifs de recherche, et la complémentarité d'une grande partie de ces techniques. Dans le cas qui nous occupe, nous avons choisi l'observation au microscope et la diffraction par rayons X pour l'identification et la caractérisation des restes lithiques du gisement de Tunel VII.

Nous ne présenterons pas ici les caractéristiques du gisement et de la population indienne, qui font partie d'un autre travail (Mansur, Vila i Mitjà, dans ce même volume).

L'**observation au microscope** permet d'identifier les différents types de roches, à partir de leur composition (identification et caractérisation des minéraux) et des relations géométriques de leurs composants (texture et structure). Cette étude est réalisée par l'analyse d'une lame mince (d'une trentaine de microns d'épaisseur) de l'échantillon rocheux en microscopie à lumière transmise, à l'aide d'un microscope polarisant ou pétrographique et de l'éclairage de l'échantillon par sa partie inférieure.

La **diffraction par rayons X** est basée sur la structure cristalline des composants minéralogiques de l'échantillon. L'identification de toute matière cristalline est possible à partir du spectre de diffraction de rayons, dû à des phénomènes d'interférence des rayons X sur la matière cristalline. La diffraction de ces rayons est produite par les plans réticulaires formés par les atomes du cristal ; elle permet la détermination des paramètres et le volume du noyau. On distingue deux types d'analyses :

– qualitative, à partir des diagrammes de diffraction fournis par chaque type de poudre cristalline ;

– quantitative, par détermination de la quantité des différents éléments à partir de mesures réalisées sur les intensités diffractées.

Le matériel lithique, utilisé par les Yamanas comme support pour leurs outils, avait été dénommé génériquement **métamorphite**. A partir des analyses effectuées, nous savons aujourd'hui que cette dénomination englobe toute une série de roches ignées, de type pyroclastique acide, ayant subi un processus de dynamo-métamorphisme très prononcé.

La microscopie à lumière transmise nous a permis de différencier, en fonction de la taille des grains, un groupe important constitué de trois types de roches différentes. Ce groupe représente les 97 % (1 984 pièces) du total du matériel lithique (2 032 pièces) étudié dans le gisement de Tunel VII (fig. 1). Les roches qui le constituent, ordonnées de manière décroissante selon la taille des cristaux, sont les suivantes **ignimbrite** (92 pièces, 4,53 %), **rhyolite** (1 698 pièces, 83,56 %) et **cinérite** (181 pièces, 8,91 %) (fig. 2 : A à C respectivement). Une faible quantité d'échantillons (13 pièces, 0,64 %) n'a pu être attribuée, avec certitude, à aucun de ces types de roches.

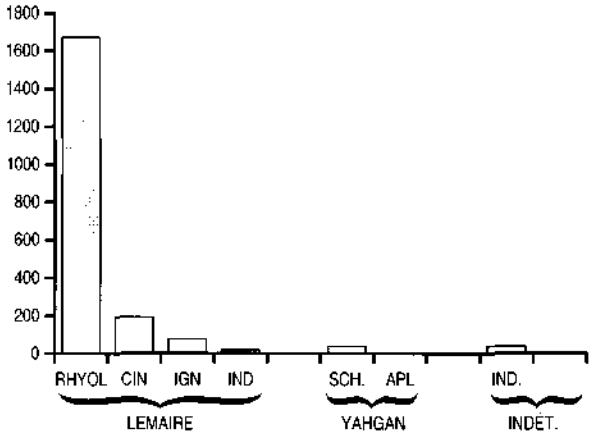


Fig. 1. Distribution par type de roche de la totalité de la matière première apportée au gisement (nombre d'effectifs).

L'analyse quantitative de ces roches par diffraction de rayons X a révélé du **quartz** comme composante principale. La présence de feldspaths est également importante.

Les plagioclases peuvent être différenciées en fonction de la phase dans laquelle elles se situent dans le processus d'albitisation (selon qu'elles sont plus potassiques, plus albitisées ou plus sodiques). Parmi les phillossilicates, la présence de séricite et de chlorite a seulement été constatée.

D'après leur lithologie, tous ces échantillons peuvent être inclus dans la **Formation Lemaire**, d'âge jurassique (moyen au supérieur). Caractérisée par R. Caminos (Caminos, 1980 ; Caminos *et al.*, 1981), cette formation est constituée de roches volcaniques acides, principalement de rhyolites et de rhyodacites formées à partir d'ignimbrites et de tuffs clairs, dans lesquels s'intercalent des niveaux

sédimentaires marins. Elle atteint une épaisseur considérable et s'avère intensément plissée, faillée et affectée par un métamorphisme régional de basse intensité et de caractère dynamique.

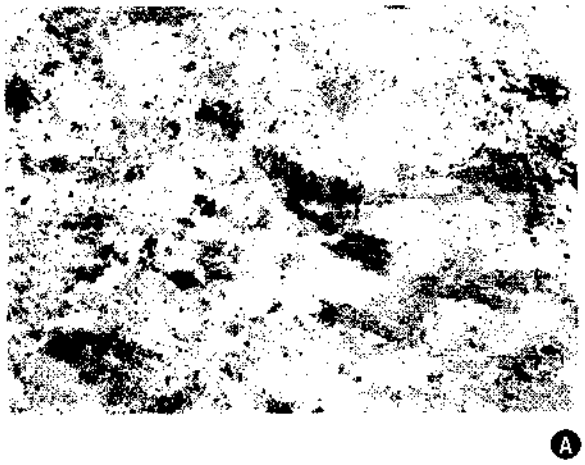
Dans certains cas, les plans de fissure ont rendu possible l'oxydation des sulfures, d'où la formation d'une série de plans internes qui facilitent la cassure de la roche à partir de ces plans.

Certaines des roches, lorsqu'elles sont observées au microscope, présentent une texture allant de l'intergranulaire au pilotaxique et des vésicules allongées pleines de calcite. Les matrices sont formées de microlithes, de plagioclase albitique et de petits cristaux de pyroxène partiellement ou totalement transformés en épidote, en chlorite ou en petits amas d'actinolite fibreuse ; elles contiennent de la magnétite disséminée et des granules de titanite en abondance. Ces roches manifestent un certain degré de fissuration ainsi qu'une légère orientation parallèle des minéraux secondaires.

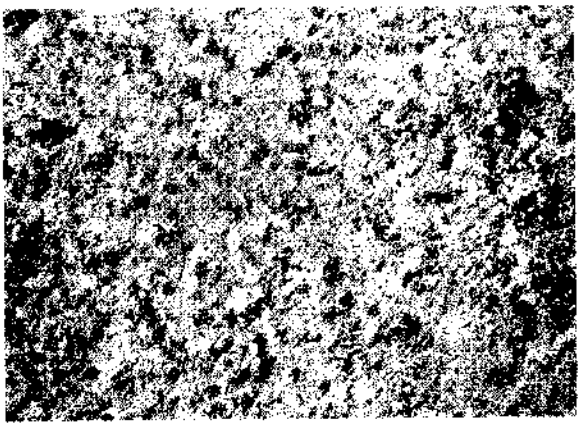
Les corps de vulcanites acides sont assez grands et constitués de rhyolites et de rhyodacites, principalement formées à partir d'ignimbrite et de tuffs par un métamorphisme dynamique. Ils ont une structure porphyrique, avec des phénocristaux de quartz et des inclusions de feldspaths dans une matrice anguleuse plus ou moins cristallisée.

Du point de vue pétrographique, les roches dans lesquelles on distingue des traces originelles (textures et composants d'origine volcanique ou sédimentaire) et des traces secondaires imprimées par le métamorphisme peuvent être considérées comme des roches semi-reconstruites. Les phénocristaux rélictuels les plus nombreux sont de plagiclase albitique, d'idiomorphes parfois fracturés, granuleux et occasionnellement coupés sous différentes orientations. L'orthose, remplacée ensuite par l'albite, pourrait être à l'origine de la majeure partie de ces cristaux. Les phénocristaux de quartz sont abondants dans certains échantillons, et rares ou absents dans d'autres.

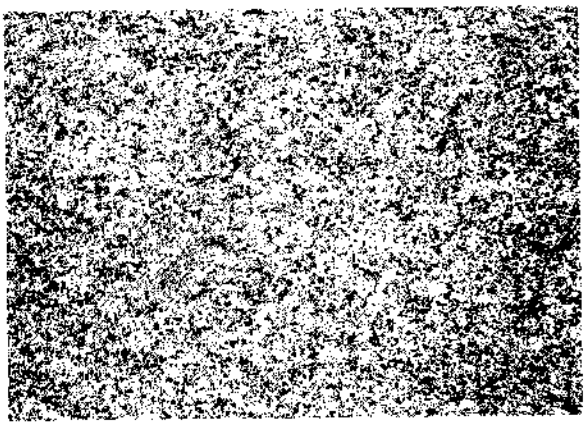
Dans la matrice des roches où la reconstitution a été totale, le quartz, l'albite, la muscovite et l'estilphonomélane, avec des inclusions de chlorite, de séricite, d'épidote, de calcite, de titanite, de rutile et de minéraux opaques, sont les principaux minéraux métamorphiques. La texture est du lépidoblastique extrêmement fin, avec des strates de composition en forme de couches plus riches en muscovite et/ou estilphonomélane, qui ondulent



A



B



C

Fig. 2.– Image de lames minces, au microscope pétrographique avec éclairage orthoscopique (40x), d'outils faits en : ignimbrite (A), rhyolite (B) et cinérite (C).

entre les phénocristaux, en produisant l'effet nommé « pseudoflux ».

Dans les roches qui se sont trouvées dans des milieux humides, ce qui est le cas des matériaux transportées au site de Tunel VII, une séricitation de plagioclases s'est produite qui a provoqué l'altération des surfaces lithiques.

La formation Lemaire affleure en Terre de Feu tout au long de la Cordillère des Andes, depuis l'île des États jusqu'au lac Fagnano. Elle continue sur le territoire chilien jusqu'au nord du détroit de Magellan. Les plus grands affleurements se trouvent au sud du lac Fagnano, principalement dans la Sierra Alvear (fig. 3).

Les sédiments quaternaires les plus importants de l'île correspondent aux dépôts glaciaires. Ces dépôts pléistocènes, présents sur toute la côte du canal Beagle jusqu'aux îles Nueva et Lennox, prouvent qu'une grande partie, ou peut-être même la totalité, de la Grande Ile de Terre de Feu a été recouverte de glace. Ainsi, la région du canal Beagle aurait fonctionné comme un grand glacier qui aurait reçu l'apport de glaciers secondaires.

La disparition des principaux glaciers au début de l'Holocène permit l'entrée de la mer dans cette vallée glaciaire, entre 9400 et 8200 BP (d'après les datations au ^{14}C), et le milieu marin s'est établi complètement le long du canal vers 7900 BP (Rabassa *et al.*,1986).

L'action érosive des vagues du canal, ainsi que le courant de différentes rivières, a disséqué une partie de ces dépôts glaciaires, laissant ses matériaux à découvert. Ces dépôts contiennent des restes de matériaux de toutes les formations qu'ils ont traversées.

Nous avons signalé que la plupart des matières premières apportées par les Yamanas au site de Tunel VII faisaient partie des matériaux qui affleurent dans la Formation Lemaire. Comme nous l'avons dit précédemment, cette formation se situe dans une frange parallèle à la côte, entre 10 et 15 km de distance de celle-ci.

Les Yamanas auraient pu aller chercher ces matériaux à leur endroit d'affleurement. Cependant, au détriment de cette option, il existe une série de raisons qui nous amènent à établir l'aire de captation de ces matériaux dans les dépôts glacio-fluviatiles littoraux :

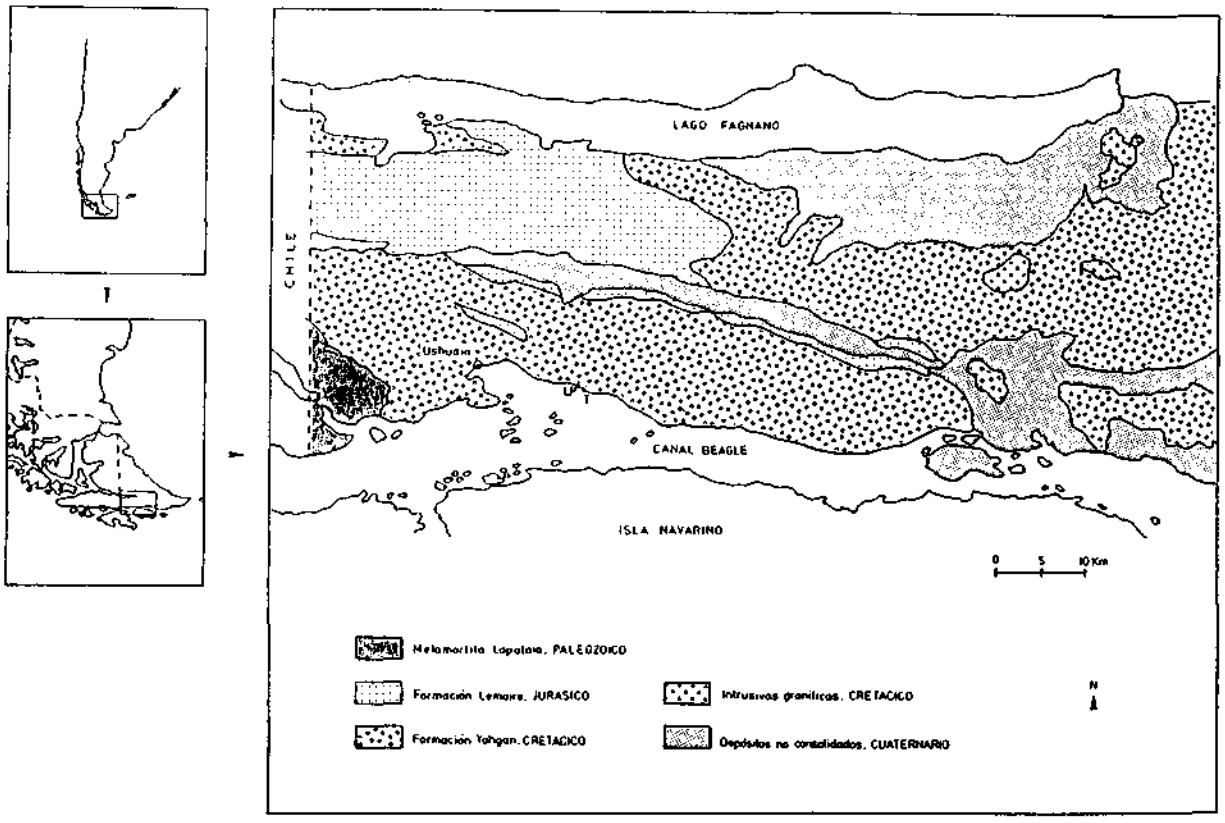


Fig. 3. Carte des formations géologiques de la côte nord du canal Beagle (sur la base de R. Caminos, 1980).

– La présence de matériaux de la formation Lemaire dans ces dépôts d'origine glaciaire. Dans l'analyse lithologique des débris incorporés à un till basal dans la région de Arroyo Grande, 14 % de ceux-ci correspondaient à la formation Lemaire (Coronato, s.p.). Nous avons aussi pu constater la présence de matériaux de cette formation, de manière sporadique, dans les plages de Tunel et dans les moraines adjacentes et, en plus grande quantité, dans les dépôts fluvio-glaciaires situés plus a l'est, bien que ceux-ci ne dépassent pas 12 % du total de débris.

– La distance à laquelle se trouvent les affleurements de cette formation (10-15 km), ainsi que la difficulté provoquée par les différences de niveaux à franchir pendant le trajet, et aussi l'altitude (la région est couverte de neige pendant l'hiver, si ce n'est toute l'année).

– L'économie et la mobilité des Yamanas, essentiellement de milieu littoral. Il leur était donc plus facile de naviguer en canoé sur des distances supérieures aux distances terrestres et de transporter des quantités importantes de matières premières.

Il y a également des pièces fabriquées en **schiste** (23 pièces, 1,13 %) et **aplite** (3 pièces, 0,15 %), (fig. 1). Ces deux matériaux proviennent de la **formation Yahgan**, d'âge crétacé, et ils ont été rarement utilisés par les Yamanas à Tunel VII. Il faut remarquer que ce gisement est placé au sein même de cette formation (fig. 3).

La formation Yahgan est caractérisée par la présence d'ardoises à radiolaires de couleur noir grisâtre, avec une structure en franges au clivage transversal bien marqué, associées à des grauvaques et des grès de même couleur. Ils incluent des fragments de roches volcaniques andésitiques, des graines de quartz, feldspaths et piroxènes (Caminos, 1980).

Nous ne présenterons pas dans cet article la méthodologie suivie dans l'analyse fonctionnelle de l'ensemble lithique de Tunel VII, car elle est déjà traitée dans le travail présenté par M. E. Mansur et A. Vila dans ce même ouvrage : « L'analyse du matériel lithique dans la caractérisation archéologique d'une unité sociale ».

Dans Tunel VII, et toujours dans les unités sûres[1], on compte 2 032 pièces lithiques (fig. 1). La plupart d'entre elles sont des éclats et des fragments de petite taille (moins de 2 cm) ou bien des restes de taille. L'analyse fonctionnelle a été réalisée sur 292 pièces. 83,2 % d'entre elles (243) n'ont pas été utilisées, 40 (13,6 %) présentent des traces d'utilisation sûres ou probables, et 9 (3 %) ont été répertoriées comme d'utilisation possible. Étant donné leur état de conservation, l'utilisation ou l'absence d'utilisation de certaines pièces n'a pu être déterminée avec certitude (fig. 4).

Pour la majorité des pièces, on a pu déterminer les matériaux travaillés : peaux, viande, poisson, bois et os. Néanmoins, pour la réalisation des graphiques, nous avons groupé ces matériaux selon leur dureté, sous la forme suivante :

1. Matière tendre : nous regroupons ici les outils qui ont travaillé la viande, la peau fraîche ou tout autre type de matière tendre indéterminée.

2. Matière moyenne : il s'agit de travaux exécutés sur peaux séchées, poissons et bois tendres (normalement dans un état frais ou vert).

3. Matière dure : dans ce groupe entreraient les bois durs (et/ou secs), les matières osseuses et quelques matières non déterminées. Les pièces répertoriées comme d'« utilisation possible » n'ont pas été comptées dans cette évaluation, car on ne peut déterminer avec certitude le mode d'utilisation et le matériau travaillé.

Les pièces lithiques de Tunel VII qui présentent des traces d'utilisation (sûres ou probables) sont au nombre de 40. Parmi elles, 19 ont été retouchées, et 21 utilisées sur des tranchants vifs, sans aucun type de travail secondaire. Le type d'action réalisé par ces objets est varié : 20 pièces ont été utilisées en actions longitudinales, c'est-à-dire pour couper-scier ; 14 ont suivi une cinématique transversale à l'axe du tranchant utilisé, c'est-à-dire qu'elles auraient servi de couteaux-brosses ou bien de grattoirs. Une pièce a eu une double action, longitudinale-transversale, et 5 n'ont pu être déterminées. Les matières sur lesquelles elles ont été utilisées sont : tendres (14), moyennes (13), dures (9). Il reste 4 pièces dont l'utilisation n'a pu être déterminée (fig. 5 et 6).

(1) Pour une meilleure compréhension des termes comme « unités sûres », ou des classifications en « utilisation sûre, probable et possible », ou des types de dureté « tendre, moyenne et dure », cf. le travail de A. Vila et M. E. Mansur déjà cité.

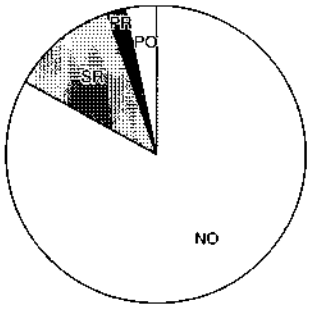


Fig. 4. Analyse fonctionnelle du matériel lithique (NO : non utilisé ; SR : utilisation certaine ; PR : utilisation probable ; PO : utilisation possible).

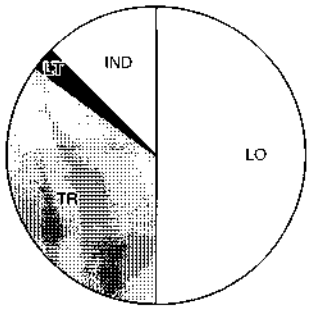


Fig. 5. Modes d'utilisation des pièces analysées (LO : longitudinal ; TR : transversal ; L-T : longitudinal et transversal ; IND : non déterminé).

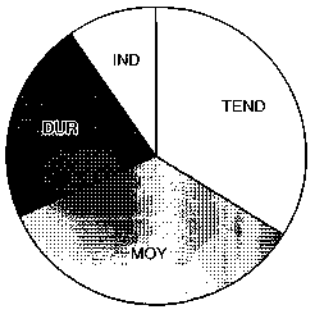


Fig. 6. Matériaux travaillés.

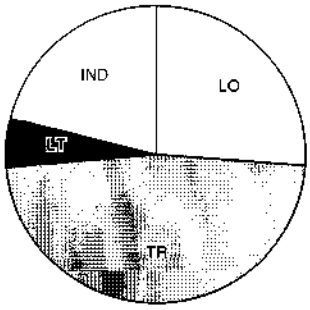


Fig. 7. Modes d'utilisation des outils retouchés.

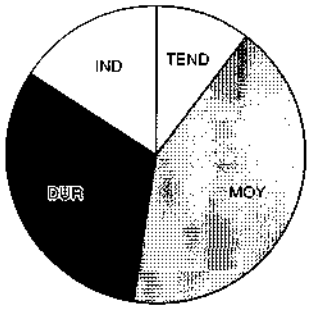


Fig. 8. Matériaux travaillés par les outils retouchés.

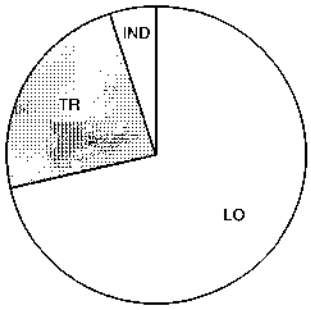


Fig. 9. Modes d'utilisation des outils non retouchés.

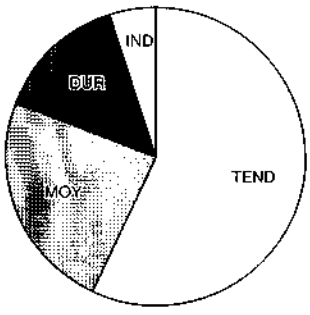


Fig. 10. Matériaux travaillés par les outils non retouchés.

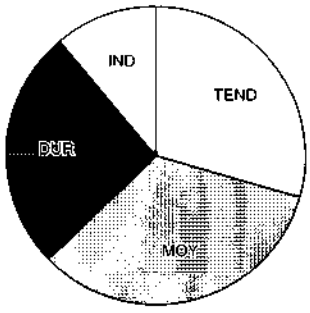


Fig. 11. Matériaux travaillés par les outils faits en rhyolite.

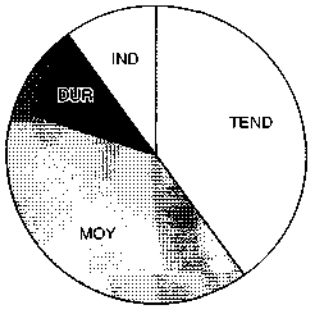


Fig. 12. Matériaux travaillés par les outils faits en cinérite.

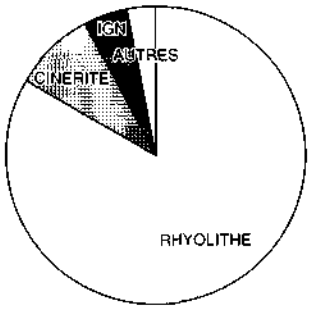


Fig. 13. Matière première apportée au gisement (en pourcentage).

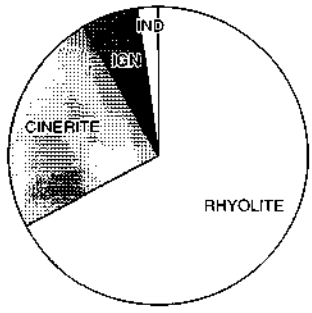


Fig. 14. Matière première des pièces utilisées (en pourcentage).

L'effectif des pièces retouchées est de 38 et se compose de : racloirs (17), foliacés (9), grattoirs (6), denticulés (1) et pointes (5)[2]. Vingt-huit instruments retouchés (73,6 %) sont réalisés en rhyolite, 7 en cinérite, 2 en ignimbrite, et 1 sur une matière première indéterminée. Seulement 19 de tous ces outils présentent des traces sûres (ou probables) d'utilisation, 7 sont classés comme étant d'utilisation possible, et 12 n'ont pas été utilisés.

Pour ce qui est de l'utilisation, dans la série d'outils retouchés, les actions transversales (9) prédominent sur les longitudinales (5) ; 1 outil a eu une double action longitudinale-transversale, et 4 n'ont pu être déterminés. La matière de dureté moyenne est la plus travaillée ; elle apparaît en 8 occasions, suivie de la matière dure (6 cas) ; 2 ont travaillé une matière tendre, et 3 une matière indéterminée (fig. 7 et 8)

Il est intéressant d'étudier la distribution du matériau travaillé et du type de matière première selon le type d'instrument retouché. Le groupe le plus nombreux, avec 17 pièces, est celui des **racloirs**. Onze d'entre eux ont des traces d'utilisation sûres ou probables, 2 ont une utilisation possible, et 4 n'ont pas été utilisés. La cinématique de ces instruments est également variable : 3 ont réalisé une action transversale, 5 ont été employés longitudinalement, 1 longitudino-transversalement, et 2 n'ont pu être déterminés. Trois racloirs ont été utilisés pour travailler une matière de dureté moyenne, 4 pour une matière dure, 2 pour des matières tendres, et 2 autres pour une matière indéterminée. La majorité des racloirs (12) ont été élaborés en rhyolite, 4 en cinérite, et 1 en ignimbrite.

Les instruments classés comme **foliacés** sont au nombre de neuf. Seul un d'entre eux présente des traces suggérant qu'il a été utilisé pour couper une matière dure indéterminée ; 2 pièces ont été classées comme d'« utilisation possible », et les 6 restantes n'ont pas été utilisées. D'après leurs caractéristiques techniques, il peut s'agir de préformes de pointes en processus d'élaboration, fabriquées pour leur majorité (7) en rhyolite, 1 en cinérite, et 1 autre indéterminé.

Les **grattoirs** de Tunel VII sont au nombre de six. Quatre d'entre eux sont en rhyolite, 1 en cinérite, et le dernier en ignimbrite. Cinq grattoirs présentent des traces d'utilisation sûre, et les restants ont une utilisation possible. Ces grattoirs ont été utilisés pour travailler la peau, normalement à l'état sec.

Les **pointes de projectile** (flèches) découvertes dans les « unités sûres » du gisement sont au nombre de cinq. Aucune d'entre elles ne présente de fracture typique d'impact (Fischer *et al.*, 1984 ; Plisson, Geneste, 1989) ; néanmoins, on a observé quelques fractures technologiques (ou de fabrication), telle la fracture d'une des ailettes. Une pointe a toutes ses arêtes complètement arrondies, sans doute à cause du roulis de la mer. Deux de ces pièces présentent des traces d'usure au sommet même de la pointe ; elles ont servi à gratter ou à rainurer, l'une sur de l'os, et l'autre sur du bois. (Dans ce cas, on pourrait parler d'une utilisation atypique ou de la réutilisation d'un outil ne servant plus à son utilisation première, pour des raisons diverses : fracture pendant son élaboration ou lors de l'extraction du corps d'un animal chassé…). La matière première qui a servi à l'élaboration de ces instruments est en majorité de la rhyolite (4), puis de la cinérite (1).

Le **denticulé** est fabriqué en rhyolite et n'a pas été utilisé.

Des 292 pièces sur lesquelles on a réalisé l'analyse fonctionnelle, 254 ne présentent aucun type de travail secondaire ou de retouche. 231 n'ont pas été utilisées. Des 23 restantes, 17 présentent des traces d'utilisation sûre, 4 ont été probablement utilisées, et 2 ont une utilisation possible. Elles sont élaborées en majorité en rhyolite (16) ; 6 sont en cinérite, et 1 en ignimbrite.

L'action longitudinale est celle qui prédomine nettement ; on en compte un total de 15 pièces, tandis que 5 ont été utilisées en actions transversales, et 1 est indéterminée. Cette action longitudinale est en relation avec le découpage de matériaux tendres : on a enregistré 12 outils ayant travaillé des matériaux tendres, 5 ont servi pour travailler des matériaux moyens, 3 pour des matériaux durs, et 1 n'a pas été déterminé (fig. 9 et 10).

Si nous analysons les matériaux travaillés, en tenant compte de la matière première utilisée dans la fabrication du support, nous voyons qu'il suivent

(2) L'analyse morphologique de l'ensemble lithique a été effectuée suivant la méthode de la typologie analytique de G. Laplace (1974) et A. Vila (1987).

la dynamique suivante : les outils fabriqués en **rhyolite** ont été utilisés pour travailler des matériaux tendres (8), des matériaux moyens (9), des matériaux durs (7) et un matériau indéterminé (3). Les outils fabriqués en **cinérite** ont travaillé sur un matériau tendre (4), sur un moyen (4), sur un dur (1), et 1 n'est pas déterminé. Seuls 2 instruments sont fabriqués en **ignimbrite**, pour travailler un matériau tendre, et 1 autre en matière première indéterminée, pour travailler un matériau dur (fig. 11 et 12).

En observant les figures 13 et 14, on voit que la relation entre la matière première apportée au gisement et la matière première des pièces utilisées n'est pas directe. La **rhyolite** représente 83,56 % de la matière première lithique apportée au gisement ; cependant, elle sert de base à 67,35 % des instruments qui présentent des traces d'utilisation. La **cinérite**, par contre, qui constitue 8,9 % de la matière première apportée au gisement, représente 24,4 % des pièces utilisées. Cette « plus grande exploitation » de la cinérite, matériau au grain plus fin que celui de la rhyolite et moins abondant dans la région, pourrait s'expliquer par sa qualité : grande efficacité des tranchants de cette matière première, débitage plus « facile », par exemple.

En conclusion, on pourrait dire que :

– dans les outils retouchés prédomine une action transversale (racler, brosser) sur des matériaux de dureté moyenne (peau séchée, bois) et dure (os) ;

– dans les éclats non retouchés prédomine une action longitudinale (couper, scier), et le matériau travaillé dominant est tendre (viande, peau fraîche) ;

– les outils élaborés en cinérite ont servi en quantités égales pour travailler des matériaux tendres et moyens, avec une seule représentation sur un matériau dur ;

– les outils fabriqués en rhyolite ont eux aussi travaillé, en proportions égales, des matériaux tendres et moyens ; cependant, il y a davantage de représentations de travaux sur des matériaux durs (7 outils). Il semble que la tendance ait été de choisir de la cinérite pour des outils servant à des matériaux tendres ou moyens et de la rhyolite pour des outils qui serviraient à travailler des matériaux plus durs.

Néanmoins, toutes ces données ne sont pas absolues ; elles peuvent varier, en confirmant ou non les tendances, au fur et à mesure de la progression des travaux de fouille et de l'analyse de nouveaux matériaux.

Remerciements

Nous voulons remercier pour leur aide les docteurs F. Plana et J. Martí, de l'Institut de Ciències de la Terra J. Almera (CSIC-Barcelona), pour la réalisation et l'interprétation des analyses pétrologiques et minéralogiques. Et aussi nos amis B. Hourcade, M. L. Latorre et M. E. Mansur pour la traduction de cet ouvrage.

* *Institució Milà i Fontanals CSIC, Egipciaques 15, 08001 Barcelona, España.*

Bibliographie

CAMINOS (R.), 1980.– Cordillera Fueguina. *In : Segundo Simposio de Geología Regional Argentina,* vol. II. Córdoba (Argentina) p. 1463-1501.

CAMINOS (R.), HALLER (M. J.), LAPIDO (O.), LIZUAIN (A.), PAGE (R.), RAMOS (V.), 1981.– Reconocimiento geológico de los Andes Fueguinos, Territorio Nacional de Tierra del Fuego. *In : Octavo Congreso Geológico Argentino.* t. III. Buenos Aires (Argentina). p. 759-786.

CORONATO (A.), sous presse.– Análisis de fábrica de depósitos glaciarios para la determinación de la génesis de geoformas en un ambiente de glaciación multiple, Valle de Andorra, Tierra del Fuego. *In : 3ª Reunión Argentina de Sedimentología.* San Juan (Argentina).

ELORZA (J.), sous presse.– Caracterización geológica del sílex y su aplicación en la investigación arqueológica. *In : The environment and the human society in the western Pyrenees and the Basque mountains during the Upper Pleistocene and the Holocene.* Vitoria (España).

FISCHER (A.), VEMMING HANSEN (P.), RASMUSSEN (P.), 1984.– Macro and micro wear traces on lithic projectile points. Experimental results and prehistoric exam-ples. *Journal of Danish Archaeology,* 3, p. 19-46.

LAPLACE (G.), 1974.– La typologie analytique et structurale ; base rationnelle d'étude des industries lithiques

et osseuses. *In* : *Banques de données archéologiques*. Paris (France), p. 91-143.

MANSUR (M. E.), VILA I MITJA (A.), 1992.– L'analyse du matériel lithique dans la caractérisation archéologique d'une unité sociale, dans ce volume.

MASSON (A.), 1979.– Recherches sur la provenance des silex préhistoriques. Méthode d'étude. *Études Préhistoriques* 15, p. 29-40.

PLISSON (H.), GENESTE (J.-M.), 1989.– Analyse technologique des pointes à cran Solutréennes du Placard (Charente), du Fourneau du Diable, du Pech de la Boissière et de Combe Saunière (Dordogne). *Paléo*, 1, p. 65-106.

RABASSA (J.), HEUSSER (C.), STUCKENRATH (R.), 1986.– New data on Holocene sea transgression in the Beagle Channel Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, vol. 4, p. 291-309.

TERRADAS (X.), PLANA (F.), CHINCHON (J. S.), 1991.– Aplicación de técnicas analíticas para el estudio de las materias primas líticas prehistóricas. *In* : A. Vila (Ed.), *Nuevas tendencias en Arqueología*. Madrid (España), p. 141-167.

VILA (A.), 1987.– *Introducció a l'estudi de les eines lítiques prehistòriques*. Universitat Autònoma de Barcelona, CSIC.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL. vol. 50, 1993

Mise en contraste de l'efficacité d'une chaîne opératoire

Isabel BOJ, Eudald CARBONELL**
Andreu OLLÉ, Robert SALA**
*Josep-María VERGÉS**

RÉSUMÉ

Nous expérimentons dans cet article une nouvelle voie d'interprétation de la variabilité dans les chaînes opératoires. Dans cette nouvelle proposition, l'efficacité des outils lithiques joue un rôle important dans la technologie ancienne et sa variabilité. Dans cette conception, nous réduisons l'importance que donnait l'analyse technique traditionnelle à la morphologie des outils. Ces hypothèses sont testées par l'étude des ensembles fossiles et par l'expérimentation. Nous associons dans ce travail les méthodes d'analyse fonctionnelle et d'analyse technologique.

ABSTRACT

We try in this paper a new way for the interpretation of the variability in the « chaînes opératoires ». In this new proposition the effectiveness of the lithic tools assume an important role in the ancient technology and its variability. As a result of this concept we reduce the importance of the tool morphology in the traditional technical analysis. These hypotheses are tested by means of the study of fossil complexes and experimentation. We combine in this work the methods of functional and technological analyses.

Il est très commun d'accepter une variabilité morphologique dans les industries que l'on appelle le Moustérien. On voit des différences parmi les technocomplexes appartenant à cet univers. On a cherché des voies d'interprétation de cette question : on a essayé une voie typologique-culturelle, on a essayé la voie technologique, et aussi écologique. Nous allons décrire une nouvelle voie fondée sur l'analyse technologique et tracéologique et sur l'expérimentation, dont le mot clé est l'efficacité des produits techniques.

Ce programme d'analyse doit aboutir, concrètement, à la compréhension du technocomplexe développé aux sols III 2.1.6 et III 2.1.8. de l'Abric Romaní, un centre d'intervention d'age pléistocène, 45 000 ans AP, daté par la méthode de l'U-Th. On a affaire à une stratigraphie profonde de plus de 10 m où on connaît diverses sols d'occupation

d'intensité différentielle. La technologie développée est aussi différente selon l'intensité de l'occupation. Le plus souvent on a une chaîne opératoire centripète, d'exploitation terminale de la base négative de première génération, sans aucune hiérarchisation ni standardisation. Les produits sont aléatoires et très peu modifiés, jamais standardisés. On a surtout des bases positives, peu de bases négatives de première génération et presque aucune base négative de deuxième génération. Quelquefois on n'a pas de bases négatives de première génération. Ce type d'analyse nous amène déjà à une première interprétation : la distribution des tâches dans l'espace donne des techno-complexes différenciés : les bases de première génération qui nous manquent à l'Abric Romaní doivent être dans un autre centre d'intervention qui est complémentaire de celui-ci. Mais l'interprétation écologique et d'organisation n'est pas la seule que puisse exprimer les raisons de la chaîne qu'on vient de décrire, où les produits ne sont pas standardisés ni presque modifiés.

Le vrai problème de la variabilité se pose quand on veut connaître la raison pour laquelle on a produit des outils de diverses qualités. Un deuxième problème qui apparaît est de savoir d'après cette variabilité, ce que les populations anciennes cherchaient dans la production d'outils. Et en conséquence, quelle est la fonction de la production et le choix d'une chaîne particulière.

Ce qu'on va exposer tout à l'heure fait partie d'un programme expérimental qui se propose d'interpréter le cas concret du techno-complexe de l'Abric Romaní et de mettre en évidence des facteurs morphologiques présents dans toute industrie et qui peuvent être utilisés pour exprimer un certain degré de variabilité basé sur des critères d'effectivité. La constatation va se tenir sur quatre points principaux : reproduction d'une chaîne opératoire semblable ; évaluation de la qualité du travail de la chaîne ; production et transformation, qualité des produits et leur efficacité ; enfin, utilisation et constatation de l'extension du poli selon la cinématique la plus efficace ; ce dernier point va constituer la référence de l'analyse des traces d'utilisation sur les outils anciens.

Les outils et la chaîne opératoire qu'on va décrire ne prétendent pas à l'exhaustivité.

L'industrie de l'Abric Romaní (fig. 1) est caractérisée par une chaîne opératoire qui se développe essentiellement sur un silex de mauvaise qualité, à grain très grossier. Le débitage est très divers : on a une exploitation centripète et en volume ; unifaciale, bifaciale ou multifaciale. Les produits ont des tranchants très peu régularisés et aucune morphologie n'y a été répétée. Il nous paraît être une production dirigée vers une obtention immédiate et désordonnée de produits de basse qualité.

On a reproduit une chaîne ayant les caractéristiques dont seront exposés les résultats tout à l'heure. Le premier stade fut le choix de la matière première. On a cherché le type de silex le plus usé à l'Abric Romaní : à grain très grossier, de basse qualité.

Le débitage régulier y est difficile, la précision presque impossible ; la résistance du matériel au débitage était élevée et la transmission de la percussion basse. Il apparaît beaucoup de bases

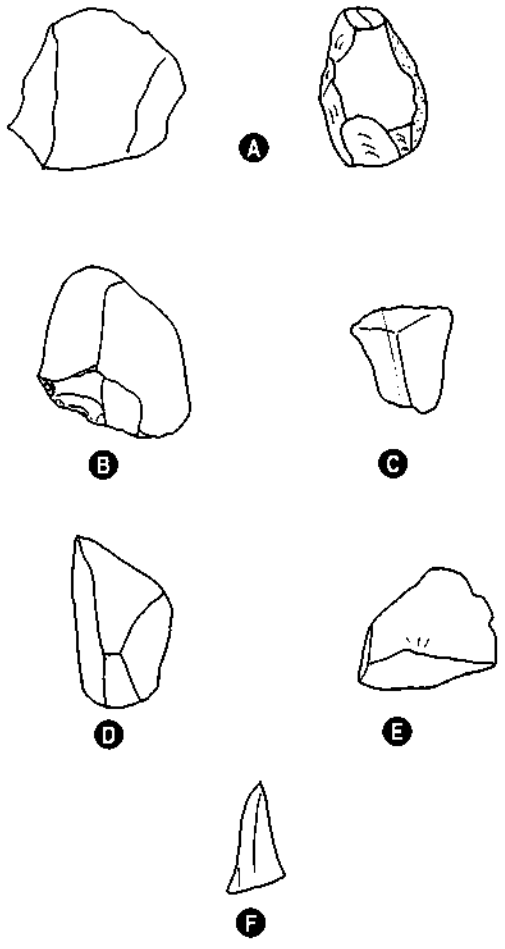


Fig. 1. Technocomplexe de l'Abric Romaní (Capellades, Catalogne). **A.** AR85 III 2.1. K56 5. **B.** AR89 III 2.1.6 K45 2. **C.** AR85 III 2.1.6. J56. **D.** AR86 III 2.1.6 M57 1. **E.** AR89 III 2.1.6. L46 1. **F.** AR86 III 2.1.6. N55 7.

positives réfléchies. Malgré tout, une certaine chaîne organisée et relativement précise peut y être développée si on a de l'expérience ou si une telle chaîne est dans notre propos.

La base initiale (147 x 120 x 59 mm, 1 100 g 1040 cm^3) fut réduite à un 84 % de son volume avec un débitage marginal sur la périphérie d'un seul plan de frappe corticale. En éclatant les plans contigus se génère un volume tronco-conique (175 g 165 cm^3 68 x 48 x 46 mm) avec les trois mesures égales (fig. 2).

La tendance de ce débitage en volume est d'aboutir à des produits normalement longs mais les conditions que l'on vient de décrire ont rendu cela impossible.

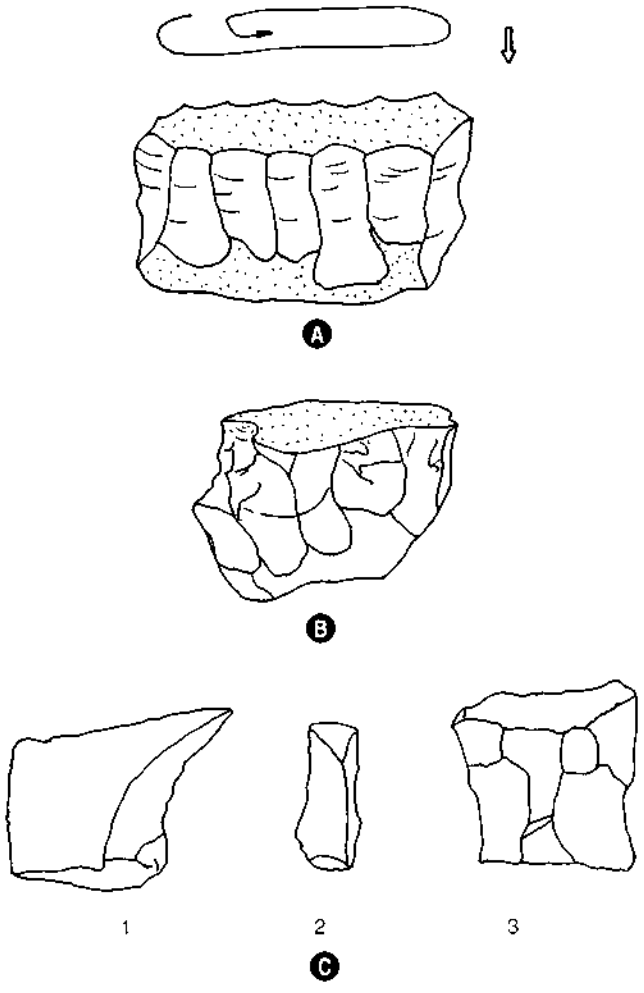


Fig. 2. Chaîne opératoire expérimentale, processus de production et morphopotentialités résultantes. **A.** Schéma du procès de production. **B.** Les produits : la BN1G. **C.** Les produits : les BP ; 1. E3 ; 2. E2 ; 3. E1.

En conséquence les produits résultants sont irréguliers et on peut les regrouper en trois ensembles : E1, inclus bases courtes et larges. E2, bases longues et étroites à enlèvements parallèles sur la face supérieure. E3, bases pointues (ce ne sont pas absolument des pointes classiques).

A part ces différences morphologiques il y a des caractéristiques qui sont générales pour les trois ensembles : ce sont des bases épaisses, à tranchant très incurvé, irrégulier sur le plan horizontal et sagital, la délinéation y est très irrégulière avec beaucoup de petites parties saillantes et concaves. Il n'y a aucun tranchant droit et continu. Les possibilités d'utilisation sont donc très limitées. L'angle est très variable tout au long des tranchants.

Les fractures réfléchies produisent des angles tordus en bout et des bases courtes. Il nous reste, quand même, la possibilité de retoucher, c'est-à-dire, de régulariser les morphologies avec un travail de deuxième génération. Mais ces types de produits acceptent très peu de modifications ; on ne peut pas obtenir, non plus, des morphologies très régularisées. Et, de tout façon, les industries archéologiques auxquelles on a affaire sont très peu modifiées.

Quelle est, enfin, l'efficacité de ces produits ? Nous avons essayé ces outils expérimentaux sur des matériaux divers pour y décrire la cinématique et l'utilisation les plus effectives.

Pour le travail du bois (raclage dans tous les cas) on a essayé trois outils, dont deux retouchés (le n° 36 et le n° 6) et un qui est une base brute (le n° 40). L'angle du tranchant est de 60° pour le n° 6, 70-80° pour le 36 et 44° pour la 40. Le n° 40 a une régularité basse, un tranchant discontinu, sinueux en vue frontale et sagitale. Le n° 6 a une déliniation régulière, convexe en vue frontale et droite en vue sagitale. Le n° 36, enfin, a un tranchant droit sur les deux vues.

La sinuosité de la pièce n° 40 ne permet qu'un usage très limité sur une petite partie parce que l'utilisation totale empêchait le travail, offrait trop de résistance au matériel.

Ce n'est pas le cas pour les autres outils, lesquels ont bien effectué leur travail. Il y a, quand même, des différences. La face inférieure du n° 6 est concave, comme celle des outils procédant d'une chaîne de volume bien développé. Cela lui permettait de travailler avec un angle proche de 0° sur le bois. Tandis que le n° 36 a une face

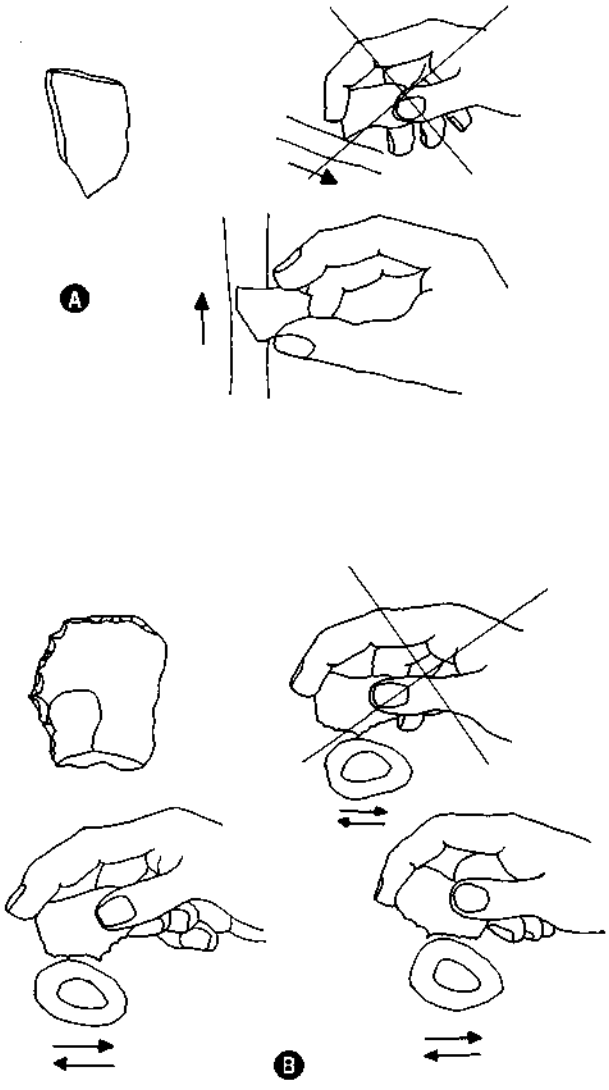


Fig. 3.– Outils expérimentaux et usage plus efficace. **A.** Outil n° 40. **B.** Outil n° 33.

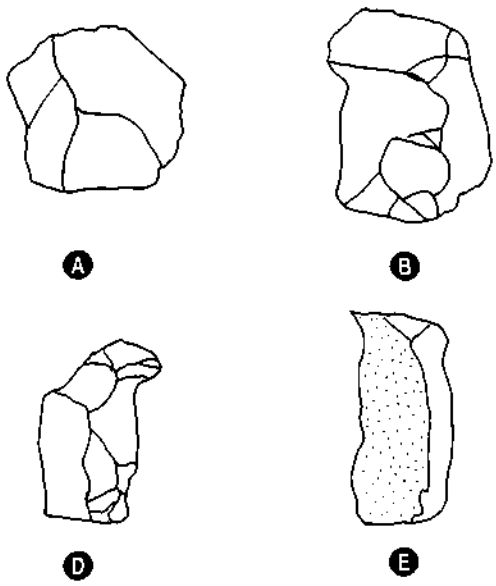


Fig. 4. Bases positives expérimentales avant leur transformation en bases négatives de deuxième génération. **A.** Outil n° 33. **B.** Outil n° 31. **C.** Outil n° 36. **D.** Outil n° 6.

inférieure droite qui fait que son angle de travail doit être plus grande, 65° (fig. 3).

Pour le travail de l'os on a utilisé deux instruments, le n° 31 et le n° 33 (fig. 4). Le premier a raclé l'os et le deuxième l'a scié. Le n° 31 a une délinéation sagitale sinueuse et frontale très concave. le n° 33 a aussi une délinéation sagitale sinueuse et frontale très denticulée où une des dents forme une très grande discontinuité.

Sur le premier outil on a observé que les extrêmes de la concavité travaillent mieux que le reste du tranchant. On pénètre le matériel avec une de ces extrémités pointues sur une direction oblique au tranchant. Les zones pointues servent mieux à fendre le matériel que celles qui sont absolument droites. Cette constatation appartient au terrain de la cinématique et de la science du matériel et a été déjà introduite au domaine du Paléolithique par J. Airvaux (1987).

L'outil n° 33 sciait de façon optimale quand on travaillait avec une moitié du tranchant à droite ou à gauche de cette discontinuité, laquelle empêchait une utilisation totale.

Le dernier groupe qu'on a utilisé inclut trois outils employés pour racler le bois de cervidé. Dans ce cas on a vu aussi qu'un tranchant denticulé utilisé de façon non frontale sinon en diagonale peut travailler mieux.

On voit donc que la régularité des tranchants, la présence de parties pointues, saillantes, les discontinuités des bords et la concavité facilitent ou empêchent la tâche à exécuter et sont des caractéristiques, des variables, qui doivent être intégrées dans une analyse des ensembles, qui se veut technologique.

Ces caractéristiques sont, peut être, celles qui ont été recherchées, au-delà de la régularisation générale de l'outil, souvent nécessaire.

Quand on évalue la variabilité morphotechnique il faut tenir compte de l'efficacité des outils, marquée par leur régularité, continuité, etc. Alors, la chaîne opératoire peut être considérée comme

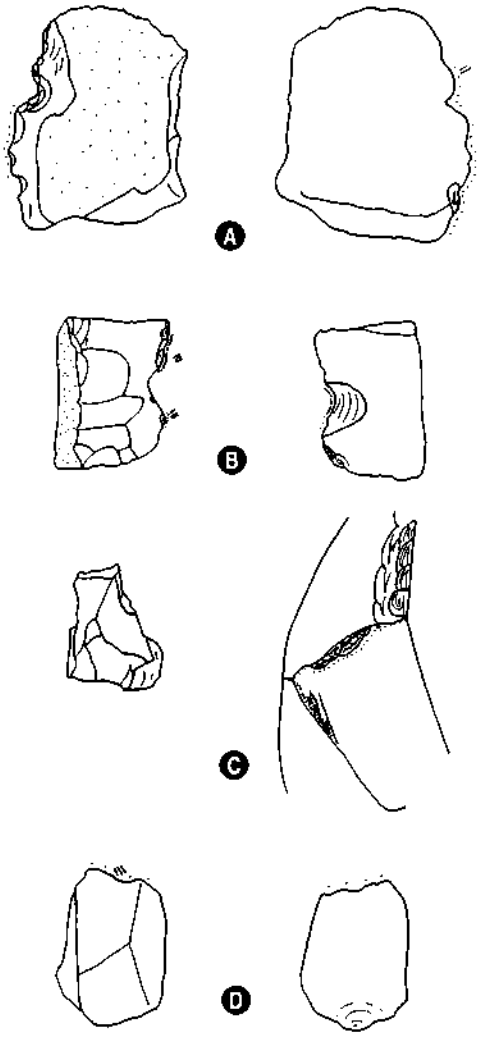


Fig. 5. Exemples archéologiques d'utilisation efficace de morphopotentialités identiques produites par des chaînes opératoires différentes. **A.** FV 1683. **B.** FV2676. **C.** FV 2846. **D.** AR86 III. 2.1.8. K55 87.

Fig. 6. Poli arrondi sur l'outil expérimental n° 6 utilisé pour racler du bois.

Fig. 7. Poli avec de petites stries en diagonale par rapport au tranchant dans l'outil FV 2676 archéologique.

le moyen d'aboutir à des morphologies, à une efficacité déterminée, mais non moyen d'obtenir des morphologies totalement standardisées.

On peut signaler des exemples archéologiques de traces d'utilisation qui nous signalent l'importance de ces facteurs pour les tâches préhistoriques.

Sur des bases positives, non retouchées, de l'Abric Romaní on voit qu'on profite d'une discontinuité frontale pointue pour racler le bois (fig. 5). Il s'agit d'une discontinuité obtenue par une chaîne non destinée à obtenir des morphologies sinon à obtenir des potentialités ; c'est une base positive et la partie saillante est un produit irrégulier. En plus, l'irrégularité du tranchant ne permet qu'une utilisation marginale, sur une zone réduite du tranchant.

Sur des outils procédant d'un autre gisement catalan, la Font Voltada, (9 000 AP) on voit d'autres utilisations différentielles des tranchants (fig. 5 et 7), cette fois-ci bien régularisés. On a des « encoches » bien marquées par un travail de deuxième génération pour modifier des bases positives afin d'obtenir des parties saillantes, celles qui ont été utilisées. La concavité n'est pas utilisée. Potentiellement ces « encoches » ont les mêmes caractéristiques que les bases positives de l'Abric Romaní ; on a changé, quand même, la chaîne opératoire de production. On a aussi des « burins » dont on n'a utilisé que la pointe latérale, pas tout le tranchant. On peut avoir une variabilité dans la chaîne opératoire et pas dans les potentialités morphologiques. Cette constatation nous amène à étudier les capacités de travail et l'efficacité des outils à

travers l'analyse technologique, l'analyse des traces d'usure et l'expérimentation.

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre gratitude au Serveis Científico-Tènics de l'Universitat de Barcelona pour l'utilisation de ses microscopes à balayage microscropique.

* *Laboratori d'Arqueologia de la Universitat Rovira i Virgili, P/Imperial Tàrraco, 1, 43005 Tarragona, Catalunya, España.*

Bibliographie

AIRVAUX (J.), 1987.– Les potentialités morphologiques. *Sistemes d'anàlisi en Prehistória*, Girona, p. 17-67.

BOJ (I.), CARBONELL (E.), SALA (R.), 1990.– Reconstruction de l'efficacité de la chaîne opératoire de production et utilisation dans un techno-complexe du Pléistocène Moyen. *In* : H. et K. Knutsson, J. Taffinder (Ed.), *The interpretative possibilities of micro-wear studies*. Societas Archaeologica Upsaliensis, Uppsala, p. 184.

CARBONELL (E.), GUILBAUD (M.), MORA (R.), 1983.– Utilización de la lógica analítica para el estudio de tecno-complejos a cantos tallados. *Cahier Noir*, n° 1, Girona, p. 3-64.

MORA (R.), 1988.– *El Paleolítico Medio en Catalunya*. Thèse pour l'obtention du titre de docteur, Universitat de Barcelona.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Supervised pattern recognition and experimental archaeology

*Amilcare BIETTI**

Résumé

Les procédures de classification supervisées en reconnaissance de schémas se caractérisent par des règles de décision *a posteriori*, employant des méthodes statistiques standards, comme, par exemple, l'analyse discriminante de Fisher, la méthode de la vraisemblance maximale, etc. Le but de cette classification est la reconnaissance d'un ensemble « inconnu » d'objets, qu'on appelle le *test set*, à partir d'un ensemble « connu », le *learning set*. Un exemple de ce type de classification est, selon moi, celui de comparaison quantitative entre les données archéologiques et les données expérimentales : c'est le cas des traces d'usure sur les outils archéologiques, comparées avec les traces que l'on obtient par expérimentation sur des outils préparés *ad hoc*. Cet article présente les caractères principaux de la classification supervisée, et ensuite une illustration pratique de la comparaison de deux chaînes opératoires, l'une archéologique et l'autre expérimentale, d'un ensemble du Moustérien italien, en employant un système interactif de reconnaissance de schéma.

Abstract

Supervised classification procedures in pattern recognition consist in the *a posteriori* classification by standard statistical techniques, such as Fisher's discriminant analysis, linear maximum likelihood, etc., of an « unknown » set of objects, the so-called *test* set, in terms of a « known » set of objects, the *learning* set. A classical example of practical application of such procedures may be provided, in my opinion, by the comparison between the archaeological data and the data that have been obtained by experiment, such as those of microwear analysis on archaeological artifacts, and the data obtained experimentally by direct use of *ad hoc* prepared artifacts. In this paper I will shortly discuss the main characteristics of this type of approach, using an interactive system of pattern recognition, and also showing some practical results concerning experimental and archaeological reduction sequences of Mousterian artifacts.

Traditionally, pattern recognition can be defined as the search for structures and statistically meaningful regularities of a set of objects in the feature space (see, for instance, Duda and Hart, 1973) : every object is described in terms of these « features », *i. e.* numerical parameters, both con-

tinuous and discrete. These structures, corresponding to complex correlations between features, are often the starting point for the formulation of research hypotheses.

Pattern recognition has been widely used in different fields – biology, biomedics, engeneering, etc. –, as can be seen from the various symposia devoted to the topics (see, for instance, Gelsema, Kanal, 1980, 1986), but only rarely has been applied, in its full sense, to archaeology (see, for instance, Bietti *et al.*, 1985).

In archaeology (and in particular in prehistoric archaeology), pattern recognition is mainly used as a classification of objects. There are, however, two different types of classification procedures : the first one, most widely used in archaeological applications, can be called unsupervised classification, and deals mainly with tentative classifications of data sets where one lacks *a priori* knowledge, where as the second type, supervised classification, is aimed at the recognition of unknown sets of objects, starting from an *a priori* knowledge, the so-called « learning » set. We are thus dealing with an *a posteriori* classification.

The first type of classification is well known in archaeology, in the realm of multivariate procedures, such as cluster analysis, for instance, while supervised classification is practically unknown, up to now (for a first attempt see, for instance, Bietti *et al.*, 1985 : 221-223).

In the next section I will briefly summarize the main capabilities of the supervised classification, using as a reference an interactive system (ISPAHAN) developed for biomedical research (Gelsema, 1980,1988), and in the third section I will emphasize the importance of supervised classification in experimental archaeology, *i. e.* for the applications where the archaeological data are compared with purposefully « reconstructed » data.

In the same section I will also briefly illustrate an application of supervised classification to the study of the reduction sequence in a Mousterian assemblage of southern Latium (Grotta Breuil), where the main scope of the analysis is the comparison between an archaeological sample of flakes and a similar experimental sample.

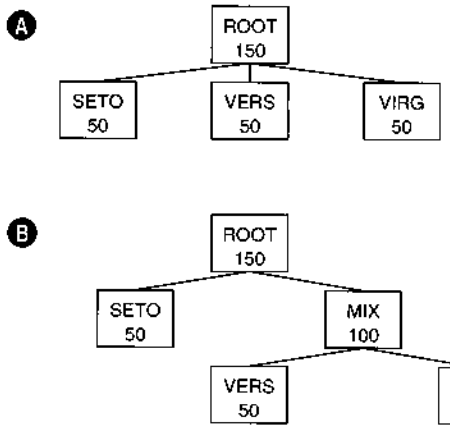


Fig. 1. A. Simple tree structure of the iris set, with the three *a priori* classes : setosa, versicolor and virginica. **B.** A more « developed » tree structure.

The main properties of supervised classification

For a practical illustration of the properties of pattern classification we can take the classical « theoretical » example of Fisher's data set of 150 iris flowers (Agrawala, 1977) subdivided into three classes : setosa, versicolor and virginica. Every flower is characterized by four features, *i. e.* the length and width of the sepal leaves and petal leaves.

The first step is an *a priori* « tentative » classification, and the data may be arranged according to the simple tree structure shown in figure 1 : A, or according to the more « developed » tree structure shown in figure 1 : B, where the versicolor and virginica are considered as « subclasses » of a MIX class.

In principle these two structures are « tentative », *i. e.* they must by checked by statistical analyses that should quantitatively establish if the classes shown in figure 1 are really distinct and meaningful. This is the principal aim of the unsupervised classification. Actually, this term is usually employed for clustering procedures, *i. e.* the *a priori* classification of objects in a multidimensional space (the feature space : in the case of the iris set it is a four-dimensional space). In this paper, however, unsupervised classification will be considered in a broader sense, *i. e.* all the bulk of possible techniques that can be used in order to obtain the best partition into classes (if this is possible) of the data set.

Besides the traditional clustering techniques between the objects, where the features are considered fixed and well defined (Q-mode analysis :

the ISPAHAN system offers a series of well known procedures, such as K-means clustering, nearest neighbor and hierarchical clustering (Gelsema, 1988)), we need also a « screening » of the features, *i. e.* we have to establish which features are diagnostic for the classification : it may well be that some features are irrelevant or are « redundant ».

This may be achieved by standard univariate tests (such as, for instance, the Student's T-test), by multiple partial correlation methods (linear stepwise discriminant analysis) and by R-mode multivariate techniques, such as the well known principal component analysis. We may need, in some cases, where discrete features are also present (this is not the case for the iris set, but, as we shall see, it is often the case in the archaeological data sets), correspondence analysis as well, which is traditionally defined as a Q + R mode multivariate procedure.

These statistical analyses should provide us, in this hypothetical example, with the best partition of objects, *i. e.* a structure of the type illustrated in figure 1 : A or B, and where, of course, as a result of the analyses, the objects are no more necessarily subdivided in equal amounts (as is the case of fig. 1), but, for instance, we have now 48 flowers in the class SET, 56 in the class VERS and 46 in the class VIRG. The resulting tree structure is now a well established structure, that may be called a learning set.

At this point, going on with this « gedanken » experiment, let us suppose that I will grow in my garden a series of iris flowers, say 120, and that I want to know how I can classify these flowers. First of all I will measure the lengths and widths of the sepal and petal leaves, and then draw a tentative *a priori* classification, similar, for instance, to the one illustrated in figure 1 : A. Subsequently, as for the Fisher's set, all the necessary statistical tests will be performed, and we will end up, for instance, with 42 flowers in the class SET, 38 in the class VERS and 40 in the class VIRG.

I want now to establish if this is a correct and significant classification as regards the « reference » data set, *i. e.* the Fisher's set. The set of my flowers becomes a test set, a set on which one has to make *a posteriori* decisions starting from the Fisher's learning set. Such *a posteriori* classification is just what is usually called supervised classification.

There is a series of procedures for supervised classification. The ISPAHAN system, for instance, provides us with five different decision functions :

1. Fisher linear discriminant ;

2. Linear maximum likelihood, minimizing the Mahalanobis distance between the objects of the sets ;

3. Quadratic maximum likelihood ;

4. Bayes, *i. e.* classification according to the rules of Bayes theorem : one has to indicate *a priori* probabilities for each class ;

5. Classification according to the nearest neighbor method.

These different decision functions assume different hypotheses about the distributions of the features : in the case of our iris example this may be irrelevant, whereas, as we shall see in the next section, for the archaeological problems these hypotheses may lead to serious constraints in the application of the classifiers.

In any case, the application of one of the previous decision functions results in a « confusion matrix » which indicates the degree of classification of the set to be tested in terms of the learning set. For our fictitious example of the iris flowers, figure 2 gives the confusion matrix for the flowers of the garden, in the case of the tree structure of figure 1 : A : the classifier has been applied at the node ROOT. As one can see, the classification is perfect for the setosa class, whereas for the virginica and versicolor there is some degree (less then 10 %) of misclassification.

It is worth stressing that, if possible, more supervised decision procedures should be applied to the same learning and test sets : if the confusion matrixes are essentially independent from the decision function that has been employed, we can be reasonably confident in the result of the classification.

As we shall see in the next section, however, in the archaeological problems the use of several decision functions is seriously limited by the nature and the distribution of the features.

Applications to archaeology : archaeological vs. experimental data. A practical example

Unsupervised pattern recognition, in the aforementioned broader sense of tentative *a priori*

classification, has been extensively applied in archaeological problems : there are a large number of applications of clustering techniques, and any proceedings of conferences on mathematical and statistical methods in archaeology can provide several excellent examples.

Less common is the application of supervised classification procedures, the reason being, in my opinion, in the lack of the need of *a posteriori* classification in Archaeology : after all, as it is well known, the archaeological data are all derived by unique experiments (the excavation of a site, for instance), so that the idea of a learning set, as it was explained in the previous section, is hardly conceivable.

The situation changes, in my opinion, in the case of experimental archaeology, *i. e.* where the data coming from the archaeological sites have to be compared with data experimentally reproduced.

A classic example is given by the problems arising from microwear analysis, the main topic of the present symposium : experimentation of lithic tools on several materials (bone, wood, hide, etc.) is absolutely necessary in order to have a reference basis of comparison : it is thus clear that, in a quantitative sense, the experiments provide us with a learning set, whereas the archaeological data consitute the test set, according to the definitions given in the last section.

Another example is provided by the technological studies on the lithic industries, and, in particular, the studies of the reduction sequences (« chaînes opératoires ») of the debitage : the experiments, the tentative reproduction of the hypothesized reduction sequences, are ot paramount importance in the understanding of the debitage. Once again, the data obtained by the experiments can be considered as a learning set, and the archaeological data, the test set, may then be classified according to supervised procedures.

Confusion Matrix (Horizontal : posteriori Vertical : priori)			
	Setosa	Versicolor	Virginica
Setosa	42	0	0
Versicolor	0	35	3
Virginica	0	3	37

Fig. 2. Confusion matrix for an hypothetical set of 120 iris flowers, where the learning set is given by the Fisher's set represented in fig. 1-A.

For practical applications the main difficulty comes, in my opinion, from the particular nature of the archaeological data and, more precisely, from the nature of the features involved : such a difficulty is obviously present also in any problem of tentative *a priori* classification. The features defining an archaeological object are, in fact, sometimes continuous (for instance length, width, etc.) and more often discrete (*e. g.* presence/absence of some character), and it is very difficult to make hypotheses about the statistical distribution of these features.

Taking the microwear analysis as an example, any flint specimen is characterized by a set of features regarding the polish. Some of them are continuous (the distribution over the surface, for instance) and many others discrete : the degree of development, the contrast with the unused part of the object, the brightness and the texture, for instance. There are, furthermore, other features connected with the morphology and the longitudinal cross section of the edge, etc.

A priori classification procedures such as Student's T-test (univariate) and principal component analysis (multivariate) are not applicable in this case. The use of stepwise linear discriminant analysis can however provide interesting results, and correspondence analysis is probably one of the best multivariate procedures that can be employed in a mixed situation, with the simultaneous presence of continuous and discrete features.

I will turn now to a factual example. An extended program of research is in progress for the Mousterian site of Grotta Breuil at Monte Circeo, in Southern Latium : besides the studies on stratigraphy, site formation processes, fauna (mostly of archaeozoological character), there is a special branch of research concerning the microwear traces and the technological studies on the reduction sequences in the lithic industry. The microwear studies are carried on by C. Lemorini and have already provided some interesting results (see, for instance, Lemorini, 1990-1991). The total number of artifacts showing microwear traces that has been examined so far is, however, still too limited to represent a suitable basis for a statistical analysis, and more precisely, for reliable applications of supervised classification.

On the other hand, the technological studies on the possible « chaînes opératoires » in the lithic industry can provide us with a sounder statististical

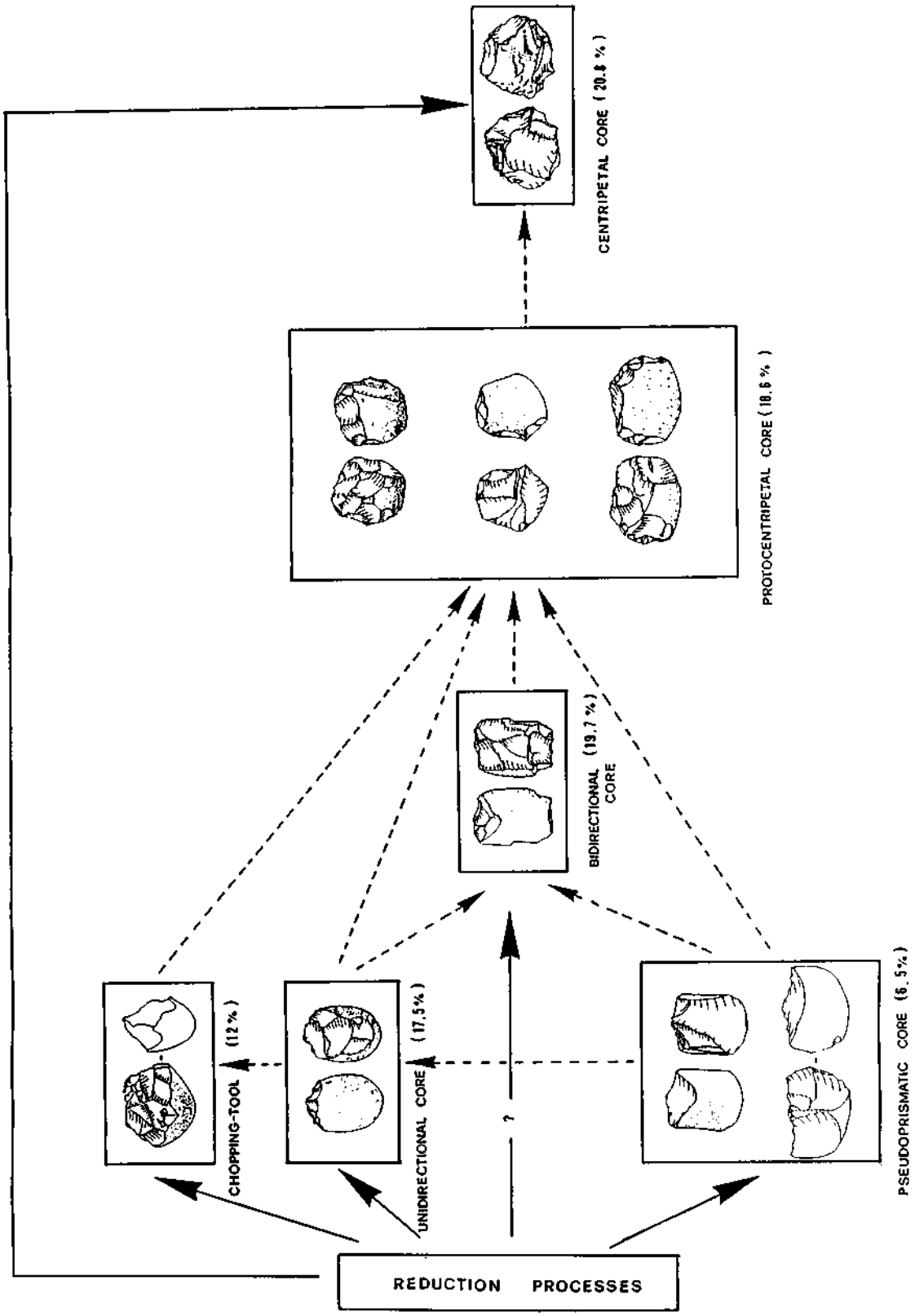


Fig. 3. Tentative reduction sequence for the cores of the lower layer (XX) of Grotta Breuil. (from Rossetti, Zanzi, 1990-1991).

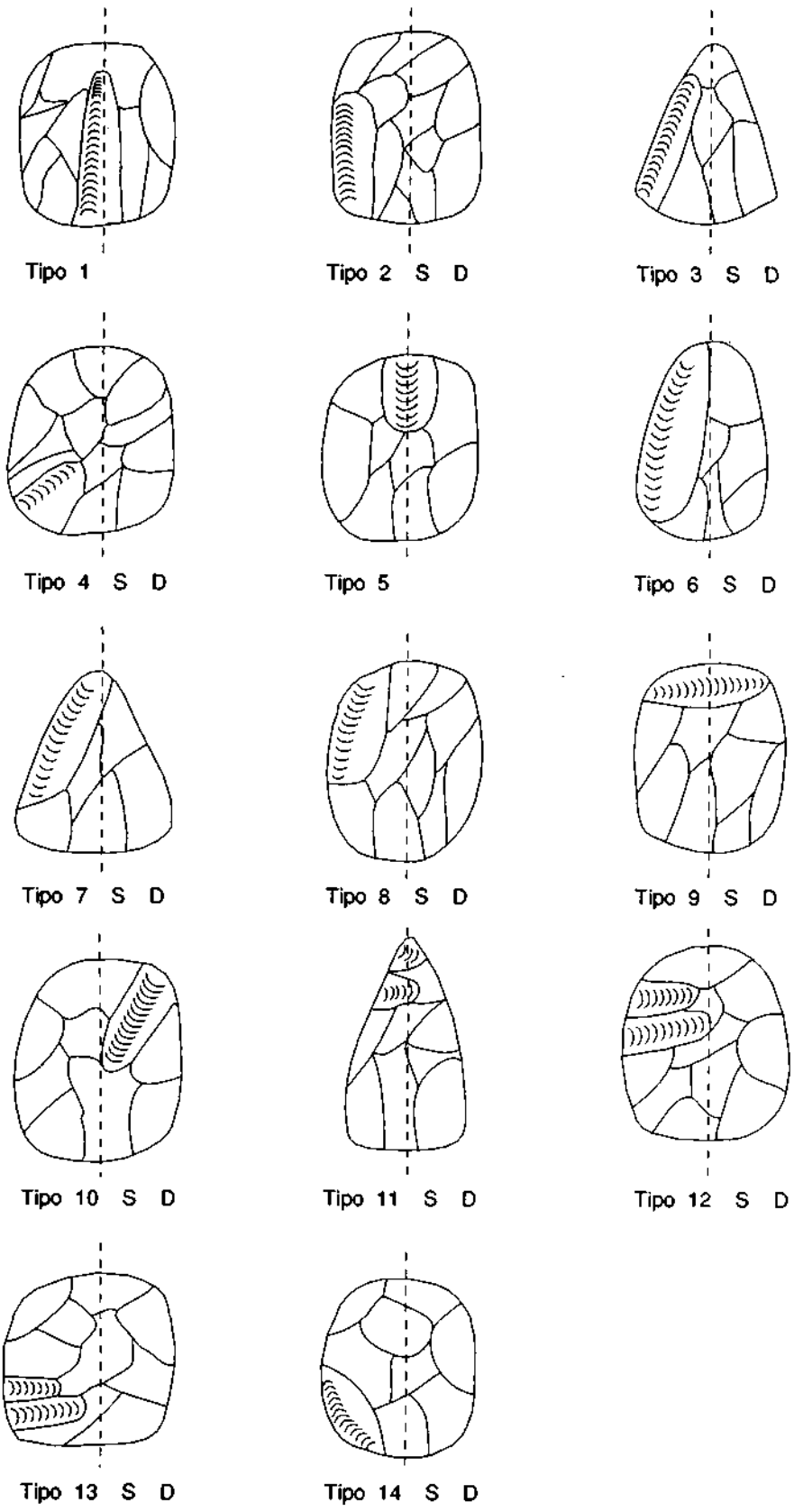


Fig. 4. Schematic classification of the dorsal scar patterns of a flake (adapted from É. Boëda, 1986).

basis, and I will try to illustrate briefly an example of supervised classification derived from the analysis of the attribution of flakes of an archaeological sample, compared with experimental samples.

The archaeological sample has been collected in the lower strata of Grotta Breuil (layer XX, see, for further details, Bietti *et al.*, 1990-1991), and the starting point of the analysis is a tentative reduction sequence of the cores, schematically shown in figure 3 (Rossetti, Zanzi, 1990-1991). The full lines in figure 3 indicate the « primary » and « independent » debitage processes, whereas the dashed lines may be interpreted as « continuous » processes : in this sense, the « protocentripetal » cores could be interpreted as « transition » forms between the unidirectional and bidirectional cores on one side and the centripetal cores as final step of the reduction sequence. For more details on these hypothesized reduction sequences for the industry of Grotta Breuil see, for instance (Rossetti, Zanzi, 1990-1991 ; Bietti *et al.*, 1991).

Our problem is the attribution of the flakes to the hypothized chain shown in figure 3 : in other words, the study of the flakes should give us information which is complementary to that obtained from the analysis of the cores.

The useful parameters, the features, are defined not only by the standard metric variables of the flakes, such as length, width and thickness, but also from a series of discrete variables, such as the type of butt and, in particular, the *patterns of dorsal scars.*

The starting point for the classification of the dorsal scars is the work on the Levallois debitage done by É. Boëda (1986), and in figure 4 one can see a schematic classification of the different types of dorsal scars. Ten discrete features have been defined starting from the « template » shown in figure 4 considering longitudinal, lateral and oblique (both left and right) scars. For more details on the definition of these features, see Bietti, Grimaldi, 1990-1991).

The archaeological sample consists of 132 « recognizable » flakes, and in figure 5 : A one can see a tentative tree-structure (the analogue of the iris set in fig. 1 : A). *A priori* classification procedures have been performed on this set of data and in figure 6 one can see the scatter plot along the first two principal axes of the correspondence analysis : the flakes *a priori* attributed to the unidirectional and bidirectional cores are rather well separated from the ones attributed to the protocentriptal (cores with crossed striking platforms) and centripetal cores.

In figure 5 : B one can see the analogous tree structure for an experimental set of 87 flakes : the experiment was performed by S. Grimaldi in the spirit of the continuous lines of figure 3, *i. e.* for a series of « primary » and « independent » reduction processes. Correspondence analysis was also applied to this experimental set and the results were similar to the ones obtained for the archaeological set shown in figure 6.

We can now go further and try to perform a supervised classification : the learning set is given by the experimental structure (fig. 5 : B) and the test set by the archaeological one (fig. 5 : A). Before applying the supervised decision functions we can also do some « screening » of the features ; this may be easily done by means of the linear stepwise discriminant analysis : the result is that out of 14 features 9 are diagnostic for the two sets

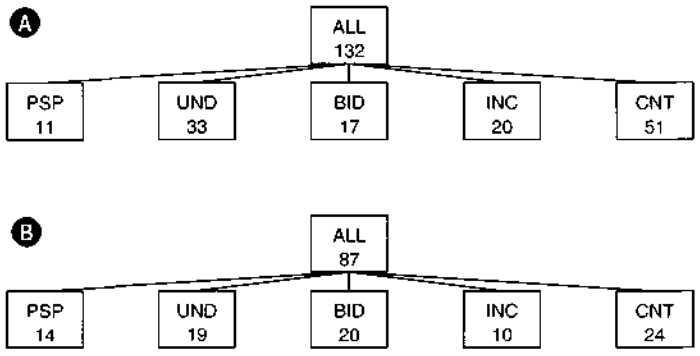


Fig. 5. A. tree structure for a sample of 132 flakes from the layer XX of Grotta Breuil, attributed to different types of cores. PSP : pseudosprismatic ; UND : unidirectional ; BID : bidirectional ; INC : crossed platforms (protocentripetal) ; CNT : centripetal. **B.** Same as A for an experimental sample of 87 flakes.

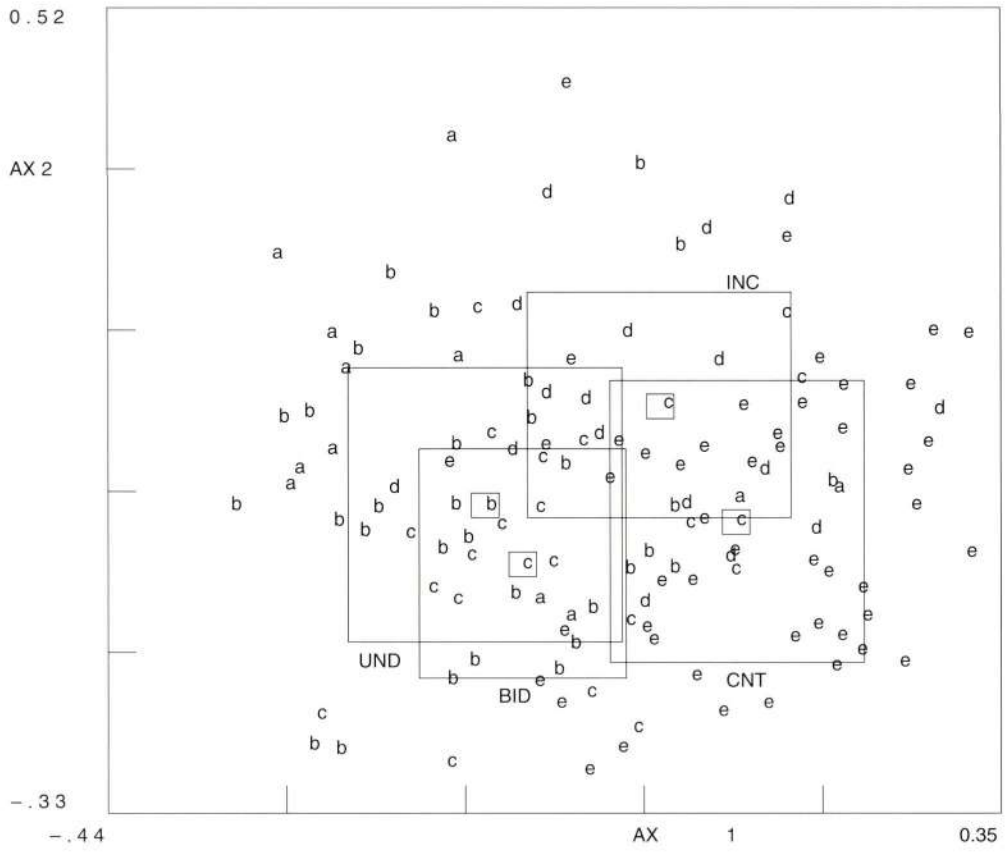


Fig. 6. Scatterplot of the flakes of the archaeological sample according to the first and second principal axes of correspondence analysis : the large rectangles represent ± one standard deviation around the mean (small rectangles) (from Bietti and Grimaldi, 1990-1991).

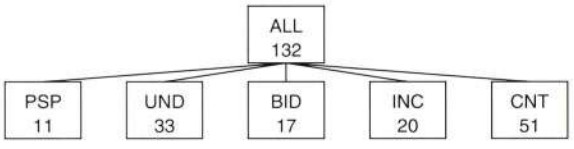
and 6 are in common (for more details see Bietti and Grimaldi, 1990-1991).

The choice of the supervised decision function to be applied is unfortunately rather limited, and it depends, as we have previously stressed, on the nature of the archaeological features. Fisher discriminant analysis assumes normal distributions for the features, and the same holds for the maximum likelihood methods. Moreover they are best suited for continuous features, as it is also the nearest neighbor classifier.

Bayes' decision rule, on the other hand, assumes only the independence of the features, and, moreover, is well suited for discrete features.

In figure 7 (bottom) one can see the confusion matrix using Bayes' decision rule for the tree structure represented at the top of the same figure. This is obviously the test set : the learning set is the one represented in figure 5 : B. The results are rather good for the flakes attributed to the pseudoprismatic and to the bidirectional cores but much worse for the flakes attributed to the protocentripetal and centripetal cores.

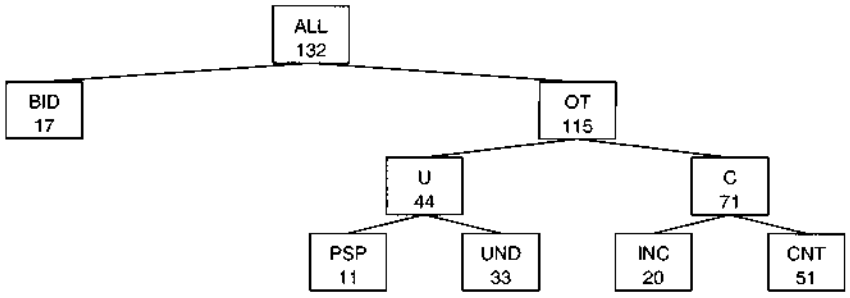
We have also tried to apply Bayes decision rule to another tree structure, which is shown in figure 8 (top). Another experiment, more in the spirit of



Confusion Matrix
(Horizontal : Posteriori Vertical : priori)

	PSP	UND	BID	INC	CNT
PSP	9	1	0	0	1
UND	3	17	6	1	6
BID	0	1	12	2	2
INC	0	10	5	0	5
CNT	0	6	15	5	25

Fig. 7. (top). Tree structure as in fig. 5- A. (bottom) Confusion matrix for the archaeological data using Bayes' decision rule at the node ALL and the structure shown in fig. 5-B as learning set.



A

	U	C
PSP	11	0
UND	33	0
BID	0	0
INC	4	16
CNT	17	34

B

	U	C
PSP	11	0
UND	33	0
BID	0	0
INC	4	16
CNT	17	34

C

	U	C
PSP	11	0
UND	33	0
BID	0	0
INC	4	16
CNT	17	34

D

	U	C
PSP	11	0
UND	33	0
BID	0	0
INC	4	16
CNT	17	34

Fig. 8. (top). Developed tree structure for the same archaeological sample illustrated in fig. 5-A. (bottom) Confusion matrixes obtained using Bayes decision rule with. **A.** a second experiment with 82 flakes as learning set at the node OT. **B.** The first experiment (the set shown in fig. 5-B) as learning set at the node OT. **C.** Same as *a* at the node C. **D.** Same as B at the node C. For further explanations see text.

the dashed lines of figure 3, *i. e.* of a « continuous » reduction sequence, consisiting of 82 flakes, has been performed : we have thus two learning sets, one for each experiment, with the same structure of the test set shown in figure 8 (top). Bayes' decision rule has been now applied to the nodes OT and C : the flakes derived from bidirectional cores have been excluded in the analysis because the second experiment does not really consider a « transition » through these types of cores.

In figure 8 : A one can see the confusion matrix with the second experiment as a learning set at the node OT : the classification is perfect for the UND and PSP flakes, rather good for the INC and fair (33 % of misclassification) for the CNT. The results at the same node with the first experiment as a learning set are shown in figure 8 : B : they are still good for the UND and PSP flakes, but the degree of misclassification for the INC and CNT is reversed in comparison with figure 8 : A. In figure 8 : C and D we have the analogous of figure 8 : A and B when the Bayes' rule is applied to the node C : the degree of misclassification of the CNT flakes is always the same for the two experiments (32 % and 39 %) but the second experiment is more successful for the classification of the INC flakes.

As a conclusion, the two experiments provide essentially similar results, so that we are not yet able to decide, from the analysis of the flakes, if the reduction sequence is more « continuous » or more « independent ». In any case, the supervised classification, especially the one shown in figure 8, is in agreement with the *a priori* result given by correspondence analysis (fig. 6) : it would be very surprising if the *a posteriori* classification resulted in strong disagreement with the *a priori* one !

As I have already stressed, the nature of the data establishes serious limits on the application of several decision functions. I can only add that the application of the linear maximum likelihood has given results somewhat worse than the ones obtained by means of the Bayes' rule, but still acceptable, for the tree structure shown in figure 8, for the UND and PSP flakes.

I have described this example only as a demonstration of the capabilities and of the usefulness of

supervised classification when we are dealing with comparisons between archaeological data and experimental data. The sample chosen is rather peculiar : flakes in a very specialized context, i. e. the Mousterian of Southern Latium, the so-called Pontinian, where the industry is made from small flint pebbles.

I am sure, however, that supervised classification will be able to cover a wide range of archaeological subjects, and I emphasize again its usefulness when we are dealing with the recognition of properties of archaeological data sets starting from the study of the properties of experimental sets.

* *Sez. di Antropologia, Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università di Roma « La Sapienza », P. A. Moro 5, 00185 Roma, Italy.*

Bibliography

AGRAWALA (A. K.), (Ed.), 1977.– *Machine Recognition of Patterns.* IEEE press.

BIETTI (A.), BURANI (A.), ZANELLO (L.), 1985.– *Interactive pattern recognition in Prehistoric Archaeology : some applications. In* : A. Voorrips, S. Loving (Ed.), *To Pattern the Past,* Proc. of the Symposium of the IV Commission UISPP « PACT » series 11, p. 205-228.

BIETTI (A.), GRIMALDI (S.), 1990-1991.– *Patterns of reduction sequences at Grotta Breuil : statistical analyses and comparisons of archaeological vs. experimental data. In* : Proc. of the Intern. symposium. *The fossil man of Monte Circeo : fifty years of studies on the Neandertals in Latium.* Sabaudia, Oct. 1989, Quaternaria Nova I, p. 379-406.

BIETTI (A.), GRIMALDI (S.), MANCINI (V.), ROSSETTI (P.), ZANZI (G.), 1991.– Chaînes opératoires et expérimentation : quelques exemples du Moustérien de l'Italie centrale. XI[e] Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes, *In : 25 ans d'études technologiques en Préhistoire,* Éd. APDCA. Juan-les-Pins, oct. 1990, p. 109-124.

BIETTI (A.), KUHN (S.), SEGRE (A. G.), STINER (M.), 1990-1991.– *Grotta Breuil : general introduction and stratigraphy. In* : Proc. of the Intern. symposium. *The fossil man of Monte Circeo : fifty years of studies on the Neandertals in Latium.* Sabaudia, Oct. 1989, Quaternaria Nova I, p. 305-323.

BOËDA (É.), 1986.– *Approche technologique du concept Levallois et évaluation de son champ d'application.* Thèse de doctorat, Université de Paris X.

DUDA (R. C.), HART (P. E.), 1973.– *Pattern Classification and Scene Analysis.* J. Wiley, New York.

GELSEMA (E. S.), 1980.– *ISPAHAN, an interactive system for pattern analysis : Structures and capabilities. In* : Gelsema and Kanal (1980).

GELSEMA (E. S.), 1988.– *ISPAHAN User Manual.* Department of Medical Informatics, Erasmus University, Rotterdam.

GELSEMA (E. S.), KANAL (L. N.), (Ed.), 1980.– *Pattern Recognition in Practice.* North Holland, Amsterdam.

GELSEMA (E. S.), KANAL (L. N.), (Ed.), 1986.– *Pattern Recognition in Practice II.* Elsevier (North Holland), Amsterdam.

LEMORINI (C.), 1990-1991.– *Prospects for a functional evaluation of the Mousterian site of Grotta Breuil (Monte Circeo, Italy). In* : Proc. of the Intern. symposium. *The fossil man of Monte Circeo : fifty years of studies on the Neandertals in Latium.* Sabaudia, Oct. 1989, Quaternaria Nova I, p. 407-428.

ROSSETTI (P.), ZANZI (G.), 1990-1991.– *Technological approach to reduction sequences of the lithic industry from Grotta Breuil. In* : Proc. of the Intern. symposium. *The fossil man of Monte Circeo : fifty years of studies on the Neandertals in Latium.* Sabaudia, Oct. 1989, Quaternaria Nova I, p. 351-365.

Traces et fonction : les gestes retrouvés
Colloque international de Liège
Éditions ERAUL, vol. 50, 1993

Conclusions

Lawrence KEELEY, Marcel OTTE***

Introduction

Cette réunion fait suite à une série d'autres tenues en différents centres à travers le monde et durant lesquelles les méthodes d'analyse fonctionnelle furent successivement élaborées, confrontées et appliquées. Lors de la rencontre précédente (Uppsala, 1987) il fut décidé d'organiser celle de Liège en 1990, à la fois pour remettre à jour des débats méthodologiques et pour élargir le champ d'application de la démarche fonctionnelle. Le stade expérimental de la tracéologie ne peut plus, aux yeux des organisateurs, demeurer une activité autonome. Il nous paraît en effet nécessaire d'intégrer les acquis de cette démarche aux interrogations plus larges de la préhistoire d'aujourd'hui. Tout en réservant une large place aux débats méthodologiques (d'ailleurs parfois très animés !), nous avons sollicité les auteurs afin qu'ils conçoivent leurs travaux dans cette perspective. Par exemple, la combinaison des traces d'utilisation à celles que laisse l'emmanchement conduit à la reconstitution de gestes techniques dont la mécanique, tout comme les matériaux utilisés, est plus complexe que le document lithique considéré seul. On reconstitue ainsi à la fois les différents procédés combinés et les diverses étapes d'un comportement technique général. L'objectif était aussi d'intégrer les résultats fonctionnels à la reconstitution plus complète d'une société préhistorique : rôle économique ou social de l'outil et de sa fonction dans le contexte où il fut créé et utilisé.

Méthodologie

M. Sawada a proposé une nouvelle méthode de reconnaissance des différents types de polis fondée sur les caractères des surfaces usées tels que les spécialistes d'usure industrielle les observent.

Il apporta ainsi une excellente démonstration des différences de poli dues aux matériaux travaillés. Il sera dès lors possible d'approcher les processus de formation des polis et d'augmenter la précision dans l'interprétation des traces d'usure. Il sera prochainement passionnant de savoir quels pourraient être les résultats pratiques de l'application de ces méthodes au matériel archéologique.

L'utilisation du « système d'expertise » informatisé présenté par R. Grace pour interpréter les traces d'usure ouvre potentiellement un vaste champ d'application sur l'interprétation des fonctions d'outils. Cependant, cette première application pâtissait de différentes carences. L'incorporation des données morphologiques à celles qui sont dérivées de l'estimation d'usage d'outils peut être

contestée. Dans certains cas par exemple, le « système d'expertise » peut se fonder sur la morphologie des bords pour estimer l'usage davantage que sur les traces réelles d'utilisation, version électronique du jeu de la devinette. Dans ce système, les caractères des polis utilisés par R. Grace, essentiellement fondés sur le degré plutôt que sur le type d'usure, pourraient être utilement remplacés par ceux que posposent Sawada et Yamada. Les soi-disant « blind tests » utilisés pour vérifier ce système n'étaient pas très « aveugles » puisque les mêmes documents expérimentaux étaient utilisés à la fois pour élaborer le système et pour le vérifier. Le risque d'un argument circulaire est ainsi évident. Le « système d'expertise » peut autant utiliser les habitudes et les préférences des expérimentateurs pour certains angles et formes des bords afin de leur attribuer une fonction plutôt que d'authentiques traces d'usure. En somme, les « système d'expertise » analysent-ils les traces d'usage ou les habitudes des expérimentateurs ?

Le programme expérimental de F. Collin et P. Jardon relatif aux travaux sur peau et sur bois forme un exemple d'expériences incorporant le rôle de différentes variables significatives, au-delà de l'action habituelle de l'outil et du matériau travaillé. Il peut ainsi augmenter la précision des interprétations d'usage d'outils. Le danger de tels programmes, où un aussi grand nombre de variables est concerné, changeant d'une expérience à l'autre, réside dans le risque de perdre la logique réelle du contrôle. Cependant, des contrôles postérieurs à l'expérience peuvent parfois être réintroduits par des méthodes statistiques. Par ailleurs, les résultats de tels programmes devraient être contrôlés par des « blinds tests ».

Les procédés de nettoyage des pièces varient de façon remarquable selon les chercheurs et, plus grave encore, à l'intérieur même de la démarche de chacun d'eux. Il nous semble utile de rappeler que le plus simple et le plus puissant moyen de contrôler une variable sans signification est de maintenir constante sa valeur. Les différences de nettoyage selon le chercheur ou selon l'objet altèrent les possibilités de comparer les observations. Par exemple, ce qui est considéré comme un « poli » par un chercheur peut ne pas l'être pour un autre, et les stries apparues sur les outils expérimentaux peuvent ne pas correspondre aux mêmes phénomènes que ceux qui sont observés sur les pièces archéologiques. Cette variation agaçante entre les méthodes de nettoyage démontre que beaucoup de tracéologues ne saisissent pas encore la simple logique du contrôle expérimental.

Mécanisme de formation du poli

Cette question fut âprement discutée dans notre spécialité. Le débat principal s'est installé entre les tenants d'un poli obtenu soit par attrition, soit par transformation, soit par addition. Cette question s'est accentuée lors de l'assimilation, en apparence logique, entre l'hypothèse de l'attrition et l'idée d'une distinction des polis seulement fondée sur leur degré de développement et non sur leur nature.

De fait, I. Levi-Sala a présenté certains résultats expérimentaux selon lesquels l'usure prolongée sur peau provoquait le même poli que l'usure plus courte sur végétaux. Il était pourtant évident pour la plupart des auditeurs que les différences d'aspects (mat, rugueux) étaient claires bien que les polis expérimentaux aient recouvert uniformément la microtopographie du silex.

M. Yamada a également soutenu que les micropolis étaient dus à l'attrition mais que les polis dus aux différents matériaux étaient effectivement discutables à l'aide des critères proposés par Sawada. Il contesta ainsi la notion de relation nécessaire et logique entre toute théorie de formation du poli et de la variation de son aspect. L'étude de la formation du poli peut ainsi être dégagée des aspects observables de sa variabilité.

Le désaccord entre les partisans de l'attrition, de la modification ou de l'addition peut donc être réduit à une question d'échelle. Il ne fait pas de doute que la friction retire du matériau aux bords d'outils et aux éminences de la microtopographie à une échelle supermicrométrique. Cependant, les partisans des processus « modification-addition » évoquent des processus physico-chimiques qui agissent loin des bords actifs à l'échelle micrométrique, voire « sous-micrométrique ». Diverses expériences réalisées par ces derniers ne laissent guère de doute que, sur le silex tout au moins, de nombreux polis microscopiques correspondent à un très mince voile de silice hydratée, que la silice vienne du matériau travaillé telles les plantes siliceuses ou du silex lui-même. La meilleure façon de résumer l'état actuel de la recherche dans ce domaine serait de dire que les processus à la fois

mécaniques d'attrition et de transformations (ou addition) et physico-chimiques provoquent, à des degrés divers, différentes formes de polis.

Applications archéologiques

Les programmes de recherches qui, à nos yeux, se présentaient à la fois comme les plus novateurs et les plus stimulants furent ceux qui se rattachent aux études des traces d'usage dans le contexte d'une société préhistorique et dans son organisation économique.

1. Par exemple, B. Hayden souligna le rapport entretenu entre les différences marquées dans le statut par le bien-être et les documents propres à chaque habitat dans un village préhistorique de Colombie Britannique. Ses fouilles ont clairement montré l'existence de grandes et de petites maisons à la fois. Ces différences spatiales reflètent-elles simplement l'importance du groupe ou plutôt celle du statut ? L'observation ethnographique montre ce reflet du statut dans le nombre et les catégories de vêtements en peaux possédés par chaque entité domestique. B. Hayden observa alors que la répartition des outils destinés au travail des peaux n'était pas régulière. Un de ces types d'outils était associé à la fois aux grandes et aux petites maisons tandis qu'un autre était en relation avec les plus grandes uniquement. Cette observation suggère fortement que les grandes maisons correspondaient aux travaux de peaux spécialisés et donc que c'étaient probablement les habitations des mieux nantis.

2. Le travail de Yerkes concerne l'organisation de la fabrication des pendeloques dans la société cahokia du Middle-West américain. Son analyse a montré qu'un type d'outil particulier, connu sous l'appellation de « microforet cahokia », était exclusivement utilisé pour perforer les coquilles. La fabrication de ces microforets était clairement concentrée dans un secteur de l'agglomération principale, Cahokia, tandis que les déchets de la préparation des perles se trouvaient à la fois concentrés à Cahokia et dans différents secteurs du site. Les forets utilisés pour perforer les coquilles sont peu fréquents dans les petits villages et hameaux de la région de Cahokia et ils n'y sont pas habituellemnt de la forme systématique du microforet. Une des spécialisations dans la production de Cahokia était les perles en coquille, et on y retrouve à la fois les forets particuliers et les perles elles-mêmes façonnées en grand nombre sur place. La production de perles était fortement centralisée dans la « capitale ». Il en découle un contrôle, par Cahokia de la production des pendeloques et, ainsi, une structure sociale centralisatrice, plus proche d'un État que d'une chefferie.

3. La contribution de J. Shea concerne la controverse classique quant à l'abattage d'animaux, par les Moustériens à l'aide d'épieux armés de pointes moustériennes ou Levallois. Il observa sur ces documents des « fractures d'impact » propres aux pointes de projectiles utilisées. Cette étude fut déformée par la supposition que les fractures d'impact étaient toujours le résultat d'une utilisation en pointes de projectiles, ce qui n'est pas le cas puisqu'elles peuvent être provoquées lors de leur fabrication. De plus, la distinction entre les formes clairement intentionnelles, telles les pointes moustériennes et Levallois, et les formes accidentelles d'éclats ou de débris ne nous paraît pas très convaincante. Les pièces non retouchées portent plus vraisemblablement de soi-disant « fractures d'impact » qui n'ont aucun rapport avec l'usage.

4. D'autres contributions très intéressantes concernaient des inférences plus générales quant aux modes de vie préhistorique. Gonzales Urquijo et Ibañez Estevez ont ainsi tenté de définir la fonction d'un site paléolithique supérieur espagnol en utilisant la tracéologie. Shchelinski approcha les traits propres aux usages des outils du Paléolithique inférieur et moyen. S. Lewenstein montra l'importance du travail du bois chez les Mayas, etc.

Le principal lien unissant ces différentes approches consiste en ce qu'aucune d'elles ne se fonde uniquement sur les traces d'usure dans son argumentation. Chacune d'elles cherche à lier les traces d'utilisation aux autres catégories de données archéologiques. Plusieurs d'entre elles cherchent également à poser des questions de caractère général telles que le mode d'adaptation des hommes au Paléolithique moyen, le développement des catégories sociales, le contrôle de la production exercé par « l'État », etc. La valeur véritable et l'utilité des études tracéologiques ne seront pas démontrées par une quelconque masse d'expériences répétées ou par une meilleure intelligence des mécanismes de formation, tout important que puissent être ces progrès méthodologiques. La valeur ultime de notre travail réside dans la pro-

duction d'une « préhistoire » qui ne peut être atteinte que par l'intégration et la vérification de nos interprétations fonctionnelles par rapport à de nombreuses autres données fournies par diverses autres méthodes archéologiques. Il nous paraît moins important de savoir qu'un outil servait à gratter la peau ou à percer une coquille que d'expliquer le rôle de cet outil dans la formation de signes sociaux du bien-être ou même des monnaies d'échange, et ainsi d'apporter une contribution à la compréhension du passé humain.

* *University of Chicago Circle, USA.*
** *Université de Liège, Belgique.*

ERAUL

Liste des publications parues

N° 1 M. Dewez, Mésolithique et Épipaléolithique ?, 1973, 12 p. (épuisé).

N° 2 M. Otte, Les pointes à retouches plates du Paléolithique supérieur initial en Belgique, 1974, 24 p., 12 pl. (épuisé).

N° 3 A. Gob, Analyse morphologique de l'outillage en silex du gisement inférieur de la Roche-aux-Faucons (Plainevaux), 1976, 42 p., 13 pl. (épuisé).

N° 4 M. Ulrix-Closset (éd.), Les industries en quartzites du bassin de la Moselle, 1976, 21 p., 10 pl. (épuisé).

N° 5 A. Gob et L. Pirnay, Utilisation des galets et plaquettes dans le Mésolithique du Bassin de l'Ourthe, 1980, 17 p., 13 pl. (épuisé).

N° 6 C. Dedave, Céramique omalienne des collecitons d'archéologie préhistorique de l'université de Liège, 1978, 19 p., 11 pl. (épuisé).

N° 7 P. Hoffsummer, Découverte archéologique en Féronstrée, Liège, 1981, 5 p., 4 pl. (épuisé).

N° 8 M. Otte, M. Callut et L. Engen, Rapport préliminaire sur les fouilles au château de Saive (campagne 1976), 1978, 15 p., 7 pl. (épuisé).

N° 9 R. Rousselle, La conservation du bois gorgé d'eau. Problèmes et traitements, 1980, 35 p. (épuisé).

N° 10 M. Otte, J.-M. Degbomont, P. Hoffsummer, J. de Connick et A. Gautier, Sondages à Marche-les-Dames, Grotte de la « Princesse », 1981, 49 p., 11 pl. (épuisé).

N° 11 M. Ulrix-Closset, M. Otte et A. Gob, Paléolithique et Mésolithique au Kemmelberg (Flandre occidentale), 1981, 22 p., 14 pl., (épuisé).

N° 12 P. Hoffsummer, Étude archéologique et historique du château de Franchimont à Theux, 1982, 106 p., 62 fig., 2 dépliants (épuisé).

N° 13 M. Otte (éd.), Actes des réunions de la X[e] Commission « aurignacien et gravettien » UISPP, (1976-1981), 1982, vol. 1, 321 p. (B : 430 FB - E : 600 FB), vol. 2, 378 p. (épuisé) et vol. 3, 83 p. (B : 230 FB - E : 300 FB).

N° 15 M. Otte (éd.), Rapport préliminaire sur les fouilles effectuées sur la Grand-Place à Sclayn en 1982, 1983, 54 p., 21 pl. (B : 280 FB - E : 350 FB).

N° 16 A. Hauzeur, La Préhistoire dans le bassin de la Berwine, 1983, 43 p., 23 pl, 1 tabl. (B : 230 FB - E : 300 FB).

N° 17 J.-M. Degbomont, Le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé. De la place Saint-Lambert à Liège à l'Aula Palatina de Trèves, Liège, 1984, 240 p., 330 fig., 4 h. t. (B : 850 FB - E : 950 FB) Réédition.

N° 18 M. Otte (dir.), Les fouilles de la place Saint-Lambert, I, 1984, 323 p., 186 fig., 10 h. t. (B : 950 FB - E : 1.150 FB).

N° 19 L. Molitor, Le groupe de Blicquy, 1984, 60 p., 13 pl. (B : 230 FB - E : 300 FB).

N° 20 P. Van Ossel et J.-P. Lensen, Le Pré Wigy à Herstal - Recherches sur l'occupation humaine d'un site mosan, Liège, 1984 (B : 330 FB - E : 400 FB).

N° 21 D. Cahen, J.-P. Caspar, M. Otte, Industries lithiques danubiennes de Belgique, Liège, 1986, 89 p., 14 tabl., 38 fig. (B : 350 FB - E : 450 FB).

N° 22 M. Otte et J. Willems (éd.), La civilisation mérovingienne dans le bassin mosan, Liège, 1986, 300 p., fig. et pl. (B : 850 FB - E : 950 FB).

N° 23 M. Otte (dir.), Les fouilles de la place Saint-Lambert à Liège, II, Le Vieux Marché, Liège, 1988, 254 p., 150 fig. (B : 850 FB - E : 950 FB).

N° 24 M. Otte et J. Kozlowski (éd.), Le Paléolithique supérieur européen. Bilan quinennal, UISPP, Commission VIII, Liège, 1987 (B : 700 FB - E : 3.200 FB).

N° 25 M. Otte, De la Loire à l'Oder, actes du colloque « Les civilisations du Paléolithique final en Europe du nord-ouest », 1985, 2 vol. (B : 3.000 FB - E : 3.200 FB).

N° 26 F. Verhaegue et M. Otte, L'archéologie des Temps modernes, actes du colloque, Liège, 1985 (B : 950 FB - E : 1.050 FB).

N° 27 M. Otte, « Le contexte », Les sciences naturelles à la grotte de Sclayn, vol. 1 (B : 1.400 FB - E : 1.500 FB).

N° 28 M. Otte et H.-P. Schwarcz, L'homme de Néandertal, Centenaire de la découverte de l'Homme de Spy, Actes du colloque international, 1986, vol. 1, La Chronologie (B : 900 FB - E : 950 FB).

N° 29 M. Otte et H. Laville, L'homme de Néandertal, 1988, vol. 2, L'environnement, 220 p., 45 ill. (B : 1.100 FB - E : 1.150 FB).

N° 30 M. Otte et E. Trinkaus, L'homme de Néandertal, 1988, vol. 3, L'anatomie, Liège, 1988, 140 p., 25 ill. (B : 900 FB - E : 950 FB).

N° 31 M. Otte, L. Binford et J.-P. Rigaud, L'homme de Néandertal, 1988, vol. 4, La technique, 140 p., 105 ill. (B : 1.050 FB - E : 1.100 FB).

N° 32 M. Otte et O. Bar-Yosef, L'homme de Néandertal, 1988, vol. 5, La pensée, 120 p., 40 ill. (B : 900 FB - E : 950 FB).

N° 33 M. Otte, M. Patou et L. G. Freeman, L'homme de Néandertal, 1988, vol. 6, La subsistance, 140 p., 50 ill. (B : 950 FB - E : 1.000 FB).

N° 34 M. Otte et B. Vandermeersch, L'homme de Néandertal, 1988, vol. 7, L'extinction, 160 p., 40 ill. (B : 1.000 FB - E : 1.050 FB).

N° 35 M. Otte et J. Kozlowski, L'homme de Néandertal, 1988, vol. 8, La mutation, 190 p., 125 ill. (B : 1.150 FB - E : 1.200 FB).

N° 36 M. Ulrix-Closset et M. Otte (éd.), « La civilisation de l'Hallstatt », actes du colloque international, 22-24 novembre 1987 (B : 1.100 FB - E : 1.200 FB).

N° 38 J.-P. Rigaud, « Le Magdalénien en Europe » - La structuration du magdalénien, actes du colloque de Mayence 1987 (B : 1.850 FB - E : 1.950 FB).

N° 39 D. Cahen et M. Otte (éd.), « Rubané et Cardial », Néolithique ancien en Europe moyenne, actes du colloque internatinal, 11-13 décembre, Liège, 1988, 484 p., 220 ill. (B : 1.850 FB - E : 1.950 FB).

N° 40 A. Montet-White, « The Epigravettian site of Grubgraben, lower Austria : the 1986 and 1987 excavations, 1990, 162 p., 86 ill. (B : 1.500 FB - E : 1.600 FB).

N° 42 J. Kozlowski et M. Otte (éd.), Feuilles de pierre, Les industries à pointes foliacées du Paléolithique supérieur européen, actes du colloque de Cracovie, 1989 (B : 2.000 FN - E : 2.100 FB).

N° 43 M. Montet, Les bassins du Rhin et du Danube au Paléolithique supérieur, environnement et habitat et systèmes d'échange, 1992 (B : 1.300 FB - E : 1.400 FB)

N° 44 M. Otte (dir.), Les fouilles de la place Saint-Lambert à Liège, III, La villa gallo-romaine, 1990, 147 p., 108 ill. (B : 950 FB - E : 1.050 FB).

N° 45 J. Kozlowski, Atlas néolithique, vol. 1, Europe orientale (B : 1.900 FB - E : 2.000 FB).

N° 49 J. Clottes, The limitation of archaeological knowledge, 1992 (B : 1.500 FB - E : 1.600 FB).

N° 50 P. C. Anderson, S. Beyries, M. Otte et H. Plisson, Traces et fonction : les gestes retrouvés, 1993, 2 vol. (B : 1.700 FB - E : 1.800 FB).

N° 51 P. Cattelain et M. Otte, La chasse dans la préhistoire (prix à définir).

N° 52 J. Kozlowski et M. Otte (éd.), Rapport quinquennal 1991 de la Commission 8 de l'UISPP. (B : 1.000 FB - E : 1.100 FB).

N° 53 V. Gabori, Paléolithique moyen de Hongrie (B : 1.600 FB - E : 1.700 FB)

N° 54 J. Svoboda, Dolni Vestonice II, Werstern Slope (B : 800 FB - E : 900 FB)

N° 55 B. Schmider, Marsangy (B : 1.600 FB - E : 1.700 FB).

N° 56 M. Toussaint, 5 millions d'années l'aventure humaine, (B : 2.000 FB - 2.200 FB)

N° 57 M. Otte (dir.), Place Saint Lambert, vol. 4, 1993 (B : 1.050 FB - E : 1.150 FB).

Les livres épuisés peuvent être photocopiés sur votre demande.

Sous presse

N° 14 M. Lejeune, L'utilisation des accidents naturels dans lart pariétal paléolithique.

N° 37 J.-M. Léotard, Le Paléolithique final des grottes de Presles.

N° 41 N. Roland, La variabilité du paléolithique moyen occidental, nouvelles perspectives.

N° 46 J. Guilaine, Atlas néolithique, vol. 2, Europe occidentale.

N° 47 M. Otte, Atlas néolithique, vol. 3, Europe centrale.

N° 48 J. Kozlowski, M. Otte et J. Guilaine, Atlas néolithique, vol. 4, Synthèse.

En préparation

N. Cauwe et I. Jadin, Mégalithique de Gomery.

V. Liubine, Paléolithique du Caucase.

L. Banesz, Dictionnaire préhistorique française langues slaves.

L. Cabboi, Le Magdalénien du Trou de Chaleux : nouvelles recherches.

Hors série

HSN° 1 H. Danthine , La cathédrale Saint-Lambert à Liège, les fouilles récentes, 1980, 4 p., 3 pl. (B : 80 FB - E : 100 FB).

HSN° 2 H. Danthine et M. Otte, Rapport préliminaire sur les fouilles de l'Université, place Saint-Lambert à Liège, 1982, 12 p., 7 fig. (B : 80 FB - E : 100 FB).

HSN° 3 M. Otte et J.-M. Degbomont, Les fouilles de la place Saint Lambert à Liège, 1983, 41 p., 28 pl. (B : 130 FB - E : 150 FB).

HSN° 4 M. Otte (dir.) Les fouilles de la place Saint-Lambert à Liège, 1983, 44 p., 30 fig. (B : 280 FB - E : 300 FB).

HSN° 5 La Carrière Archéologique en Belgique, Liège 1987, 111 p. (B : 250 FB - E : 350 FB).

Maquette : Monique Clatot

Unité de publication
Centre de Recherches Archéologiques du CNRS
Sophia Antipolis – 06560 Valbonne – France

L O U I S - J E A N
avenue d'Embrun, 05003 GAP cedex
Tél. : 92.53.17.00
Dépôt légal : 211 — Mars 1993
Imprimé en France