

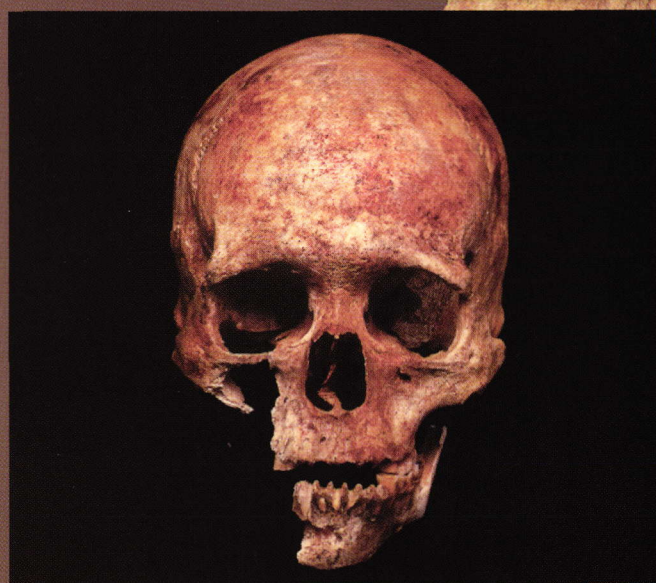
ACTES DU SYMPOSIUM DE PALEONTOLOGIE HUMAINE, BRUXELLES, 12-14 SEPT. 1990
PROCEEDINGS OF THE HUMAN PALEONTOLOGY SYMPOSIUM, BRUSSELS, 12-14 SEPT. 1990

5 MILLIONS D'ANNEES **L'AVENTURE HUMAINE**



5 MILLION YEARS
THE HUMAN ADVENTURE

EDITE PAR / EDITED BY
MICHEL TOUSSAINT



ERAU 56

Cinq millions d'années, l'aventure humaine

Five Million Years, the Human Adventure

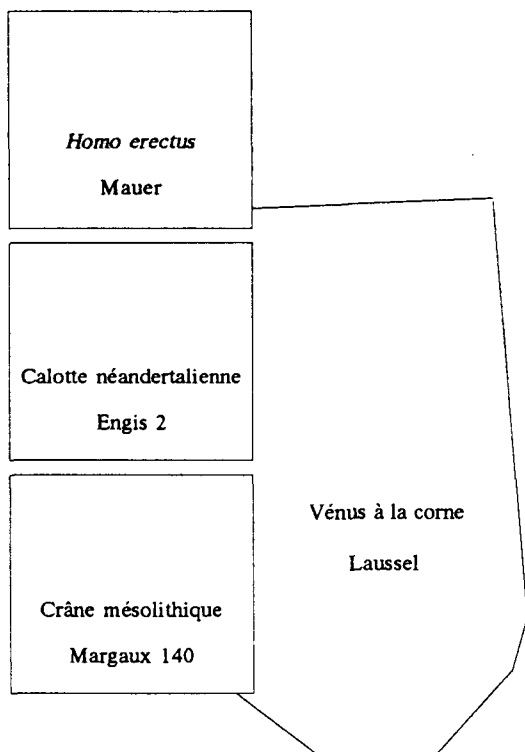
Actes du Symposium de Bruxelles, 12-14 septembre 1990
Proceedings of the Symposium, Brussels, 12th-14th September 1990

Edité par

Edited by

Michel Toussaint

Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège,
n° 56, Liège, 1992



Crédit photographique :
Université de Heidelberg
Photo Modern Light
H. Dubois

Réalisé par
l'Association wallonne de Paléoanthropologie

avec la collaboration du
Projet "Prime" n° 10298
accordé par le Ministère de la Région wallonne

avec l'appui du
Fonds National de la Recherche Scientifique
et de
l'Administration de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique de
la Communauté Française de Belgique

E.R.A.U.L.
est publié par le Service de Préhistoire
de l'Université de Liège
(Professeur M. Otte)
7 place du XX Août
B-4000 Liège
Belgique

Dépôt légal : D / 1992 / 0480 / 2
Tout droit de reproduction réservé

Table des matières - Table of Contents

Table des matières - Table of contents	3
Liste des auteurs - List of Contributors	5
Préface - Preface	
<i>Y. Coppens</i>	9
Le projet "Cinq millions d'années, l'aventure humaine"	
<i>M. Toussaint</i>	13
 Première partie : histoire de la Paléanthropologie Part One : History of Palaeoanthropology	
The Role of Wallonia in the History of Palaeoanthropology	
<i>M. Toussaint</i>	27
 Deuxième partie : actes du Symposium Part Two : Proceedings of the Symposium	
L'inné et l'acquis	
<i>Y. Coppens</i>	45
Analyse morphométrique et fonctionnelle du pelvis des Australopithèques (<i>Australopithecus afarensis</i> , <i>A. africanus</i>) : interprétations locomotrices et obstétricales	
<i>Ch. Berge</i>	49
Sur les traces de pas de Laetoli en Tanzanie	
<i>Y. Deloison</i>	63
More about the Hominid Mandible KNM-BK 8518 (Baringo, Kenya)	
<i>H. T. Uytterschaut</i>	73
Apport de la paléomammologie à la paléanthropologie en Europe	
<i>J.-M. Cordy</i>	77
La mandibule de Mauer, <i>Homo erectus heidelbergensis</i>	
<i>R. Kraatz</i>	95
The Relationship of Pleistocene and Modern Mandibles Evaluated by Principal Component Analysis of the Arcade Dimensions	
<i>H. Roth and Ch. Simon</i>	111

La signification fonctionnelle du torus sus-orbitaire et la transition <i>Homo erectus</i> / <i>Homo sapiens</i> <i>P. Picq et W. L. Hylander</i>	125
Paleontological Perspectives on Neandertal Behavior <i>E. Trinkaus</i>	151
La structure faciale des Hommes de Neandertal et son interprétation phylogénétique <i>J.-L. Heim</i>	177
The Cervical Vertebrae, Mandible and Hyoid from the Kebara Mousterian Hominid 2 : Morphological and Behavioural Aspects <i>A.-M. Tillier, L.A. Schepartz and B. Arensburg</i>	191
New Discoveries of Palaeolithic Human Remains in Italy <i>G. Giacobini</i>	199
New Upper Palaeolithic Burials from Dolni Vestonice <i>J. Jelinek</i>	207
A Comparative Approach to the Relationships of European and non-European Late Pleistocene and Early Holocene Populations <i>W. Henke</i>	229
Origine de l'homme moderne en Europe : comparaison des données crâniennes en Europe centrale et occidentale <i>D. Gambier</i>	269
 Troisième partie : excursion scientifique Part Three : Field Trip	
La Belle-Roche (Sprimont, Belgium) : the Oldest Archaeological Site in the Benelux. A Report on a Field Trip <i>J.-M. Cordy, B. Bastin, C. Ek, R. Geeraerts, A. Ozer, Y. Quinif, J. Thorez and M. Ulrix-Closset</i>	287
Sur les traces de Schmerling, la deuxième grotte d'Engis <i>A. Becker</i>	303
La grotte Walou à Trooz (province de Liège, Belgique), présentation du site <i>M. Dewez</i>	311
Le Musée Ourthe-Amblève à Comblain-au-Pont <i>L. Wilkin</i>	319

Liste des auteurs - List of Contributors

B. ARENSBURG

Department of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University
Tel Aviv 69978
Israël

B. BASTIN

Laboratoire de Palynologie et Dendrochronologie, Université Catholique de Louvain
4 place Croix-du-Sud, 1348 Louvain-la-Neuve
Belgique

A. BECKER

Association wallonne de Paléanthropologie, c/o Musée Ourthe-Amblève
1 place Leblanc, 4170 Comblain-au-Pont
Belgique

Ch. BERGE

C.N.R.S., URA 041137, Laboratoire d'Anatomie Comparée
Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris
55 rue Buffon, 75005 Paris
France

Y. COPPENS

Collège de France
11 place M. Berthelot, 75231 Paris
France

J.-M. CORDY

Unité de recherches "Evolution des Vertébrés et évolution humaine", Université de Liège
7 place du XX Août, 4000 Liège
Belgique

Y. DELOISON

Chargée de Recherche au C.N.R.S., URA 49, Laboratoire d'Anthropologie
Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Musée de l'Homme
place du Trocadéro, 75116 Paris
France

M. DEWEZ

Département d'Archéologie, Université Catholique de Louvain
Collège Erasme, place B. Pascal, 1348 Louvain-la-Neuve
Belgique

C. EK

Service de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire, Université de Liège
7 place du XX Août, 4000 Liège
Belgique

D. GAMBIER

U.A. 376. C.N.R.S., Laboratoire d'Anthropologie
 Université Bordeaux I, Avenue des Facultés, 33405 Talence
 France

R. GEERAERTS

Centre de Physique du Globe
 5670 Dourbes
 Belgique

G. GIACOBINI

Sezione di Paleontologia Umana, Dipartimento di Anatomia e Fisiologia Umana
 52 Corso M. d'Azeglio, 10126 Torino
 Italie

J.-L. HEIM

Professeur à l'Institut de Paléontologie Humaine, Musée de l'Homme
 place du Trocadéro, 75116 Paris
 France

W. HENKE

Institut für Anthropologie, Johannes Gutenberg-Universität,
 21 Saarstr., 6500 Mainz 1
 Allemagne

W. L. HYLANDER

Duke University Medical Center, Department of Biological anthropology and Anatomy,
 Durham North Carolina 27710
 Etats-Unis

J. JELINEK

Anthropos Institute, Moravske Museum
 Brno
 Tchécoslovaquie

R. KRAATZ

Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Heidelberg
 234 Im Neuenheimer Feld, 6900 Heidelberg
 Allemagne

A. OZER

Service de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire, Université de Liège
 7 place du XX Août, 4000 Liège
 Belgique

P. PICQ

Collège de France
 Chaire de Paléanthropologie et de Préhistoire (Prof. Yves Coppens)
 11 place Marcelin Berthelot, 75231 Paris
 France

Y. QUINIF

Laboratoire de Minéralogie, Faculté polytechnique de Mons
9 rue de Houdain, 7000 Mons
Belgique

H. ROTH

10 Staaderstrasse, 7750 Konstanz
Allemagne

L.A. SCHEPARTZ

Department of Anthropology, University of Arizona
Tucson 85721
Etats-Unis

Ch. SIMON

Département d'Anthropologie et d'Ecologie, Université de Genève
Suisse

J. THOREZ

Service de Géologie générale, Géologie des argiles et Sédimentologie des silicoclastiques
Université de Liège, Sart Tilman (Bât. B18), 4000 Liège
Belgique

A.-M. TILLIER

UA 376 C.N.R.S., Laboratoire d'Anthropologie, Université de Bordeaux I
Avenue des Facultés, 33405, Talence
France

M. TOUSSAINT

Association wallonne de Paléanthropologie, c/o Musée Ourthe-Amblève
1 place Leblanc, 4170 Comblain-au-Pont
Belgique

E. TRINKAUS

Department of Anthropology, University of New Mexico
Albuquerque, NM 87131
Etats-Unis
and
UA 376 du C.N.R.S.
Laboratoire d'Anthropologie, Université de Bordeaux I
Avenue des Facultés, 33405 Talence
France

M. ULRIX-CLOSSET

266 rue des Wallons, 4000 Liège
Belgique

H.T. UYTTERSCHAUT

Dept. of Anatomy and Embryology, University of Groningen
Pays-Bas

L. WILKIN

Conservateur, Musée Ourthe-Amblève
1 place Leblanc, 4170 Comblain-au-Pont
Belgique

Préface - Preface

Yves Coppens *

Le 12 septembre 1990, le Palais des Beaux-Arts de Bruxelles ouvrait ses portes au plus grand des sujets, celui de l'Homme et de son histoire, nommé poétiquement l'"Aventure humaine"; somptueuse exposition et copieux symposium y étaient inaugurés en même temps, l'une pour presque quatre mois, l'autre pour trois jours. Ce sont les actes de ce symposium que son organisateur-éditeur, Michel Toussaint, m'a chargé d'ouvrir ici, tâche bien agréable qui m'honore évidemment beaucoup.

Le programme de cette réunion scientifique, qui se voulait à peu près parallèle au thème de l'exposition voisine, a été particulièrement vaste dans sa dimension chronologique : "Cinq millions d'années", précisait le titre. La répartition géologique des communications a d'ailleurs bien répondu à cet appel puisque, des plus anciens des Australopithèques aux plus récents des *Homo sapiens* fossiles, toutes les grandes étapes de la phylogénie des Hominidés se sont trouvées abordées. En ce qui concerne la répartition

The 12th of September 1990, the "Palais des Beaux-Arts" of Brussels opened its doors to the greatest of subjects, that of Man and his history, poetically called "The Human Adventure"; a sumptuous exhibition and a copious symposium were inaugurated there at the same time, one lasting nearly four months, the other three days. Its organizer-editor, Michel Toussaint has asked me to introduce here the Acts of that symposium, a very pleasant task which is obviously a great honour for me.

The programme of this scientific meeting, which claimed to parallel the theme of the accompanying exhibition quite closely, was particularly vast in its chronological range : "Five Million Years" the title stated. The geological distribution of the papers has moreover answered that call quite well because, from the oldest examples of *Australopithecus* to the most recent of fossil *Homo sapiens*, all the major stages of Hominid phylogeny have been taken up. As to geographical distribution, taking the specialities of those invited into account, preference has

* Yves Coppens, Professeur au Collège de France, 11 place M. Berthelot, 75231 Paris, France

géographique, l'accent a par contre été préférentiellement mis - spécialités des invités obligent - sur deux continents, l'Afrique et l'Europe, et sur la plaque tournante entre le premier et le second, le Proche-Orient.

Peut-être n'est-il pas inutile de rappeler ce que fut, dans ses grandes lignes, le déroulement de cette "aventure humaine", ne serait-ce que pour guider le lecteur. Cette vision sera évidemment la mienne, mais c'est après tout un privilège de préfacer que je n'ai aucune raison de ne pas utiliser.

Il y a plus de cinq millions d'années (et je déborderais ici le titre qu'il fallait bien arrêter à un de ces chiffres que l'on dit ronds), la famille des Hominidés, la nôtre, se détache définitivement de ses racines animales et ceci se passe en Afrique orientale. Des raisons d'isolement géographique, en l'occurrence tectonique, en sont la cause; par sélection ou induction, les premiers Hominidés, ou Australopithèques, s'adaptent à un milieu qui, de couvert, devient de plus en plus ouvert. Plusieurs communications vont décrire certains des comportements de ces préhumains, intermédiaires comme on pouvait s'y attendre, mais de manière particulièrement originale comme on n'aurait su l'imaginer, entre ceux des ancêtres quadrupèdes arboricoles que nous partageons avec les grands singes africains et ceux des bipèdes exclusifs que nous sommes devenus. Les Australopithèques les plus anciens - ou du moins les plus complets parmi les plus anciens - se révèlent en effet tout à la fois, déjà bipèdes et encore grimpeurs; mais leur bipédie est encore maladroite et leur arboricolisme n'est plus si agile. Des raisons climatiques vont, il y a 3 millions d'années, susciter de nouvelles morphogenèses; d'une des souches Australopithéciennes dont on vient de parler va, en Afrique de l'Est, émerger l'Homme. On l'appelle alors *habilis*, avant de le nommer *erectus*, puis *sapiens* ce qui n'a d'ailleurs pas beaucoup de sens puisque ces trois formes se succèdent de manière parfaitement continue. Une des caractéristiques de l'Homme, son régime alimentaire omnivore, va le rendre plus mobile que son ancêtre et ceci va "immédiatement" le

rather been given over to two continents, Africa and Europe, and to the pivotal area between the first and second, the Near East.

Perhaps it is worthwhile sketching, in outline, the unfolding of this Human Adventure, if only as a guide to the reader. This vision will obviously be my own, but that after all is a prefacer's privilege which I have no intention of passing up.

Over five million years ago (and I exceed the title here, which had to be rounded off somewhere or other), the Hominid family, our own, definitively detached itself from its animal roots. This took place in Eastern Africa. It was for reasons of geographical isolation, in this case tectonic, that, due to selection or induction, the first Hominids, or Australopithecines, adapted themselves to surroundings which, having been covered, became more and more open. A number of papers are going to describe some of these prehumans' behaviour patterns, intermediate, as might be expected, but in a particularly original manner one would never have imagined, between those of the arboricolous, quadrupedal ancestors we share with the great African apes and those of the exclusively bipedal Hominids we have become. The oldest Australopithecines - or at least the completest among the oldest - in fact prove to be at once already bipeds and still climbers; but their bipedy is still clumsy and their arboricolism has lost its agility. Three million years ago, climatical causes gave rise to new morphogeneses; from one of the branches of Australopithecine stock we have just spoken of, Man emerged in Eastern Africa. He comes to be called *habilis*, before being called *erectus*, then *sapiens*, which for that matter does not make much sense in that these three forms succeeded one another in a perfectly continuous manner. One of Man's characteristics, his omnivorous diet, was to make him more mobile than his ancestors and cause him to spread 'immediately' throughout the rest of the African continent initially and then, through the Near East, across Europe and Asia; *habilis* became erect and *erectus* became *sapiens* wherever he happened to be. One paper will tell us about *habilis* and the

faire se déployer à travers le reste du continent africain d'abord puis, par le Proche-Orient, à travers l'Europe et l'Asie; l'*habilis* s'érectisera et l'*erectus* se sapientisera partout où ils se trouveront. Une communication nous parlera d'*habilis* et de son passage graduel possible à *erectus*, plusieurs nous décriront *erectus* et beaucoup nous entretiendront de divers *sapiens*.

Mais l'Europe, déjà très péninsulaire en elle-même, s'étant comportée comme une île au fil de ses vicissitudes glaciaires, son premier peuplement humain s'est vite trouvé géographiquement et par suite génétiquement coupé de ses populations mères; il s'en est suivi une dérive que l'on pouvait dès lors attendre. L'*habilis* s'y est fait *erectus* un peu particulier et l'*erectus* un peu particulier, *sapiens* très particulier, phénomène que l'on appelle néandertalisation. Pur produit européen donc, même s'il reflue, à un époque relativement récente vers le Proche et le Moyen-Orient, Neandertal sera le propos de beaucoup de ces pages. Un nouveau déploiement humain d'origine sans doute encore africaine va couvrir et peu à peu remplacer en Europe le Neandertal, c'est celui de l'Homme moderne, qu'on appelle souvent sur ce continent Cro-Magnon, du nom du site de sa première découverte; quelques communications traiteront de lui et de son origine.

Deux communications enfin parleront un peu d'environnement dans le rapport de son évolution et de celle de l'Homme.

Bien beau programme donc de Paléanthropologie que je dirais physique si je n'avais pas peur de faire un pléonasme, qu'encadrent une introduction rendant à juste raison hommage au rôle de premier plan de la Wallonie dans la naissance et le développement de notre discipline et un ensemble de quatre précieux articles constituant le livret-guide de l'excursion du symposium, illustrant les propos de l'introduction.

Je voudrais, moi aussi, pour finir, saluer avec respect la mémoire du Docteur Philippe-Charles Schmerling, de Liège, inventeur il y a

possibility of his gradual transition to *erectus*, some will describe *erectus* for us and many will speak about various *sapiens*.

But Europe, already quite peninsular in its own right, having acted like an island over the years and years of its glacial vicissitudes, saw its first human peopling quickly isolated geographically and subsequently genetically cut off from its mother population; as might be expected, a drift followed. *Habilis* became a somewhat peculiar *erectus* and *erectus* became a quite peculiar *sapiens*, a phenomenon called neandertalization. Thus a pure European product, even if he was swept back towards the Near and Middle East at a relatively recent period. Neandertal will be the subject of many of these pages. Doubtlessly still of African origin, a new extension of humans covered Europe and little by little replaced Neandertal there; it was modern man, on this continent often called Cro-Magnon from the site where he was first discovered. Some papers will deal with him and his origin.

Finally, two papers will talk about the environment, as regards its evolution and Man's.

This beautiful programme of Palaeoanthropology, which I would call physical were I not afraid of pleonasm, is set off by an introduction rightly rendering homage to the pioneer role of Wallonia in the birth and development of our discipline and by a collection of four precious articles constituting a guidebook to the symposium and illustrating the subject of the introduction.

In terminating, I myself as well would respectfully like to salute the memory of Doctor Philippe-Charles Schmerling of Liège, discoverer of the first fossil man of all the collections of the world, the Engis Neandertal, 160 years ago. I would also like to express my appreciation of the person and work of Professor Andor Thoma, Professor at the Catholic University of Louvain (UCL), to whom, despite his reticences linked to his excessive modesty, this symposium is dedicated, as well as Professor François

160 ans, du tout premier homme fossile de toutes les collections du monde, le Neandertal d'Engis. Je voudrais aussi saluer avec chaleur le Professeur François Twiesselmann, professeur à l'Université libre de Bruxelles, pionnier d'une certaine Paléanthropologie statistique et le Professeur Andor Thoma, professeur à l'Université catholique de Louvain, à qui, malgré les réticences liés à sa grande modestie, ce symposium était dédié. Je voudrais enfin saluer amicalement les artisans de ces deux événements appariés, l'exposition et le colloque, tous deux parfaitement réussis.

Enfin je n'oublierai pas notre pays hôte, la Belgique, qui offre à notre discipline, en cette circonstance, une belle fête rappelant son rôle dans son développement et rappelant l'extraordinaire rôle de l'Europe dans la Paléanthropologie et la Préhistoire du Monde.

Twiesselmann, Professor at the Free University of Brussels, a pioneer in a certain field of statistical Palaeoanthropology. I would equally like to extend friendly greetings to the many artisans of these two matched events, the exhibition and symposium, both have succeeded perfectly.

Finally, I shall not forget our host country, Belgium, which has offered our discipline a real celebration, recalling its role in its development and recalling the extraordinary role of Europe in the Palaeoanthropology and Prehistory of the world.

Le projet "Cinq millions d'années, l'aventure humaine"

The "Five Million Years, the Human Adventure" Project

Michel Toussaint *

Le projet dans le contexte de la paléanthropologie belge

La Belgique et plus particulièrement la Wallonie et la ville de Liège ont joué, au cours du 19ème siècle, un rôle fondamental dans la genèse et l'essor de la paléanthropologie (Toussaint, 1992). Ph.-Ch. Schmerling (1791-1836), un médecin qui exerçait dans la cité mosane, est en effet le premier à démontrer la coexistence de l'homme et des grands animaux disparus du Quaternaire, à la suite de ses trouvailles dans une grotte des Awirs, à Engis. Julien Fraipont (1857-1910) et Max Lohest (1857-1926) font ensuite, après la découverte des célèbres fossiles humains de Spy en 1886, définitivement admettre par la communauté scientifique internationale l'existence d'un groupe humain fossile différent des sujets actuels, l'homme de Neandertal (*Homo sapiens neanderthalensis*).

En raison d'un substrat géologique souvent favorable à la bonne conservation des ossements, le terroir wallon est, de longue date, fertile en découvertes paléanthropologiques. Quatre grottes, Engis, La Naulette, Spy et Fonds de Forêt, y ont livré des restes néandertaliens, deux des plus vieux sites du Mésolithique nord-européen, Margaux et Loverval, en proviennent; plus de 150 sépultures collectives du Néolithique et des centaines de cimetières gallo-romains, mérovingiens et médiévaux y ont été trouvés. Le nombre de découvertes régionales de qualité est d'ailleurs en augmentation constante, en raison du développement de plus en plus rapide des fouilles archéologiques et des travaux d'aménagement du territoire.

L'intérêt du public et des médias pour les populations et cultures du passé n'a jamais été égalé.

* Michel Toussaint, Association wallonne de Paléanthropologie, c/o Musée Ourthe-Amblève, 1 place Leblanc, 4170 Comblain-au-Pont, Belgique

En témoignent notamment le succès des visites de chantiers de fouilles, comme celui des plus anciens habitants de Wallonie, à la Belle-Roche à Sprimont ou celui de la place Saint-Lambert, dans le cœur historique de Liège, ainsi que l'engouement suscité par les expositions de prestige abordant le thème des premiers hommes, par exemple *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*.

L'aura un peu mythique dont bénéficie la paléoanthropologie tient à ce que l'étude des restes humains fossiles répond particulièrement bien à la séduction engendrée par le passé et ses mystères sur nos contemporains de cette fin de millénaire. A l'heure où la société technologique et ses valeurs souvent artificielles sapent les références séculaires, l'homme moderne est en effet toujours plus soucieux de se situer dans l'immense cadre temporel où s'est déroulé la vie et d'aborder les questions fondamentales de son origine, de sa destinée et des raisons de son existence.

La situation régionale et nationale de la discipline est, paradoxalement, de plus en plus menacée. La quantité d'ossements rejetés lors des fouilles archéologiques, récoltés dans des conditions peu favorables, entassés dans les containers à destination des décharges publiques, mal conservés, perdus après exhumation ou simplement jamais soumis à une étude anthropologique, même sommaire, est encore considérable. L'enseignement de la paléoanthropologie, ou paléontologie humaine, est tenu pour quantité négligeable : suppression, au début des années septante, d'une des premières formations pluridisciplinaires de niveau doctoral en la matière jamais créées en Europe, en 1928 à l'Université de Liège; absence de formation "en routine" dans le programme des étudiants en archéologie et en biologie; un seul poste universitaire, à l'avenir pas clairement assuré, pour toute la région wallonne! L'essentiel de la recherche dans le domaine est abandonné à de rares bénévoles ou à des médecins s'y adonnant en dilettantes, et ceci même dans le cas de la plupart des découvertes réalisées par les universités et services officiels. Les crédits sont réduits à peaux de chagrin. La discipline n'a guère de statut, elle est considérée, au mieux, comme une "science auxiliaire" parente miséreuse de l'archéologie. On oublie trop souvent, en Belgique, que l'archéologie n'est, elle aussi, qu'une des branches de l'anthropologie prise dans son ensemble. Considérer seulement l'aspect culturel des populations du passé en négligeant leur volet biologique revient dès lors à se priver d'informations précieuses, souvent d'ailleurs les plus significatives dans nombre de sites comme les ossuaires préhistoriques ou les tombes sans mobilier funéraire. L'homme fossile est en outre traité en parent pauvre par le législateur, dans un pays qui ébauche seulement une réglementation archéologique, alors que la problématique de la paléoanthropologie soulève, de par la nature même des vestiges concernés, des problèmes éthiques plus délicats que dans le cas des documents culturels.

C'est dans ce contexte national scientifiquement peu favorable à l'étude de l'homme fossile, mais par contre propice à sa promotion médiatique, qu'a été élaboré le projet *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*. Articulée en trois axes, une superbe exposition de fossiles humains originaux et d'œuvres d'art des chasseurs-cueilleurs de la préhistoire, un symposium international et un cycle de conférences destinées au grand public, la manifestation a été imaginée au début 1988, à Taung, en Afrique australe, dans un des hauts lieux de l'histoire de l'étude des origines de l'humanité, sur le site même où avait été exhumé, en 1924, le premier Australopithecus jamais découvert. Peu original en soi, puisque des expositions d'Hominidés fossiles avaient déjà été mises sur pied auparavant, notamment *Ancestors* à New York en 1984 (Tattersall, Van Couvering et Delson, 1985) et *Homo* à Venise en 1985 (Peretto, 1985), le projet *Cinq millions d'années, l'aventure humaine* présentait ses "spécificités propres". Il se voulait un hommage aux glorieux pionniers wallons du siècle dernier et un appel destiné à attirer l'attention sur le décalage entre le rôle historique, l'aura et la richesse du patrimoine paléoanthropologique belge et l'état de décrépitude de la recherche nationale en la matière et de la mise en valeur d'une des facettes les plus prestigieuses de l'héritage culturel du pays.

L'exposition

L'exposition, placée sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi des Belges, a eu lieu à Bruxelles, au Palais des Beaux-Arts, du 14 septembre au 30 décembre 1990. Elle visait à présenter une association jamais réunie auparavant de fossiles humains et de témoignages de la vie artistique et culturelle des premiers hommes (fig. 1 à 7). Les documents, tous des originaux, étaient disposés dans des vitrines blindées et faisaient l'objet d'une surveillance appropriée. L'accent a été mis sur la morphologie et les oeuvres des Hominidés du genre *Homo*, avant le développement de l'agriculture, c'est-à-dire sur le Paléolithique et le Mésolithique.

Les *Homo erectus* étaient notamment représentés par les fossiles de Mauer, de la Caune de l'Arago et de Ternifine; les pré-Néandertaliens par Biache 2 et Ehringsdorf, les Néandertaliens par Engis, Spy, Neandertal, La Chapelle-aux Saints, Regourdou et Saint-Césaire; les *Homo sapiens sapiens* du Paléolithique moyen du Proche-Orient par le crâne Qafzeh 6, ceux du Paléolithique supérieur par l'abri Pataud et Brno II et ceux du Mésolithique par, entre autres, un crâne de Margaux et la sépulture n°10 de Bogebakken. Le tableau 1 donne l'inventaire détaillé des fossiles exposés, avec leur attribution taxinomique et le nom de l'institution où ils sont conservés.

La qualité des témoignages artistiques, composés de documents mobiliers et de fragments de bas-reliefs (tabl. 2), ne le cédait en rien à celle des ossements fossiles. Parmi les oeuvres d'art aurignaciennes originales proposées, on citera, parmi d'autres, les bas-reliefs de Laussel (France), l'exceptionnelle statuette d'Hohlenstein-Stadel (Allemagne), les plus belles figurines de Vogelherd et de Geissenklösterle (Allemagne) et les vénus françaises de Sireuil et Tursac ou italiennes de Grimaldi et Savignano. Le Gravettien était notamment représenté par un superbe ensemble de documents tchécoslovaques provenant de Brno, Dolni Vestonice et Predmost, avec en exergue la "statuette masculine articulée" de Brno. Les oeuvres magdaléniennes comprenaient des représentations féminines d'Andernach, Gönnersdorf, Ölknitz et Teufelsbrücke (Allemagne), ainsi qu'une série des plus belles pièces françaises, par exemple le "cheval sautant" de Bruniquel, les "bouquetins affrontés" d'Enlène, la tête de "cheval hennissant" du Mas-d'Azil, la "vénus impudique" de Laugerie-Basse, le "sceptre" de la grotte de La Vache et un cheval de la frise d'Angles-sur-l'Anglin. Un lot de galets peints de l'Azilien, des pendentifs en ambre et des outils décorés du Mésolithique danois, ainsi que des rondes bosses mésolithiques de Lepenski Vir, dans le défilé des Portes de fer, à la frontière de la Serbie et de la Roumanie, par exemple la "Mère" et "Chronos", complétaient l'ensemble.

Un luxueux catalogue de 304 pages, illustré par plus de 230 figures, presque toutes en couleur, et dont la couverture montre la "vénus à la corne" de Laussel, a été publié en deux versions, l'une en français, l'autre en néerlandais. Outre des notices de présentation de toutes les pièces exposées, souvent écrites par les conservateurs eux-mêmes, il contient sept articles consacrés à l'évolution de l'homme et à l'art paléolithique et mésolithique :

- *Hominoïdes, Hominidés et Hommes*, par Y. Coppens (Collège de France);
- *La conquête de l'ancien monde par l'Homo erectus. Les premiers peuplements de l'Europe*, par H. et M.-A. de Lumley (Institut de Paléontologie humaine, Paris);
- *Les Néandertaliens et les premiers hommes modernes*, par B. Vandermeersch (Univ. de Bordeaux);
- *Evolution technologique des chasseurs-cueilleurs préhistoriques*, par Ph. Van Peer (Katholieke Universiteit te Leuven, Louvain);
- *L'art paléolithique*, par H. Delporte (Inspecteur honoraire des Musées de France);
- *L'art gravettien en Moravie*, par J. Jelinek (Institut Anthropos, Moravske Muzeum, Brno);
- *L'art et les sépultures mésolithiques en Scandinavie méridionale*, par E. Brinch Petersen (Université de Copenhague).

L'affiche de l'exposition, réalisée tant en version française que néerlandaise, rappelle la couverture du catalogue, encore que la "venus à la corne" y soit cette fois peu heureusement détournée.

Le symposium

Le symposium, dédié au professeur Andor Thoma, avait pour objectif de permettre aux paléoanthropologues rassemblés de proposer une synthèse de leurs travaux relatifs aux origines de l'homme, depuis les "Pré-Hommes" jusqu'aux derniers chasseurs-cueilleurs du Mésolithique, dans l'ambiance et l'état d'esprit particuliers que favorise la proximité des fossiles originaux sur lesquels reposent les débats actuels de la discipline. Les présentations et discussions se sont déroulées du 12 au 14 septembre 1990, sur les lieux mêmes de l'exposition.

La majorité des communications, dont la moitié environ compose le corps du présent volume d'Actes, traitaient des Hominidés africains (Ch. Berge, Y. Coppens, Y. Deloison, B. Senut, Ch. Tardieu), des *Homo erectus* (R. Kraatz, P. Picq, H. Uytterschaut), des Néandertaliens et des Pré-Néandertaliens (M.-A. de Lumley, J.-L. Heim, A.-M. Tillier, E. Trinkaus) et des *Homo sapiens sapiens* du Paléolithique supérieur (D. Gambier, W. Henke, J. Jelinek), tandis que d'autres se voulaient davantage diachroniques (G. Giacobini, H. Roth) ou abordaient le contexte archéologique (H. de Lumley), faunique (J.-M. Cordy) ou culturel (E. Peyre) des fossiles.

L'excursion en terre liégeoise qui clôturait le symposium (fig. 8) débuta par la visite de la grotte Walou, à Trooz (Dewez, 1992), qui a livré la plus importante stratigraphie du Paléolithique moyen et supérieur découverte en Belgique depuis l'époque des précurseurs du siècle dernier. Les congressistes eurent alors l'opportunité, peut-être l'une des dernières, de se rendre sur le plus ancien site d'occupation du Benelux, la grotte de la Belle-Roche à Sprimont (Cordy *et al.*, 1992), menacée de destruction par la cupidité de sociétés de carrières et de grands propriétaires terriens et par le manque de vision à long terme de trop de décideurs. Le musée Ourthe-Amblève, à Comblain-au-Pont (Wilkin, 1992), où sont, entre autres, exposés les produits des fouilles de la Belle-Roche et de la grotte Walou accueillit ensuite le symposium qui atteignit finalement son apothéose dans le vallon des Awirs, à Engis, au monument et à la grotte Schmerling (Becker, 1992). Suant dans les talus abrupts et tremblant de peur sur les échelles et sur la vire vertigineuse qui donne accès au site le plus inaccessible de la paléoanthropologie mondiale, les participants eurent à coeur de se recueillir sur les lieux mêmes où souffle l'esprit du grand précurseur liégeois.

Le cycle de conférences

En parallèle aux deux manifestations principales, s'est tenue une série de cinq conférences publiques abordant la genèse de l'univers et de la vie, ainsi que l'origine de l'homme et l'art paléolithique :

- *Les premiers instants de l'univers*, par H. Reeves (Directeur de recherches au C.N.R.S.);
- *Evolution des systèmes biologiques : aspects moléculaires*, par E. Schoffeniels (Professeur à l'Université de Liège);
- *Lucie fossile, Lucie symbole ou les origines africaines de l'homme*, par Y. Coppens (Professeur au Collège de France);
- *Les Néandertaliens et les origines de l'homme moderne*, par B. Vandermeersch, (Professeur à l'Université de Bordeaux);
- *L'art paléolithique eurasién*, par H. Delporte (Inspecteur honoraire des Musées de France, ancien conservateur du Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye).

Remerciements

De multiples personnes et institutions ont participé au succès des trois facettes du projet *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, exposition, symposium et conférences.

L'ensemble des contributions à l'exposition est présenté en détail dans les rubriques introductives du catalogue illustré. Qu'il me soit dès lors permis de remercier ici globalement tous ceux qui ont aidé à la réalisation de cette facette la plus médiatique du projet, les prêteurs (voir tableaux 1 et 2), les sponsors et les nombreux artisans de l'ombre.

Le symposium a été rendu possible par la trentaine de spécialistes de renommée internationale qui ont bien voulu l'honorer de leur présence. Le Fonds National de la Recherche Scientifique de Belgique et l'Administration de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique de la Communauté Française de Belgique ont accordé les crédits nécessaires à sa réalisation. Sur le "terrain" même de ces trois journées de travail et d'excursion, le rôle de M. Arnold, A. Becker, J.-M. Cordy et R. Fontaine a été déterminant. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.

Outre aux auteurs, que je remercie à nouveau vivement, la publication des actes du symposium doit beaucoup à M. Arnold qui a bien voulu se charger d'harmoniser et parfois de redessiner les illustrations, à J.T. Cronin qui a réalisé de nombreuses traductions et à M. Otte qui a accueilli le manuscrit dans les "Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège" dont il assure la direction.

Les Professeurs Y. Coppens, H. Reeves, E. Schoffeniels et B. Vandermeersch, ainsi que Monsieur H. Delporte, ont assuré le succès des conférences destinées au grand public, au nom duquel je tiens à les remercier encore.

Bibliographie

- BECKER, A., 1992, Sur les traces de Schmerling, la deuxième grotte d'Engis, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 303-310.
- CORDY, J.-M., BASTIN, B., EK, C., GEERAERTS, R., OZER, A., QUINIF, Y., THOREZ, J. and ULRICH-CLOSSET, M., 1992, The Lower Palaeolithic Site of La Belle-Roche (Sprimont, Belgium), A Report on a Field Trip, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 287-301.
- DEWEZ, M., 1992, La grotte Walou à Trooz (province de Liège, Belgique), présentation du site, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 311-318.
- PERETTO, C. (ed.), 1985, *Homo, Journey to the Origins of Man's History, Four Million Years of Evidence*, Venise, Cataloghi Marsilio, 229 p.
- TATTERSALL, I., VAN COUVERING, J.A. and DELSON, E., 1985, The "Ancestors" Project : An Expurgated History, in E. DELSON (ed.), *Ancestors : The Hard Evidence*, New York, Alan R. Liss, pp. 1-5.
- WILKIN, L., 1992, Le Musée Ourthe-Amblève à Comblain-au-Pont, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 319-323.
- TOUSSAINT, M., 1992, The Role of Wallonia in the History of Palaeoanthropology, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 27-41.

Tableau 1 Liste des documents anthropologiques originaux présentés lors de l'exposition "Cinq millions d'années, l'aventure humaine".

Site	Pays	Fossile	Taxon	N° inventaire	Institution
Angamma (Borkou)	Tchad	Fragt. cranio-facial	(<i>Homo erectus</i> ?)		Collège de France
Temifine	Algérie	Mandibule	<i>Homo erectus</i>	Atlanthropus III	Muséum d'Histoire naturelle, Paris
		Pariétal	<i>Homo erectus</i>		Muséum d'Histoire naturelle, Paris
Tautavel, Arago	France	Face	<i>Homo erectus tautavelensis</i>	Arago XXI	Labo. d'Anthropologie, Univ. Aix-Marseille II
		Pariétal	<i>Homo erectus tautavelensis</i>	Arago XLVII	Labo. d'Anthropologie, Univ. Aix-Marseille II
		Mandibule	<i>Homo erectus tautavelensis</i>	Arago II	Labo. d'Anthropologie, Univ. Aix-Marseille II
		Mandibule	<i>Homo erectus tautavelensis</i>	Arago XIII	Labo. d'Anthropologie, Univ. Aix-Marseille II
		Os iliaque	<i>Homo erectus tautavelensis</i>	Arago XLIV	Labo. d'Anthropologie, Univ. Aix-Marseille II
Mauer	Allemagne	Mandibule	<i>Homo erectus heidelbergensis</i>	GPIH. 1	Geologisch-Paläontol. Institut der Univ. Heidelberg
Ehringsdorf	Allemagne	Frontal	Prénéandertalien	MW 1024/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens
		Mandibule	Prénéandertalien	MW 1009/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens
Biache	France	Fragment crânien	Prénéandertalien	Biache 2	Institut de Paléontologie humaine, Paris
Engis	Belgique	Calotte crânienne	<i>Homo sapiens neanderthalensis</i>	Engis 2	Université de Liège
Spy	Belgique	Squelette Spy 2	<i>Homo sapiens neanderthalensis</i>	Spy 2	Succession Max Lohest
Neandertal	Allemagne	Squelette Spy 1	<i>Homo sapiens neanderthalensis</i>	Spy 1	Succession Max Lohest
Regourdou	France	Squelette post-cr.	<i>Homo sapiens neanderthalensis</i>	85-3	Musée du Périgord, Périgueux
La Chapelle-aux-Sts.	France	Crâne	<i>Homo sapiens neanderthalensis</i>		Musée de l'Homme, Paris
Saint-Césaire	France	Crâne	<i>Homo sapiens neanderthalensis</i>		Labo. d'Anthropologie, Université de Bordeaux I
Qafzeh	Israël	Crâne	<i>Homo sapiens sapiens</i>	Qafzeh 6	Institut de Paléontologie humaine, Paris
Nazlet Khater	Egypte	Crâne	<i>Homo sapiens sapiens</i>	NK-4	Labo. voor Prehistorie, Katholieke Univ. te Leuven
Engis	Belgique	Calotte crânienne	<i>Homo sapiens sapiens</i>	Engis 1	Université de Liège
Abri Pataud	France	Crâne	<i>Homo sapiens sapiens</i>	Pataud V-VI, 2	Musée de l'Homme, Paris
Brno II	Tchécoslovaquie	Crâne	<i>Homo sapiens sapiens</i>	A 17083	Moravské Muzeum Inst. Anthropos, Brno
Oberkassel	Allemagne	Crâne masculin	<i>Homo sapiens sapiens</i>	D 998	Rheinisches Landesmuseum, Bonn
		Crâne féminin	<i>Homo sapiens sapiens</i>	D 999	Rheinisches Landesmuseum, Bonn
Grotte Margaux	Belgique	Crâne	<i>Homo sapiens sapiens</i>	GM88-140	Université de Liège
Loverval	Belgique	Crâne	<i>Homo sapiens sapiens</i>	C2	S.A.C., c/o G. Dubuis, Charleroi
Bogebakken	Danemark	Squelette	<i>Homo sapiens sapiens</i>	HB 10	Sollerod Museum, Holte
Loschbour	Luxembourg	Crâne	<i>Homo sapiens sapiens</i>		Musée d'Histoire Naturelle, Luxembourg

Sigles utilisés : B = Belgique; CZ = Tchecoslovaquie; D = Allemagne; DK = Danemark; F = France; I = Italie; NL = Pays-Bas; YU = Yougoslavie.

Site	Pays	Oeuvre	Culture	N° Inventaire	Institution
Hohlenstein-Stadel	D	Statuette anthropomorphe	Aurignacien	Ho-St. 39/88.1	Ulmer Museum, Ulm
Vogelherd	D	Cheval sauvage	Aurignacien	31 / 1-A, horizon V	Institut für Urgeschichte der Universität Tübingen
		Mammouth	Aurignacien	31 / 1-B, horizon V	Institut für Urgeschichte der Universität Tübingen
		Lion des cavernes	Aurignacien	31 / 1-C, horizon V	Institut für Urgeschichte der Universität Tübingen
		Lion des cavernes	Aurignacien	31 / 1-D, horizon IV	Institut für Urgeschichte der Universität Tübingen
Geissenklösterle	D	Figure anthropomorphe sur plaque	Aurignacien	S 89, 14, couche II b	Württembergisches Landesmuseum Stuttgart
		Bison	Aurignacien	S 89, 14, couche II b/II d	Württembergisches Landesmuseum Stuttgart
		Mammouth	Aurignacien	S 89, 14, couche II a	Württembergisches Landesmuseum Stuttgart
		Ours dansant	Aurignacien	S 89, 14, couche II a	Württembergisches Landesmuseum Stuttgart
La Ferrassie	F	Vulves, gravure sur bloc	Aurignacien	34.1.1.	Musée National de Préhistoire, Les Eyzies-de-Tayac
Abri Blanchard	F	Vulves, gravure sur bloc	Aurignacien	56787	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Abri Cellier	F	Tête d'animal, gravure sur bloc	Aurignacien	46.1.1.	Musée National de Préhistoire, Les Eyzies-de-Tayac
Sireuil	F	Venus	Aurignacien	75664	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Tursac	F	Venus	Aurignacien	81693	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Grimaldi	I	Venus	Aurignacien	35308	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Trou Magrite	B	Figurine anthropomorphe	Aurign.-Périg.		Institut Royal des Sciences Naturelles, Bruxelles
Savignano	I	Venus	Paléo. sup.	108610	Muzeo Naz. Preistorico-Etnografico "L. Pigorini", Rome
Brno II	CZ	Statuette articulée	Gravettien	8105-8107	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
Dolní Vestonice	CZ	Masque	Gravettien	30004	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
		Figure féminine en pendentif	Gravettien	30002	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
		Figure féminine en pendentif	Gravettien	30051	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
		Tête de lionne	Gravettien	30021	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
		Ours (?)	Gravettien	30031	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
		Perles de collier	Gravettien	30056 - 30061	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
Predmost	CZ	Pendentif décoré	Gravettien	12157	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
		Côte de mammoth décorée	Gravettien	12185	Moravske Muzeum, Inst. Anthropos, Brno.
Laussel	F	"Venus à la corne", bas-relief	Périgordien	61.3.1.	Musée d'Aquitaine, Bordeaux
		"Venus à tête quadrillée", bas-relief	Périgordien	61.3.2.	Musée d'Aquitaine, Bordeaux
		Le "Chasseur", bas-relief	Périgordien	61.3.3.	Musée d'Aquitaine, Bordeaux
		Scène à deux personnages, bas-rel.	Périgordien	61.3.4.	Musée d'Aquitaine, Bordeaux
Bruniquel	F	"Cheval sautant"	Magdalénien	82722	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Angles-sur-L'Anglin	F	Cheval, bas-relief	Magdalénien	83305	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Enlène	F	Bouquetins affrontés	Magdalénien	55.33.1.	Musée de l'Homme, Paris
La Roche de Lalinde	F	Figurations féminines, dalle gravée	Magdalénien	30.1.1.	Musée National de Préhistoire, Les Eyzies-de-Tayac
La Marche	F	Tête humaine, plaque gravée	Magdalénien	82791	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye

Tableau 2, suite.

Site	Pays	Oeuvre	Culture	N° Inventaire	Institution
Ölknitz	D	Représentation féminine	Magdalénien	MW 847/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar
		Représentation féminine	Magdalénien	MW 848/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar
		Représentation féminine	Magdalénien	MW 844/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar
		Vulve, stèle gravée	Magdalénien	MW 851/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar
		Galet gravé	Magdalénien	MW 456/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar
Teufelsbrücke	D				
Gönnersdorf	D	Figures féminines, plaquette gravée	Magdalénien	Gö 50 St.9 (87)	LAD Rheinland-Pfalz, Archäolog. Denkmalpflege, Koblenz
		Figures féminines, plaquette gravée	Magdalénien	Gö Sickergrube (78)	LAD Rheinland-Pfalz, Archäolog. Denkmalpflege, Koblenz
		Statuette féminine	Magdalénien	Gö 24d/73+11d/247+11b	LAD Rheinland-Pfalz, Archäolog. Denkmalpflege, Koblenz
Andernach	D	Statuette féminine	Magdalénien	2219.186 pl. A4/190	LAD Rheinland-Pfalz, Archäolog. Denkmalpflege, Koblenz
		Oiseau	Magdalénien	71.00.68.33	Rheinisches Landesmuseum, Bonn
Kniegrotte	D	Amulette en forme de pied	Magdalénien	MW 117/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar
		Harpon décoré	Magdalénien	MW 116/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar
Oberkassel	D	Bois de renne gravé	Magdalénien	MW 118/69	Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens, Weimar
		Bâton à tête animale	Magdalénien	30475	Rheinisches Landesmuseum, Bonn
		Animal, contour découpé	Magdalénien	30476	Rheinisches Landesmuseum, Bonn
Lascaux	F	Lampe	Magdalénien	83461	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Gourdan	F	Bouquetin	Magdalénien	47052	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
La Madeleine	F	Tête de bouquetin, contour découpé	Magdalénien	47251	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
		Cervidés, dalle gravée	Magdalénien	56892	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
La Mas-d'Azil	F	Tête de "cheval hémissant"	Magdalénien	47343	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Isturitz	F	Figurine d'ours	Magdalénien	84835	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
		Tête de bison, bâton percé	Magdalénien	84677	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Saint-Michel d'Arudy	F	Bouquetin (?)	Magdalénien	56384	Musée de l'Homme, Paris
Laugetrie-Basse	F	Bâton perforé décoré	Magdalénien	38.189.1264	Musée de l'Homme, Paris
		Bâton perforé décoré	Magdalénien	38.189.1370	Musée de l'Homme, Coll. de la Soc. Préhistorique Française
		Bâton perforé décoré	Magdalénien	38.189.1325	Musée de l'Homme, Coll. de la Soc. Préhistorique Française
		"Venus impudique"	Magdalénien	38.189.1372	Musée de l'Homme, Paris
Roc-La-Tour I	F	Loup, plaquette gravée	Magdalénien	RLT I 4153	Coll. Rozoy, Charleville-Mézières
		Bison, plaquette gravée	Magdalénien	RLT I 3777-7018-3907	Coll. Rozoy, Charleville-Mézières
		Palimpseste au cervidé, plaquette	Magdalénien	RLT I 1993	Coll. Rozoy, Charleville-Mézières
Raymonden	F	Pendeloque, "défilé au bison"	Magdalénien	A 2104	Musée du Périgord, Périgueux
Roc de Saint-Cirq	F	Tortue, statuette en ronde bosse	Magdalénien	60.1.1.	Musée National de Préhistoire, Les Eyzies-de-Tayac
Pekarna	CZ	Bâton perforé	Magdalénien	21005	Moravské Muzeum, Inst. Anthropos, Brno
Byci Skala	CZ	Galet gravé	Magdalénien	14798	Moravské Muzeum, Inst. Anthropos, Brno
		Galet gravé	Magdalénien	15319	Moravské Muzeum, Inst. Anthropos, Brno

Site	Pays	Oeuvre	Culture	N° Inventaire	Institution
La Colombière	F	Galet gravé	Magdalénien	952.7	Musée de l'Ain, Bourg-en-Bresse
		Galet gravé	Magdalénien	PH 2	Univ. Claude Bernard - Lyon, URA 11
		Galet gravé	Magdalénien	PH 1	Univ. Claude Bernard - Lyon, URA 11
La Vache	F	Omoplate de mammoth gravée	Magdalénien	PH 27	Univ. Claude Bernard - Lyon, URA 11
Les Deux-Avens	F	"Sceptre"	Magdalénien	83346	Musée des Antiquités Nationales, St.-Germain-en-Laye
Grotte Richard	F	Côte gravée	Magdalénien		Labo. de Préhistoire du CNRS (U.P.R. 46), Romanèche-Thorins
La Borie del Rey	F	Figures animales, os gravé	Magdalénien	76.250	Coll. Ozanne-Watelin, Saint André-de-Cubzac
Pont d'Ambon	F	Bovidé, os gravé	Magdalénien	LB 1 - X-	Musée des Beaux Arts, Agen
La Mas-d'Azil	F	Cheval à tête quadrillée, os gravé	Paléolith. final	D 8 - 478	Fouilles G. Célérier
		Galet peint et gravé	Azilien	47904 G	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
		Galet peint	Azilien	47904 x 30	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
		Galet peint	Azilien	83652-116	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
		Galet peint	Azilien	83652-204	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
		Galet peint	Azilien	47904 x 39	Musée des Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye
Resen	DK	Figurine d'ours	Mésolithique	NMI : A 44897	Nationalmuseet, Copenhague
Eising Tvaermose	DK	Pendentif décoré	Mésolithique	NMI : A 26163	Nationalmuseet, Copenhague
Sindalgaard	DK	Pendentif décoré	Mésolithique	NMI : A 48088	Nationalmuseet, Copenhague
Egemærke	DK	Tête d'élan	Mésolithique	NMI : A 8411	Nationalmuseet, Copenhague
Ringkloster	DK	Pendentif décoré	Mésolithique	FHM 1592-FFZW	Forhistorisk Museum, Arhus
Reymarksgaard	DK	Metatarse d'aurochs décoré	Mésolithique	NMI : A 38557	Nationalmuseet, Copenhague
Amosen	DK	Bâton décoré	Mésolithique	NMI : A 50947	Nationalmuseet, Copenhague
Carstensminde	DK	Hache décorée	Mésolithique	NMI : A 38222	Nationalmuseet, Copenhague
Ryom A	DK	Pic décoré	Mésolithique	NMI : A 33100	Nationalmuseet, Copenhague
Bjærnede	DK	Bâton décoré	Mésolithique	NMI : A 39225	Nationalmuseet, Copenhague
Skellingsted Bro	DK	Harpon décoré	Mésolithique	NMI : A 49857	Nationalmuseet, Copenhague
Tybrind Vig	DK	Pagaie décorée	Mésolithique	2033 BSS	Forhistorisk Museum, Arhus
Willemstad	NL	Statuette anthropomorphe	Mésolithique	K 1969/1.2	Rijksmuseum van Oudheden, Leyde
Lepenski Vir	YU	Sculpt. anthropomorphe, "Chronos"	Mésolithique	LV 5	Nardoni Muzej, Belgrade
		Sculpt. anthropomorphe, "Adam"	Mésolithique	LV 9	Nardoni Muzej, Belgrade
		Amulette anthropomorphe	Mésolithique	LV 74	Nardoni Muzej, Belgrade
		Sculpt. anthropomorphe, la "Mère"	Mésolithique	LV 37	Nardoni Muzej, Belgrade
		Sculpt. anthropomorphe, "Danubius"	Mésolithique	LV 38	Nardoni Muzej, Belgrade
		Sculpt. anthropomorphe, la "Sirène"	Mésolithique	LV 21	Nardoni Muzej, Belgrade
		Autel peint	Mésolithique	LV 22	Nardoni Muzej, Belgrade
		Sculpture, le "Triton"	Mésolithique	LV 56	Nardoni Muzej, Belgrade
		Sculpture, vulve	Mésolithique	LV 46	Nardoni Muzej, Belgrade
		Autel, "Œil universel"	Mésolithique	LV 24	Nardoni Muzej, Belgrade



Fig. 1 La mandibule de Mauer (Allemagne).

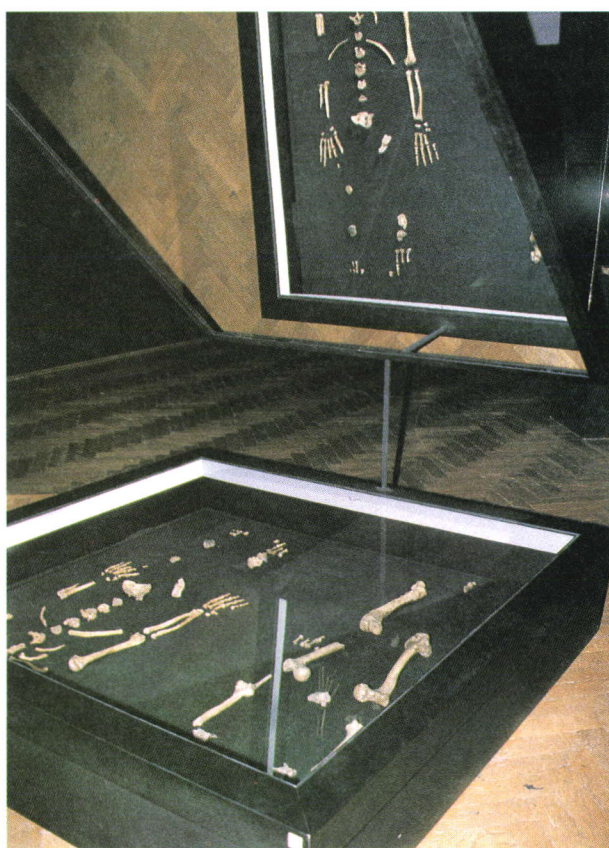


Fig. 2 Squelettes néandertaliens de Regourdou et Spy.



Fig. 3 Les crânes néandertaliens de Saint-Césaire, La Chapelle-aux-Saints et Engis (d'avant en arrière).



Fig. 4 Vénus à la corne de Laussel (Périgordien).

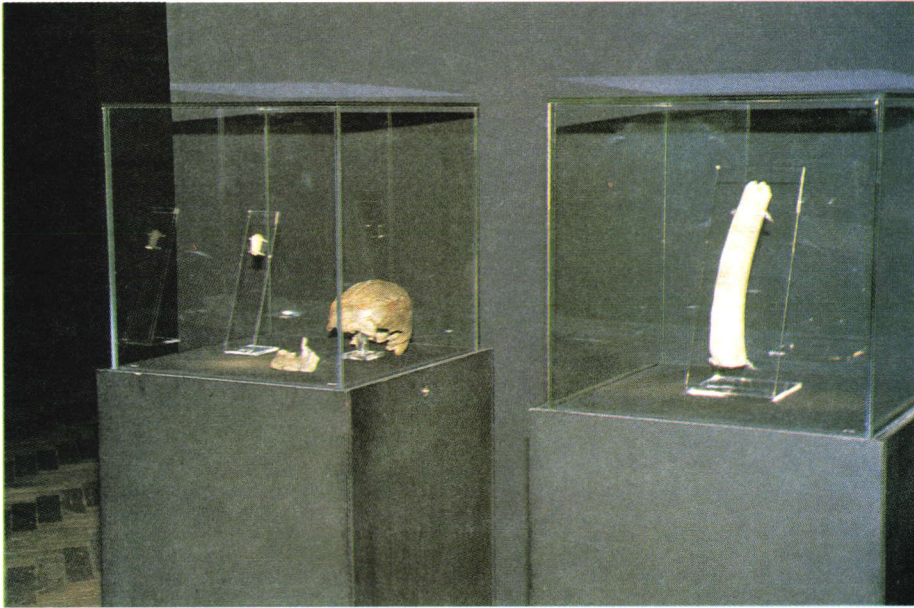


Fig. 5 Crâne de Brno II et Côte de mammoth décorée de Predmost (Tchécoslovaquie).

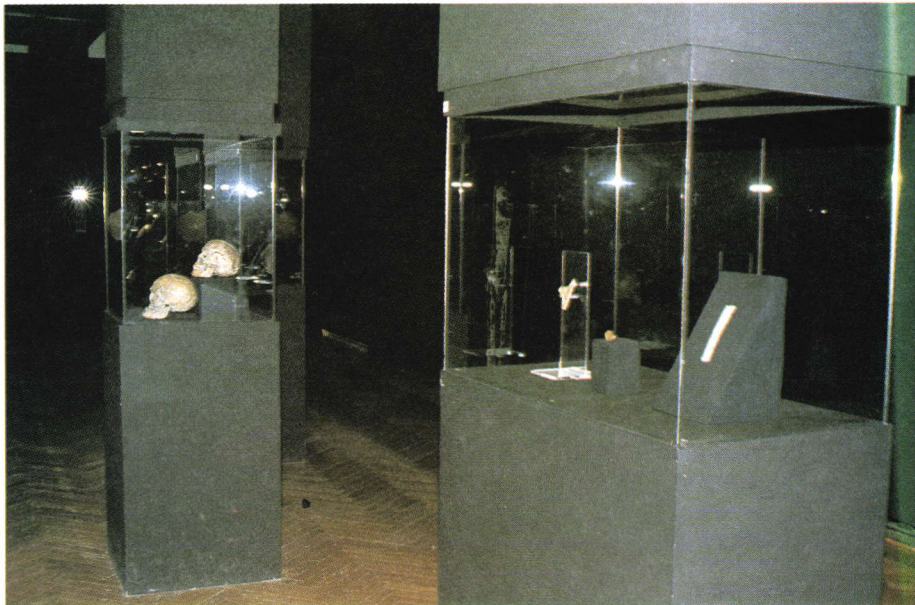


Fig. 6 Crânes magdaléniens d'Oberkassel (Allemagne) et vitrine contenant notamment le bouquetin de Saint Michel d'Arudy et le bâton percé à tête de bison d'Isturitz (France).



Fig. 7 La sépulture mésolithique n° 10 de Vedbaek-Bogebakken (Danemark).



Fig. 8 Visite du site de la Belle-Roche; J.-M. Cordy (à droite) présente le gisement à un groupe comprenant notamment P. Vang Petersen, J. Jelinek, B. Vandermeersch, J.-J. Hublin, E. Trinkaus, H. Roth, G. Giacobini et Y. Deloison.

Première partie - Part One

Histoire de la paléanthropologie
History of Palaeoanthropology

The Role of Wallonia in the History of Palaeoanthropology

Rôle de la Wallonie dans l'histoire de la Paléontologie humaine

Michel Toussaint *

Abstract

Belgium and more particularly its French part (Wallonia) occupy a select place in the development and history of Palaeoanthropology. Ph.-Ch. Schmerling was the first scientist to have clearly understood and lent proof to the existence of fossil man, in 1830. A. Spring and C. Malaise contributed to the ideas of their predecessor gaining acceptance. After the discovery of the Spy human fossils, in 1886, Julien Fraipont showed the anthropological value of Neandertal man. More recently, while the field of great discoveries has been inexorably shifting towards Asia and Africa, François Twiesselmann has been at the origin of a methodological renewal moving in the direction of taking the biological variability of taxons into account.

Résumé

La Belgique et plus particulièrement sa partie francophone (Wallonie) occupent une place de choix dans le développement et l'histoire de la paléontologie humaine. Ph.-Ch. Schmerling est en effet le premier scientifique à avoir clairement compris et apporté, dès 1830, les preuves de l'existence de l'homme fossile. A. Spring et C. Malaise ont contribué à faire accepter les idées de leur prédécesseur. A la suite de la découverte des hommes de Spy en 1886, J. Fraipont a démontré la valeur anthropologique de l'homme de Neandertal. Plus récemment, et alors que le champ des grandes découvertes s'éloignait vers l'Asie et l'Afrique, F. Twiesselmann est à l'origine d'un renouveau méthodologique allant dans le sens d'une meilleure prise en compte de la variabilité biologique des taxons.

Key words : Belgium, Wallonia, Palaeoanthropology, History of Sciences, Ph.-Ch. Schmerling, Neandertals, Engis, La Naulette, Spy.

Mots clés : Belgique, Wallonie, paléontologie humaine, histoire des sciences, Ph.-Ch. Schmerling, Néandertaliens, Engis, La Naulette, Spy.

The recognition by established science of the contemporaneity of man and extinct animal species, which can be considered as the official birth of human Palaeontology, only goes back to around 1860, following a period of maturation during which Wallonia, the French-speaking part of Belgium, principally represented by Ph.- Ch.

Schmerling, played a role of first importance.

Before Schmerling

Until the 18th century, traditional thought complied with the biblical account in its literal sense. Belief was held in the simultaneous

* Michel Toussaint, Association wallonne de Paléoanthropologie, c/o Musée Ourthe-Amblève, 1 place Leblanc, 4170 Comblain-au-Pont, Belgium

formation of the whole of the earth at an era which went back to 6,000 years before J.C. at most. Living species are invariable; man appeared in possession of all his present faculties. Human history is to be divided into two phases separated by the flood, survived only by Noah and his sons, whose descendants begot all the nations of the world. The rare discoveries of human osseous remains in association with bones of extinct animals, carried out in this context, went too unnoticed to upset prevailing notions.

Research relative to fossils, to the superposition of layers composing the terrestrial globe and to the notion of species were, nonetheless, gradually to modify the concepts of the natural Sciences and led the way to the discovery of fossil man and the problems linked to his dating.

The organic or vegetative nature of fossils, earlier considered as simply games played by nature, was first hinted at by Leonardo da Vinci (1452-1519) towards the end of the 15th century and then progressively gained acceptance over the course of the 16th and 17th.

Due to the impetus of Stenon (1636-1686) and Buffon (1707-1788), awareness of the superposition of the earth's layers gradually grew. Thus, through the efforts of William Smith (1769-1839) and Georges Cuvier (1769-1832), the turn of the 19th century was to see the birth of stratigraphic palaeontology, which characterizes geological strata by associations of fossil types and was to furnish a relatively well organized research and dating method for the first palaeoanthropological and prehistorical excavations of the 19th century. As a corollary, a change in the perception of the time scale took place. It appeared that the duration of the formation of the earth was very long and that the Genesis datings must be interpreted symbolically.

The dogma of the fixity of species was also shaken by the progressive rise of transformism. Already hinted at in the 17th century by the German philosopher Wilhelm Leibniz (1647-1716), the idea of the variability and modification of species progressed during

the 18th century through the theoretical boldness of Maupertuis (1698-1716) as well as Buffon's prudent approach, despite the rather unnuanced creationism of the great Swedish naturalist Carolus Linneaus (1707-1778). Despite the appearance of the first integral scientific theory of the evolution of living beings proposed by J.B. Lamarck (1744-1829) in his *Philosophie zoologique* (*Zoological Philosophy*) (1809), the outset of the 19th century was marked by the imposing personality of Georges Cuvier, the father of comparative anatomy, who considered the differences separating fossil animal species from present forms to be quite radical. Resolutely fixist in regard to species, Cuvier explained the succession of distinct faunae observed in stratified deposits by successive creations periodically annihilated by gigantic catastrophes, "global revolutions". Moreover, he rejected the idea of the existence of human fossils "in countries where fossil bones had been brought to light", for example the pseudo-human skeleton pointed out in 1708 by Scheuchzer, which upon analysis turned out to be nothing other than a fossilized salamander. It was also through mistrust that Cuvier interpreted the partial skeleton of Lahr, discovered in the Rhine valley in 1823 by the geologist Ami Boué (1794-1881), in a layer with the bones of large extinct mammals, as coming from a recent cemetery.

Around 1820, the Reverend William Buckland (1784-1856) of Oxford University, discovered animal fossils in English caves associated with stone artefacts and, in the Paviland cavern, with a female skeleton, "the Red Lady". Anxious that these observations comply with the Biblical account and imperturbably faithful to the Cuvier school, despite the stratigraphical evidence spread out before his feet, he refused to believe in the contemporaneity of man and the extinct animals. In his *Reliquae diluvianae*, appearing in 1822, he explained that the skeleton, recognized at the beginning of the 19th century as upper Palaeolithic, was modern, "clearly post diluvian".

The toddling archaeology of the pre-1830 period showed itself to be totally lacking in comprehension of notions of "antediluvian"

human fossils and of the Palaeolithic period receding into the mists of time. Its chronographical references were limited to classical antiquity and the Celtic period, or perhaps to a Neolithic age judged to have just barely preceded the former two. Its methods originated from typological classifications and permitted it to evaluate the age of objects, from the simplest to the most complex. Techniques of stratigraphy and dating by geology and palaeontology, as well as interpretations based upon ethnographical comparisons for all intents and purposes still remained foreign to it.

It is into this scientific context, in movement but still generally unfavourable to evolutionary ideas and fossil men, that the fieldwork undertaken between 1826 and 1830 by Ph.-Ch. Schmerling and his contemporaries may be fitted.

Ph.-Ch. Schmerling and his Contemporaries

One day in September 1829, Philippe-Charles Schmerling (1791-1836), a peaceable 39 years old Liège doctor (fig. 1), of an Austrian family settled in Holland, went to Chokier to attend to a sick stonecutter. He could never have imagined that his destiny was about to change and that one of the first chapters in a scientific adventure that was to upset conceptions of the origins of mankind was about to begin. He was astonished to see his patient's children playing with large bones whose form and dimensions intrigued him and which he learned were often found in the course of mining in a local quarry. The practitioner quickly grasped the importance of the discovery. The bones came from a cave crisscrossed by quarriers; in question were fossils of mammals whose existence was beginning to be widely accepted at the outset of the 19th century.

Enthused by this observation, it was not long before Schmerling was himself taking on systematic excavations of fossiliferous karstic deposits. After the Chokier cavern, soon completely destroyed by quarriers, he became

especially interested in the caves of Engis, Engihoul, Fonds de Forêt and Remouchamps. At the cost of his wealth and despite the scepticism of most of his colleagues, in four years Schmerling thus explored more than forty caves in the Liège valleys of the Meuse, the Ourthe, the Amblève and the Vesdre rivers. The excavations were conducted with a carefulness altogether remarkable for the period. The researcher was constantly present and observed the activities of the workers or dug himself. All the bones were gathered, the condition of the site researched and the indices of possible perturbations of the deposits noted.

Introduced to the comparative study of bones by V. Fohmann (1794-1837), professor of anatomy at the University of Liège, he proved himself to be one of the pioneers in palaeontological research in the karstic field. He identified more than sixty species of animal in the sediments explored whereas, during the same period, Tournal (1805-1872) only reported thirty-two in the caves of the French Midi and Buckland no more than twenty-one in English caves.

It was towards the end of 1829 or at the beginning of 1830 that Schmerling exhumed two human crania from the second Engis cave, associated with the teeth of woolly rhinoceros, cave bears and mammoths. One of them belonged to a young child and a century later was to be recognized as the first fossil of Neandertal man ever discovered. The conditions of the find allowed the discoverer to affirm unequivocally in his monumental work, published in 1833-34, *Recherches sur les ossements fossiles découverts dans les cavernes de la Province de Liège*, (Research on Fossil Bones Discovered in the Caverns of the Province of Liège), the contemporaneity of primitive man and long extinct animals : "I end up by concluding that these human remains were buried in these caverns at the same time and, consequently, due to the same causes which engulfed a mass of bones of various extinct species".

Schmerling's contribution to the genesis of Palaeolithic archaeology is of equal importance. He recognized the presence of tools



Fig. 1 Philippe-Charles Schmerling (1791-1836).

fabricated by fossil man and wrote : "In all the caverns of our province where I have found fossil bones in abundance, I have also encountered a more or less considerable quantity of [...] silexes". He added : "After full consideration, it must be admitted that these silexes were hewn by a human hand, and were able to serve in making arrows or knives". Moreover, he did not hesitate to use lithic artefacts as an indirect proof of the existence of primitive men, thus prefiguring relations between biology and culture which since then have never ceased to accompany the development of the palaeoanthropological and prehistorical disciplines : "[...] even if we had not found human bones, in conditions altogether favourable for considering them to belong to the antediluvian era, this proof would have been supplied by the hewn bones and worked silexes".

Nonconformist as they might be in an era when the recent character of man's appearance was still held out as paradigmatic, Ph.-Ch. Schmerling's deductions nonetheless fitted into the context of an ascending current of thought within which other brilliant individuals were not hesitant in evoking the possibility of the existence of very ancient human bones.

As we have seen, whereas in 1822 the Reverend Buckland was still rejecting the evidence of his own excavations for reasons of philosophy or "school", during the thirties other more critically minded excavators were not long in arriving at conclusions approaching Schmerling's, although less firmly argued for. Notably, this was the case for François-René Jouannet (1765-1845), sometimes considered to be the "grandfather" of prehistory 10, for Tournal and Jules de Christol in the French Midi and for J. Mac Enery in England. Still hesitant in 1828 when he wrote that : "The generally admitted proposition that human bones in the fossil state do not exist in our lands can thus be placed in doubt, or at least cannot be resolved", the pharmacist Tournal, who carried out his research in the Bize caverns, became progressively bolder, to the point of saying in 1834 that henceforth "geology [...] would awaken human pride by showing him the antiquity of his race".

The Success of Schmerling's Ideas

Despite their agreement, Tournal's and de Christol's finds and Schmerling's even more convincing interpretations were not enough to win approval. Although the works of the Liège precursor were widely diffused and cited during the thirties, for example by Ami Boué and Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844), only its palaeontological component was appreciated to its full extent. His insistence on man's antiquity and coexistence with extinct animal species remained without echo. Official science, still under the shock of Cuvier's dictates, remained reluctant. The illustrious British scientist, Charles Lyell (1797-1875), the uncontested authority on geology at that period, nonetheless had the occasion to meet Schmerling at Liège in 1833 and to examine his collection personally, yet remained incredulous as to the age of the human fossils discovered. The same was the case for William Buckland who also studied the pieces in 1835 but refused to accept Schmerling's theories, "an opinion from which the author [...] entirely dissents" as he specified. As two of his 19th century biographers judiciously noted, Schmerling "was wrong because he was right too early". Yet, some authors outside of academic milieux, Pierre Boitard (1787-1859) in 1839 and Max. Melleville in 1842, unreservedly upheld the notion of fossil man whereas Edouard Lartet (1801-1871), who was to distinguish himself in the field of prehistoric archaeology, noted in 1837 that the idea was "not at all improbable".

The reasons preventing the views of Schmerling from immediately carrying the day are complex. They were obviously too opposed to Cuvier's views and Biblical dogma. Geology and palaeontology's being so weakly established and archaeology's still lacking so much maturity at the time resulted in their being too constraining in the 1830-1840 period to permit the birth of a true discipline on the origins of man. It was only a quarter of a century later that the decisive importance of the Walloon pioneer's discoveries and interpretations was finally internationally recognized and that palaeoanthropology was

truly formulated. This necessitated : 1) that the catastrophic theories of the geographical history of the earth were abandoned through Lyell's influence; 2) that Charles Darwin's (1809-1882) *On the Origin of Species* (1859) impose the notion of transformism and 3) prehistoric archaeology's being more firmly established, once prominent British scientists adopted the conclusions set out by Jacques Boucher de Perthes (1788-1868) in his *Celtic and Antediluvian Antiquities*.

Two other University of Liège researchers, professor J.A. Spring (1814-1872) of the Faculty of Medicine and the geologist Constantin Malaise (1834-1916) contributed further to this evolution in scientific thought. Describing his 1842 excavations at the Chauvaux cavern, in the province of Namur, in 1853 Spring maintained "[...] the existence of human fossils in diluvian sediments [...]", all the while associating his own finds with a more recent period, appropriately, judging retrospectively. He also conceived the idea of a veritable prehistoric "ethnography" and glimpsed the outline of an explanation of the manner of accumulation of human bones in caverns. Although his interpretations founded upon Neolithic cannibalism were rapidly refuted. Following the discovery of human bones in stratigraphical positions in the Engihoul cavern in the Meuse valley in 1860, C. Malaise suddenly came around to Schmerling's opinion. In the appendix he adjoined to a manuscript then in press, he specified that: "we have had to yield to the facts and [...] admit that the bones found in the caverns are contemporary with those of the now extinct animals with which they are encountered".

It was during this same period that Ch. Lyell as well overcame his last reticences. Beginning to prepare *The Geological Evidence of the Antiquity of Man* (1863), in which he dedicated a number of pages to the Engis fossils, the British scientist travelled to Liège in the summer of 1860. There he met J.A. Spring and the geologist G. Dewalque, subsequently visiting the caves of the region, notably Engihoul, in the company of C. Malaise. Coming as they did on top of the evidence gleaned in the field, the fruitful discussions had by the four academicians

were certainly not unconnected to Lyell and Malaise's rapid reversals of opinion.

In France, the palaeontologist Albert Gaudry (1827-1908) in 1859 presented a report to the Academy of Sciences on *La contemporanéité de l'espèce humaine et de diverses espèces animales aujourd'hui éteintes* (*The Contemporaneity of the Human Species and Various Animal Species Now Extinct*). E. Lartet, who had hinted at the same ideas some twenty years earlier, followed the same route, in 1860 publishing *Sur l'ancienneté géologique de l'espèce humaine* (*On the Geological Antiquity of the Human Species*). Fossil man was making his grand entrance into official science.

The Neandertals

The fossil men whose existence was finally admitted by 1860 were morphologically quite similar to moderns. This was the case of the adult cranium of Engis discovered by Schmerling, of the Paviland "Red Lady", of the Cro-Magnon skeletons found by Louis Lartet in 1868 at Eyzies in Dordogne. Yet discussion rapidly focussed on the recognition of archaic forms different from present types.

In August 1856, Johann Carl Fuhlrott (1803-1877), professor of Natural History at Elberfeld, saved from destruction a skull and some long bones which had been extracted by quarriers from a small cave in the Neander valley near Düsseldorf. The debate occasioned by the discovery soon became as impassioned as the opinions expressed were divergent. Due to the particular form of the cranium, very much depressed and exhibiting enormous superciliary arches, Herman Schaaffhausen (1816-1893) and the British naturalist Thomas H. Huxley (1825-1895) saw therein a representative of one of the oldest of human races. The celebrated anthropologist Rudolph Virchow (1821-1902) on the contrary considered the pieces to be pathological and linked them to a mental defective, whereas Mayer attributed them to a cossack killed in war !

Shortly thereafter, the British geologist George Busk noted that a cranium extracted in 1848 from the ossiferous breach of a cave in Gibraltar presented morphological characteristics quite close to those of the Neander valley. Considering the fossils of the Neanderthal group to be too different from modern man to receive the same denomination, King, Professor of Geology at Queen's University, Galway, Ireland, in 1864 proposed classifying them as a distinct species, *Homo neanderthalensis*. However, this taxonomic division did not stand the test of time and the pieces were reintegrated into the species *Homo sapiens*, as a sub-species, under the appellation *Homo sapiens neanderthalensis*, distinguishing them from *Homo sapiens sapiens*.

The discussion initiated by the Neanderthal finds would hardly have progressed had not a Dinant geologist Edouard Dupont (1841-1911), graduated from the Catholic University of Louvain, not discovered, a decade earlier, at the beginning of 1866, in the Naulette Hole, in the Lesse valley, in Namur province, a human mandible in a relatively well defined stratigraphical position, associated with the remains of extinct mammals, such as the mammoth, rhinoceros and the megaceros deer. The anthropologists who soon after studied the piece, among them notably Prüiner-Bey and Blake in the year following the discovery, pointed out its primitive characteristics, particularly the absence of a chin. Moreover, Paul Broca (1824-1880), Professor at the Faculty of Medicine of Paris, who was to have a decisive role in the development of anthropology, showed no hesitation in declaring that "the La Naulette jaw is the first fact providing an anatomical argument for the Darwinists; it is the first link in the chain which, according to them, must extend from man to the monkeys".

The circumstances surrounding the La Naulette discovery were symptomatic of the state of mind animating progressist academic milieux and authorities of the new Belgian nation at that time. Due to the new interest raised by the existence of fossil man, in 1863 the French Geological Society decided to hold a special meeting at Liège, so as to visit the caverns where

Schmerling had earlier worked. Edouard Dupont, who actively participated in the Congress, organizing an excursion to the Lesse valley, submitted a project to the academy the following year submitted for excavations in the caves of Wallonia. Thanks to a favourable report by P.J. Van Beneden (1809-1894), J.-B. d'Omalus d'Hallo (1783-1875), G. Dewalque and J. Kick, he benefited from Ministry of the Interior support and became the first naturalist to be subsidized by a government to carry out fieldwork in the area of the prehistory and palaeontology of the Quaternary era. From 1864 onwards, he thus explored a series of caverns, some of which were to become as well known as Laugerie, La Madeleine, or Le Moustier rockshelters in France. Among many others : the caves of Goyet and of Montaigle, the Magrite Hole, the Chaleux Hole and the Diable Hole at Hastière. Palaeontological and sedimentological analyses of these sites allowed the excavator to propose a succession of three periods, or the "Age of the Mammoth", the "Age of the Reindeer" and the "Present Era". Typological examination of the lithic industries carried out, unfortunately based upon the postulate of the evolutive unicity of each site, led Dupont as well, shortly after E. Lartet and G. de Mortillet (1821-1898) in France, to divide the prehistoric industries into 6 successive phases : the basic levels of Hastière, Montaigle and the Magrite Hole belonging to the "Age of the Mammoth", the Goyet level to intermediary characteristics, the Chaleux-Furfooz level originating from the "Age of the Reindeer" and finally the Neolithic age discovered in sediments of the "present era". Thus it was within the framework of a methodical and long-term research programme, as much in the field, where the profiles of deposits were carefully noted, as in the laboratory, where classifications and palaeoethnological and palaeoclimatical studies were elaborated, that the La Naulette mandible was exhumed. Dupont summarized what was essential to his work in caves in a brilliant synthesis entitled *L'homme pendant les âges de la pierre dans les environs de Dinant-sur-Meuse* (*Man During the Stone Ages in the Environs of Dinant-sur-Meuse*), published in two editions in 1871 and 1872. Among his other remarkable anthropological finds figure the bones of the

Frontal Hole at Furfooz, linked to the age of the Reindeer at the time of the excavation but soon attributed to the Neolithic by most 19th century anthropologists.

Two other general works, published in Belgium during the period when Dupont was pursuing his excavations, confirm the growing interest in fossil man and the nation's prehistory: *L'Homme fossile en Europe (Fossil Man in Europe)* published in 1867 by Henri Lehon (1809-1872) and *L'Âge de la Pierre et l'Homme préhistorique en Belgique (The Stone Age and Prehistoric Man in Belgium)*, written by Xavier de Reul (1832-1895) in 1868.

The multiplication of discoveries taking place in the meantime led A. de Quatrefages (1810-1892) and E.T. Hamy (1842-1908) to draw up an inventory of human palaeontology in the first three volumes of *Crania ethnica* (1873 and 1874), wherein known fossils are divided into three categories, the Neandertal and La Naulette pieces being placed into the "first human fossil race or the Canstadt race". By considering the representatives of the Neandertal group as a simple race rather than as a different species or as a particular ethnic type, these authors, in conformity with a position current at that time, attempted to minimize the importance of the parentage between man and the higher primates.

Another Walloon find, taking place in 1886 at the "Bêche-al-Roche" cave at Spy near Namur was to mark the subsequent development of anthropology profoundly insofar as it constituted the first discovery of Neandertal fossils in Europe exhibiting satisfactory guarantees in the threefold domain of stratigraphy, palaeontology and archaeological context. The significance of earlier finds, for that matter quite fragmentary, was in fact at that time still blemished by a certain incertitude due to the absence of associated lithic industry, as was the case at La Naulette, or because their geological age was poorly defined, as at Neandertal itself. Yet such guarantees were that much more necessary at the end of the 19th century in that numerous French naturalists were violently

opposed to Darwinian theses, which the Catholic Church moreover condemned, especially when they were applied to man.

It was during June and the first 10 days of July 1886, during excavations begun during the preceding August, that two Liège researchers, the amateur archaeologist Marcel De Puydt (1855-1940) and Maximin Lohest (1857-1926), a future Professor of Geology at the University of Liège, exhumed two human skeletons having an archaic aspect from the terrace of the Spy cave. The anthropological study of the bones was entrusted to the zoologist Julien Fraipont (1857-1910), then invited professor at the same university. Since the inside of the cave was already quite disturbed by the the digging conducted by A. Rucquoy in 1879, De Puydt and Lohest concentrated their research on the terrace in front of the shelter. Having blasted away calcareous blocks encumbering the site, they began by digging an exploratory trench three metres long, two wide and one metre eighty deep at the entrance to the cave. In order to explore an "ossiferous level" so discovered, and given the increasing thickness of the sediments and their lack of financial means, they thereupon called on the services of a retired miner, Armand Orban, who constructed an underground, wooden gallery in order to follow the deposit of bones like a miner following a vein. It was during these operations, rather unorthodox to say the least, during which they unknowingly crossed numerous distinct stratigraphical levels, that the excavators came across the remains of a first Neandertal skeleton, subsequently designated by the name Spy II. The gathering conditions were bad. The cranium was broken into some forty fragments, the skeleton's position was not noted, neither as to plotting nor as to stratigraphy. Realizing nonetheless the exceptional interest of their find and the carelessness of their research procedures, De Puydt and Lohest accordingly reverted to more classical methods and dug an open trench across the terrace. They thus brought to light a second, partial skeleton of a Neandertal man, Spy I, in conditions more propitious for stratigraphic notation and palaeoethnological, palaeontological and archaeological observation, correctly done for the period.



Fig. 2 Julien Fraipont (1857-1910).

The exhaustive monograph published in 1887 by Fraipont (fig. 2) and Lohest in the "Archives of Biology" merits a place apart in the history of human palaeontology. In fact it was the first work to associate the morphological characteristics and the palaeoenvironment of fossil men in detailed description. Moreover, it may be said that "[...] the discovery of the Spy I cranium drew the Neandertal cranium out of its relative isolation in that the pieces from the Neandertal valley were seen not to be pathological but to represent a particular human type". According to the authors, this Neandertal or Canstadt race presented more pithecoïd traits than any other human race known at the time of the Spy discovery. Notably, it is characterized by the "great development of the superciliary arches, the flatness of the forehead" and the development of a strong occipital torus and on the mandible, by the "absence of a chin protuberance". The bearing of the Spy men also particularly interested J. Fraipont, who in 1886, in a first report, considered that they must have walked "with the knees advanced, the thigh obliquely incurvated from back to front and from above to below, whereas the leg was inversely directed; meaning that the femur rested obliquely on the tibia". Illustrated by two sketches by Lohest, these attempts at reconstruction, today judged fantastical, prefigured those of La Chapelle-aux-Saints, upon which Marcellin Boule (1861-1942) based himself in 1913 in order to exclude Neandertal man from the ancestors of modern man.

From Spy to Engis

During the last decade of the 19th century, a Dutch military physician, Eugène Dubois (1858-1940) found the first testimony of a phase of human evolution predating the Neandertals at Trinil on the island of Java. First called *Anthropopithecus erectus*, following the discovery of a cranium and a femur having human characteristics, subsequently, in 1894, these finds received the name *Pithecanthropus erectus*, when the excavator reactivated the old term advanced by the German transformist Ernst Haeckel (1834-1919) to identify the "missing

link" intermediate between the anthropoid monkeys and *Homo sapiens*. The new fossils immediately elicited lively interest, even though their contribution to human phylogenesis was to be bitterly debated and only unanimously recognized following complementary discoveries by Gustav H.R. von Koenigswald (1902-1982) at Java itself from 1931 onward and by Davidson Black and Frans Weidenreich (1873-1948) in China during the twenties and thirties. This brought about a change in the perception of the location of the cradle of humanity which, from Europe, with Wallonia at the forefront of research, slid towards Asia during an initial period, only to be displaced to South Africa and then towards East Africa, due to the discovery of a still more archaic layer of hominids, *Australopithecus*.

In Wallonia, two new cave sites explored at the end of the 18th century, right after the Spy finds, further enriched the inventory of Neandertalian bones, or those presumed to be such. In 1889, Louis Bayet (1844-1912) uncovered a diaphysis of a femur apparently associated with Mousterian archeological material in the "Rotches de D'Gennly" cave at Montignies-le-Tilleul. The excavations carried out shortly thereafter, in 1895, in the Fonds de Forêt cave in the Vesdre valley, by Doctor Ferdinand Tihon (1846-1934) led to the discovery of another fragmentary femur of a Neandertal man, the detailed study of which awaited 1961.

Meanwhile, the Neolithic bones exhumed in Mosan caverns, already succinctly studied by J.A. Spring, P.J. Van Beneden, Prüner-Bey, G. Arnould, R. Virchow and E.T. Hamy among others, became the object of two detailed anthropological syntheses. The first, *Les Néolithiques de la Meuse* (*The Neolithics of the Meuse*) (1898) was the work of J. Fraipont, the second, *Les Néolithiques de la province de Namur* (*The Neolithics of the Province of Namur*) (1904) is owed to Emile Houzé (1848-1921), Professor at the University of Brussels. Despite divergences of opinion as to the importance of the remarkable cranial type of "Furfooz" and as to the age of the eponymous site, the Frontal Hole, the two authors agreed in considering the regional Neolithics to

be a cross-bred population produced by the intrusion of "Neolithic brachycephalics" into a substrate of "dolichocephalous autotochthons".

Following repeated discoveries of eoliths, the flint pseudo-artifacts which in reality are not hewn by man but result from the activity of natural agents, the question of man's existence during the tertiary era, marked Belgian research at the turn of the 18th century, under the influence of Alphonse Cels (1845-1919) and Aime Rutot (1847-1933).

From 1914-18 until 1940-45, palaeo-anthropological research essentially took place in the palaeontology laboratory of the University of Liège, where Charles Fraipont (1883-1946) continued the work of his father, Julien. Notably, his works dealt with the astralagus of the Spy man as well as with the curvature of the femur, culminating in 1936 with a revision of the age of the child's cranium from Engis, discovered by Schmerling a century earlier, and since then linked to the upper Palaeolithic, to the same period as the adult subject from the same site. Set on course by the judicious comments of Professor Loth of Warsaw, the younger Fraipont devoted himself to indepth study of the fossil and concluded that it belonged to a group of Neandertals, an attribution which, despite the German anthropologist H. Weinert's reticence, has been fully confirmed by a recent examination based upon distinguishing primitive, derived and juvenile characteristics.

Charles Fraipont also founded the Free School of Anthropology of Liège and in 1928 obtained the creation of a Doctorate in Anthropological Sciences, the suppression of which in 1972 greatly diminished a long Liège scientific tradition inaugurated by Schmerling. Among his collaborators figure the names of Suzanne Leclercq who also studied the femoral curvature and René Bailly whose analysis of the Moniat skeleton (near Dinant) represented an original attempt at greater rigour in comparisons between specimens. Notably, the calculus of differences between measurements of different fossils, each expressed in percentages of the value of a reference piece is implemented here.

Methodological Renewal

At the end of the thirties, the torch of palaeontology was taken up by François Twiesselmann, a doctor originating from Bouillon, who in 1936 developed a new section for Anthropology and Prehistory in the Royal Museum of Natural History, before being named professor at the Free University of Brussels. His methodological approach, notably illustrated in his 1961 monograph dedicated to the Neandertalian femur from Fonds de Forêt is innovative. He set out to integrate the observations, among others the measurements characterizing the fossils, within the variability of the human race, by specifying the position of individuals in relation to reference samples representative of populations and by taking the associations between characteristics into consideration. The method used to this end involves equiprobable ellipses and was proposed in 1955 by the mathematician Elizabeth Defrise-Gussenhoven in order to lend a graphic representation to the two dimensions of the variability of a population by integrating the correlation between the two measurements retained. The originality of the technique, which fits into the movement leading to recent applications of multivariate analysis to human fossil study, is particularly evident if one compares it to approaches focussing more on comparative anatomy, as characterizing works carried out at the same time by leaders in palaeoanthropology.

The role of Hyacinthe Brabant (1907-1975), Professor at the University of Brussels, in the study of dental characteristics of Palaeolithic and Neolithic populations also deserves to be brought to the fore. Elsewhere Marie-Antoinette Delsaux, collaborating with F. Twiesselmann, concentrated on the biometric evolution of the humerus over the course of time, whereas Andra Thoma, who joined the Vertebrate and Human Palaeontology Laboratory of the Catholic University of Louvain in 1973, took on a revision of the Spy Neandertals. Furthermore, Belgian academicians have not been wholly absent from fields of advanced anthropological research, with R.P. Edouard Boné (Catholic University of

Louvain) participating in the excavations at the Makapansgat *Australopithecus* site in South Africa during the fifties and the Hainault geologist Jean de Heinzelin (Rijksuniversiteit Gent) and his students at the Omo international mission in Ethiopia.

The last two decades have seen the development of applications of multivariate analysis to the study of hominid fossils, for example the La Naulette mandible, and the discoveries of new Palaeolithic and Mesolithic specimens, brought about by the proliferating of multi-disciplinary excavations in Walloon karstic caves. This new research has yielded two Ahrenbourgian human teeth at Remouchamps in 1970, an ancient double Mesolithic sepulture at Loverval near Charleroi in 1983, a decidual tooth at the "Trou de l'Abîme" at Couvin, as well as a collective, early Mesolithic sepulture at the Margaux Cave in 1988.

Conclusion

Despite the reduced number of researchers participating in the study of fossil man and the limited number of pieces discovered in its soil, Wallonia occupies a select place in the development and history of human palaeontology. Schmerling was the first scientist to have clearly understood and lent proof to the existence of fossil man. Spring and Malaise contributed to the ideas of their predecessor gaining acceptance. Julien Fraipont showed the anthropological value of Neandertal man. More recently, while the field of great discoveries has been inexorably

shifting towards Asia and Africa, François Twiesselmann has been at the origin of a methodological renewal moving in the direction of taking the biological variability of taxons into account.

Future perspectives for regional palaeoanthropological research seem intimately linked to its capacity to generate the formation of multi-disciplinary teams capable of incorporating themselves into research domains which are at the forefront at the end of the 20th century : the origin of Hominids in Africa and the new statistical, biochemical and genetic methods of analysis, for example, as well as carrying out correct excavations in the fossiliferous fills of Walloon caves. In fact, this type of terrain is particularly capable of yielding up new osseous remains, whose discoveries in the past have always preceded decisive progress in the evolution of the discipline. Meanwhile the carelessness of a number of unqualified excavators threatens to bring about indescribable insufficiencies in the excavation conditions of the pieces exhumed, as in the case of the Neolithic sepultures at Salet in 1984 and at Ben-Ahin in 1988, which might prove dramatic in the case of the discovery of Palaeolithic fossils. In this regard, there is cause to attack the nation's lack in the area of fundamental research as applied to the origins of man, lacunae which reduce one of the countries which have been at the heart of the development of human palaeontology and prehistory to the rank of disadvantaged nations and places one of the most emotionally charged facets of the cultural patrimony of humanity in peril.

Bibliographie

- ANGELROTH, H., 1945, Philippe-Charles Schmerling (1791-1836), *Bull. Soc. roy. belge Anthropol. Préhist.*, 56, pp. 44-57.
- BAILLY, R., 1933, Parallèle entre le squelette de Moniat (Belgique) et le squelette d'Asselar (Sahara), *Revue entropologique*, 46, pp. 172-181.
- BAYET, L., 1891, Caverne avec ossements quaternaires et traces de l'homme paléolithique à Montigny-le-Tilleul, *Documents et rapports de la Société d'Archéologie et de Paléontologie de l'arrondissement de Charleroi*, 17, pp. 175-189.
- BLAKE, C.C., 1867, On a Human Jaw from the Cave of La Naulette near Dinant, Belgium, *Anthropological Review*, 5, p. 294-303.
- BOITARD, P., 1838, L'homme fossile. Etude paléontologique, *Magasin universel*, 5, pp. 210-240.
- BOURDIER, F., 1967, *Préhistoire de France*, Paris, Flammarion, 412 p.
- BRABANT, H., 1968, La denture humaine à l'époque néolithique, *Bull. Soc. roy. belge Anthropol. Préhist.*, 79, pp. 105-141.
- BRABANT, H., 1970, La denture humaine au Paléolithique supérieur d'Europe, in G. CAMPS et G. OLIVIER(éds), *L'Homme de Cro-Magnon*, Paris, Arts et Métiers graphiques, pp. 99-120.
- BUCKLAND, W., 1823, *Reliquae diluvianae; or, Observations on the Organic Remains Contained in Caves, Fissures and Diluvial Gravel, and on Other Geological Phenomena, Attesting the Action of a Universal Deluge*, London.
- CARPENTIER-LEJEUNE, M., 1967, L'Université de Liège et les débuts de la paléontologie humaine, *Chronique de l'Université de Liège*, Liège, pp. 119-127.
- CELS, A., 1887, Essai d'une classification des instruments quaternaires en silex; considérations préliminaires sur l'homme à l'époque tertiaire dans les environs de Spiennes. Discussion, *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Bruxelles*, 6, pp. 156-182.
- CELS, A. et JACQUES, V., 1896-1987, Schmerling. Contribution à l'histoire du préhistorique en Belgique, *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Bruxelles*, 15, p. 86-106.
- CORDY, J.-M., 1981, La révélation de l'homme fossile, *Liège et la Préhistoire*, Liège, pp. 13-16.
- DEFRISE-GUSSENHOVEN, E., 1955, Ellipses équiprobables et taux d'éloignement, *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 31 (26), 31 p.
- DELSAUX, M.-A., 1976, Caractères mesurables de l'humérus humain, humérus fossiles, humérus modernes, *Inst. roy. Sci. nat. Belgique*, document de travail n° 10, 283 p., 17 pl.
- DE PUYDT, M., 1939, Grotte de Spy, souvenirs du premier congrès de Namur. Le marquis Albert de Beaufort et les fouilles de 1885 à 1886, *Fédération archéologique et historique de Belgique*, 31, Namur 1938, pp. 147-152.
- de QUATREFAGES, A., et HAMY, E.T., 1882, *Crania ethnica. Les crânes des races humaines*, Paris, Baillière et fils, 528 p.
- DE REUL, X., 1868, *L'âge de la pierre et l'homme préhistorique en Belgique*, Bruxelles, F. Claessen.
- DE REUL, X., 1874, *Guide dans les collections préhistoriques des âges de la pierre*, Bruxelles, Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, deuxième édition, 94 p.
- DEWEZ, M., 1981, Spy, cent ans de fouilles et de découvertes, *Parcs nationaux*, 36, pp. 25-42.

- DEWEZ, M., 1987, Les grottes préhistoriques de Furfooz, *Guide du Parc de Furfooz*, Ardenne et Gaume, monographie n° 14, pp. 16-27.
- DUPONT, E., 1872, *Les temps préhistoriques en Belgique. L'Homme pendant les âges de la pierre dans les environs de Dinant-sur-Meuse*, Bruxelles, Muquardt, deuxième édition, 250 p.
- FOURMARIER, P., 1919, Notice biographique sur Julien Fraipont, *Annales de la Société Géologique de Belgique*, 41, pp. 337-350.
- FRAIPONT, Ch., 1928a, L'enseignement de l'anthropologie à l'Université de Liège, *Revue anthropol.*, 38, pp. 113-130.
- FRAIPONT, Ch., 1928b, Les découvertes les plus importantes en anthropologie et préhistoire faites par des belges depuis Schmerling, *Institut international d'Anthropologie*, 3e session, Amsterdam sept. 1927, pp. 298-304.
- FRAIPONT, Ch., 1936, Les hommes fossiles d'Engis, *Archives de l'Institut de Paléontologie humaine*, 16, 53 p., 4 pl.
- FRAIPONT, Joseph, 1931, Le centenaire de Schmerling, *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 10, pp. 11-24.
- FRAIPONT, Julien, 1898, Les Néolithiques de la Meuse, I, types de Furfooz, *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Bruxelles*, XVI, pp. 311-391.
- FRAIPONT, J. et LOHEST, M., 1887, La race humaine de Néanderthal ou de Canstadt en Belgique, *Archives de Biologie*, 7, pp. 587-757.
- HAMY, E.T., *Précis de paléontologie humaine*, Paris, Baillière et fils, 372 p.
- HOUZE, E., 1904, Les Néolithiques de la province de Namur, *Fédération Archéologique et Historique de Belgique*, XVII session, Dinant 1903, pp. 305-402, 13 pl.h.t.
- HOUZE, E., 1909, Crânes et ossements des cavernes sépulcrales néolithiques d'Hastière, *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Bruxelles*, XXIII, pp. 1-54, 4 pl.h.t.
- KING, W., 1864, The Reputed Fossil Man of the Neanderthal, *Quat. S. Sc.*, pp. 88-97.
- LAMING-EMPERAIRE, A., 1963, *L'archéologie préhistorique*, Paris, Seuil, 189 p.
- LAMING-EMPERAIRE, A., 1964, *Origines de l'archéologie préhistorique en France*, Paris, Picard, 243 p.
- LARTET, E., 1837, Sur les débris trouvés à Sansan et sur les animaux antédiluviens en général, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (Paris), 5, pp. 158-159.
- LARTET, E., 1860, Sur l'ancienneté géologique de l'espèce humaine, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (Paris), 50, p. 790.
- LECLERCQ, S., 1927, *La courbure fémorale*, Liège, Bovy, 63 p.
- LEGUEBE, A., 1976, Résistance et ouverture à l'idée d'homme fossile avant 1860, *Recueil de travaux d'histoire et de philologie*, Université de Louvain, 6e série, 9, pp. 23-43.
- LEGUEBE, A., 1983, History of Physical Anthropology in Belgium, *Occasional Papers*, International Association of Human Biologists, vol. 1 (2), p. 1-35.
- LEGUEBE, A., 1986, Importance des découvertes de Néandertaliens en Belgique pour le développement de la paléontologie humaine, *Bull. Soc. roy. belge Anthropol. Préhist.*, 97, pp. 13-31.
- LE HON, H., 1867, *L'Homme fossile en Europe, son industrie, ses mœurs, ses oeuvres d'art*, Bruxelles, Muquardt, première édition, 306 p.
- LE HON, H., 1877, *L'Homme fossile en Europe, son industrie, ses mœurs, ses oeuvres d'art*, avec des notes d'E. Dupont, Bruxelles, Muquardt, quatrième édition, 438 p.

- LOHEST, M., JULIN, Ch. et RUTOT, A., 1925, Notice sur Julien Fraipont, *Bulletin de l'Académie royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique*, pp. 131-197.
- LYELL, Ch., 1863, *The Geological Evidences of the Antiquity of Man*, London, Murray.
- MALAISE, C., 1860, Mémoires sur les découvertes paléontologiques faites en Belgique, *Mém. Soc. libre Emulation*, Liège, 69 p.
- MALAISE, C., 1863, *L'homme fossile. Aperçu des principales découvertes qui tendent à prouver son existence*. Bruxelles, A. Lacroix, Verboeckhoven et Cie, 11 p.
- MELLEVILLE, M., 1842, *Du Diluvium, recherches sur les dépôts auxquels on doit donner ce nom et sur la cause qui les a produits*, Paris, Langlois et Leclercq, 86 p.
- MORREN, Ch., 1838, Notice sur la vie et les travaux de Philippe-Charles Schmerling, *Annuaire de l'Académie royale des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Belgique*, 4e année, pp. 130-150.
- ORBAN, R., 1984, Un précurseur belge : Philippe-Charles Schmerling (1791-1836), in Ch. SUSANNE (éd.), *Sur les traces des premiers hommes*, Bruxelles, Crédit Communal, pp. 14-16.
- PRUNER-BEY, F., 1866, Sur la mâchoire de La Naulette (Belgique), *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 2e série, 1, pp. 584-603.
- RUTOT, A., 1907, Causeries sur les industries de la pierre, avec démonstration scientifique et pratique de l'existence de l'industrie éolithique, *Revue de l'école d'Anthropologie de Paris*, 17e année, VIII, pp. 283-294.
- SACCASYN-DELLA SANTA, E., 1946, *La Belgique préhistorique*, Bruxelles, Office de publicité, 103 p.
- SCHMERLING, Ph.-Ch., 1832-1833, Sur des cavernes à ossements de la province de Liège, *Bull. Soc. Géol. de France*, 3, pp. 217-222.
- SCHMERLING, Ph.-Ch., 1833-1834, *Recherches sur les ossements fossiles découverts dans les cavernes de la province de Liège*, Vol. I, 1833, 167 p., vol. II, 1834, 195 p., 1 vol. de planches, Liège, Collardin.
- SERVAIS, J., 1940, Marcel De Puydt, 1855-1940 (Notice bibliographique), *Bulletin de l'Institut archéologique liégeois*, 64, pp. 119-135.
- SPRING, A., 1853, Sur des ossements humains découverts dans une caverne de la province de Namur, *Bulletin de l'Académie royale des Sciences, Lettres et Beaux Arts de Belgique*, XX, 3e partie, pp. 427-449.
- THOMA, A., 1975, Were the Spy Fossils Evolutionary Intermediates between Classic Neandertal and Modern Man ?, *Journal of Human Evolution*, 4 (5), pp. 387-410.
- TIHON, J., 1898, Les cavernes préhistoriques de la vallée de la Vesdre. Fouilles à Fond-de-Forêt (2e article), *Ann. Soc. r. Archéol. Bruxelles*, 12, pp. 145-173.
- TOURNAL, 1828, Note sur la caverne de Bize près de Narbonne, *Annales des Sciences naturelles*, 15, p. 348.
- TWIESSSELMANN, F., 1952, Notice sur l'oeuvre archéologique d'Edouard-François Dupont, *Etudes Hist. Archéol. namuroise dédiée à Fernand Courtoy*, Gembloux, Duculot, pp. 17-30.
- TWIESSSELMANN, F., 1960, Les activités de la section d'anthropologie et de préhistoire de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, in *Le Mouvement scientifique en Belgique*, Bruxelles, Fédération belge des Sociétés scientifiques, pp. 22-30.
- TWIESSSELMANN, F., 1961, Le fémur néanderthalien de Fond-de-Forêt. *Mém. Inst. roy. Sci. natur. Belgique*, 148, 164 p., 2 pl.
- WENDT, H., 1954, *A la recherche d'Adam*, Paris, La Table Ronde, 412 p.

Deuxième partie - Part Two

Actes du Symposium
Proceedings of the Symposium

L'inné et l'acquis

The Innate and the Acquired

Yves Coppens *

Cette dualité curieuse et scientifiquement déjà désuète, inné-acquis, qui est en fait une opposition - ce qui est inné n'est évidemment pas à acquérir; ce qui est acquis, a dû l'être et n'était donc pas inné - signifie, bien sûr, comme chacun sait, que l'inné est l'instinctif, inscrit dans le génome, je dirais l'automatique; que l'acquis est la connaissance, ce qu'il faut apprendre et qui ne se transmet que par la voie de l'éducation, je dirais la réflexion. Chacun sait, de la même manière, que l'Homme est issu du monde animal, réputé entièrement instinctif, entièrement programmé, tout inné et qu'il a lui-même perdu ses instincts, ses programmes, qu'il a gagné son libre arbitre, qu'il est devenu théoriquement tout acquis.

Et comme l'Homme est un sujet sacré pour toutes les sociétés humaines, et en l'occurrence pour la nôtre, ce changement extraordinaire de statut, au sein même de la Classe des Mammifères et de l'Ordre des Primates, ou bien n'étonne pas - car on l'a sacralisé - ou bien irrite et on entend souvent ce genre de propos "tant qu'on ne considérera pas l'Homme fossile comme un simple Primate, on ne comprendra rien à son évolution", ces deux positions étant bien entendu aussi inexacts l'une que l'autre.

Eh bien ce changement, moi, m'étonne et je vous propose de prendre ce sujet à bras le corps, pour voir la manière dont il se justifie, si tant est qu'il le fasse!

Rappelons, en préalable, pour être précis, que le Primate ancêtre de l'Homme ne devait pas plus être tout inné (bien des traits animaux s'établissent au cours de l'ontogenèse sous l'action du milieu et se trouvent impliqués dans les processus de sélection) que nous ne sommes nous-mêmes véritablement aujourd'hui "tout acquis".

De simples Cercopithécoïdés par exemple, des Macaques du Japon, ont un jour, probablement par hasard, lavé les patates douces de leur déjeuner dans de l'eau de mer au lieu de le faire dans de l'eau douce comme d'habitude et ils ont réalisé que le goût salé de ces tubercules était, gastronomiquement, sans comparaisons possibles, bien meilleur que le goût plus fade ou l'absence de goût des mêmes légumes nettoyés à l'eau douce. Leur prise de conscience a été telle qu'ils ont désormais adopté cette manière de saler leur pitance, l'ont apprise à leurs enfants qui aujourd'hui, la génération des inventeurs disparue, continuent de pratiquer cette tradition

* Yves Coppens, Professeur au Collège de France, 11 place M. Berthelot, 75231 Paris, France

culinaire, alors que la population géographiquement voisine de Macaques de la même espèce ne l'a toujours pas découverte. Il s'agit, par excellence, d'un acquis culturel, transmis comme toute culture par l'éducation, mais comme il s'agit de Macaques et que les Hommes sont sots et fâts, au lieu de culture et d'éducation, ils parlent de protoculture et d'apprentissage. Les mots nous protègent de la promiscuité.

Parmi les Hominoïdés, les exemples de cultures, de traditions, de transmissions sont évidemment légion, on a vu parfois la maman Chimpanzé saisir la main du petit pour lui expliquer le geste à accomplir et des populations de Chimpanzés d'une même région présenter des manières différentes de pêcher les termites ou de casser les noix.

Ceci dit, il n'en demeure pas moins que nos ancêtres Primates d'il y a 8 ou 10 millions d'années, qui n'étaient bien sûr ni Macaques ni Chimpanzés, devaient être majoritairement instinctifs, même s'ils avaient déjà l'esprit inventif et le souci de le faire savoir.

De la même manière, s'il est bien évident que l'Homme a perdu ses instincts, il est tout aussi évident qu'il ne les a pas tous perdus. Pierre-Paul Grassé, l'extraordinaire et encyclopédique zoologiste français, éditeur du fameux traité en je ne sais combien de volumes qui porte son nom, disait que le seul instinct qui restait à l'homme était celui de têter sa mère. Il est tout à fait évident qu'il y en a d'autres, bien plus que l'on imagine, sans aller jusqu'aux chiffres excessifs atteints par les sociobiologistes ou les behaviouristes, il y a quelques années. Mais il est bien évident aussi que les Hommes d'aujourd'hui doivent apprendre, je dirais majoritairement; c'est le prix de leur liberté. La preuve, *a contrario*, en a d'ailleurs été faite par accident à de nombreuses reprises : lorsque des petits des Hommes étaient perdus et parvenaient à survivre par chance, ces enfants appelés enfants lous ne savaient parfois pas marcher, jamais parler et leur réflexion n'avait guère d'initiatives. On peut dire que si les Hommes n'ont certes pas vraiment tout à apprendre, ils n'en ont pas moins beaucoup. Le problème est donc pratiquement

celui posé d'entrée. Que nous racontent donc la paléontologie, la paléoanthropologie et la préhistoire de cette transformation ?

La paléontologie, associée à la géologie et à la climatologie, nous apprend que notre famille, la famille des Hominidés, s'est probablement démarquée de ses ascendants Hominoïdés il y a 6 à 8 millions d'années parce qu'elle s'est trouvée accidentellement isolée. Les ancêtres potentiels Hominoïdés des Hominidés occupaient alors les régions périéquatoriales de l'Afrique, mosaïque de forêts et de savanes boisées. La réactivation de la zone de failles que l'on appelle Rift et le soulèvement de ses bords comme de la province comprise entre elle et l'Océan Indien, a perturbé le régime des précipitations; la surrection simultanée du plateau tibétain a d'ailleurs contribué à isoler cette sorte de quadrilatère où s'est installé le système des moussons. Ecologiquement cela s'est traduit en Ouganda, Ethiopie, Djibouti, Somalie, Kenya, Tanzanie, par une dégradation du couvert arboré; la forêt et la savane boisée ont fait place à la forêt riveraine de cours d'eau et à la savane claire et la population d'Hominoïdés péripatrique, piégée à l'Est par cet événement tectonique devenu surtout pour elle événement écologique, en s'adaptant, par sélection naturelle, aux conditions nouvelles imposées, s'est faite Hominidés. Notre famille serait donc ainsi née de manière tout à fait commune, par cladogénèse, résultant d'un isolement géographique, comme la plus grande partie des familles animales. Nous sommes, à ce niveau là donc, en pleine logique biologique.

Chacun sait que va se développer alors la première sous-famille des Hominidés, les Australopithèques, sélectionnant déjà bien des traits qui deviendront les nôtres : station debout, marché bipède (originale mais néanmoins bipède), encéphale à grand lobe frontal et petit lobe occipital, canines petites et dents jugales à émail épais, aménagement des premiers outils de pierre et d'os.

La paléoanthropologie associée à la paléontologie et à la palynologie, nous apprend ensuite que notre genre, le genre *Homo*, s'est très

probablement démarqué de ses ascendants Australopithèques, il y a 3 millions d'années, parce qu'il s'est trouvé confronté à une crise climatique d'envergure. Toute la Terre est saisie de frissons dès 3 millions 300.000 ans et ce refroidissement global se traduit dans la province berceau des Hominidés par un nouveau coup de semonce de la sécheresse. Bien des mammifères alors s'éteignent, d'autres migrent tandis que d'autres encore sélectionnent des caractères qui les avantagent pour s'adapter et survivre; c'est le cas par exemple des Equidés, des Suidés, des Hominidés; les premiers donnent naissance au genre *Equus* aux pattes à un doigt, les seconds au genre *Phacochoerus* aux dents à très haute couronne, les troisièmes au genre *Homo* au cerveau très gros et aux dents à manger de tout. Notre genre serait donc ainsi né de manière tout à fait commune, comme le cheval et le phacochère, par la sélection naturelle que les conditions climatiques ont imposée. Nous sommes, à ce niveau là encore, en pleine logique biologique.

C'est donc la seconde sous-famille des Hominidés qui va se développer alors, celle des Homininés ou Hommes, créant curiosité et mobilité parce que le gros cerveau a fait éclore la conscience, et la denture, l'alimentation carnée. Il s'ensuit de proche en proche la conquête du monde, et d'invention en invention, l'accroissement de ce milieu nouveau né avec les Australopithèques et que l'on appelle la culture.

L'Homme va subir une évolution morphologique graduelle et passer par des stades successifs que l'on nomme *habilis*, *erectus*, *sapiens*; la culture va subir de son côté une évolution technologique continue, cumulative, et passer par des degrés successifs que l'on appelle Oldowayen, Acheuléen, Paléolithique moyen, Paléolithique supérieur, Néolithique, Age des Métaux, de l'écriture, de l'imprimerie, du traitement de textes...

Or quand on cherche à savoir qui a fait quoi, on s'aperçoit que si les *Homo habilis* sont bien ceux qui ont fabriqué l'Oldowayen, les

premiers *Homo erectus* l'ont fabriqué aussi; si ce sont bien les *Homo erectus* suivants qui ont fait l'Acheuléen, les premiers *Homo sapiens* l'ont fait aussi. Tandis que ce sont les *Homo sapiens* suivants qui ont inventé le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur, ce sont eux qui ont fait la révolution néolithique, ce sont eux qui ont découvert la métallurgie, la sidérurgie, créé l'écriture, l'imprimerie et le traitement de textes. En d'autres termes, pendant quelques millions d'années, l'évolution biologique semble s'être faite sur sa lancée, de manière plus rapide que ne se sont accomplies l'évolution technologique et la diversification des outils; l'invention n'est alors pas fréquente, le comportement est conservateur, la connaissance progresse mais elle est en retard sur l'anatomie. Mais les proportions peu à peu changent au profit de la culture et un beau jour, d'il y a seulement quelques centaines de milliers d'années, sans doute, ces proportions s'inversent. L'évolution biologique ralentit puis s'arrête tandis que le monde des connaissances, de l'invention, de la technique, nous envahit, nous submerge, nous enveloppe. Cette bascule est donc perceptible; elle se fait au moment de l'inversion des vitesses de l'évolution biologique et de l'évolution culturelle, vers les débuts du Paléolithique moyen ou Middle Stone Age.

Quand se produit désormais une crise naturelle, tectonique, écologique, climatique, au lieu d'être astreints de s'y adapter biologiquement, les Hommes se contentent d'y adapter leur bulle culturelle, leur habitat, leurs vêtements, leurs outils; le corps n'a plus besoin de réagir puisque l'acquis réagit pour lui. La sélection naturelle n'a plus à se manifester, les instincts tombent tandis que s'accélère la course au savoir.

Et nous voici aujourd'hui, curieux petits mammifères, libres mais responsables, dignes mais fragiles, toujours un peu coincés dans un carcan génétique que l'on s'évertue à démonter, mais bientôt maîtres de notre évolution et de notre Univers. Vous avouerez que c'est à la fois une histoire merveilleuse mais une drôle d'histoire.

Analyse morphométrique et fonctionnelle du pelvis des *Australopithecus* (*Australopithecus afarensis*, *A. africanus*) : interprétations locomotrices et obstétricales

A Morphometrical and Functional Analysis of the Pelvis of Australopithecines (*Australopithecus afarensis*, *A. africanus*) : locomotor and obstetrical interpretations

Christine Berge *

Résumé

Les résultats d'une analyse multidimensionnelle (analyse factorielle logarithmique) permettent de mettre en évidence les principales différences de proportions pelviennes entre *Australopithecus* (AL 288-1 et Sts 14) et *Homo* (représenté par un vaste échantillonnage d'humains actuels comprenant des Pygmées). Les traits les plus marquants de la morphologie pelvienne de *Australopithecus afarensis* (AL 288-1) sont ensuite interprétés en terme d'adaptations locomotrices et obstétricales. (1) La bipédie de l'*Australopithecus* était différente de celle de l'Homme. D'une part, la position debout était moins stable. D'autre part, l'*Australopithecus* marchait en balançant les bras et en effectuant d'amples mouvements de rotation des ceintures scapulaires et pelviennes autour de l'axe vertébral. (2) En revanche, la parturition de l'*Australopithecus* était assez proche de la parturition humaine par sa mécanique obstétricale. Les résultats suggèrent que l'adaptation à la bipédie humaine (conduisant à la réduction des dimensions de la cavité pelvienne) pourrait avoir joué un rôle dans le processus d'encéphalisation qui caractérise le genre *Homo*.

Abstract

The results of a multidimensional analysis (logarithmic factorial analysis) allows us to bring to light the principal differences in pelvic proportions between *Australopithecus* (AL 288-1 et Sts 14) and *Homo* (represented by a vast sampling of contemporary humans including Pygmies). The most outstanding traits of the pelvic morphology of *Australopithecus afarensis* (AL 288-1) are then interpreted in terms of locomotor and obstetrical adaptations. (1) The bipedy of *Australopithecus* was different from that of *Homo*. For one thing, the upright position was less stable. For another, *Australopithecus* walked in swinging his arms and in executing wide rotational movements of the scapular and pelvic girdles around the vertebral axis. (2) On the other hand, the parturition of *Australopithecus* was rather close to human parturition in its obstetrical mechanics. Results suggest that adaptation to human bipedy (leading to reduction in the dimensions of the pelvic cavity) could have played a role in the encephalization process which characterizes the genus *Homo*.

Mots clés : pelvis, *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus*, analyse multidimensionnelle, bipédie, parturition.

Key words : pelvis, *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus africanus*, multidimensional analysis, bipedy, parturition.

* Christine Berge, C.N.R.S., URA 041137, Laboratoire d'Anatomie comparée, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, 55 rue Buffon, 75005 Paris, France

Introduction

Les premiers restes pelviens d'Australopithèques ont été trouvés en Afrique australe, à Sterkfontein et à Makapansgat (*Australopithecus africanus*), ainsi qu'à Swartkrans et Kromdraai (*Australopithecus robustus*). Ces fragments d'os coxaux présentent en commun des traits morphologiques qui les situent sans conteste plus près du genre *Homo* que des singes Anthroïdes. Ainsi, l'hypothèse d'une bipédie assez proche de celle de l'Homme fut-elle très tôt proposée pour les plus anciens Hominidés (Dart, 1949a, 1949b, 1958; Broom *et al.*, 1950; Robinson, 1972). Néanmoins, des différences de proportions et d'orientation de l'aile iliaque avaient amené ces auteurs à qualifier cette bipédie de "plus primitive" et de "moins efficace" que celle de l'Homme moderne (Broom *et al.*, 1950; Le Gros Clark, 1955; Mednick, 1955; Dart, 1958; Chopra, 1962; Napier, 1967; Zihlman, 1971; Zihlman et Hunter, 1972).

Par contraste avec les nombreuses interprétations locomotrices, peu d'interprétations obstétricales ont été proposées à partir de ce matériel jugé sans doute trop fragmentaire. Malinas (1970) avait néanmoins tenté de reconstituer la cavité obstétricale de l'Australopithèque, à partir des fragments d'os coxaux juvéniles de Makapansgat, pour en déduire certains paramètres de la parturition. En dépit de nombreuses incertitudes liées au mauvais état du matériel, cette étude semble montrer que la parturition des Australopithèques était plus simple que celle de l'Homme, du point de vue mécanique.

Il était alors couramment admis que la parturition des premiers Hominidés devait être moins complexe que celle de l'Homme, en raison du faible développement cérébral que l'on attribue au fœtus à terme d'Australopithèque (Lovejoy *et al.*, 1973; Leutenegger, 1974; Lovejoy, 1975; McHenry, 1975). Partant de cette hypothèse, certains avaient même estimé (Lovejoy *et al.*, 1973; Lovejoy, 1975; Wolpoff et Lovejoy, 1975) que la cavité pelvienne des

Australopithèques devait être plus étroite que celle de l'Homme, du fait de l'absence de contraintes s'exerçant sur les parois transversales du canal d'accouchement. Pourtant, le pelvis de Sterkfontein, malgré son état incomplet et déformé, semblait, à l'inverse, très large (Robinson, 1972).

C'est seulement avec la découverte en Afrique orientale, au site d'Hadar, du squelette de "Lucie" que la morphologie pelvienne des Australopithèques a pu être précisée (Coppens, 1975; Johanson, White et Coppens, 1978; Johanson *et al.*, 1982). Le fossile d'Hadar, plus ancien que les précédents, a été attribué à une espèce différente (*Australopithecus afarensis*; Johanson, White et Coppens, 1978; Johanson et White, 1979), voire même à un genre différent (Pré-*Australopithecus*; Coppens, 1981, 1984). Deux reconstitutions du pelvis ont été proposées à partir de l'os coxal gauche et du sacrum d'Hadar, celle de Schmid (1983) et celle de Tague et Lovejoy (1986). Malgré quelques dissemblances entre ces deux reconstitutions, il semble que le fossile d'Hadar présente globalement la même morphologie pelvienne que le fossile de Sterkfontein (Berge *et al.*, 1984; McHenry, 1984, 1986; Berge et Kazmierczak, 1986). En revanche, ses proportions pelviennes le distinguent nettement du genre *Homo* (Berge et Ponge, 1983; Stern et Susman, 1983; Susman *et al.*, 1984; Berge, 1984; Berge *et al.*, 1984; Berge et Kazmierczak, 1986; Berge, 1990).

Plusieurs hypothèses évolutives et fonctionnelles ont donc été proposées sur l'ensemble du matériel post-crânien attribué aux Australopithèques "graciles" (*Australopithecus afarensis*, *A. africanus*) : (1) Les Australopithèques avaient une bipédie complètement moderne, mais leur parturition était différente de celle de l'Homme (Lovejoy *et al.*, 1973; Lovejoy, 1975; McHenry, 1975, 1986; Wolpoff, 1978, 1983a, 1983b; Tague et Lovejoy, 1986; Leutenegger, 1987). (2) Les Australopithèques avaient une parturition semblable à celle de l'Homme moderne (Berge *et al.*, 1984; Berge,

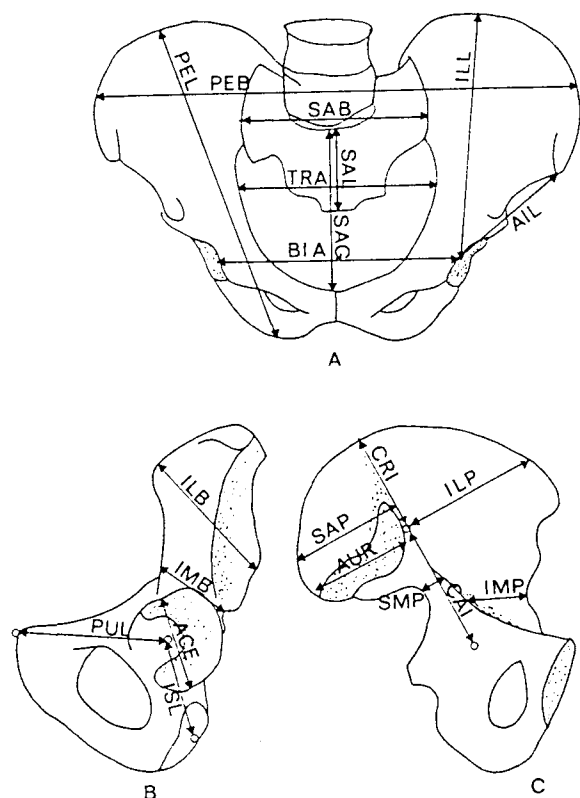


Fig. 1 Mesures du pelvis. A : vue antéro-supérieure du pelvis humain; B et C : vue externe et interne de l'os coxal humain; voir le tableau 1 pour le code des mesures.

Matériel et méthodes

1. Matériel

Les fossiles sont étudiés d'après moulages. Le pelvis d'Hadar (AL 288-1) a été reconstitué par moulage en miroir, à partir de l'os coxal gauche et du sacrum (Schmid, 1983). A ce pelvis est associé le fémur gauche d'Hadar, dont l'articulation distale a été reconstituée. Ces moulages sont actuellement conservés à l'Anthropologisches Institut der Universität, Zürich-Irchel. Le pelvis de Sterkfontein (Sts 14) comprend les deux os coxaux qui ont conservé leurs déformations d'origine, et une reconstitution des deux premières vertèbres sacrées. Ces moulages sont conservés au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (os coxal droit) et au Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés et de Paléontologie Humaine de l'Université Paris 6 (os coxal gauche et sacrum).

Tableau 1 Liste des mesures du pelvis.

1991), leur bipédie étant par contre sensiblement différente (Zihlman, 1971; Zihlman et Hunter, 1972; McHenry, 1975; Steudel, 1978; Jungers et Stern, 1983; Deloison, 1985; Berge et Kazmierczak, 1986; Tardieu, 1986; Jungers, 1988; Berge, 1991; Berge, sous presse). (3) Les Australopithèques n'étaient pas seulement bipèdes au sol mais utilisaient aussi le grimper arboricole (McHenry, 1975; Schmid, 1983; Stern et Susman, 1983; Senut, 1984; Susman *et al.*, 1984; Senut et Tardieu, 1985; Berge, 1990, 1991).

Le but de cette étude est de discuter de ces différentes hypothèses locomotrices et obstétricales, à partir de la comparaison morphométrique du pelvis des Australopithèques "graciles" (d'Hadar et de Sterkfontein) et de l'Homme moderne. L'interprétation fonctionnelle du pelvis des Australopithèques s'appuiera surtout sur la morphologie du fossile d'Hadar, actuellement mieux reconstitué que celui de Sterkfontein.

ACE	Diamètre de l'acétabulum
AIL	Longueur antérieure de l'ilion
AUR	Largeur de la surface auriculaire
BIA	Diamètre biacétabulaire
CAI	Longueur du segment inférieur de l'ilion
CRI	Longueur du segment supérieur de l'ilion
ILB	Largeur de l'ilion
ILL	Longueur de l'ilion
ILP	Largeur maximale du plan iliaque
IMB	Largeur minimale de l'ilion
IMP	Largeur minimale du plan iliaque
ISL	Longueur de l'ischion
PEB	Largeur du pelvis
PEL	Longueur du pelvis
PUL	Longueur du pubis
SAB	Largeur du sacrum
SAG	Diamètre sagittal du détroit supérieur
SAL	Longueur du sacrum
SAP	Largeur maximale du plan sacré
SMP	Largeur minimale du plan sacré
TRA	Diamètre transverse du détroit supérieur

Le matériel de comparaison comprend 65 pelvis d'*Homo sapiens* adultes, soit 35 Européens, 17 Africains et Asiatiques, et 13 Pygmées africains. Le matériel appartient au Laboratoire d'Anatomie Comparée et au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris ainsi qu'au Laboratoire d'Anthropologie Biologique de l'Université Paris 7 et à l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique.

2. Méthodes

2.1. Analyse morphométrique

21 dimensions linéaires ont été définies sur le pelvis humain, pour être ensuite appliquées à l'ensemble du matériel actuel et fossile (fig. 1; tableau 1).

Une analyse factorielle logarithmique

(AFL) a été effectuée à partir de ces 21 dimensions mesurées sur les 67 pelvis actuels et fossiles. Rappelons que l'AFL est une analyse en composantes principales (matrice de covariances) dont les données ont été préalablement log-transformées, puis bi-centrées de manière à minimiser, voire supprimer, le facteur-taille (Berge et Kazmierczak, 1986; Berge, 1990). Parmi les individus (les 67 pelvis), ceux qui se projettent loin de l'origine des axes factoriels présentent des différences de proportions que l'on évalue de la manière suivante. On a projeté les variables (les 21 dimensions pelviennes) sur le même plan factoriel. Les variables projetées loin de l'origine des axes factoriels correspondent aux caractères de différenciation. Les variables situées du même côté des axes factoriels que les individus considérés correspondent aux dimensions proportionnellement grandes pour ces mêmes individus, tandis que les variables situées du côté opposé correspondent aux dimensions proportionnellement petites.

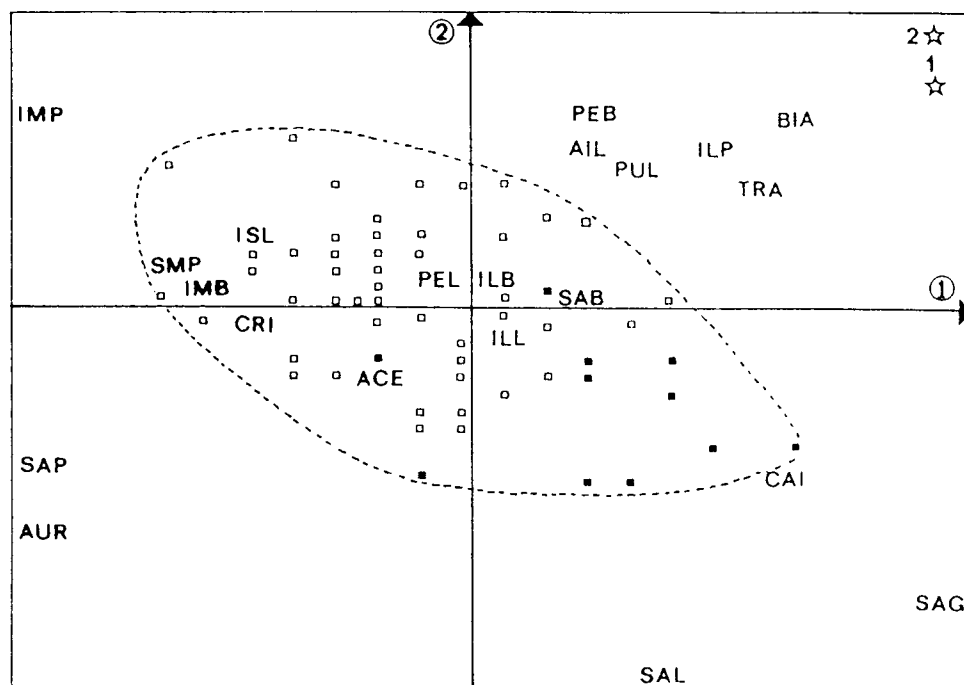


Fig. 2 Analyse factorielle logarithmique des dimensions du pelvis des Hominidés (21 mesures, 67 pelvis). Projection des individus (pelvis) dans le plan des axes factoriels 1 et 2 (respectivement 40 et 20% de la variance totale). En pointillés, le nuage des individus humains. Les pygmées sont représentés par des carrés noirs, les autres humains d'origines diverses par des carrés blancs. 1 : *Australopithecus africanus* (Sts 14); 2 : *Australopithecus afarensis* (AL 288-1). Les variables (mesures du pelvis) sont projetées sur le même plan factoriel. Voir le code des variables au tableau 1.

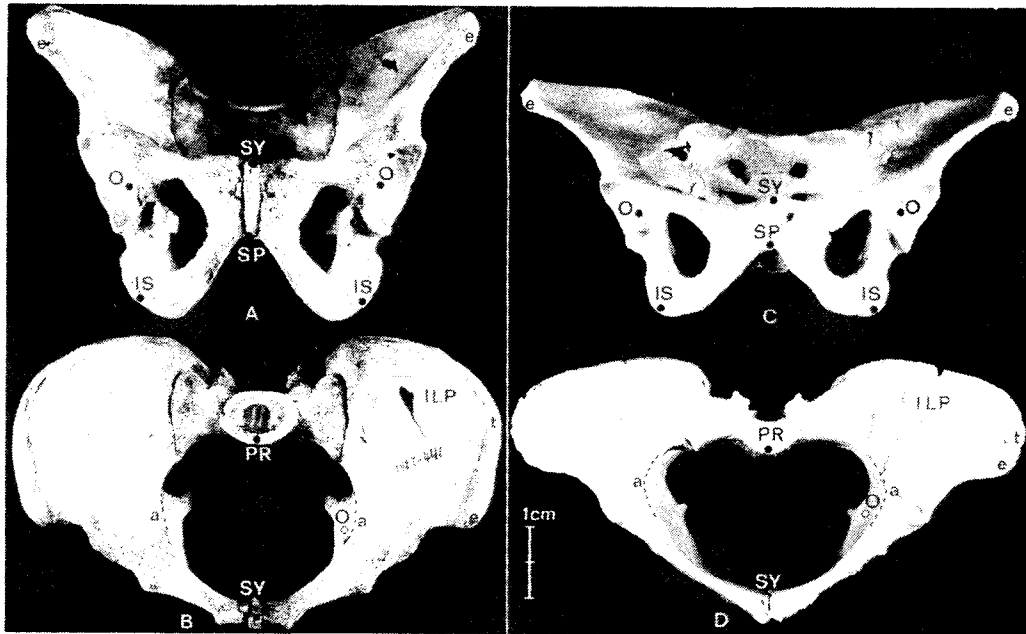


Fig. 3 Le pelvis d'Hadar comparé au pelvis humain en vue antérieure et en vue supérieure. A et B : *Homo sapiens* (femme européenne); C et D : *Australopithecus afarensis* (AL 288-1); A et C : vue antérieure du pelvis posé sur un plan horizontal; B et D : vue supérieure du détroit pelvien supérieur. a-a : diamètre transverse du détroit pelvien supérieur; e : épine iliaque antéro-supérieure; IS : centre de la tubérosité ischiatique; O : centre de la cavité cotyloïde; PR : promontorium; SP : point sous-pubien; SY : symphysis; t : tubercule fessier.

2.2. Analyse fonctionnelle locomotrice

Le membre pelvien du fossile d'Hadar est reconstitué à partir du pelvis, du fémur ainsi que d'une estimation de la diaphyse tibiale réalisée d'après différents fragments, par P. Schmid (comm. pers.). Le membre pelvien humain utilisé pour cette comparaison est celui d'une femme pygmée choisie pour sa très petite taille (stature : 137 cm). Les deux pelvis d'Hominidés ont la même hauteur d'os coxal (17 cm).

2.3. Analyse fonctionnelle obstétricale

La morphologie et les dimensions de la cavité pelvienne de AL 288-1 sont comparées à celles d'un pelvis humain féminin d'origine européenne (de manière à pouvoir associer à ce pelvis des dimensions foetales connues). Les dimensions foetales associées au pelvis AL 288-1 ont été estimées par Berge *et al.* (1984) à partir des dimensions de la cavité pelvienne. Le crâne foetal étant représenté par une ellipse, le diamètre crânien sagittal (ds) est estimé à 80-85 mm, le diamètre crânien transverse (dt) à 70-75 mm.

Les dimensions foetales associées au pelvis humain sont les dimensions moyennes d'un échantillonnage de plus de 250 crânes de fœtus à terme d'origine européenne : ds est égal en moyenne à 105 mm et dt à 95 mm (Berge *et al.*, 1984).

Résultats

1. Analyse multidimensionnelle du pelvis des Hominidés

Le plan des axes 1 et 2 de l'AFL permet de mettre en évidence les principaux caractères morphométriques qui, sur le pelvis, distinguent clairement le genre *Australopithecus* du genre *Homo* (fig. 2). Les humains forment un groupe assez homogène situé près de l'origine des axes factoriels. A l'intérieur de ce groupe, les pygmées ont néanmoins des proportions pelviennes légèrement différentes des autres humains. Leur pelvis, par exemple, est relativement allongé sur certains segments (SAL, CAI, SAG), et étroit au niveau du col de l'ilion (IMP, SMP, IMB). Les

deux Australopithèques (Sts 14 et AL 288-1) sont clairement éloignés du nuage des humains. L'écart entre les deux fossiles et les pygmées montre qu'il s'agit bien de différences morphologiques, pour la plupart indépendantes du facteur-taille (caractères non-allométriques). La projection des variables les plus éloignées de l'origine des axes factoriels donnent les principaux caractères pelviens qui différencient *Australopithecus* de *Homo*. Comparé au pelvis humain, le pelvis des Australopithèques est extrêmement large, notamment au niveau de la cavité pelvienne (BIA, TRA, PUL). Les ailes iliaques sont très larges au niveau du plan iliaque de l'ilion (PEB, AIL, ILP). En revanche, le plan sacré de l'ilion est étroit (SAP, AUR). Ces

différents caractères morphologiques sont décrits dans le paragraphe suivant.

2. Les principaux traits morphologiques du pelvis des Australopithèques

La comparaison du pelvis de *Australopithecus afarensis* d'Hadar (AL 288-1) et du pelvis humain (femme européenne) permet de préciser les caractères morphologiques des Australopithèques énoncés plus haut. Le pelvis d'Hadar est, en vue antérieure, proportionnellement très large par rapport à sa hauteur (fig. 3C). Cette largeur est surtout remarquable au niveau des crêtes iliaques (e-e), entre les cavités cotyloïdes (O-O), et de façon moindre, entre les tubérosités ischiatiques (IS-IS).

La vue supérieure du pelvis d'Hadar (fig. 3D) montre que le plan iliaque de l'ilion (ILP) est particulièrement large et orienté plus latéralement que sur le pelvis humain. Cette morphologie de l'ilion est liée à la situation du tubercule fessier (t) qui est très proche de l'épine iliaque antéro-supérieure (e), donnant ainsi à la région de l'épine iliaque une forme "en bec" très caractéristique. Les proportions du détroit pelvien supérieur sont tout à fait remarquables (fig. 3D). Le diamètre transverse (a-a) est particulièrement long, tandis que le diamètre sagittal (PR-SY) est court. On note aussi que la branche du pubis du fossile (O-SY) est très longue (fig. 3D).

La vue postéro-supérieure du pelvis d'Hadar et du pelvis humain permet de comparer l'orientation de leurs ailes iliaques (fig. 4). Chez l'Homme, la crête iliaque de l'ilion a la forme d'un S oblique. La projection de la crête iliaque humaine sur le plan sagittal et sur le plan transverse du pelvis (en pointillés, fig. 4A) montre que l'aile iliaque humaine est plus proche d'une orientation sagittale que d'une orientation transversale. Chez l'Australopithèque, la crête iliaque a la forme d'un S oblique très aplati. En effet, l'inflexion du S correspondant à la partie antérieure de l'ilion (segment t-e) est très courte,

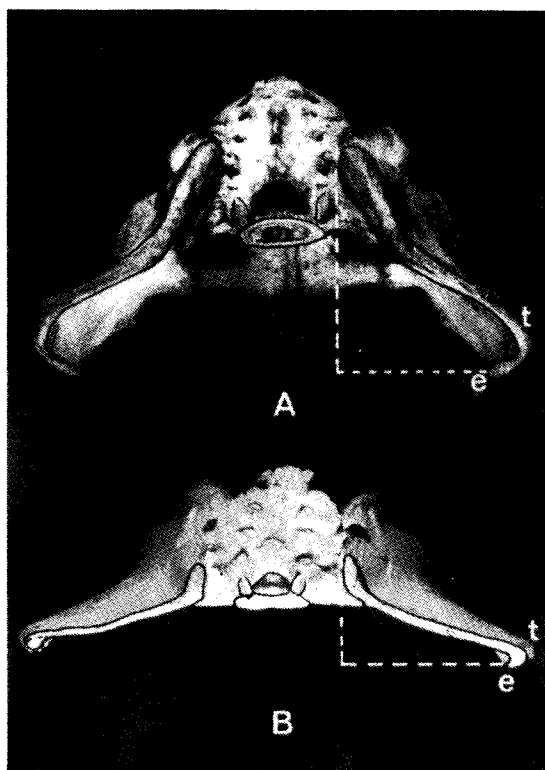


Fig. 4 Le pelvis d'Hadar comparé au pelvis humain en vue postéro-supérieure. La crête iliaque est en vue supérieure, l'avant du pelvis étant dirigé vers le bas de la figure. En pointillés, la projection de la crête iliaque dans le plan sagittal et dans le plan frontal. A : *Homo sapiens sapiens* (femme européenne); B : *Australopithecus afarensis* (AL 288-1); e : épine iliaque antéro-supérieure; t : tubercule fessier.

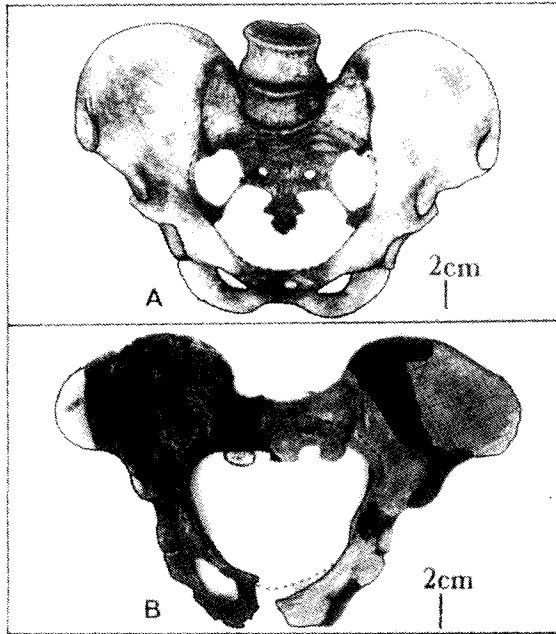


Fig. 5 Le pelvis de Sterkfontein comparé au pelvis humain en vue antéro-supérieure. A : *Homo sapiens* (femme européenne); B : *Australopithecus africanus* (Sts 14).

de même que l'inflexion postérieure correspondant au plan sacré de l'ilion. La projection de la crête iliaque d'Hadar sur le plan sagittal et sur le plan transverse du pelvis (en pointillé, fig. 4B) montre que l'aile iliaque de l'Australopithèque est plus proche d'une orientation transversale que d'une orientation sagittale.

Le pelvis de Sterkfontein (Sts 14) semble posséder les mêmes caractéristiques que le pelvis d'Hadar. D'une part, les proportions sont globalement les mêmes, d'autre part l'ilion présente les mêmes caractères spécifiques, comme par exemple, la forme "en bec" de l'épine iliaque antéro-supérieure (fig. 5B).

3. Adaptation locomotrice

Le membre pelvien de l'Australopithèque a des proportions très différentes de celles de l'Homme. Pour une même hauteur d'os coxal, le pelvis d'Hadar est beaucoup plus large que le pelvis humain (femme pygmée), alors que les os

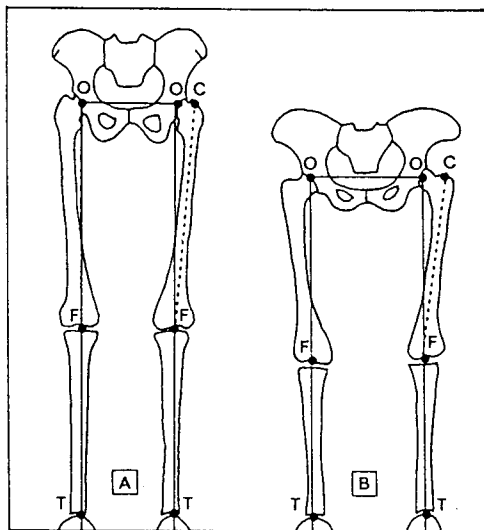


Fig. 6 L'Australopithèque d'Hadar en position bipède, comparé à l'Homme : vue antérieure du pelvis en appui sur les membres inférieurs. L'orientation des différents éléments du squelette est précisée dans le texte. A : *Homo sapiens* (femme pygmée); B : *Australopithecus afarensis* (AL 288-1). C-F : axe de la diaphyse fémorale; F : centre de l'articulation du genou; O : centre de l'articulation coxo-fémorale; O-F : axe mécanique du fémur; O-T : axe mécanique du membre inférieur vertical; T : centre de l'articulation de la cheville.

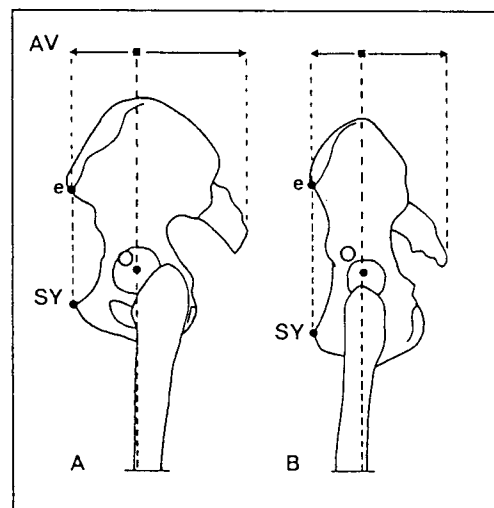


Fig. 7 L'Australopithèque d'Hadar en position bipède, comparé à l'Homme : vue latérale du pelvis articulé aux membres inférieurs. Le segment e-SY est placé verticalement (voir, texte). En pointillés, trois verticales permettent de comparer le développement antérieur et postérieur des deux pelvis (flèches). A : *Homo sapiens* (femme pygmée); B : *Australopithecus afarensis* (AL 288-1). AV : avant; e : épine iliaque antéro-supérieure; O : centre de l'articulation coxo-fémorale; SY : symphyse.

longs du membre inférieur sont nettement plus courts (figure 6B). Pour pouvoir comparer les conditions de la bipédie de l'Australopithèque à celle de l'Homme, nous avons placé le pelvis et les os des membres inférieurs du fossile d'Hadar et de la femme pygmée selon les mêmes critères d'orientation. On compare, en vue antérieure et en vue latérale, les deux squelettes placés selon la position classique de référence qui est celle "du soldat au garde-à-vous" (fig. 6 et 7).

En vue antérieur, le pelvis humain est horizontal, les membres inférieurs sont étendus

et l'axe mécanique du membre inférieur (O-T) est vertical (fig. 6A). L'écart entre les articulations coxo-fémorales (O-O) est égal à celui des genoux et des pieds. Lorsque l'on place les éléments constituant le membre pelvien du fossile d'Hadar selon ces mêmes critères, on observe que l'écart important entre les cavités cotyloïdes (O-O) a pour conséquence un écart tout aussi important des genoux et des pieds (fig. 6B). On note aussi que la diaphyse fémorale d'Hadar (C-F) est très oblique, phénomène qui est lié à la grande longueur du segment O-C.

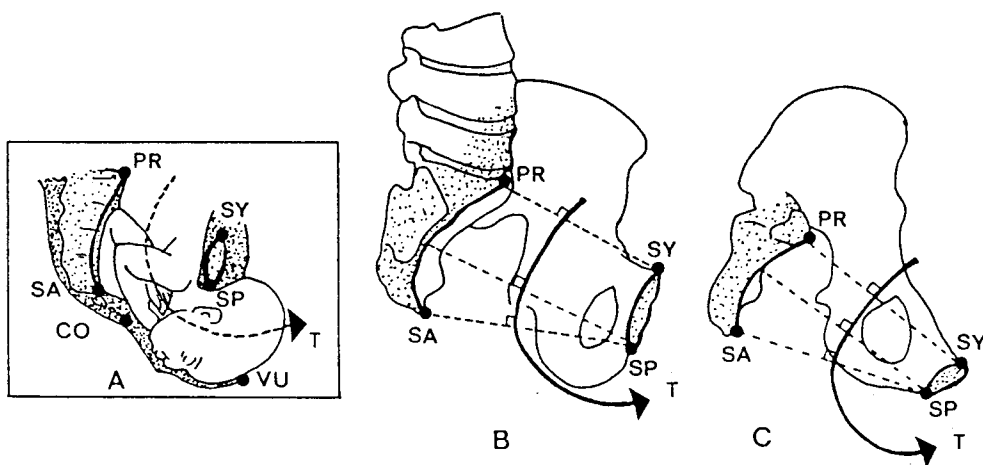


Fig. 8 La parturition de l'Australopithèque comparée à celle de l'Homme : reconstitution de la trajectoire du fœtus à terme dans le plan sagittal de la cavité pelvienne. A : le fœtus humain dans le canal d'accouchement; B : construction de la trajectoire du fœtus dans la cavité pelvienne humaine (femme européenne); C : construction de la trajectoire du fœtus dans la cavité pelvienne de l'Australopithèque (AL 288-1). Les cavités pelviennes, en vue sagittale, sont arbitrairement placées verticalement. CO : extrémité du coccyx; PR : promontorium; PR-SY : diamètre sagittal du détroit pelvien supérieur; SA : extrémité du sacrum; SA-SP : diamètre sagittal du détroit pelvien inférieur; SP : point sous-pubien; SY : symphyse; VU-SP : diamètre sagittal du détroit vulvaire. Le tracé des trajectoires dans la cavité pelvienne (T) est obtenu en joignant les perpendiculaires successives aux diamètres pelviens sagittaux PR-SY, SA-SP, CO-SP et VU-SP.

En vue latérale, le pelvis humain est orienté de manière à ce que le segment joignant l'épine iliaque antéro-supérieure (e) au symphyse (Sy) soit vertical (fig. 7A). Si l'on trace deux autres verticales, l'une passant par le centre de l'articulation coxo-fémorale (O), l'autre par le point le plus postérieur du sacrum, on observe que le pelvis humain est développé à la fois vers l'avant et vers l'arrière par rapport à la verticale passant par O. Par ailleurs, la diaphyse

fémorale est située en arrière de cette verticale, ce qui signifie que le fémur humain est tourné vers l'extérieur par rapport à l'articulation de la hanche. Le fossile d'Hadar placé selon ces mêmes critères montre des différences importantes. D'une part, le pelvis d'Hadar est moins développé vers l'avant et vers l'arrière que le pelvis humain. En effet, l'aile iliaque n'est pas orientée vers l'avant comme chez l'Homme et la région sacrée (plan sacré de l'ilion et sacrum) est moins saillante

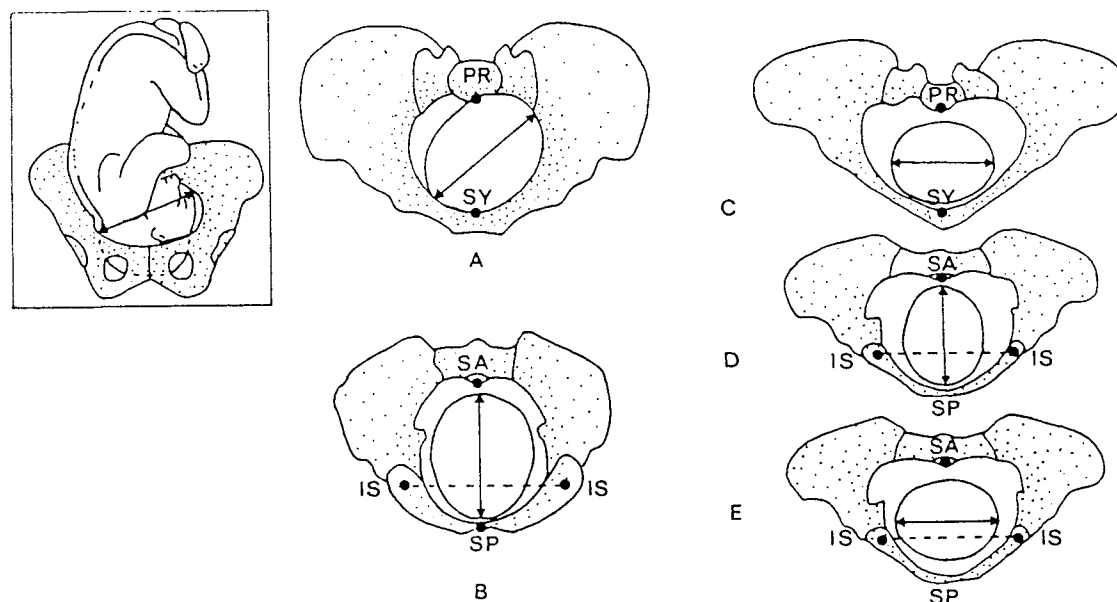


Fig. 9 La parturition de l'Australopithèque comparée à celle de l'Homme : orientation du crâne du fœtus à terme dans les détroits pelviens supérieurs et inférieurs. Dans l'encadré, on rappelle que la plus grande dimension foetale est le diamètre crânien sagittal. Le crâne foetal est représenté par une ellipse dont le grand axe est le diamètre sagittal (double flèche) et le petit axe le diamètre transverse. A : engagement du crâne du fœtus humain dans le détroit pelvien supérieur (en vue supérieure); B : engagement du crâne du fœtus humain dans le détroit pelvien inférieur (en vue inférieure); C : engagement du crâne du fœtus d'Australopithèque dans le détroit pelvien supérieur (en vue supérieure); D : engagement du crâne du fœtus d'Australopithèque dans le détroit pelvien inférieur (en vue inférieure) selon l'hypothèse de Berge *et al.* (1984); E : engagement du crâne du fœtus d'Australopithèque dans le détroit pelvien inférieur (en vue inférieure) selon l'hypothèse de Tague et Lovejoy (1986). IS : centre de la tubérosité ischiatique; IS-IS : distance entre les tubérosités ischiatiques (en pointillés); PR : promontorium; SA : extrémité du sacrum; SP : point sous-pubien; SY : symphysis.

en arrière. D'autre part, la diaphyse fémorale d'Hadar est alignée avec la verticale passant par O, ce qui signifie que le fémur de l'Australopithèque n'est pas tourné vers l'extérieur comme le fémur humain. Ces conditions statiques, différentes de celles de l'Homme, sont interprétées plus loin.

4. Adaptation obstétricale

Dans la parturition humaine, le fœtus à terme effectue un double mouvement de rotation et de flexion sur lui-même pour franchir les parois de la cavité pelvienne maternelle (Joulin, 1864; Farabeuf et Varnier, 1904; Malinas et Favier, 1979). L'orientation que prend le fœtus à terme dans les différentes phases de l'accouchement (mécanique obstétricale) est induite par la morphologie des parois pelviennes.

L'étude morphologique des parois de la cavité pelvienne d'Hadar a pour but de rechercher si le fœtus à terme de l'Australopithèque effectuait le même mouvement de rotation-flexion dans la cavité pelvienne maternelle que le fœtus humain. Nous étudions donc deux aspects de la trajectoire du fœtus dans la cavité pelvienne d'Hadar : (1) la trajectoire du fœtus dans le plan sagittal du pelvis; et (2) l'orientation du fœtus dans les différents plans perpendiculaires à cette trajectoire, c'est-à-dire dans les détroits pelviens supérieur et inférieur.

(1) En vue sagittale, le fœtus humain adopte une position fortement fléchie dans la cavité pelvienne, pour pouvoir franchir successivement les détroits pelviens PR-SY et SA-SP, puis le détroit coccygien CO-SP, et enfin le détroit vulvaire VU-SP (fig. 8A). La trajectoire

du fœtus humain est une courbe dirigée vers l'avant, qui suit la forme incurvée de la face antérieure du sacrum, et se poursuit sous la symphyse pubienne (fig. 8B). La morphologie du pelvis d'Hadar conduit à proposer une trajectoire foetale tout aussi incurvée vers l'avant que celle du fœtus humain (fig. 8C).

(2) L'orientation du fœtus à terme dans les détroits pelviens suit les principes fondamentaux de la parturition définis par Joulin (1864). Le Docteur Joulin a en effet observé que dans toutes les parturitions mammaliennes, le plus grand diamètre du crâne foetal (diamètre sagittal) se place toujours, sous l'effet de la pesanteur, dans le plus grand diamètre du détroit pelvien ("Car c'est la loi fondamentale de la parturition, que les grands diamètres du fœtus se placent en rapport avec les grands diamètres de la mère", p. 39). Ainsi, dans la parturition humaine, le diamètre sagittal du crâne foetal se place dans le diamètre oblique (droit ou gauche) du détroit pelvien supérieur (fig. 9A et encadré). Le crâne foetal effectue ensuite une rotation sur lui-même pour que son diamètre sagittal s'engage dans le diamètre sagittal du détroit pelvien inférieur (SA-SP, fig. 9B). Si nous appliquons cette loi à la parturition de l'Australopithèque, le diamètre sagittal du crâne foetal se place dans le diamètre transverse du détroit pelvien supérieur d'Hadar (fig. 9C). Ensuite, le crâne du fœtus d'Hadar peut *a priori* prendre deux orientations différentes dans le détroit pelvien inférieur, car le diamètre sagittal (SA-SP) et le diamètre transverse (IS-IS) sont de même longueur. Selon l'hypothèse de Berge *et al.* (1984), le fœtus d'Hadar s'engageait sagittalement dans le détroit pelvien inférieur après avoir effectué une rotation (fig. 9D). Selon l'hypothèse de Tague et Lovejoy (1986), le fœtus d'Hadar s'engageait transversalement sans avoir effectué de rotation (fig. 9E). Dans le premier cas, le diamètre crânien transverse se place sans difficulté dans l'arcade pubienne IS-SP-IS (fig. 9D). La parturition s'effectue en avant des tubérosités ischiatiques (parturition "anté-ischiatique", Joulin, 1864). Dans le deuxième cas, le diamètre crânien sagittal se place en arrière des tubérosités ischiatiques (fig. 9E). La parturition est alors "inter-

ischiatique" ou "rétro-ischiatique" et la trajectoire du fœtus est presque rectiligne.

Discussion

L'analyse multidimensionnelle des dimensions pelviennes des Hominidés a permis de montrer que les différences morphologiques entre *Australopithecus* et *Homo* ne sont pas uniquement liées à la petite taille des fossiles. Le pelvis des Australopithèques est surtout remarquable par sa largeur, au niveau des ailes iliaques (orientées plus latéralement que sur le pelvis humain) comme au niveau de la cavité pelvienne (diamètre biacétabulaire particulièrement long). Le pelvis des Australopithèques est en effet développé dans le plan frontal (les ailes iliaques sont latérales et le sacrum moins incliné en arrière sur l'axe lombaire), à l'inverse du pelvis humain plutôt développé dans le plan sagittal. Nous montrons ici que les différences morphologiques observées sur le pelvis des Hominidés correspondent plus à un changement dans l'adaptation locomotrice qu'à un changement dans la mécanique obstétricale.

1. Hypothèses locomotrices

La morphologie du pelvis des Australopithèques est, avant tout, marquée par des caractères de spécialisation à la bipédie. Comme le pelvis humain, le pelvis des Australopithèques présente les caractères suivants: (1) l'ilion "en pression" (Berge, 1990); (2) la cavité pelvienne en forme de cuvette; (3) l'ouverture du détroit pelvien inférieur située en avant des tubérosités ischiatiques; (4) le sacrum large et incliné en arrière sur l'axe lombaire. Notons aussi que le pelvis et le membre inférieur de l'Australopithèque peuvent être placés en extension complète, contrairement au membre pelvien des singes *Hominoidea* qui ne peut être pleinement étendu sur le pelvis.

Une comparaison de la position debout de l'Australopithèque et de l'Homme est utilisée pour estimer certains paramètres de la bipédie

des Australopithèques. L'équilibre du pelvis de l'Australopithèque en position debout était équivalent à celui de l'Homme dans le plan frontal (l'écartement des pieds était néanmoins plus important que chez l'Homme), mais pas dans le plan sagittal. Dans ce dernier, la position debout était instable en raison du faible développement sagittal du pelvis. Du point de vue dynamique, la bipédie de l'Australopithèque n'était pas non plus équivalente à celle de l'Homme. Etant donné l'écart important entre les articulations coxo-fémorales, l'Australopithèque devait effectuer de larges mouvements de rotation horizontale du pelvis, de manière à rapprocher le membre en appui de l'axe sagittal du corps pour le stabiliser (Berge, 1991). Les Australopithèques marchaient en effectuant d'amples mouvements alternés des ceintures scapulaires et pelviennes autour de l'axe vertébral, grâce au balancement des membres supérieurs très longs.

Les proportions corporelles des Australopithèques, tout en étant celles de bipèdes, nous amènent à ne pas exclure l'hypothèse d'une locomotion occasionnellement arboricole. Ainsi, il semble que l'on puisse interpréter l'orientation latérale des ailes iliaques comme un caractère de la locomotion arboricole, dans la mesure où cette orientation favoriserait les mouvements latéraux et horizontaux du membre inférieur (Berge, sous presse).

2. Hypothèses obstétricales

La cavité pelvienne de l'Australopithèque ressemble, dans ses grandes lignes, à celle de l'Homme. D'après l'orientation des parois osseuses, la trajectoire du fœtus à terme de l'Australopithèque serait incurvée vers l'avant comme celle de l'Homme. Le fœtus franchirait le détroit pelvien inférieur en avant des tubérosités ischiatiques (le triangle formé par les branches ischio-pubiennes marque l'emplacement du triangle uro-génital). La parturition des

Australopithèques était donc *a priori* "anté-ischiatique", comme celle de l'Homme.

Si l'on ne tient pas compte de ces caractéristiques morphologiques mais seulement des dimensions pelviennes, il est possible de proposer deux types de parturition dans le pelvis d'Hadar, soit : (1) une parturition de type humain, le fœtus à terme effectuant le même mouvement de rotation-flexion dans la cavité pelvienne (Berge *et al.*, 1984; Berge, 1991); (2) une parturition sans rotation du fœtus à terme, celui-ci sortant en position transverse (Tague et Lovejoy, 1986; Leutenegger, 1987). Mais si l'on tient compte des caractéristiques morphologiques décrites plus haut, seule la première hypothèse est réalisable. En effet, dans la seconde hypothèse (parturition transverse), la trajectoire du fœtus à terme serait pratiquement rectiligne, car il sortirait plus en arrière. Le risque de déchirer la paroi périnéale durant l'accouchement serait alors très élevé (Malinas, comm. pers.).

En conclusion, il semble que les changements de proportions du pelvis des Hominidés puissent être interprétés comme le résultat d'adaptations aux contraintes gravitationnelles, de plus en plus fortes avec le passage à la bipédie exclusivement terrestre, chez des espèces de plus en plus lourdes (Berge, 1990). L'adaptation à la bipédie humaine a pu, secondairement, jouer un rôle dans le processus d'encéphalisation du genre *Homo*. Nous avons émis l'hypothèse, dans un précédent travail, que l'accroissement des contraintes obstétricales aurait pu favoriser un changement du rythme de la croissance foetale, permettant ainsi au crâne du fœtus de naître à un stade moins ossifié (Berge *et al.*, 1984). L'adaptation obstétricale humaine a dû aussi mettre en jeu d'autres processus évolutifs, permettant à la fois la réduction des dimensions foetales (possibilités de compression et de flexion du fœtus) et l'agrandissement des dimensions pelviennes (par les mouvements de nutation-contrenutation du sacrum et l'ouverture de la symphyse pubienne).

Remerciements

Les principaux résultats de l'étude obstétricale du pelvis d'Hadar ont été réalisés en collaboration avec Rosine Orban-Segebarth et Peter Schmid : qu'ils soient ici vivement remerciés. Je remercie particulièrement Michel Toussaint qui m'a invitée à présenter ce travail dans le cadre du Colloque "Cinq millions d'années, l'aventure humaine" et a permis la réalisation de ce volume. Ce travail a été financé par le C.N.R.S. (URA 041137).

Bibliographie

- BERGE, Ch., 1984, Multivariate Analysis of the Pelvis for Hominids and Other Extant Primates : Implications for the Locomotion and Systematics of the Different Species of Australopithecines, *J. Hum. Evol.*, 13, pp. 555-562.
- BERGE, Ch., 1990, Size- and locomotion-related Aspects of Hominid and Anthropoid Pelves : An Osteometrical Multivariate Analysis, in F.K. JOUFFROY, M.H. STACK et C. NIEMITZ, C (eds), *Gravity, Posture, and Locomotion in Primates*, Firenze, Il Sedicesimo, pp. 97-108.
- BERGE, Ch., 1991, Interprétation fonctionnelle des dimensions de la cavité pelvienne de *Australopithecus afarensis* (AL 288-1), *Z. Morph. Anthropol.*, 78, pp. 321-330.
- BERGE, Ch., (sous presse), Quelle est la signification fonctionnelle du pelvis très large de *Australopithecus afarensis* (AL 288-1)?, in Y. COPPENS ET B. SENUT (éds), *Origines de la bipédie chez les Hominidés* (Cahiers de Paléanthropologie), Paris, Editions du C.N.R.S.
- BERGE, Ch., ORBAN-SEGEBARTH, R. et SCHMID, P., 1984, Obstetrical Interpretation of the Australopithecine Pelvic Cavity, *J. Hum. Evol.*, 13, pp. 573-587.
- BERGE, Ch. et KAZMIERCZAK, J.-B., 1986, Effects of Size and Locomotor Adaptations on the Hominid Pelvis : Evaluation of Australopithecine Bipedality with a New Multivariate Method, *Folia primatol.*, 46, pp. 185-204.
- BERGE, Ch. et PONGE, J.-F., 1983, Les caractéristiques du bassin des Australopithèques sont-elles liées à une bipédie de type humain?, *Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris*, 10, pp. 335-354.
- BROOM, R., ROBINSON, J. T. et SCHEPERS, G. N. H., 1950, Sterkfontein Ape-Man *Plesianthropus*, *Transvaal. Mus.*, 4, pp. 1-117.
- CHOPRA, S.R.K., 1962, The Innominate Bone of the Australopithecines and the Problem of Erect Posture, *Bibl. Primatol.*, 1, pp. 93-102.
- COPPENS, Y., 1975, La grande aventure paléontologique est-africaine, *Courrier du C.N.R.S. H.S.*, n° 16.
- COPPENS, Y., 1981, L'origine du genre *Homo*, *Les processus de l'Hominisation*, Coll. Int. C.N.R.S., 599, pp. 55-60.
- COPPENS, Y., 1984, Hominoïdés, Hominidés et Hommes, *La Vie des Sciences*, C. R. 3, pp. 227-243.
- DART, R.A., 1949 a, The First Pelvic Bones of *Australopithecus Prometheus* : Preliminary Note, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 7, pp. 255-258.
- DART, R.A., 1949b, Innominate Fragments of *Australopithecus Prometheus*, *Am. J. Phys. Anthropol.* 7, pp. 255-258.
- DART, R.A., 1958, A Further Adolescent Australopithecine Ilium from Makapansgat, *Am. J. Phys. Anthropol.* 16, pp. 473-479.
- DELOISON, Y., 1985, Le pied des Australopithèques, *Doss. Préhist. Archéol.*, 20, pp. 24-28.
- FARABEUF, L.H. et VARNIER, H., 1904, *Introduction à l'étude clinique et à la pratique des accouchements*, Paris, Steinhel, n. éd.

- JOHANSON, D.C., LOVEJOY, C.O., KIMBEL, W.H., WHITE, T.D., WARD, S.C., BUSH, M.E., LATIMER, B. M. et COPPENS, Y., 1982, Morphology of the Pleistocene Partial Hominid Skeleton (A.L. 288-1) from the Hadar Formation, Ethiopia, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 57, pp. 403-451.
- JOHANSON, D.C. et WHITE, T.D., 1979, Systematic Assessment of early african hominids, *Science*, 202, p. 321-330.
- JOHANSON, D.C., WHITE, T.D. et COPPENS, Y., 1978, A New Species of the Genus *Australopithecus* (Primates, Hominoidea) from the Pliocene of Eastern Africa, *Kirtlandia*, 28, pp. 2-14.
- JOULIN, Dr., 1864, Anatomie et physiologie comparée du bassin des Mammifères, *Arch. Gén. de Méd.*, p. 29-46
- JUNGERS, W.L., 1988, Relative Joint Size and Hominoid Locomotor Adaptations with Implications for the Evolution of Hominid Bipedalism, *J. Human Evol.*, 17, pp. 247-265.
- JUNGERS, W.L. et STERN, J. T. Jr., 1983, Body Proportions, Skeletal Allometry and Locomotion in the Hadar Hominids. A Reply to Wolpoff, *J. Human Evol.*, 12, pp. 673-684.
- LE GROS CLARK, W.E., 1955, The Os Innominatum of the Recent Ponginae with Special Reference to that of the Australopithecine, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 13, pp. 19-27.
- LEUTENEGER, W., 1974, Functional Aspects of Pelvic Morphology in Simian Primates, *J. H. Evol.*, 3, p. 207-222.
- LEUTENEGER, W., 1987, Neonatal Brain Size and Neurocranial Dimensions in Pliocene Hominids : Implications for Obstetrics, *J. Human Evol.*, 16, pp. 291-296.
- LOVEJOY, C.O., 1975, Biomechanical Perspectives on the Lower Limb of Early Hominids, in R. H. TUTTLE (ed.), *Primate Functional Morphology and Evolution*, pp. 29-51, The Hague, Mouton.
- LOVEJOY, C.O., HEIPLE, K. G. et BURSTEIN, A.H., 1973, The Gait of *Australopithecus*, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 38, pp. 757-779.
- MALINAS, Y., 1970, La cavité pelvienne d'*Australopithecus prometheus* (Dart). Essai de paléo-obstétrique, *Bull. de l'Acad. et Soc. lorraines des Sciences*, IX, pp. 253-269.
- MALINAS, Y. et FAVIER, M., 1979, *ABC de mécanique obstétricale*, Paris, Masson.
- McHENRY, H.M., 1975, Biomechanical Interpretations of the Early Hominid Hip, *J. Hum. Evol.*, 4, pp. 343-355.
- McHENRY, H.M., 1984, The Common Ancestor. A Study of the Post Cranium of *Pan paniscus*, *Australopithecus*, and Other Hominoids, R.L. Susman (ed.), *Pygmy Chimpanzee*, Plenum publ. corp., pp. 201-230.
- McHENRY, H.M., 1986, The First Bipeds : a Comparison of the *A. afarensis* and *A. africanus* Postcranium and Implications for the Evolution of Bipedalism, *J. Hum. Evol.*, 15, pp. 177-191.
- MEDNICK, L. W., 1955, The Evolution of the Human Ilium, *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 13, pp. 203-216.
- NAPIER, J., 1967, The Antiquity of Human Walking, *Scient. Am.*, 216, pp. 56-66.
- ROBINSON, J.T., 1972, *Early Hominid Posture and Locomotion*, Chicago, London, University of Chicago Press.
- SCHMID, P., 1983, Eine Rekonstruktion des Skelettes von A.288-1 (Hadar) und deren Konsequenzen, *Folia primatol.*, 40, pp. 283-306.
- SENUT, B., 1984, Des Australopithèques dans les arbres?, *La Recherche*, 15, pp. 864-865.
- SENUT, B. et TARDIEU, Ch., 1985, Functional aspects of Plio-Pleistocene Hominid Limb Bones : Implications for Taxonomy and Phylogeny, in *Ancestors : The Hard Evidence*, Alan R. Liss Inc, pp. 193-201.

- STERN, J.T. Jr. et SUSMAN, R.L., 1983, The Locomotor Anatomy of *Australopithecus afarensis*, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 60, pp. 279-317.
- STEUDEL, K., 1978, A Multivariate Analysis of the Pelvis of Early Hominids, *J. of Human Evol.*, 7, pp. 583-595.
- SUSMAN, R.L., STERN, J.T., Jr. et JUNGERS, W.L., 1984, Arboreality and Bipedality in the Hadar Hominids, *Folia Primatol.*, 43, pp. 113-156.
- TAGUE, R. G. et LOVEJOY, C. O., 1986, The Obstetrics Pelvis of AL 288-1 (Lucy), *J. of Human Evol.*, 15, pp. 237-255.
- TARDIEU, C., 1986, The Knee Joint in three Hominoid Primates : Application to Plio-Pleistocene Hominids, *Current Perspectives in Primate Biology*, pp. 182-192, New York, Van Nostrand Reinhold Comp.
- WOLPOFF, M.H., 1978, Some Implications of the Relative Biomechanical Neck Length in Hominid Femora, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 48, pp. 143-148.
- WOLPOFF, M.H., 1983a, Lucy's Lower Limbs : Long enough for Lucy to be Fully Bipedal? *Nature*, 304, pp. 59-61.
- WOLPOFF, M.H., 1983b, Lucy's Little Legs, *J. Human Evol.*, 12, pp. 443-453.
- WOLPOFF, M.H. et LOVEJOY, C.O., 1975, A Rediagnosis of the Genus *Australopithecus*, *J. of Human Evol.*, 4, pp. 275-276.
- ZIHLMAN, A.L., 1971, The Question of Locomotor Differences, in *Australopithecus*, Proc. 3rd Int. Congr. Primatology, Zürich, 1970, vol 1, pp. 54-66.
- ZIHLMAN, A.L. et HUNTER, W.S., 1972, A Biomechanical Interpretation of the Pelvis of *Australopithecus*, *Folia Primatol.*, 18, pp. 1-19.

Sur les traces de pas de Laetoli en Tanzanie

Following the footsteps of Laetoli in Tanzania

Yvette Deloison *

Résumé

Deux pistes d'empreintes de pas, G1 et G2, ont été découvertes en 1978 par M.D. Leakey dans des couches volcaniques datées de 3,5 millions d'années, à Laetoli en Tanzanie. Trois empreintes, les n° 26, 27 et 28 de la piste G2 sont présentées ainsi que trois de la piste G1 : 34, 35 et 36. L'étude de ces traces apportent un ensemble de renseignements sur le pied des hominidés, à savoir : marche en varus avec abduction de l'hallux et grande laxité du pied. Ces caractéristiques sont à rapprocher des os fossiles de pieds datés de 3 millions d'années provenant d'Hadar en Ethiopie. Les pieds qui ont laissé ces empreintes possédaient des traits anatomiques évoquant ceux d'un pied préhensile.

Abstract

Two trails of footprints, G1 and G2, were discovered in 1978 by M.D. Leakey in volcanic layers dated at 3,5 million years at Laetoli in Tanzania. Three footprints, the n° 26, 27 and 28 from the G2 trail are presented as well as three from the G1 trail : 34, 35 and 36. Study of these footprints afford a whole range of information concerning the hominid foot, that is : an inturned walk with abduction of the hallux and considerable laxity of the foot. These characteristics resemble those of the fossil foot bones dated at 3 million years coming from Hadar in Ethiopia. The feet which left these footprints possessed anatomical traits calling to mind those of a prehensile foot.

Mots clés : Australopithèque, empreintes, bipédie.

Key words : *Australopithecus*, footprints, bipedy.

Introduction

En 1978, M.D. Leakey découvrait en Tanzanie, à Laetoli, dans de la cendre volcanique datée de 3,5 millions d'années, un ensemble d'empreintes de pas se partageant essentiellement en deux pistes (Clarke, 1979; Leakey, 1979, 1981, 1987).

La piste G1 est constituée d'empreintes

de petites dimensions; la piste G2 d'empreintes de grandes dimensions qui représentent très probablement la superposition de plusieurs pistes d'empreintes. Le résultat final est représenté par des empreintes qui apparaissent grandes en superficie, mais très complexes à analyser. De plus, des termites y ont laissé leurs traces, ainsi que d'autres animaux dont des lagopèdes.

* Yvette Deloison, Chargée de Recherches au C.N.R.S., URA 49, Laboratoire d'Anthropologie, Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Musée de l'Homme, place du Trocadéro, 75116 Paris, France

L'interprétation donnée à ces empreintes varie selon les auteurs : bipédie de type humain pour certains auteurs tels que Leakey et Hay (1979), Day et Wickens (1980), Lovejoy (1981), Tuttle (1985, 1987), Robbins (1987), White et Suwa (1987), tandis que d'autres, tels que Susman *et al.* (1984) et Deloison (1991), voient dans ces traces une bipédie d'un modèle particulier se rapprochant de celle utilisée occasionnellement par les grands singes actuels.

Ce travail est centré sur l'étude de trois empreintes de la piste G1, empreintes dont les caractéristiques peuvent être rapprochées de celles qui ont déjà été observées sur les fossiles de pieds d'Australopithèques (Deloison, 1984, 1985a, 1985b).

Matériel et méthodes

1. Matériel

Le matériel fossile comprend :

- le moulage de trois empreintes de pas appartenant à la piste G2 et de trois empreintes de la piste G1 de Laetoli, Tanzanie;
- les moulages de deux calcanéums droit (AL 333-8) et gauche (AL 333-55); le moulage d'un premier cunéiforme gauche (AL 333-28), et le moulage de la partie proximale d'un premier métatarsien droit (AL 333-54);
- les os originaux appartenant au pied gauche d'un même individu (AL 333-115), soit :
 - . les extrémités distales des cinq métatarsiens,
 - . la partie proximale de la première phalange

- des orteils latéraux (II, III, IV, V),
- . deux deuxième phalanges des orteils IV et V,
- . la partie proximale de la troisième phalange du rayon IV.

Le matériel de comparaison comprend :

- 33 squelettes de pieds humains adultes d'origines diverses;
- 22 squelettes de pieds de chimpanzés adultes (*Pan troglodytes*);
- le moulage d'une empreinte de pied de chimpanzé effectué par R.J. Clarke.

Le matériel fossile appartient au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, et au Department of Anthropology (Cleveland Museum of National History). Les empreintes de pas correspondant aux pistes G1 et G2 ont été moulées directement sur place par R.J. Clarke lors du dégagement de ces traces. Le matériel de comparaison appartient au Laboratoire d'Anthropologie et au Laboratoire d'Anatomie Comparée du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, au Laboratoire d'Anatomie de l'Université René Descartes Paris V, à l'Anthropologisches Institut der Universität und Museum, Zürich, et au Department of Primatology of the British Museum of National History, London.

2. Méthodes

Les méthodes utilisées pour la comparaison de ces empreintes avec les os fossiles et les os de primates actuels sont essentiellement la biométrie et l'anatomie comparée.

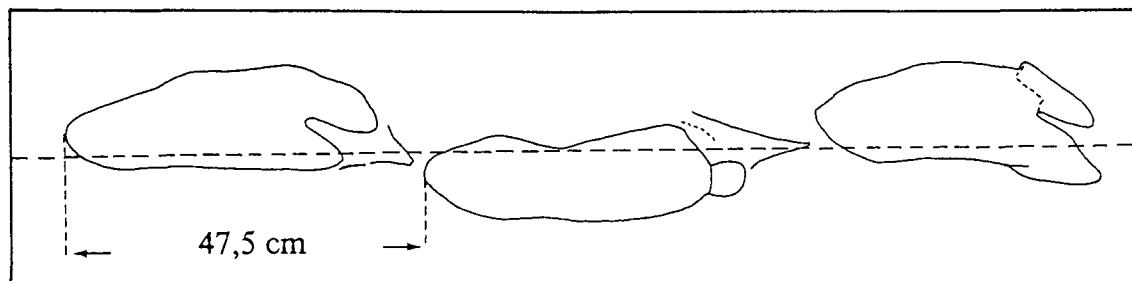


Fig. 1 Disposition des trois empreintes 26, 27 et 28 de la piste G2.

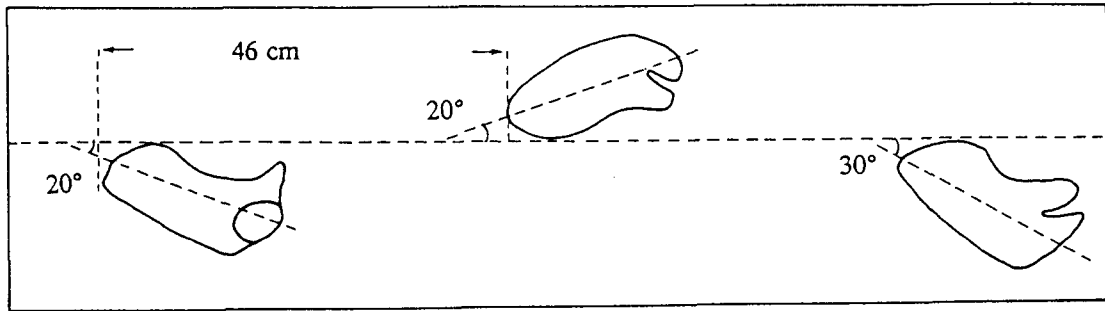


Fig. 2 Disposition des trois empreintes 34, 35 et 36 de la piste G1.

Résultats

Parmi les dix empreintes observées correspondant aux pistes G1 et G2, nous avons choisi de présenter les empreintes 26, 27 et 28 de la piste G2 (fig. 1 et 3) et trois empreintes de la piste G1 : 34, 35 et 36 (fig. 2 et 4). Ces dernières traces se révèlent nettement plus précises, grâce à une meilleure conservation qui facilite leur interprétation.

Les principales dimensions relevées sur ces 6 empreintes figurent dans les tableaux 1 et 2.

La figure 1 montre la disposition des empreintes G2/26, G2/27 et G2/28 par rapport à la ligne de déplacement. Ces grandes traces sont parallèles entre elles, régulièrement espacées de 47,5 cm. Elles représentent successivement des empreintes de pieds gauche, droit puis gauche.

La position des empreintes G1/34, G1/35 et G1/36 (fig. 2 et 4) est différente des précédentes; elles forment un angle variant de 20° à 30° par rapport à la ligne de déplacement. Elles sont espacées de 46 cm et représentent les empreintes de pieds droit, gauche puis droit du même individu. L'empreinte G1/34 forme un angle plus grand, 30°, car il marque un changement de direction de la ligne de déplacement.

Ces traces fossiles présentent un ensemble de caractères qui les différencient nettement de celles de l'Homme. Cependant, notons que si

ces traits anatomiques sont présents sur toutes les empreintes, certaines caractéristiques s'observent surtout sur les empreintes de la piste G1 (fig. 5, trait n° 7). Le centre de ces empreintes n'a pas été détérioré comme dans le cas de la piste G2.

Les caractères retenus pour l'étude de ces empreintes sont notés sur la figure 5 qui correspond au contour lissé de l'empreinte G1/34 :

(1) le bord latéral de l'empreinte est rectiligne et nettement plus creux que le bord médial, ce qui correspond à la position en varus du pied;

(2) le contour de la partie postérieure correspond à un talon étroit et dont la plante n'est pas plane comme chez l'Homme, mais s'inscrit en creux dans le sol, avec un point très profond (t) au centre du talon;

(3) le bord médial de l'empreinte présente un net renflement, en avant du talon, qui semble correspondre au muscle abducteur de l'hallux fortement développé;

(4) l'axe du premier rayon (axe 2) s'écarte médialement de l'axe morphologique du pied (axe 1) (Lessertisseur et Jouffroy, 1973 et 1978), ce qui indique un hallux varus;

(5) il existe un espace entre l'empreinte du premier rayon et celle des orteils latéraux;

(6) les orteils latéraux constituent une seule empreinte dont le bord antérieur est oblique et arrondi;

(7) au centre de l'empreinte du pied, il existe un relèvement de la zone plantaire orienté transversalement (axe 3), qui semble correspondre à une flexion transversale du pied.

Tableau 1 Principales dimensions relevées sur trois empreintes de la piste G2.
Les dimensions sont données en mm.

Variables	G2 / 28	G2 /27	G2/26
Longueur maximale	384,0	335,0	370,0
Longueur sans les orteils	300,0	270,0	260,0
Longueur du rayon I	70,0		120,0
Largeur maximale	132,0	115,0	130,0
Largeur métatarsophalangienne	133,0	110,0	125,0
Largeur transversale	129,0	110,0	110,0
Largeur max. moitié postérieure	90,0	110,0	110,0
Largeur du talon	67,0	93,0	75,0
Profondeur niveau orteil latéral	24,5	30,5	15,6
Profondeur niveau orteil I	27,5	24,4	28,0
Profondeur niveau base orteils	22,0	23,0	17<x<27
Profondeur niv. milieu empreinte	25,6	26,5	31,0
Profondeur au niveau du talon	29,2	35,4	35,0
Angle de l'hallux / axe 1	30°		20°
Angle de l'axe 1 / trajectoire	0°	0°	0°
Distance entre les empreintes	47,5 cm		47,5 cm

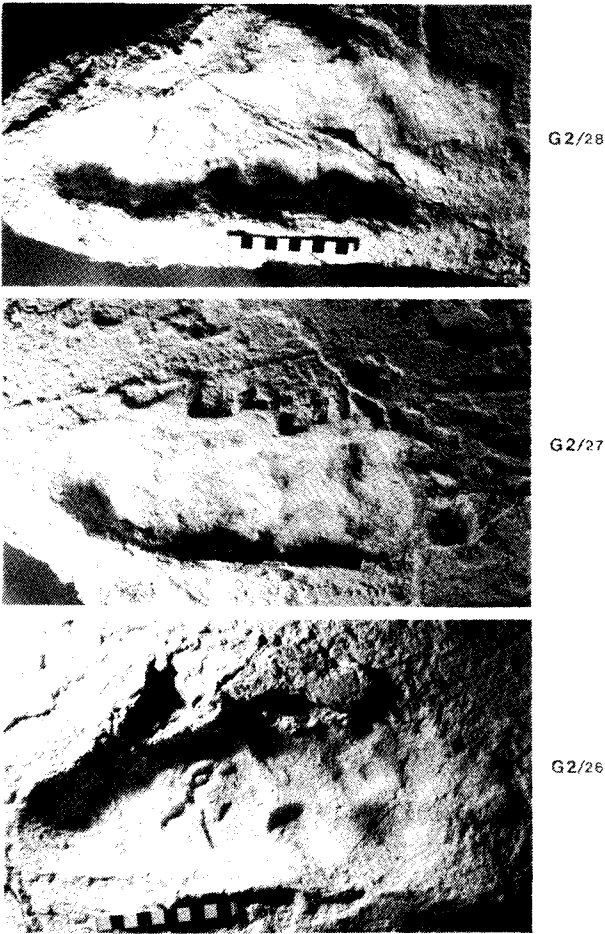


Fig. 3 Moulages effectués par R.J. Clarke des trois empreintes
26, 27 et 28 de la piste G2 (Photographies Y. Deloison).

Tableau 2 Principales dimensions relevées sur trois empreintes de la piste G1.
Les dimensions sont données en mm.

Variables	G1 / 36	G1 / 35	G1 / 34
Longueur maximale	197,0	190<x<225	200,0
Longueur sans les orteils	148,0	165,0	155,0
Longueur du rayon I	50,0	50<x<65	58,8<x<80
Largeur maximale	83<x<110	90,0	110,0
Largeur métatarsophalangienne	81,0	74<x<85	78<x<90
Largeur transversale	70,0	75,0	70<x<75
Largeur max. moitié postérieure	78,0	74<x<87	78<x<80
Largeur du talon	50<x<65	49<x<55	48<x<53
Profondeur niveau orteil latéral		15<x<16	10,4
Profondeur niveau orteil I		17,7	14,6
Profondeur niveau base orteils		16,8<x<21	18
Profondeur niv. milieu empreinte	11,0	20,6	16,8
Profondeur au niveau du talon	25,0	33,0	27,5
Angle de l'hallux / axe 1	50°	26°	35°
Angle de l'axe 1 / trajectoire	20°	20°	30°
Distance entre les empreintes		46 cm	46 cm

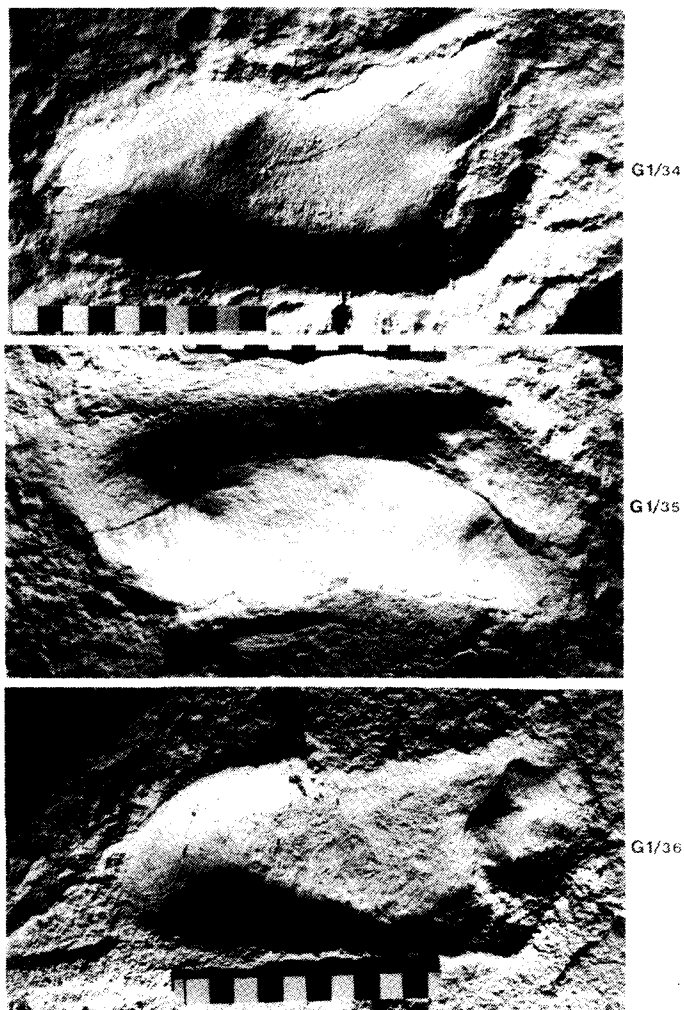


Fig. 4 Moulages effectués par R.J. Clarke des trois empreintes 34, 35 et 36 de la piste G1 (Photographies Y. Deloison).

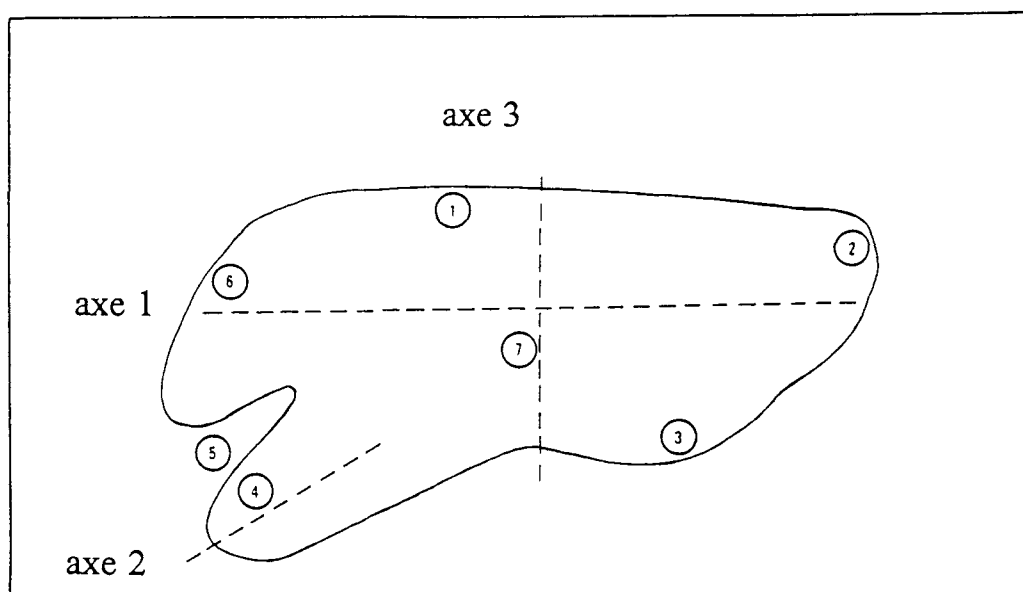


Fig. 5 Contour lissé de l'empreinte G1/34. Les différentes parties de l'empreinte sont numérotées de 1 à 7 (voir texte).

Discussion

Les résultats de cette étude montrent que le pied des Australopithèques d'Hadar présentait des caractéristiques différentes de celles de l'Homme moderne. Beaucoup de ces caractères, propres à leur genre, les situent en position intermédiaire entre l'Homme moderne et le chimpanzé (Deloison, 1985a, 1991).

Le pied de l'Australopithèque, dont la longueur peut être estimée à 18,5 cm, était plus long que celui de l'Homme relativement à sa stature (105 cm selon Jungers, 1988), mais toutefois plus court et plus massif que celui du chimpanzé.

Les nombreux métatarsiens et phalanges connus permettent d'évaluer la longueur des orteils à environ 30% de la longueur du pied. Elle s'avère alors nettement supérieure à celle de l'Homme (23%) et inférieure à celle du chimpanzé.

Les caractères anatomiques et biométriques mis en évidence dans cette étude laissent supposer que le pied des

Australopithèques présentait des caractères liés à la préhension, évoquant des possibilités de comportement arboricole chez ces Hominidés.

Certains auteurs avaient considéré qu'une légère protubérance se situant sur la face latérale des calcanéums d'Hadar pouvait être l'équivalent du tubercule latéral humain (Lewis, 1983; Latimer, 1988; Latimer et Lovejoy, 1989). Ainsi, Weidenreich (1940), constatant que ce tubercule n'existe que chez l'Homme, estimait que sa présence est décisive quant à la manière dont le poids du corps se répartit au niveau du pied. Le pied humain n'est pas posé en varus (c'est-à-dire sur le bord externe ou latéral) comme celui des autres Primates.

Comme cela a été noté dans de précédents travaux (Deloison, 1984, 1985b; Susman *et al.*, 1984), il n'y a pas de tubercule latéral comparable à celui de l'Homme sur les calcanéums AL 333-8, AL 333-37 et AL 333-55. L'absence de véritable tubercule latéral sur le calcanéum des fossiles impliquerait une position en varus du pied de l'Australopithèque, à la différence de celui de l'Homme dont le talon est stabilisé au sol par l'existence de ce tubercule. Ainsi que l'ont montré d'autres études, la transmission du poids corporel tout le long de la chaîne articulaire chez

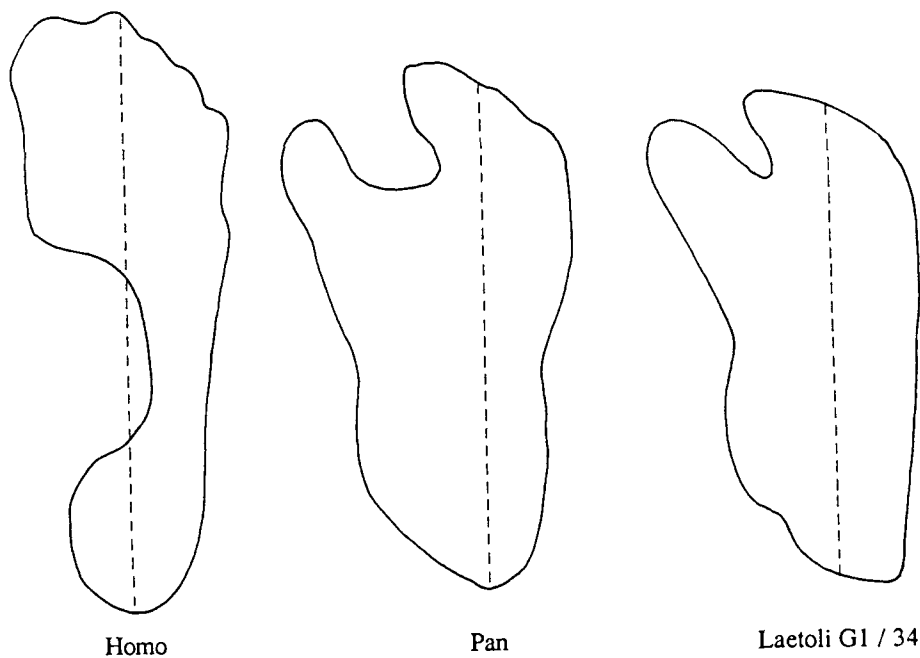


Fig. 6 Contour lissé de l'empreinte du pied droit de l'Homme, du Chimpanzé et de G1/34 de Laetoli. En pointillé, l'axe d'allongement de l'empreinte.

l'Australopithèque est différente de celle qui existe chez l'Homme (Senut et Tardieu, 1985; Berge, 1990). La position en varus du pied des Australopithèques est confirmée par trois autres caractères :

(1) l'inclinaison de l'axe postérieur du calcanéum qui, comme chez le chimpanzé, est incliné vers le côté latéral (fig. 2);

(2) la forme incurvée du calcanéum en vue dorsale qui rappelle celle du calcanéum du chimpanzé (fig. 1);

(3) la saillie du tubercule des péroniers (*trochlea peronealis*) sur la face latérale qui indiquerait une morphologie des muscles péroniers comparable à celle du chimpanzé.

La première articulation cunéo-métatarsienne de l'Australopithèque, si l'on se réfère aux os du pied AL 333-54 et AL 333-28, était une articulation mobile se présentant sous la forme d'une articulation trochoïde, à la différence de celle de l'Homme. On peut donc imaginer que cette morphologie permettait la rotation du premier rayon autour du cunéiforme, et par conséquent l'ouverture de la première commissure chez l'Australopithèque d'Hadar, comme on l'observe chez le chimpanzé. La

rotation du premier rayon sur le cunéiforme devait donner à l'Australopithèque la possibilité d'une certaine préhension du pied, cette aptitude étant confirmée par la courbure et la longueur des orteils.

Comme l'ont déjà suggéré Latimer *et al.* (1982), Stern et Susman (1983) et Susman *et al.* (1984), les orteils des Australopithèques, comparés à ceux de l'Homme, étaient en effet beaucoup plus longs, aplatis et fortement incurvés. Robinson (1972) a d'ailleurs noté que les phalanges des orteils des Australopithèques ressemblent plus à des phalanges de mains qu'à des phalanges de pieds. Selon Susman (1983), les phalanges de l'Australopithèque d'Hadar sont, dans leur forme générale, plus proches de celles des grands singes africains que de celles de l'Homme.

En 1978, M.D. Leakey avait attribué les empreintes de Laetoli à un Hominidé bipède, ancêtre de l'Homme. Les opinions sont actuellement partagées quant à l'interprétation de ces empreintes. Selon Leakey et Hay (1979), Day et Wickens (1980), Lovejoy (1981), Tuttle (1981, 1985, 1987), Robbins (1985, 1987), White

et Suwa (1987), les empreintes sont semblables à des empreintes humaines. Selon Susman *et al.* (1984) ainsi que R.J. Clarke (1985), les empreintes n'étaient pas complètement semblables à celles de l'Homme, en particulier dans le mécanisme de transfert du poids corporel durant la marche bipède.

En accord avec cette dernière opinion, la présente étude suggère que l'empreinte G1/34 semble avoir été laissée par un pied présentant bon nombre de caractères non-humains. Ainsi, le contour de cette empreinte se rapproche, par sa forme, davantage du contour de l'empreinte d'un pied de chimpanzé que de celle d'un pied humain, comme le montre la figure 6. Sur l'empreinte G1/34, de même que sur les autres empreintes de la même piste, plusieurs caractères semblent liés à des possibilités de préhension. Ainsi, peut-on citer la position en varus du pied,

associée à l'abduction du premier rayon, laquelle serait confirmée par le fort développement du muscle abducteur de l'hallux. En outre, on observe une flexion transversale plantaire traduisant une grande laxité du pied. Ce caractère n'existe pas chez l'Homme, mais est observé sur l'ensemble des traces de la piste G1. Cette piste ayant été imprimée dans un sol meuble et probablement humide, il semble que l'Hominidé qui a laissé ces traces ait utilisé ses possibilités de préhension pour accroître l'adhérence au sol, en pliant la plante du pied et les orteils latéraux tout en écartant le premier orteil.

Ceci correspond à une locomotion bipède différente de celle de l'Homme. Ces possibilités se révèlent semblables à celles observées sur la morphologie du pied des Australopithèques d'Hadar, ce qui conduit à admettre que ces empreintes de pas sont bien celles d'Australopithèques.

Remerciements

Je remercie R.J. Clarke pour le prêt de ses moulages et ses commentaires concernant cet article, ainsi qu' Y. Coppens et D.C. Johanson de m'avoir permis d'étudier les os fossiles d'Hadar. Mes remerciements vont également aux organisateurs du Colloque international "Cinq millions d'années l'aventure humaine", et plus particulièrement Michel Toussaint, qui m'a invitée à présenter ce travail. Cette étude a été financée par le C.N.R.S. (URA 49) et par le Collège de France.

Bibliographie

- BERGE, CH., 1990, Size and Locomotion Related Aspects of Hominid and Anthropoid Pelves : an Osteometrical Multivariate Analysis, in F.K. JOUFFROY, M.H. STACK and C. NIEMITZ (eds), *Gravity, Posture and Locomotion in Primates*, Firenze, "Il Sedicesimo".
- CLARKE, R.J., 1979, Early Hominid Footprints from Tanzania, *South African Journal of Science*, 75, pp. 148-149.
- CLARKE, R.J., 1985, Unpublished section of paper presented at Taung Diamond Jubilee Symposium, Bophuthatswana.
- DAY, M.H. and WICKENS, E.H., 1980, Laetoli Pliocene Hominid Footprints and Bipedalism, *Nature*, 286, p. 385-387.
- DELOISON, Y., 1984, Etude comparative de calcanéums de Primates et les rapports Chimpanzé-Australopithèque-Homme, *C. R. Acad. Sc. Paris*, 299, pp. 115-118.
- DELOISON, Y., 1985a, Comparative Study of Calcanei of Primates and Pan-Australopithecus-Homo relationship, in P.V. TOBIAS (ed.), *Hominid Evolution : Past, Present, Future*, New York A.R. Liss, Inc., pp. 143-147.
- DELOISON, Y., 1985b, Le pied des Australopithèques, *Dossiers Préhist. Archéol.*, 90, pp. 24-28.
- DELOISON, Y., 1991, Les Australopithèques marchaient-ils comme nous?, *Colloque international "Origines(s) de la bipédie chez les Hominidés"* (Cahiers de Paléanthropologie), Paris, Editions du C.N.R.S.

- JUNGERS, W.L., 1988, *Lucy's Length* : Stature Reconstruction in *Australopithecus afarensis* (A.L. 288-1) with Implications for Other Small-bodied Hominids, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 76, pp. 227-231.
- LATIMER, B.M., 1988, Functional Analysis of the Pliocene Hominid Ankle and Pedal Bones recovered from the Hadar Formation, *Ethiopia, 1974-1977 Collections*, Ph.D., August 1988, Biological Sciences.
- LATIMER, B.M. and LOVEJOY, C.O., 1989, The Calcaneus of *Australopithecus afarensis* and its Implications for the Evolution of Bipedality, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 78, pp. 369-386.
- LATIMER, B.M., LOVEJOY, C.O., JOHANSON, D.C. and COPPENS, Y., 1982, Hominid Tarsal, Metatarsal and Phalangeal Bones recovered from the Hadar Formation, 1974-1977 Collections, *Am. J. phys. Anthropol.*, 57, pp. 701-719.
- LEAKEY, M.D., 1979, Footprints in the Ashes of Time, *National geographic*, pp. 446-457.
- LEAKEY, M.D., 1981, Tracks and Tools, *Phil. Trans. R. Soc. London*, 292, pp. 59-102.
- LEAKEY, M.D., 1987, The Hominid Footprints, in M.D. LEAKEY et J.M. HARRIS (eds), *Laetoly, a Pliocene Site in Northern Tanzania*, Oxford, Clarendon Press, pp. 490-496.
- LEAKEY, M.D. and HAY, R.L., 1979, Pliocene Footprints in the Laetolil Beds at Laetoli, Northern Tanzania, *Nature*, 278, pp. 317-323.
- LESSERTISSEUR, J. et JOUFFROY, F.K., 1973, Tendances locomotrices des primates traduites par les proportions du pied. L'adaptation à la bipédie, *Folia primatol.*, 20, pp. 125-160.
- LESSERTISSEUR, J. et JOUFFROY, F.K., 1978, Proportions longitudinales du pied humain comparées à celles du pied des autres primates, *Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris*, 5 (13), pp. 201-215.
- LEWIS, O.J., 1983, The Evolutionary Emergence and Refinement of the Mammalian Pattern of Foot Architecture, *J. of Anat.* 137, pp. 21-45.
- LOVEJOY, C.O., 1981, The Origin of Man, *Science*, 211, pp. 341-350.
- ROBBINS, L.M., 1985, *Footprints, Collection, Analysis and Interpretation*, Springfield, C.C. Thomas.
- ROBBINS, L.M., 1987, Hominid Footprints from the Site G, in M.D. LEAKEY and J.M. HARRIS (eds), *Laetoly, a Pliocene Site in Northern Tanzania*, Oxford, Clarendon Press, pp. 407-452.
- ROBINSON, J.T., 1972, *Early Hominid Posture and Locomotion*, Chicago, London, Univ. of Chicago Press.
- SENUT, B. and TARDIEU, C., 1985, Functional Aspects of Plio-Pleistocene Hominid Limb Bones : Implications for Taxonomy and Phylogeny, *The Hard Evidence*, New-York, A.R. Liss, pp. 193-201.
- STERN, J.T. jr. and SUSMAN, R.L., 1983, The Locomotor Anatomy of *Australopithecus afarensis*, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 60, pp. 279-317.
- SUSMAN, R.L., 1983, Evolution of the Human Foot : Evidence from the Plio-pleistocene, *Foot and Ankle*, 3, pp. 365-376.
- SUSMAN, R.L., STERN, J.T. jr. and JUNGERS, W.L., 1984, Arboreality and Bipedality in the Hadar Hominids, *Folia Primatol.*, 43, pp. 113-156.
- TUTTLE, R.H., 1981, Evolution of Hominid Bipedism, and Prehensile Capabilities, *Phil. Trans. R. Soc.*, London, 292, pp. 89-94.
- TUTTLE, R.H., 1985, Ape Footprints and Laetoli Impressions : A Reponse to the Suny Claims, *Hominid Evolution : Past, Present, Future*, New-York, A.R. Liss, pp. 129-133.

- TUTTLE, R.H., 1987, Kinesiological Inferences and Evolutionary Implications from Laetoli Bipedal Trails G-I, G-2/3, and A, in M.D. LEAKEY and J.M. HARRIS (eds), *Laetoli, a Pliocene Site in Northern Tanzania*, Oxford, Clarendon Press, pp. 503-523.
- WEIDENREICH, F., 1940, The External Tubercle of the Human tuber calcanei, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 26, pp. 473-487.
- WHITE, T.D. et SUWA, G., 1987, Hominid Footprints at Laetoli : Facts and Interpretations, *Am. J. Phys. Anthrop.*, 72, pp. 485-514.

More about the Hominid Mandible KNM-BK 8518 (Baringo, Kenya)

Données complémentaires sur la mandibule KNM-BK 8518 (Baringo, Kenya)

Hilde T. Uytterschaut *

Abstract

In 1982 a fairly complete hominid mandible, KNM-BK 8518, was found in the Kapthurin Formation (Baringo, Kenya). The mandible belongs to an adult specimen with heavily and asymmetrically worn teeth. Preliminary results point in the direction that this specimen, together with some other specimens from East Africa (as KNM-ER 992, OH 13 and KNM-ER 1805) and Java (as Sangiran 1b and Sangiran 9), probably belongs to early *Homo erectus* (or late *Homo habilis*). Multivariate statistical techniques on the complete data set will be applied in order to prove or disprove this hypothesis.

Résumé

Une mandibule relativement complète d'Hominidé, KNM-BK 8518, a été découverte en 1982 dans la formation de Kapthurin (Baringo, Kenya). Elle appartient à un sujet adulte dont les dents sont fortement et asymétriquement usées. Les analyses préliminaires indiquent que le fossile, comme d'ailleurs d'autres mandibules d'Afrique de l'Est (comme KNM-ER 992, OH 13 et KNM-ER 1805) et de Java (Sangiran 1b et Sangiran 9), relève probablement d'*Homo erectus* (ou d'une forme tardive d'*Homo habilis*). Des analyses multivariées utilisant un vaste fichier de données seront réalisées pour tester cette hypothèse.

Key words : Kenya, Mandible, KNM-BK 8518, *Homo erectus*

Mots clés : Kenya, mandibule, KNM-BK 8518, *Homo erectus*

Introduction

Since 1980 an interdisciplinary team under the general direction of F. Van Noten (Koninklijk Museum voor Midden-Afrika, Tervuren, Belgium) has been excavating in the Kapthurin Formation. The area of the Kapthurin Formation is situated at the West of Lake Baringo, some 300 kilometres north of Nairobi (fig. 1). The Kapthurin Formation consists of a ± 100 metres thick series of alluvial and lacustrine

deposits, in which three tuff layers (Bedded Tuff, Pumice Tuff and Grey Tuff) can be distinguished.

In 1982, a hominid mandible, KNM-BK 8518, was found in a gravel layer ± 3 metres beneath the Grey Tuff. This means that the mandible must be over 820,000 years old - the first dating for the Grey Tuff (Wood and Van Noten, 1986) - although it should be mentioned

* Hilde T. Uytterschaut, Dept. of Anatomy and Embryology, University of Groningen, The Netherlands

that more recent dating points to an later date of $\pm 600,000$ years of age (Cornelissen *et al.*, 1990).

Later, in 1984, a hominid incisor (KAP-LS 1325) was found in the same gravel layer but at another site of the Kapthurin Formation. Although the last mentioned site has been extensively excavated unfortunately no more hominid remains have been found.

The object of this paper is to report some preliminary results concerning the hominid mandible KNM-BK 8518, based upon comparisons with other *Homo habilis* and *Homo erectus* mandibles.

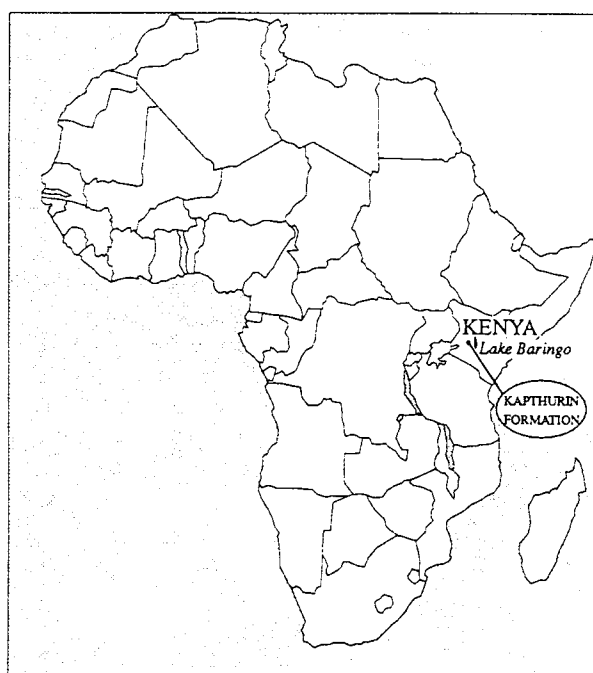


Fig. 1 Map of Kenya showing the location of the Kapthurin Formation.

Material and Methods

Figure 2 shows a picture of the mandible KNM-BK 8518 before cleaning. A lot of matrix, especially around the incisors and the left third molar, can be distinguished. The mandible belongs to an adult specimen. After cleaning (fig. 3) it became clear that the dental arcade had been distorted *post mortem* and that the teeth were heavily and asymmetrically worn. It can

also be seen that the hominid mandible was found in four pieces : the body, part of the left ramus and two separate teeth, possibly remains of the left P4 and the right canine.

Wood and Van Noten (1986) assign the specimen to *Homo* sp. indet (aff. *erectus*) showing similarities with the hominid mandible KNM-BK 67, found in 1966 (Leakey *et al.*, 1969).

A large number of metrical as well as non-metrical characteristics have been scored. A first basic analysis of the mandible lead to the conclusion that this mandible shows characteristics that could be attributed to *Homo habilis* as well as to *Homo erectus*. This is the reason why the same characteristics have been scored on all original *Homo habilis* - and *Homo erectus* specimens (mandibles) from Kenya, Tanzania, South Africa and Java. It is also my intention to measure and study the specimens from China, as e.g. the mandible from Lantian, which shows many similarities with KNM-BK 8518.

The methods that will be used in order to analyse these data are essentially multivariate techniques, such as Discriminant Analysis, Maximum Likelihood, Cluster Analysis, etc. (van Vark, 1970; Uytterschaut, 1983). However, at the moment only univariate analyses based on only one part of the data (the most completely scoring characteristics for the mandibles of Kenya, Tanzania and Java) has been applied until now. Therefore, the following results have to be considered as preliminary. It is quite possible that including the whole data set, enlarging the number of considered mandibles and applying multivariate statistics, the results will have to be reconsidered.

Preliminary Results

With regard to the mandibles found in Kenya and Tanzania, the mandible KNM-BK 8518 shows the greatest similarities with KNM-ER 992, OH 13 and KNM-ER 1805, all specimens that were attributed (according to several authors) to a primitive *Homo erectus* (or late *Homo*

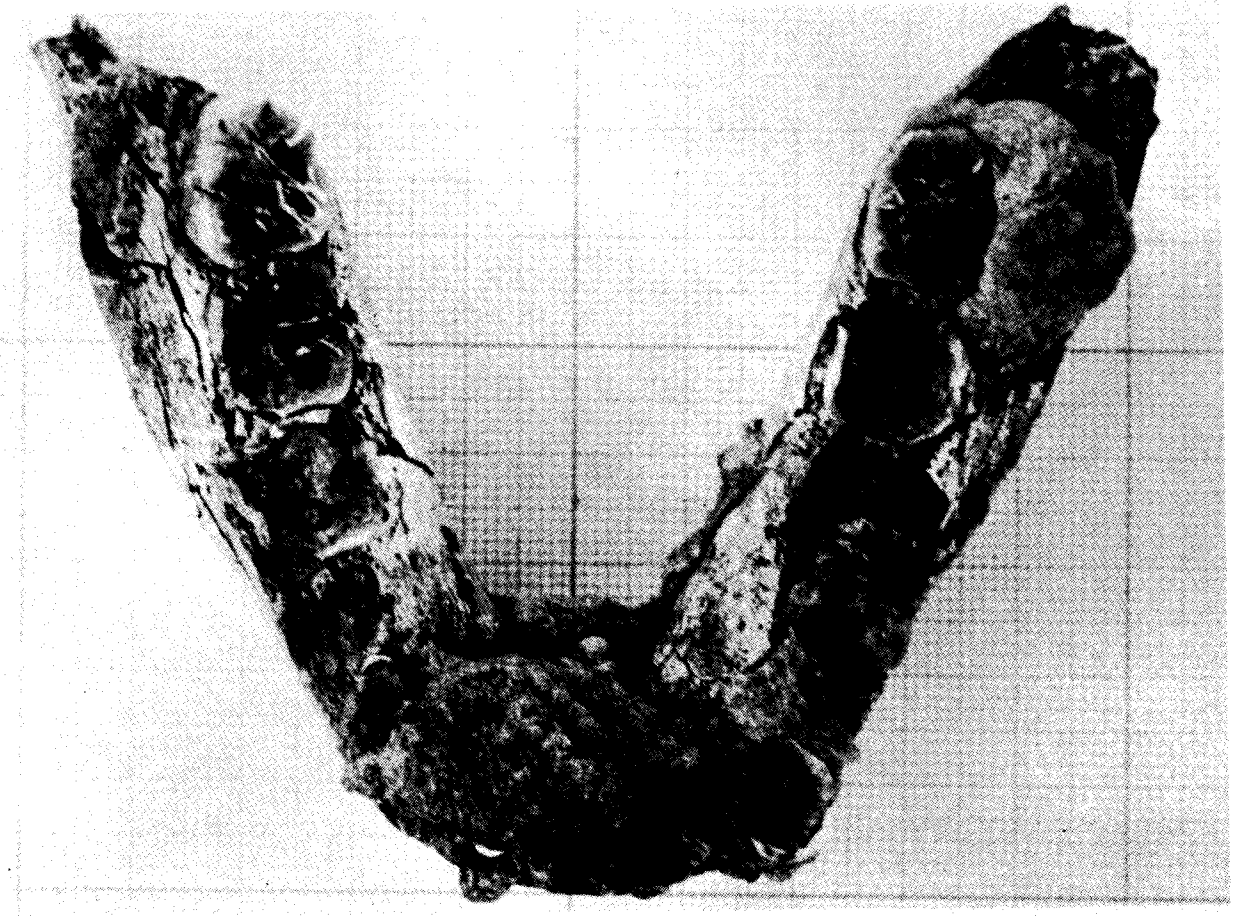


Fig. 2 Mandible KNM-BK 8518 before cleaning.

habilis). Examples of characteristics that point in that direction are the height of the corpus at M2, the symphysis width at M2, length of the premolar and molar tooth row, mesiodistal and buccolingual dimensions of M2 and M3, width of the *extramolar sulcus* and steepness of the *planum alveolare*.

With regard to the mandibles found in Java, KNM-BK 8518 shows the best similarities with Sangiran 1b "Mandible B" (*Pithecanthropus B*) and Sangiran 9 (*Pithecanthropus C*). Characteristics pointing in that direction are especially size measurements but also non-metrical characteristics such as the position of the mental foramen, the markedness of the lateral prominence, etc. A more detailed study of some old and new Pleistocene discoveries from Java (Uytterschaut, 1991) leads to the conclusion that Sangiran 1b as well as Sangiran 9 probably belong to an early *Homo erectus*.

Conclusions and Discussion

Since these results are only preliminary and the analysis has not yet been completed, the conclusions are preliminary as well.

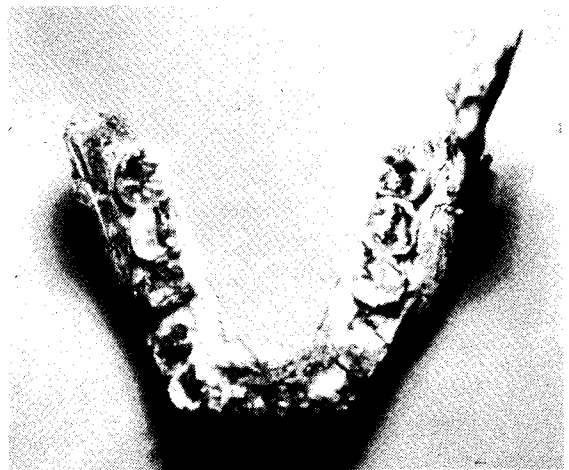


Fig. 3 Mandible KNM-BK 8518 (body + ramus) after cleaning.

According to the results, based on univariate statistics and comparative anatomy, the mandible KNM-BK 8518 seems to show similarities with the East African specimens: KNM-ER 992, OH 13, KNM-ER 1805 and with the South-East Asiatic specimens Sangiran 1b and Sangiran 9. All of these specimens probably belong to early *Homo erectus* (or late *Homo habilis*).

Multivariate statistical techniques on the complete data set will be used to prove or disprove this hypothesis. Moreover, the same techniques will be used in order to find a set of characteristics

that are clearly different between *Homo habilis*, *Homo erectus* and an eventually transitional form. Once this set of characteristics has been found, it will be easier to assign the mandible BK 8518 to one of these groups. Up to now there is no clear set of morphological characteristics that allow us to distinguish *Homo erectus* mandibles (especially the primitive form) from *Homo habilis* mandibles with some degree of certainty. With respect to the amount of evolution taking place within the *erectus* grade, Howells (1966) mentions that there is probably a good deal of accident of discovery involved in defining *Homo erectus*.

Acknowledgments

I would like to thank R. Leakey, Prof. Van Noten, Prof. Sartono and Prof. Franzen for giving me permission to study the original specimens. This study has been made possible thanks to a grant from the National Fund for Scientific Research of Belgium and support from the University of Groningen, The Netherlands. Finally, I would like to thank G.T. Hoogenberg for typing the manuscript and A.J.H. Deddens and D. Huizinga for producing the photographs.

References

- CORNELISSEN, E., BOVEN, A., DABI, A., HUS, J., JU YONK, K., KEPPENS, E., LANGOHR, R., MOEYERSONS, J., PASTEELS, P., PIETERS, M., UYTTERSCHAUT, H., van NOTEN, F. and WORKINEH, H., 1990, The Kapthurin Formation (Baringo, Kenya) Revisited, *African Archaeological Review*, in press.
- HOWELLS, W.W., 1966, *Homo erectus*, *Scientific American*, 215, pp. 46-53.
- LEAKEY, M., TOBIAS, P.V., MARTYN, J.E. and LEAKEY, R.E.F., 1969, An Acheulean Industry with Prepared Core Technique and the Discovery of a Contemporary Hominid Mandible at Lake Baringo, Kenya, *Proc. Prehist. Soc.*, 25, pp. 48-76.
- UYTTERSCHAUT, H.T., 1983, *Affinities of Philippine Populations, An Application of Multivariate Techniques to Human Skull Data*, Ph. D. Thesis, University of Groningen, The Netherlands.
- UYTTERSCHAUT, H.T., 1991, A Morphological Study of Some Old and New Pleistocene Discoveries from Java, *Proceedings of the 14th Congress of the Indo-Pacific Prehistory Association*, Yogyakarta, 1990, in press.
- VAN VARK, G.N., 1970, *Some Statistical Procedures for the Investigation of Prehistoric Human Skeletal Material*, Ph. D. Thesis, University of Groningen, The Netherlands.
- WOOD, B.A. and VAN NOTEN, F., 1986, Preliminary Observations on the BK 8518 Mandible from Baringo, Kenya, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 69, pp. 117-129.

Apport de la paléomammologie à la paléoanthropologie en Europe

Contributions of Palaeomammalogy to Palaeoanthropology in Europe

Jean-Marie Cordy *

Résumé

La biochronologie fondée sur l'évolution des faunes mammaliennes permet d'ordonner une part des gisements paléoanthropologiques européens. De plus, les interprétations paléoécologiques et paléobiogéographiques des faunes peuvent apporter d'utiles informations applicables à l'évolution humaine. Enfin, les évolutions observables chez les Mammifères peuvent susciter la réflexion des paléoanthropologues.

Abstract

Bio-chronology founded upon the evolution of mammalian fauna allow us to shed light on some European palaeoanthropological sites. Moreover, paleoecological and palaeobiological interpretations of fauna supply useful information applicable to human evolution. Finally, observable mammal evolutions can give rise to reflection among palaeoanthropologists.

Mots clefs : Europe, Postvillafranchien, Biochronologie des Mammifères, Paléoécologie, Paléobiogéographie.

Key words : Europe, Post-Villafranchian, Mammalian Biochronology, Palaeoecology, Palaeobiogeography.

Introduction

Dans le cadre d'un colloque axé sur la paléoanthropologie, un paléomammalogiste peut apporter différentes informations et différents éclairages sur l'Homme fossile. Très classiquement, grâce à l'évolution des associations mammaliennes et à l'évolution biologique, il peut fournir un système chronologique de référence dans lequel sont replacés les gisements paléoanthropologiques et archéologiques. Ceci permet de dater d'une manière relative les différents fossiles humains connus et même de

leur attribuer, par extrapolation, une estimation de leur âge absolu. D'un autre côté, par les interprétations paléoécologiques de la faune, le paléomammalogiste peut définir globalement l'évolution du paléoenvironnement à laquelle sont liés des phénomènes paléobiogéographiques particuliers (émigrations, immigrations, morcellement des populations...); ces modèles peuvent à leur tour inspirer le paléoanthropologue sur le plan des populations humaines et de leur évolution biologique. Dans le même ordre d'idées,

* Jean-Marie Cordy, Chercheur qualifié au F.N.R.S., Unité de recherches "Evolution des Vertébrés et Evolution Humaine", Université de Liège, 7 place du XX Août, 4000 Liège, Belgique

les caractéristiques de la microévolution et de l'adaptation des mammifères peuvent également servir de référence aux anthropologues, d'autant que l'Homme préhistorique reste fondamentalement soumis à des pressions sélectives de l'environnement comme tout autre mammifère.

Biochronologie

1. Biozonation

La méthode a déjà été exposée dans deux articles antérieurs (Cordy, 1982; Cordy et Henrotin, 1984). Elle consiste essentiellement à utiliser les séquences d'espèces ou de sous-espèces chronologiques appartenant à des lignées évolutives bien étudiées ainsi que les phénomènes de disparition (émigrations ou extinctions) et d'apparition taxonomique (immigrations). L'emploi du plus grand nombre de lignées possible, la prise en compte de la conjonction des différents phénomènes et l'analyse faite indépendamment de tout autre système (comme par exemple la chronologie géologique glaciaire) sont autant de facteurs essentiels à la définition d'une biozonation fiable. Chacune des biozones correspond en fait à la définition d'une période chronologique pendant laquelle s'observe une association particulière d'espèces de mammifères (zone d'extension concomitante). Plus précisément, nous utilisons ici la notion de zone d'Oppel ou zone oppélienne qui est "caractérisée par une association ou un assemblage choisi, d'extension restreinte et largement concomitante, indicative d'une contemporanéité approximative" (Hedberg *et al.*, 1979).

Par cette méthode, il est possible de définir, pour le dernier million d'années correspondant au Pléistocène moyen et supérieur, neuf biozones dans lesquelles se répartissent les différents gisements paléoanthropologiques reconnus jusqu'à présent en Europe. La définition paléontologique de chaque biozone se déduit facilement des associations de mammifères telles qu'elles apparaissent dans les figures 1 et 2.

2. Corrélations

Chacune des biozones peut être définie objectivement par un numéro d'ordre ou par le nom d'une espèce particulièrement caractéristique ou d'un gisement-type. Secondairement, il est possible également de donner une dénomination tirée de la terminologie glaciaire régionale (fig. 3). Toutefois, cette manière de faire peut conduire à des malentendus si le lecteur ne comprend pas qu'il s'agit juste de l'emploi d' "étiquettes" et non d'une corrélation stricte avec des événements climatiques dont la définition reste par ailleurs encore trop vague et subjective aujourd'hui.

La corrélation réelle de cette biozone avec l'échelle du temps et avec le système des stades isotopiques doit bien entendu être envisagée. Elle peut se faire d'une manière classique, en utilisant les datations radiométriques (par exemple : l'Uranium-Thorium, la thermoluminescence, l'ESR ...) ou tout autre système de datations indirectes (par exemple : le paléomagnétisme) associé à des gisements paléontologiques bien décrits. Ces données permettent d'ancrer la biozonation dans la chronologie absolue. D'autre part, l'idée d'une certaine homogénéité de la durée de chacune des biozones paraît être également une donnée raisonnable. Enfin, la correspondance entre la limite de zones et le maximum de chaque cycle glaciaire se fonde sur le modèle du Pléistocène supérieur et sur la durée estimée de chaque biozone (Cordy, 1982) et de chaque cycle isotopique (Zubakov et Borzenkova, 1990), qui est de l'ordre d'une centaine de milliers d'années pour le dernier million d'années. En particulier, au Pléistocène supérieur en Europe occidentale, nous avons constaté (Cordy, 1984) que la phase d'extinction majeure de la faune à *Mammuthus primigenius* prend son essor à la faveur du Pléniglaciaire récent (Stade isotopique 2) et que, dès le Tardiglaciaire, nous observons les premiers remplacements fauniques par immigration d'espèces d'origine orientale.

L'utilisation de tous ces éléments permet dès lors de proposer une corrélation entre notre

système de biozones mammaliennes, la séquence générale des stades isotopiques et l'échelle du temps (fig. 3).

3. Datations des gisements paléoanthropologiques

La figure 3 visualise la position chronologique de différents gisements paléoanthropologiques d'Europe occidentale qui sont caractérisés par un échantillon faunique significatif.

3.1. Les plus vieilles industries

Il est tout d'abord important de noter qu'il n'existe jusqu'à présent aucune preuve indiscutable de la présence de l'Homme en Europe qui soit antérieure à un million d'années (de Lumley *et al.*, 1988). Bien que plusieurs auteurs aient signalé des gisements archéologiques très anciens, spécialement dans le Massif Central français (Guth, 1974; Bonifay, 1983; Bonifay, 1991; Bonifay et Vandermeersch, 1991), aucune de ces observations n'apporte de preuves archéologiques irréfutables dans un contexte chronostratigraphique nettement antérieur au million d'années. Aux alentours de 950.000 ans (Stade isotopique 24), la grotte du Vallonnet, qui a fait l'objet d'une étude pluridisciplinaire récente (de Lumley *et al.*, 1988), constitue un gisement-repère bien daté. Le gisement de Soleilhac (Bonifay et Bonifay, 1981; Fosse et Bonifay, 1991), avec sa faune plus interglaciaire, est un autre site archéologique repère, qui est peut-être légèrement postérieur (Stade 23 ?) au vu du nombre apparemment plus réduit d'espèces villafranchiennes et de la présence d'espèces qui caractériseront le Pléistocène moyen comme *Palaeoloxodon antiquus* et *Capreolus süssenbornensis*. Il faut toutefois relativiser les différences observées entre ces deux faunes en raison des échantillons fauniques réduits et des variations induites par les conditions paléoclimatiques.

3.2. Les fossiles humains de la biozone IV (env. 450.000 à 600.000 ans)

Le premier gisement paléoanthropo-

logique se situe nettement plus tard. Il s'agit du site de Mauer (Heidelberg) où a été découvert la célèbre mandibule anténéandertalienne. La faune très riche des sables de Mauer ne laisse aucun doute quant à son attribution à la biozone IV : présence concomitante de *Mammuthus trogontherii*, *Equus mosbachensis*, *Alces latifrons*, *Cervus acoronatus*, *Canis mosbachensis*, *Homotherium latidens* et *Pachycrocuta perrieri* (Kahlke, 1975; Kraatz, 1992). La persistance d'espèces anciennes, comme les deux dernières citées, et de *Lynx issiodorensis* (selon Kahlke, 1975) permet de situer ce gisement dans la première moitié de cette biozone, c'est-à-dire au stade isotopique 15 selon notre modèle de corrélation.

Le second gisement paléoanthropologique important est celui de Vertesszöllös (Hongrie), qui a livré un os occipital et quelques dents fragmentaires. La présence concomitante de *Equus mosbachensis*, *Cervus acoronatus*, *Capreolus süssenbornensis*, *Canis mosbachensis*, *Panthera gombaszoegensis*, *Pachycrocuta brevirostris* et *Ursus stehlini* (Kahlke, 1975) permet d'attribuer à nouveau ce gisement à la biozone IV; l'absence de forme archaïque (excepté *Pachycrocuta brevirostris*) suggère un âge un peu plus récent que Mauer, soit le stade isotopique 13.

Le paléokarst de Vergranne (Campy, 1983), qui a livré une canine lactéale humaine est également corrélé avec la biozone IV puisqu'il contient un *Dicerorhinus etruscus* relativement primitif, *Equus mosbachensis*, *Ursus deningeri* et *Canis mosbachensis*. La présence d'un Ours brun, *Ursus arctos*, et de Rongeurs, tels que *Pitymys subterraneus* et un *Arvicola cantiana* déjà évolué, suggère un âge récent au sein de la biozone (stade isotopique 13).

Enfin, le gisement paléoanthropologique de la Cueva Major à Atapuerca (Espagne) a livré essentiellement une faune de Carnivores où *Ursus deningeri* est tout à fait dominant (Aguirre *et al.*, 1987). Toutefois, la présence concomitante de *Panthera leo fossilis*, *Panthera gombaszoegensis* et d'un Renard évolué, *Vulpes vulpes*, permet d'attribuer cette faune à la biozone IV.

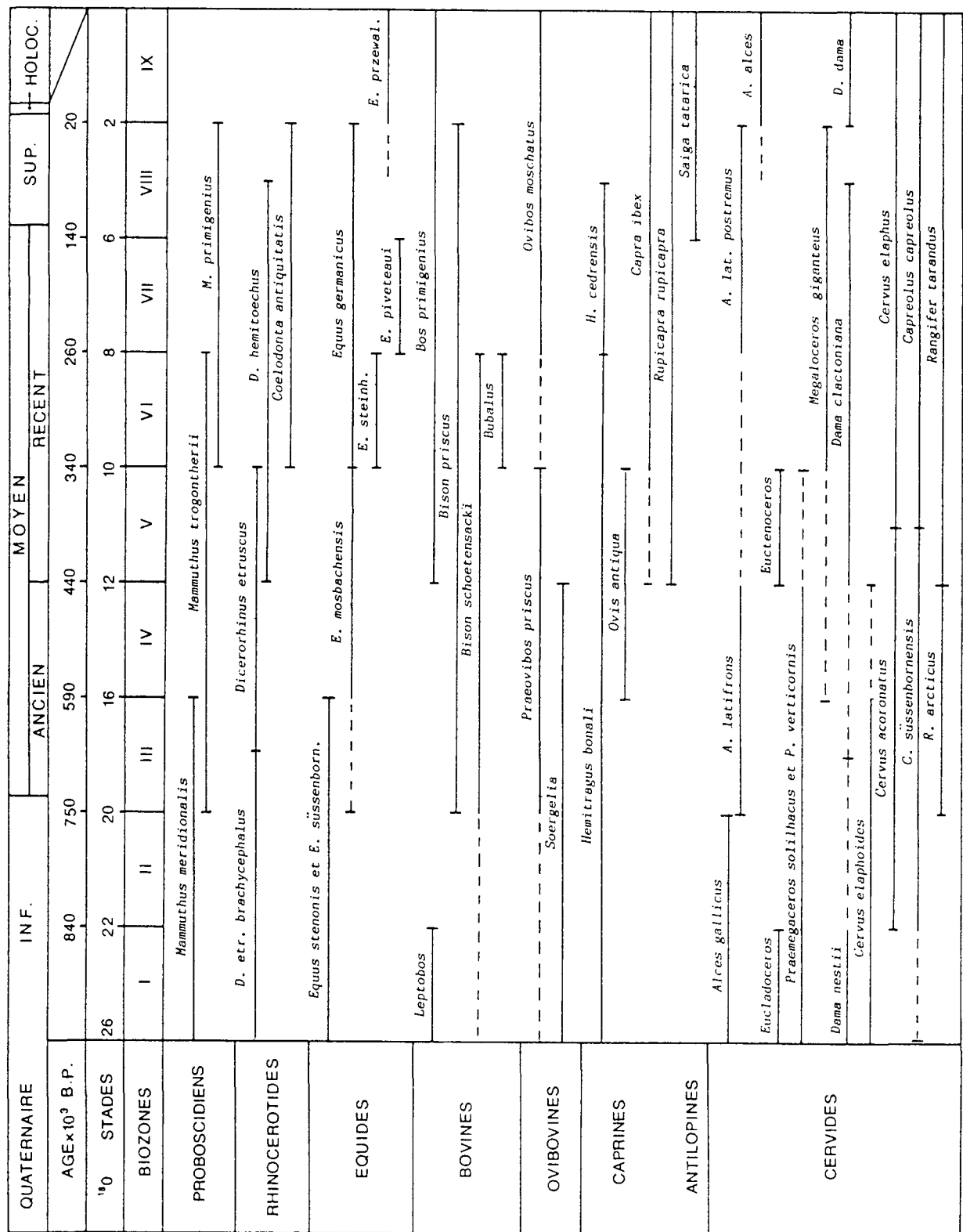


Fig. 1 Biochronologie et biozonation des principales espèces d'Ongulés au cours du dernier million d'années. Les limites d'extension sont superposées idéalement aux limites de zones "oppéliennes".

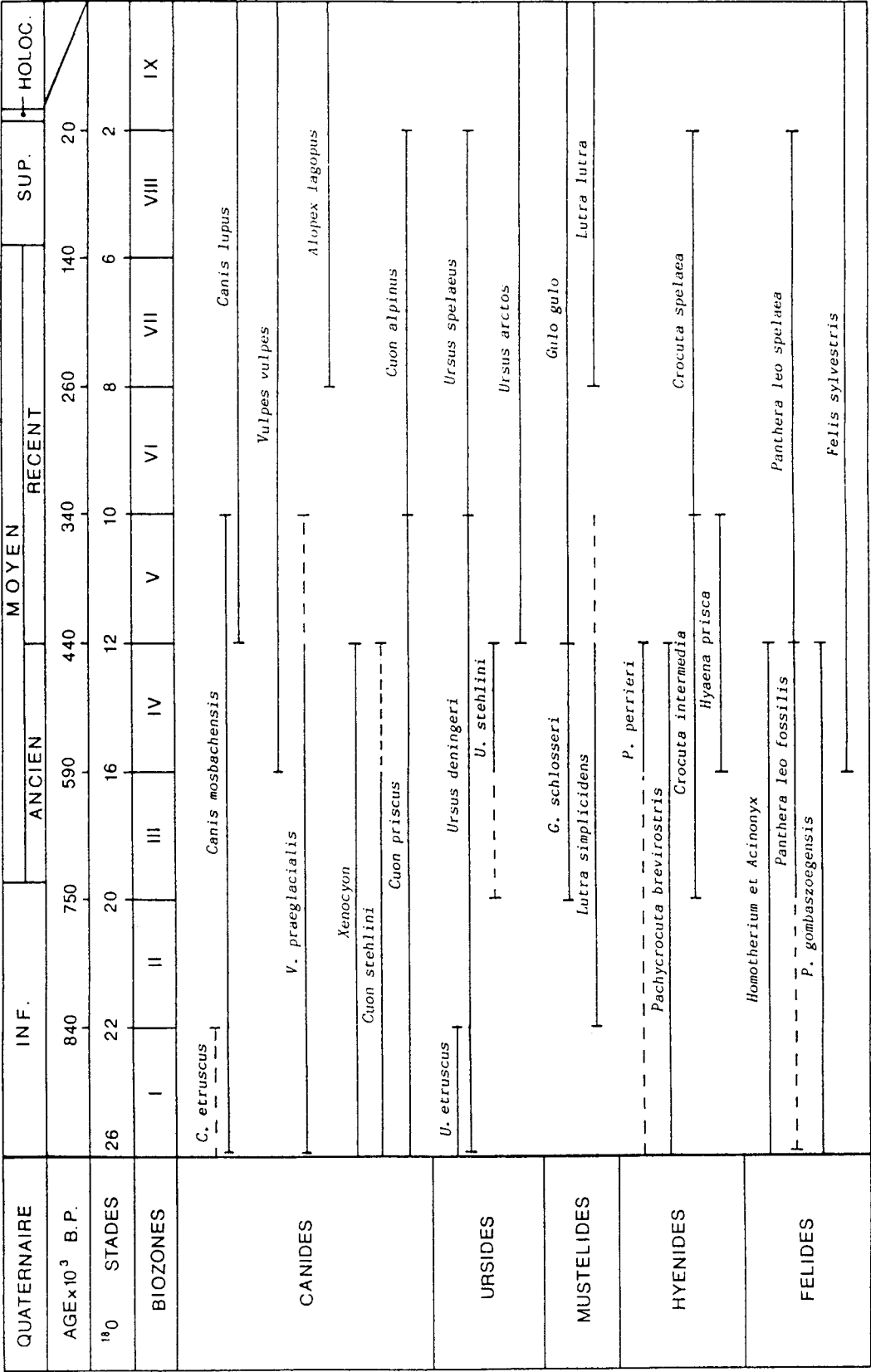


Fig. 2 Biochronologie et biozonation des principales espèces de Carnivores au cours du dernier million d'années. Les limites d'extension sont superposées idéalement aux limites de zones "opéliennes".

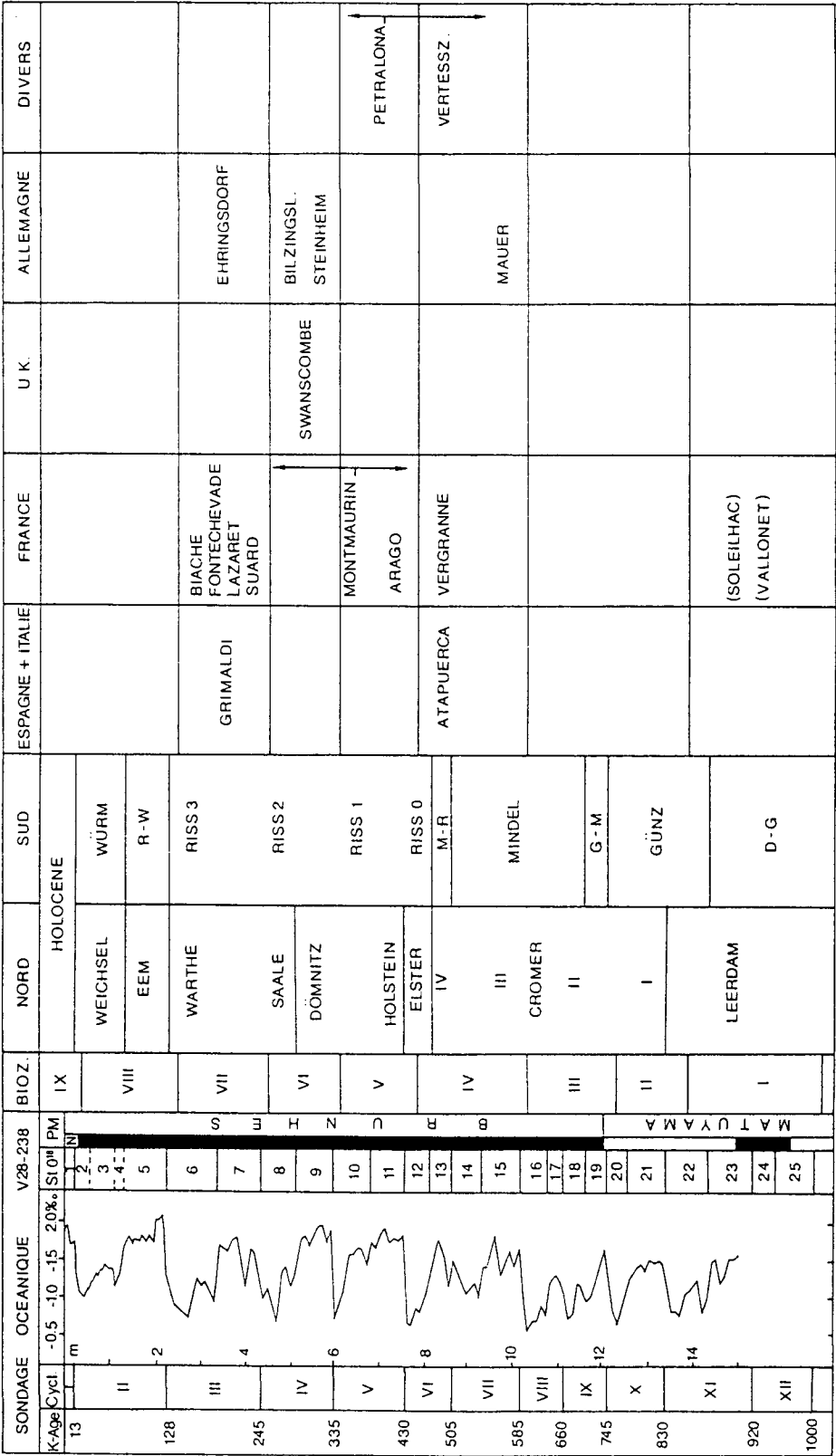


Fig. 3 Position des gisements paléanthropologiques européens d'après les données fauniques et la biozonation mammalienne. Corrélation avec les âges absolus (d'après Zubakov et Borzenkova, 1990), aux courbes et stades isotopiques de l'oxygène (d'après Shackleton et Opdyke, 1973 et 1976), au paléomagnétisme et aux dénominations traditionnelles des glaciaires et interglaciaires (d'après Zubakov et Borzenkova, 1990, modifié).

3.3. Les fossiles humains de la biozone V (env. 350.000 à 450.000 ans)

Le site paléanthropologique et paléontologique repère de la biozone V est sans conteste la Caverne de l'Arago à Tautavel (Cregut-Bonoure, 1981). La persistance d'espèces du Pléistocène moyen ancien telles que *Equus mosbachensis*, *Praeovibos priscus*, *Cervus acoronatus*, *Ovis antiqua*, *Canis mosbachensis*, *Vulpes praeglacialis*, *Cuon priscus*, *Ursus deningeri*, et l'apparition d'espèces nouvelles ou plus évoluées comme *Dicerorhinus hemitoechus*, *Bos primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Rupicapra rupicapra*, *Panthera leo spelaea*, caractérisent tout à fait cette biozone.

Le célèbre crâne de Petralona (Grèce) reste difficile à dater non seulement en raison des circonstances de sa découverte mais aussi par le caractère un peu hétérogène des faunes (Kurten et Poulanos, 1981; Kurten, 1983). D'une part, on observe une association caractéristique de la biozone IV avec entre autres *Praemegaceros verticornis*, *Canis mosbachensis*, *Ursus stehlini*, *Pachycrocuta perrieri*, *Pachycrocuta brevirostris*, *Panthera leo fossilis*, *Panthera gombaszoegensis* et *Homotherium* sp.; d'autre part, des espèces caractéristiques des biozones suivantes apparaissent comme *Dicerorhinus hemitoechus*, *Bos primigenius* et *Capra ibex*. C'est pourquoi, le gisement de Petralona est situé indistinctement dans les biozones IV et V (fig. 3); toutefois, si l'on tient compte que le crâne a été découvert au sommet des couches fossilifères, il est possible de le rattacher hypothétiquement à la biozone V, aux environs du stade isotopique 10.

Enfin, la position biochronologique de la mâchoire de Montmaurin (Grotte de la Niche) (France) reste difficile à préciser en fonction de petit échantillon faunique (Tavoso et al., 1990). L'espèce la plus indicative et la mieux représentée est un Ours qui présente un mélange de caractères d'*Ursus deningeri* et d'*Ursus spelaeus* (Biozones V et VI). La petite taille du *Canis lupus* et la présence éventuelle d'*Equus mosbachensis*

semblent confirmer l'âge ancien du gisement. Dès lors, Montmaurin est situé hypothétiquement à la fin de la biozone V (fig. 3).

3.4. Les fossiles humains de la biozone VI (env. 260.000 à 350.000 ans)

Tant du point de vue paléontologique (Kahlke, 1975) que du point de vue paléanthropologique, le gisement de Steinheim (Allemagne) est une référence pour cette biozone VI. La faune est caractérisée par la présence concomitante d'un *Mammuthus trogontherii*, de *Dicerorhinus hemitoechus* et d'espèces évoluées comme *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus* et *Ursus spelaeus*. En outre, *Megaloceros giganteus* fait son apparition sous une forme ancestrale. Enfin, deux espèces d'extension chronologique restreinte sont représentées : un équidé, *Equus steinheimensis* et un boviné, *Bubalus* (= *Buffelus*) *murrensis*.

Deux autres gisements paléanthropologiques bien connus peuvent également être corrélés avec Steinheim : d'une part Bilzingsleben (Allemagne), où la faune comprend également *Mammuthus trogontherii* et *Dicerorhinus hemitoechus*, ainsi que des espèces évoluées comme *Cervus elaphus* et *Panthera leo spelaea* (Mania, 1983); d'autre part, le plus ancien site paléanthropologique de Grande-Bretagne, Swanscombe, est également caractérisé par *Dicerorhinus hemitoechus* et par diverses espèces évoluées comme à Steinheim, auxquelles on peut ajouter *Canis lupus* et *Panthera leo spelaea* (Stuart, 1982). Seule la présence du genre *Macaca* sp. et, parmi les Rongeurs, de *Arvicola cantiana* et *Pitymys arvaloides* démontre bien l'ancienneté du gisement.

3.5. Les fossiles humains de la biozone VII (env. 140.000 à 260.000 ans)

La figure 3 reprend les différents sites paléanthropologiques qui correspondent à cette biozone (notons que l'ordre des sites français est purement alphabétique).

Cette biozone est surtout caractérisée par des faunes (Kahlke, 1975) où *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus germanicus* et *Megaloceros giganteus* sont tout à fait individualisés morphologiquement par rapport aux formes de transition précédentes.

3.6. Biozone VIII

Avec la biozone suivante, les gisements paléoanthropologiques à *Homo sapiens neanderthalensis* et puis *Homo sapiens sapiens* se multiplient bien entendu à travers toute l'Europe. Ils n'ont pas été repris ici en raison de leur évidente corrélation avec les stades isotopiques 5 à 2. En outre, la biozonation évolutive devient trop grossière pour dater tous ces gisements et il serait nécessaire d'utiliser dès lors une biozonation de type bio-climatologique

qui nous conduirait à un autre propos.

Notons toutefois qu'en Belgique, les gisements moustériens semblent se répartir en deux grands ensembles (Cordy, 1988). Un premier correspond à l'interglaciaire éémien au sens large (y compris les Saint-Germain), un second au complexe interstadiaire d'Hengelo-Les Cottés. Ces deux ensembles sont séparés par une longue période d'absence ou de quasi-absence d'occupations humaines dans le nord de l'Europe, en raison des conditions rigoureuses du climat du Weichsélien inférieur et moyen. Les restes néandertaliens de Spy, Fonds-de-Forêt, Engis et Couvin correspondraient probablement à la "seconde vague" d'occupation moustérienne en Belgique et seule la mandibule de La Naulette pourrait appartenir à la "première vague", c'est-à-dire à l'interglaciaire éémien *sensu lato*.

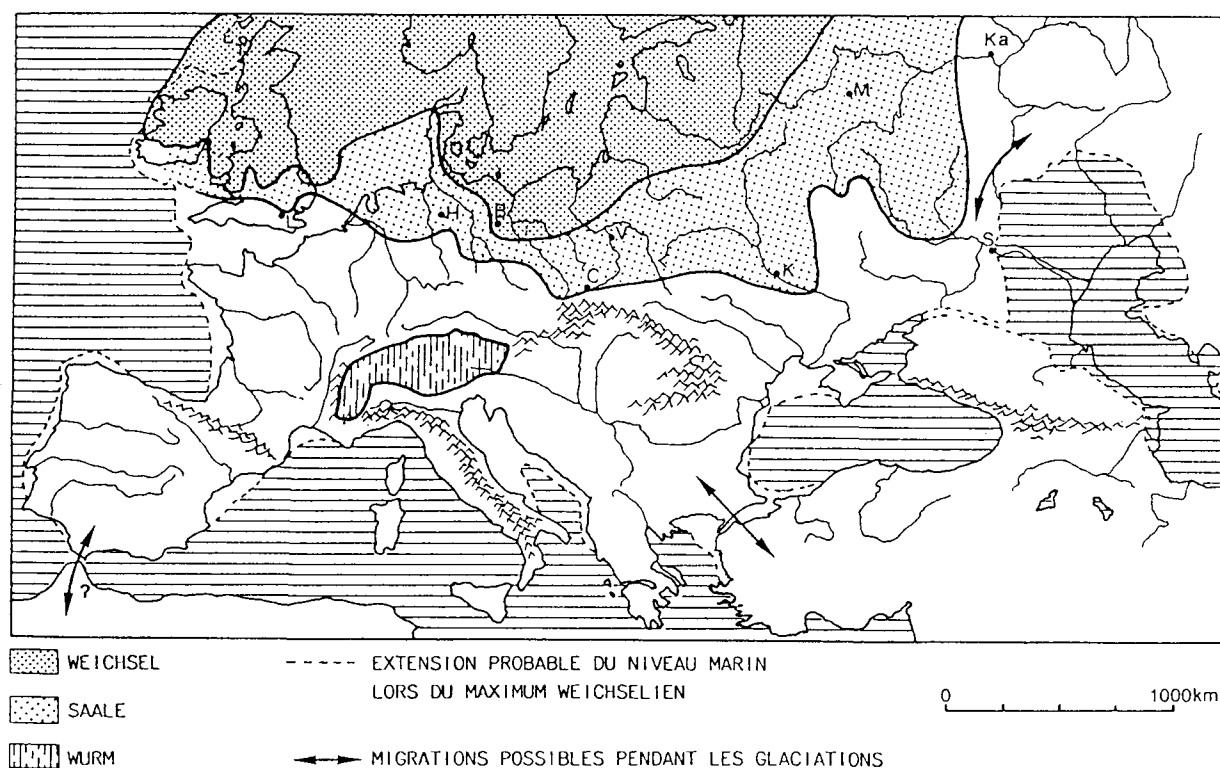


Fig. 4 Paléogéographie de l'Europe en fonction des limites des calottes glaciaires, du niveau marin durant le dernier glaciaire et des massifs montagneux (d'après Flint, 1957 modifié). Voies possibles de migration au cours des glaciaires.

Paléoécologie glaciaire et paléobiogéographie

Au cours du Quaternaire, durant chaque cycle glaciaire, l'Europe occidentale a été soumise à un paléoclimat très rude qui a isolé et morcelé les populations animales. Le cas de la dernière glaciation, qui est le mieux connu en raison du nombre de gisements étudiés, permet de mettre en valeur quelques grands phénomènes biogéographiques.

Les grandes lignes de l'évolution du paléoclimat durant le Pléistocène supérieur sont maintenant bien perçues au travers des études palynologiques comme celles de la Grande Pile (Woillard and Mook, 1982) et des recherches sur les pourcentages des isotopes de l'oxygène (Shackleton et Opdyke, 1973 et 1976; Zubakov et Borzenkova, 1990). Les paléomammalogistes mettent particulièrement bien en évidence l'intensité du climat glaciaire durant les phases les plus froides. Ainsi, en Belgique et dans le nord de la France, au cours du début du Tardiglaciaire (Dryas I, environ 14.000 ans B.P.), le climat de type continental polaire était tel que la microfaune mammalienne était dominée à 85% par le Lemming à collier, *Dicrostonyx gulielmi*, et la macrofaune par le Renne, *Rangifer tarandus*, qui était accompagné par le Boeuf musqué, *Ovibos moschatus*, et le Renard Polaire, *Alopex lagopus* (Cordy, 1984 et 1991). Il est évident qu'une telle faune témoigne du développement d'un milieu toundroïde de type arctique. La rigueur du climat durant les deux phases du pléniglaciaire (stades isotopiques 4 et 2) était telle qu'elle explique l'absence totale de données archéologiques dans la moitié septentrionale de l'Europe durant une part de l'époque moustérienne et durant le Solutrén (Cordy, 1984 et 1988). Cette sorte de désertification culturelle serait liée à la migration des populations humaines dans les régions plus méridionales. La répartition des populations humaines et animales a donc subi des flux et des reflux de direction nord-sud en fonction des oscillations paléoclimatiques. En outre, la structure des populations a pu subir d'importantes contraintes. Ainsi, au cours du maximum glaciaire

du stade isotopique 2, une sorte de confinement des troupeaux de Rennes dans le sud-ouest de la France a même pu être évoqué sur la base de la réduction de la stature de ce cervidé et sur la diminution de ses effectifs (Delpech, 1988).

D'un point de vue biogéographique, il est clair que le développement d'un climat de type polaire dans les plaines septentrionales de l'Europe constituait une barrière climatique déterminante pour le mouvement des espèces adaptées à un climat tempéré et plus particulièrement de l'Homme (fig. 4). En effet, en dessous du 50^e parallèle, les Alpes, les Carpathes et les différents monts du sud de l'Allemagne et de l'ouest de la Tchécoslovaquie sont autant de barrières géographiques encore plus efficaces en période glaciaire. Ainsi, la moitié sud de l'Europe, qui n'était pas soumise aux conditions toundroïdes, était néanmoins isolée du reste de l'Eurasie et se trouvait compartimentée en plusieurs régions, elles-mêmes relativement isolées les unes des autres : l'Ukraine, le bassin du Danube, la péninsule balkanique, le bassin du Pô, l'Italie péninsulaire et insulaire, le sud de la France et la péninsule ibérique. Pendant des milliers d'années, les populations animales et humaines qui vivaient dans chacune de ces régions pouvaient rester relativement isolées les unes des autres et du reste des populations eurasiatiques. Le flux génique réduit et la relative petitesse des populations pouvaient favoriser une dérive génétique. De plus, les modifications du climat pouvaient induire une augmentation des pressions sélectives du milieu et favoriser des phénomènes de microévolution biologique. L'individualisation d'un type humain particulier, *Homo sapiens neanderthalensis*, est peut-être liée à ces données biogéographiques et paléoécologiques propres à l'Europe occidentale. L'influence de phénomènes d'isolement sur les peuplements pléistocènes d'Europe a d'ailleurs déjà été évoquée par Howell (1960) et discutée par Hublin (1990).

Il est encore important de noter que ce modèle décrit dans le cadre de la dernière glaciation a pu se répéter à l'occasion de chaque cycle glaciaire. D'autre part, ce modèle est compliqué

par l'existence de périodes de rémission climatique au sein de chaque glaciation. Ainsi, durant la dernière glaciation, l'interpléniglaciaire qui correspond globalement au stade isotopique 3, est marqué par le complexe interstadiaire d'Hengelo-les-Cottés qui se réplique quelque peu avec le complexe d'Arcy-Kesselt. Durant ces phases, l'amélioration climatique est telle que les Lemmings peuvent disparaître de la microfaune en Belgique et que le Renne devient minoritaire par rapport au Cerf et au Cheval (Cordy, 1988). A la faveur de ces épisodes interstadiiaires, les voies de passages entre les différents compartiments d'Europe occidentale et d'Eurasie ont pu se rouvrir. L'immigration de l'Homme moderne, *Homo sapiens sapiens*, en Europe occidentale en est un beau témoignage.

Parallélisme entre l'histoire des grandes faunes et l'histoire humaine

En fonction de l'évolution des associations mammaliennes au cours du dernier million d'années, il est possible de dégager de grandes étapes dans l'histoire de la faune continentale (fig. 5). Ces grandes étapes et leur corrélation avec des phénomènes paléoclimatiques particuliers peuvent trouver leurs correspondants dans le cours de l'évolution biologique et culturelle de l'Homme. Le parallélisme entre l'évolution des faunes de grands mammifères en Europe et l'évolution paléoclimatique apparue au travers des courbes isotopiques a d'ailleurs déjà été tenté par M.-F. Bonifay (1978 et 1980). D'autre part, Hublin (1990) a proposé de rattacher quelques aspects de l'évolution humaine en Europe à certaines séquences particulières des courbes isotopiques. Nous nous efforcerons ici de relier ces différents thèmes et d'affiner l'analyse en rapport avec notre propre approche biochronologique.

Comme cela a déjà été souligné ci-avant sur la base du modèle de la dernière glaciation, il semble que ce soit au cours des phases pléniglaciaires que logiquement les faunes ont subi le plus de contraintes sélectives et que les phénomènes d'extinction ont eu lieu. Par la suite, lors de l'interglaciaire suivant, des espèces

migrantes venant principalement des régions orientales de l'Eurasie ont pu occuper les niches écologiques devenues vacantes. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser les phases pléniglaciaires comme limites principales.

1. Dégradation de la biocénose villafranchienne et apparition de l'Homme en Europe

De nombreux auteurs ont décrit l'évolution progressive des grandes faunes du Villafranchien (3 à 1 million d'années). Les gisements du Massif central français et ceux d'Italie sont particulièrement démonstratifs à ce propos (Azzaroli, 1977 et 1983; Bonifay, 1980; Bonifay *et al.*, 1988). Au départ, la faune est caractérisée entre autres par des Mastodontes (dont *Anancus arvernensis*), un Tapir (*Tapirus arvernensis*), des Antilopinés (*Gazella borbonica*, *Gallogoral meneghini*, *Gazellospira torticornis*) et une grande variété de Cervidés (*Cervus pardinensis*, *Croizetoceros ramosus*, *Cervus perrieri*, *Arvernoceros ardei*, *Eucladoceros*). Ensuite, on assiste à la disparition progressive des espèces tempérées chaudes et forestières comme le Tapir et les Mastodontes, secondairement des Antilopinés, et à l'appauvrissement des Cervidés. Ces espèces sont remplacées par de nouveaux migrants venus principalement de l'est eurasiatique et dans une moindre mesure de l'Afrique. Ces nouveaux mammifères sont plus adaptés aux biotopes ouverts (prairies arborées, steppes herbeuses, grandes prairies ...) comme le premier vrai Eléphant d'Europe (*Mammuthus meridionalis*), le Rhinocéros étrusque (*Dicerorhinus etruscus*), les premiers vrais Chevaux européens (dont *Equus stenonis* et *Equus bressanus*). Sur le plan des micromammifères, les "Campagnols" primitifs (dont le genre *Mimomys*) évoluent graduellement et augmentent relativement en importance; à la fin du Villafranchien, la migration du genre *Allophaiomys* sera déterminante puisque ce rongeur sera à la base de la cladogenèse des lignées de Campagnols modernes. Tous ces faits et d'autres attestent de toute évidence la dégradation globale et progressive du climat et conséquemment du paléoenvironnement, où les

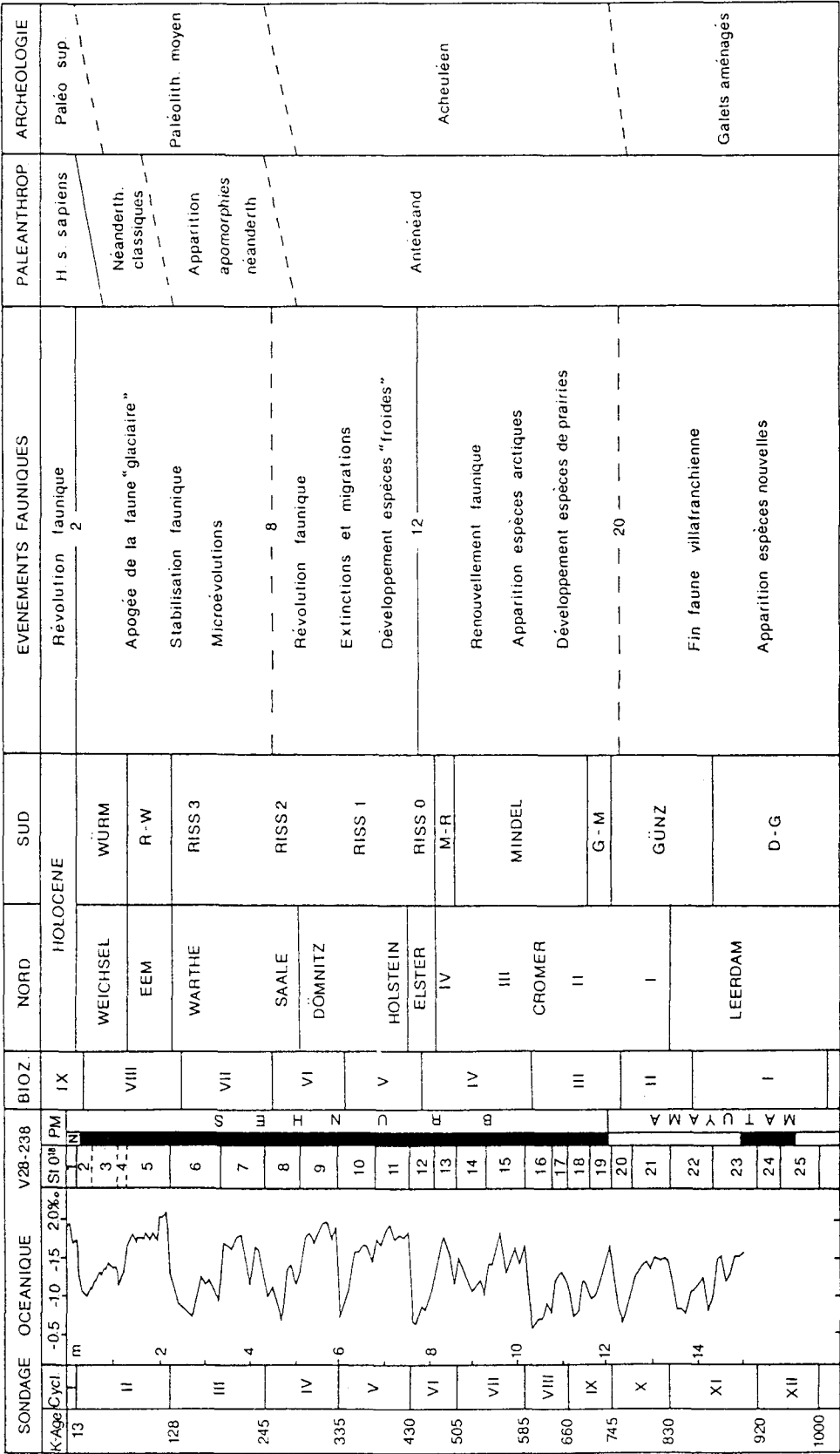


Fig. 5 Synthèse des grands évènements fauniques et des étapes de l'évolution biologique et culturelle de l'Homme en Europe. Corrélation diverse comme dans la figure 3.

milieux forestiers cèdent le pas aux milieux ouverts.

L'arrivée de l'Homme en Europe, qui s'est produite au moins à partir de 1.000.000 d'années et d'une manière hypothétique à des périodes plus anciennes (1.500.000 pour Chilhac), correspond donc chronologiquement à la fin de l'époque villafranchienne. Les Hominidés étant fondamentalement des Primates adaptés à un milieu de "savane" (Coppens, 1983), il est bien sûr tentant de considérer que l'Homme a migré en Europe à la faveur de la dégradation de l'environnement villafranchien.

Les biozones I et II (1.000.000 à 750.000 ans) correspondent au terme final des faunes villafranchiennes, en relation probable avec les premières glaciations de grande amplitude (stades isotopiques 22 et 20). Ces faunes épivillafranchiennes peuvent conserver encore quelques représentants de lignées villafranchiennes comme *Mammuthus meridionalis*, *Equus stenonis*, *Leptobos*, *Libralces gallicus*, *Eucladoceros tetracerus*, *Dama nestii*, *Canis etruscus* et *Ursus etruscus*. Toutefois, elles s'individualisent par des évolutions spécifiques de taxons typiques du Pléistocène moyen ancien, tels que *Canis mosbachensis* et *Ursus deningeri*. En outre, des migrants caractéristiques font leur apparition comme les formes ancestrales du Cerf et du Chevreuil, *Cervus acoronatus* et *Capreolus süssenbornensis*, ainsi que l'ancêtre du Lion des cavernes, *Panthera leo fossilis* et une forme primitive du Renard, *Vulpes praeglacialis*. Enfin, au niveau de la microfaune, la cladogenèse à partir d'*Allophaiomys pliocaenicus* constitue un repère marquant, qui engendre l'apparition de *Pitymys gregaloïdes* et des premières espèces de *Microtus*.

2. Les faunes du Pléistocène moyen ancien et le développement de l'Acheuléen

Les biozones III et IV (750 à 440.000 ans) correspondent approximativement aux faunes que certains auteurs dénomment "faunes de transition" (Bonifay, 1978). Les ultimes

représentants des espèces villafranchiennes y survivent, comme *Dicerorhinus etruscus*, *Cervus elaphoides*, *Xenocyon*, *Cuon stehlini*, *Homotherium*, *Pachycrocuta*, *Acinonyx pardinensis* et *Panthera gombaszoegensis*. Toutefois, la faune est surtout caractérisée par des taxons apparus dans l'Epivillafranchien, comme *Equus süssenbornensis*, qui est encore un cheval de type sténonien, *Cervus acoronatus*, *Capreolus süssenbornensis*, *Praemegaceros verticornis*, *Ursus deningeri*, *Canis mosbachensis*, *Cuon priscus* et *Vulpes praeglacialis*. D'autre part, ces biozones sont caractérisées par des spéciations caractéristiques qui se concrétisent par l'avènement du *Mammuthus trogontherii*, d'un *Dicerorhinus etruscus* évolué et de *Alces latifrons*. Enfin des migrants achèvent d'individualiser nettement ces faunes du Pléistocène moyen ancien : le premier Cheval caballin, *Equus caballus mosbachensis*, le Bison typique, *Bison priscus*, un Mouflon (*Ovis antiqua*), une Hyène évoluée (*Crocuta praespelaea*) et le Renard commun (*Vulpes vulpes*). Parmi les migrants, il en est qui sont moins communs mais néanmoins très informatifs d'un point de vue paléoclimatique : le Renne (*Rangifer articus*), un Boeuf musqué (*Praeovibos priscus*) et un Glouton (*Gulo schlosseri*); l'avènement de ces trois espèces, d'affinités arctiques, est à mettre en parallèle avec l'amplification des phases glaciaires, qui s'amorce à partir du stade isotopique 22, mais qui se poursuit par les glaciations correspondant aux stades 20, 18 et 16. Dans le même ordre d'idées, la prépondérance des milieux de prairies liés à la dégradation des biotopes tempérés forestiers se traduit par la représentativité croissante des Herbivores tels que *Equus mosbachensis*, *Bison priscus* et l'adaptation évolutive des lignées des genres *Mammuthus* et *Dicerorhinus*.

Dès le début de cette période, avec par exemple le gisement d'Abbeville en France, on observe le déploiement des industries acheuléennes à bifaces. Il est intéressant de noter que ce nouveau courant technologique, qui tranche par rapport aux industries à galets aménagés, correspond à une période de

changements plus drastiques du milieu en fonction de l'amplification des fluctuations climatiques glaciaires et, par conséquent, de pressions sélectives plus importantes. D'autre part, il faut se demander si, à la manière des autres mammifères, des populations humaines du Moyen-Orient possédant la technologie des bifaces n'ont pas migré en Europe à la faveur d'une "recolonisation interglaciaire".

C'est à la seconde moitié du Pléistocène moyen ancien qu'appartiennent les premiers fossiles humains (Mauer, Vertesszöllös, Vergranne). Il serait abusif d'affirmer que ces découvertes sont fonction d'une augmentation relative des populations humaines en Europe. L'évocation de cette hypothèse reste toutefois possible, d'autant que la biozone IV correspond à une période climatique qui, dans son ensemble, apparaît moins rigoureuse par l'allure des courbes isotopiques (stades isotopiques 15 à 13).

3. La grande coupure faunique du stade isotopique 12

Il semble bien que la glaciation correspondant au stade isotopique 12 ait eu des conséquences drastiques au niveau de la faune. En effet, le passage de la biozone IV à la biozone V est marqué par une phase d'extinction, qui est particulièrement explicitée chez les Carnivores (fig. 2). Ainsi, tous les représentants ultimes de la faune villafranchienne ou épivillafranchienne disparaissent définitivement, comme *Cervus elaphoides*, *Soergelia elisabethae*, *Homotherium latidens*, *Acinonyx pardinensis*, *Panthera gombaszoegensis*, *Pachycrocuta perrieri*, *Pachycrocuta brevirostris* et *Xenocyon lycaonoides*. Cette phase d'extinction doit sans doute être mise en liaison avec l'ampleur de la glaciation du stade 12, qui semble bien correspondre avec l'Anglien de Grande-Bretagne, caractérisé par une période de froid très intense et par une extrême aridité (Bowen *et al.*, 1986). Outre cette phase d'extinction, de nouveaux taxons semblent faire leur première apparition comme l'Auroch, *Bos primigenius*, de nouveaux caprinés, le Bouquetin (*Capra ibex*) et le Chamois (*Rupicapra rupicapra*), ainsi que l'Ours brun

(*Ursus arctos*) parmi les Carnivores. Enfin, des phénomènes de spéciation président à l'avènement d'espèces modernes comme le Cerf élaphe (*Cervus elaphus*), le Chevreuil (*Capreolus capreolus*), le Renne (*Rangifer tarandus*) et d'une espèce plus évoluée de Rhinocéros, le *Dicerorhinus hemitoechus*. En définitive, tous ces changements fauniques font de la limite entre les biozones IV et V une coupure déterminante qui permet de distinguer, sans grandes difficultés, les faunes mammaliennes du Pléistocène moyen ancien de celles du Pléistocène moyen récent.

Par la suite, même si la glaciation du stade isotopique 10 semble moins sélective, le mouvement amorcé se prolonge malgré tout, principalement sous la forme de nouvelles spéciations : transition vers le Mammouth (*Mammuthus intermedius*), avènement du Cheval germanique (*Equus caballus germanicus*), de l'Ours des cavernes (*Ursus spelaeus*), de l'Hyène des cavernes (*Crocota crocuta spelaea*) et du Chien sauvage européen (*Cuon alpinus*). En outre, le Rhinocéros laineux sous une forme archaïque (*Coelodonta antiquitatis praecursor*) apparaît comme un dernier migrant d'importance.

Les biozones V et VI sont donc marquées par des phénomènes importants d'extinction, de migration et de spéciation. Les forces sélectives qui ont présidé à cette "révolution faunique" sont sans doute liées d'une part à l'intensité de la glaciation "elsterienne" ou "anglienne" (stade isotopique 12), mais aussi à l'augmentation de l'amplitude des fluctuations climatiques qui se décèlent sur beaucoup de courbes isotopiques à partir du stade 12. D'ailleurs, les espèces arctiques, en particulier le Renne, *Rangifer tarandus*, qui étaient assez sporadiques dans les biozones précédentes, peuvent être très bien représentées dans les faunes à partir de la biozone V.

Il n'y a aucune raison pour que l'Homme ait échappé à ces pressions sélectives imposées avant tout par le paléoclimat. Les phénomènes biogéographiques d'isolement et de compartimentage de l'Europe évoqués ci-avant se sont probablement intensifiés également.

Néanmoins, la description de l'évolution biologique des Anténéandertaliens de cette époque par rapport à ceux qui les précèdent reste délicate compte tenu de la rareté des vestiges paléoanthropologiques. Certains auteurs ont souligné la grande hétérogénéité de tous ces fossiles (de Lumley-Woodyear, 1973; Thoma, 1985) qui semble exclure une simple évolution locale et implique plutôt des immigrations successives de populations humaines d'origine différente, venues de l'est (Ukraine ou Turquie) ou même peut-être du sud-ouest (Gibraltar; Thoma, 1985). Il faut en tous cas remarquer que cette hypothèse du remplacement de populations humaines à ces époques est en parfaite harmonie avec l'existence de la phase d'extinctions et de migrations reconnue dans l'évolution des grandes faunes de la biozone IV à la V et, dans une moindre mesure, de la biozone V à la VI.

4. L'apogée de la faune "glaciaire" et l'apparition des apomorphies néandertaliennes

Avec les biozones VII et VIII, la faune dite "glaciaire" atteint une sorte de pallier évolutif idéal, un "climax" évolutif. Cette période d'apogée est caractérisée avant tout par le couple du Mammouth (*Mammuthus primigenius*) et du Rhinocéros laineux (*Coelodonta antiquitatis*), représentés par des formes typiques et non plus par des formes transitoires ou primitives. En outre, ces biozones sont définies par les formes terminales de plusieurs lignées caractéristiques du Pléistocène moyen dont l'origine remonte parfois au Pléistocène inférieur. Il en est ainsi de *Palaeoloxodon antiquus*, *Dicerorhinus mercki*, *Dicerorhinus hemitoechus*, *Equus caballus germanicus* et *Equus caballus gallicus* (pour la fin de la dernière glaciation), *Bison priscus*, *Ovibos moschatus*, *Hemitragus cedrensis*, *Alces latifrons postremus*, *Megaloceros giganteus*, *Dama clactoniana*, *Panthera leo spelaea*, *Ursus spelaeus*, *Crocota crocota spelaea* et *Cuon alpinus*.

Cette période d'apogée semble marquée également par une sorte de stabilisation évolutive. Très peu de formes nouvelles apparaissent

(*Hemitragus cedrensis*, *Ovibos moschatus*) et les extinctions semblent rares (*Bubalus murrensis* et *Equus steinheimensis* à l'interbiozones VI/VII), de même que les migrations ou apparitions de formes nouvelles (*Equus piveteaui*, *Lutra lutra*, *Alopex lagopus*). Dans son ensemble, la faune reste pareille à elle-même, apparemment en équilibre avec les conditions climatiques et l'environnement de l'époque. Il est d'ailleurs parfois très difficile de distinguer les faunes des biozones VII et VIII, qui ne diffèrent que par quelques taxons mineurs ou par quelques phénomènes microévolutifs.

C'est avec l'installation de cette sorte de "climax faunique glaciaire" que l'on observe l'apparition des premières apomorphies néandertaliennes sur les fossiles humains et l'apparition concomitante de la standardisation des outils et de la technique levallois dans les industries lithiques propres au Paléolithique moyen. Ces correspondances ne sont pas nécessairement aléatoires et pourraient fort bien être expliquées par le développement du complexe glaciaire saalien s.l. (stades isotopiques 8 à 6) qui débute d'ailleurs par une glaciation, géologiquement fort bien attestée (Saale s.s., stade isotopique 8) (fig. 4). La spécialisation morphologique endémique (puisque'elle est propre à l'*Homo sapiens neanderthalensis* européen) et l'évolution culturelle pourraient être considérées comme des adaptations à des conditions climatiques froides et à un environnement nécessairement particulier.

5. La grande coupure du Tardiglaciaire

Avec le second pléniglaciaire de la dernière glaciation (stade isotopique 2), qui est suivi rapidement par les interstades tardiglaciaires et puis par le début de l'Holocène, la faune quaternaire subit une seconde phase d'extinction déterminante. Tous les taxons typiques de la faune glaciaire disparaissent : *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Equus caballus germanicus* et *gallicus*, *Bison priscus*, *Alces latifrons*, *Panthera leo spelaea*, *Crocota spelaea* et *Ursus spelaeus*. A ces espèces s'ajoute la disparition anticipée d'autres espèces comme

Palaeoloxodon antiquus, *Dicerorhinus mercki*, *Dicerorhinus hemitoechus*, *Dama clactoniana* et *Cuon alpinus*. L'impact de l'Homme sur la nature et la brièveté géologique de l'Holocène ne nous permet pas aujourd'hui de dire ce qu'aurait pu être et ce que sera la nouvelle faune européenne. Toutefois, on peut déjà noter les migrations avortées ou entravées de *Equus przewalskii*, *Bison bonasus*, *Alces alces*, *Dama dama*, *Martes foina* et *Mustela lutreola*. De toute façon, il est évident que la grande faune ne sera jamais plus comme avant.

Les archéologues préhistoriens ont souligné l'incidence de l'évolution du milieu, et par conséquent du paléoclimat qui en est responsable, sur l'évolution culturelle de l'*Homo sapiens sapiens* ; c'est en particulier le cas pour l'Épipaléolithique et le Mésolithique, à la transition du Pléistocène supérieur et de l'Holocène. Quant à l'évolution paléoanthropologique, il est admis que le remplacement de l'Homme de Neandertal par l'Homme de Cro-Magnon s'est produite par migration à partir du sud-est de l'Europe à la faveur d'un interstade marqué de l'interpléniglaciaire, donc légèrement antérieur à la coupure faunique des biozones VIII et IX.

Microévolutions

Les études de microévolutions, de variations géographiques et chronologiques des espèces de mammifères, peuvent également éclairer la variabilité des populations humaines. Ainsi, les recherches sur les variations géographiques ou sur les clines suivant un axe est-ouest pourraient conduire à des modèles de référence dans le cadre des problèmes de flux géniques et de migrations entre les populations de l'Europe occidentale et de l'Eurasie orientale. La variation géographique graduelle de certains caractères morphologiques est perçue par exemple chez l'Homme de Neandertal. Malheureusement, aucune espèce de mammifère fossile n'a vraiment été étudiée d'une manière détaillée de ce point de vue malgré l'abondance relative des gisements et des restes paléontologiques pour le Pléistocène supérieur.

Il serait sans doute fort intéressant de développer ce type d'approche dans l'avenir.

Quant aux phénomènes de micro-évolutions temporelles, ils commencent à être étudiés pour des périodes récentes et, plus particulièrement, pour le Quaternaire supérieur. Néanmoins, les problèmes apparaissent complexes et la datation précise des différents gisements utilisés et de leurs strates restent difficile à établir. Parmi les phénomènes déjà décrits dans la littérature, il en est un qui me paraît intéressant de signaler dans le cadre de cet article. Il s'agit de l'existence de phénomènes assez rapides de microévolutions ou de remplacements significatifs de populations distinctes entre l'interglaciaire éémien (stade isotopique 5) et les populations mammaliennes de l'interpléniglaciaire (stade 3). Ces phénomènes s'observent aussi bien chez les Arctiodactyles que chez les Carnivores. Dans le cas de l'Ours des cavernes par exemple, les paléontologues reconnaissent facilement la forme "classique" de la dernière glaciation par ses dimensions extrêmes et par l'accentuation des caractères spéléoïdes, en particulier la multituberculie des dents jugales. Il est frappant de constater que l'accentuation des caractères apomorphes chez l'*Homo sapiens neanderthalensis* semble se produire d'une manière analogue et aboutit à la morphologie typique des Néandertaliens classiques de la dernière glaciation. Il est possible qu'un même phénomène ou que les mêmes circonstances ont produit des pressions sélectives particulières qui ont favorisé l'accentuation de tendances évolutives intrinsèques et une certaine spécialisation morphologique chez différents types de mammifères.

Conclusion

Il paraît fort utile de replacer l'évolution de l'Homme dans sa dimension naturelle et dans son contexte paléoécologique. En outre, les échanges interdisciplinaires, quels qu'ils soient, peuvent ouvrir des perspectives nouvelles et permettent d'entrevoir la dimension systémique des différents phénomènes. En particulier,

l'évolution biologique et culturelle de l'Homme semble bien présenter d'étroites analogies ou parallélismes avec l'évolution des faunes mammaliennes, les deux phénomènes étant soumis à l'évolution de l'environnement et en définitive du paléoclimat quaternaire.

Bibliographie

- AGUIRRE, E., ARSUAGA, J.L., BERAUDEZ DE CASTRO, J.M., CARBONELL, E., CEBALLOS, M., DIEZ, C., ENAMORADO, J., FERNANDEZ, Y., GIL, E., MARTIN NAJERA, A., MARTINEZ, I., ROSAS, A., SANCHEZ, A. et SANCHEZ, B., 1987, Occupations humaines au Pléistocène moyen dans la Sierra d'Atapuerca (Ibeas, Burgos, Espagne), *l'Anthropologie*, 91, pp. 29-44.
- AZZAROLI, A., 1977, The Villafranchian Stage in Italy and Plio-Pleistocene Boundary, *Giorn. Geologia*, 41 (2), pp. 61-79.
- AZZAROLI, A., 1983, Quaternary Mammals and the "End-Villafranchian" Dispersal Events - a Turning Point in the History of Eurasia, *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoécol.*, 44, p. 117-139.
- BONIFAY, E., 1983, La préhistoire du Velay (Massif Central français) et le problème des origines de l'Homme (de 2 millions d'années à 200.000 ans avant le présent), dans *La Recherche archéologique en Haute-Loire. Histoire et Préhistoire*, Ann. Centre Rég. Docum. Pédag. Clermont-Ferrand, pp. 9-16.
- BONIFAY, E., 1991, Les premières industries du sud-est de la France et du Massif-Central, in BONIFAY, E. et VANDERMEERSCH, B. (éds), *Les premiers Européens*, Actes du 114^e Congrès national des Sociétés savantes, Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, pp. 63-80.
- BONIFAY, E. et BONIFAY, M.-F., 1981, Le gisement préhistorique de Soleilhac (Blanzac, Haute-Loire), in *Le Bassin du Puy aux temps préhistoriques*, Musée Crozatier, Le Puy en Velay, pp. 18-36.
- BONIFAY, E., DAUGAS, J.P., DELPORTE, H. et TIXIER, L. (éds), 1988, *Les peuplements paléolithiques du Massif Central*, Livret-guide Excurs. Soc. Préh. Franç., Le Puy en Velay, 42 p.
- BONIFAY, E. et VANDERMEERSCH, B. (éds), 1991, *Les premiers Européens*, Actes du 114^e Congrès national des Sociétés savantes, Editions du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 322 p.
- BONIFAY, M.-F., 1978, Faune de transition du Pléistocène moyen de France, *Bull. Musée Anthropol. Préh. Monaco*, 22, pp. 5-18.
- BONIFAY, M.-F., 1980, Relations entre les données isotopiques océaniques et l'histoire des grandes faunes européennes plio-pléistocènes, *Quaternary Research*, 14, pp. 251-262.
- BOWEN, D.Q., ROSE, J., McCABE, A.M. et SUTHERLAND, D.G., 1986, Correlation of Quaternary Glaciations in England, Ireland, Scotland and Wales, in V. SIBRAVA, D.Q. BOWEN et G.M. RICHMOND (eds), *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere*, Quat. Sc. Reviews, 5, pp. 299-340.
- CAMPY, M., (éd.), 1983, L'Aven de Vergranne (Doubs), *Ann. Sc. Univ. Besançon, Géol.* 4e sér., 5, 137 p.
- COPPENS, Y., 1983, *Le singe, l'Afrique et l'Homme*, Paris, Fayard.
- CORDY, J.-M., 1982, Biozonation du Quaternaire postvillafranchien continental d'Europe occidentale à partir des grands mammifères, *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 105, pp. 303-314.
- CORDY, J.-M., 1984, Evolution des faunes quaternaires en Belgique, in D. CAHEN et P. HAESAERTS (éds), *Peuples chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel*, Patrim. Inst. r. S. Nat. Belg., Bruxelles, pp. 67-77.

- CORDY, J.-M., 1988, Apport de la paléozoologie à la paléoécologie et à la chronostratigraphie en Europe du nord-occidental, in *L'Homme de Néanderthal*, vol. 2, *L'environnement*, E.R.A.U.L., 33, pp. 55-64.
- CORDY, J.-M., 1991, Palaeoecology of the Late Glacial and Early Postglacial of Belgium and Neighbouring Areas, in N. BARTON, A.J. ROBERTS et D.A. ROE (eds), *The Late Glacial in North-West Europe*, CBA Research Report, 77, pp. 40-47.
- CORDY, J.-M. et HENROTTIN, P.-J., 1984, Apports de la Paléontologie animale à l'étude des gisements spéléologiques, in DECLEER, S. (éd.), *Spéléologie Lascaux*, Catalog. Expo. Mus. R. Art Hist. Brux., pp. 33-35.
- CREGUT-BONOURE, E., 1981, Données de la faune de grands mammifères pour la biostratigraphie et l'environnement du gisement Pléistocène moyen de la Caune de l'Arago à Tautavel, in H. de LUMLEY et J. LABEYRIE (Dir.), *Datations absolues et analyses isotopiques en préhistoire. Méthodes et limites*, Coll. Int. CNRS, Tautavel, pp. 223-242.
- DELPECH, F., 1988, Les réponses des Ongulés du Pléistocène supérieur aux changements climatiques en Aquitaine (Sud-ouest de la France) : quelques exemples, *Géobios*, 21, 4, pp. 495-503.
- de LUMLEY, H., FOURNIER, A., KRZEPKOWSKA, J. et ECHASSOUX, A., 1988, L'industrie du Pléistocène inférieur de la grotte du Vallonet Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes, *L'Anthropologie*, 92, pp. 501-614.
- de LUMLEY-WODYEAR, M.-A., 1973, Anténéanderthaliens et Néanderthaliens du bassin méditerranéen occidental européen, *Etudes Quaternaires*, Mém. 2, 626 p.
- FLINT, R.F., 1957, *Glacial and Pleistocene Geology*, J. Wiley & Sons Inc., New York, 553 p.
- FOSSE, Ph. et BONIFAY, M.-F., 1991, Les vestiges osseux de Soleilhac : approche taphonomique, in E. BONIFAY et B. VANDERMEERSCH (éds), *Les premiers Européens*, Actes du 114^e Congrès national des Sociétés savantes, Ed. du Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, pp. 115-133.
- GUERIN, C., 1980, *Les Rhinocéros (Mammalia, Perrisodactyla) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaison avec les espèces actuelles*, Docum. Lab. Géol. Lyon, 79 (3 vol.), 1185 p. et 21 pl.
- GUTH, C., 1974, Découverte dans le Villafranchien d'Auvergne de galets aménagés, *C.R. Séances Acad. Sc. Paris*, 279, pp. 1071-1072.
- HEDBERG, H.D. (Dir.), 1979, *Guide stratigraphique international*, Doin Ed., Paris, 233 p.
- HOWELL, F.C., 1960, European and North West African Middle Pleistocene Hominids, *Cur. Anthropol.*, I, pp. 195-232.
- HUBLIN, J.J., 1990, Les peuplements paléolithiques de l'Europe : un point de vue paléobiogéographique, *Mém. Musée Préh. Ile-de-France*, 3, pp. 29-37.
- KAHLKE, H.D., 1975, The Macro-Faunas of Continental Europe during the Middle Pleistocene : Stratigraphic Sequence and Problems of Interrelation, in K. BUTZER and G. ISAAC (eds) *After the Australopithecines*, Mouton Publ., Paris, pp. 309-374.
- KRAATZ, R., 1992, La mandibule de Mauer, *Homo erectus heidelbergensis*, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 95-109.
- KURTEN, B., 1968, *Pleistocene Mammals of Europe*, Weidenfeld et Nicolson, London, 317 p.
- KURTEN B., 1983, Faunal Sequence in Petralona Cave, *Anthropos*, 10, pp. 53-59.
- KURTEN, B. et POULIANOS, A.N., 1981, Fossil Carnivora of Petralona Cave: Status of 1980, *Anthropos*, 8, p. 9-50.
- MANIA, D., 1983, *Homo erectus* aus dem mittelpleistozänen Travertin von Bilzingsleben (DDR), *Schriftenr. geol. Wiss.*, Berlin, 19/20, pp. 281-302.

- MORLEY, J.-J. et HAYS, J.D., 1981, Towards High-Resolution Global, Deep-Sea Chronology for the Last 750.000 Years, in *Earth and Planet, Sci. Lett.*, 53, pp. 279-295.
- SHACKLETON, N.J. et OPDYKE, N.D., 1973, Oxygen Isotope and Palaeomagnetic Stratigraphy of Equatorial Pacific Core V 28-238 : Oxygen Isotope Temperatures and Ice Volumes on a 10^5 and 10^6 Year Scale, *Quatern. Research.*, 3, pp. 39-55.
- SHACKLETON, N.J. et OPDYKE, N.D., 1976, Oxygen Isotope and Palaeomagnetic Stratigraphy of Pacific Core V 28-239, Late Pliocene to Latest Pleistocene, *Geol. Soc. Am. Mem.*, pp. 449-464.
- STUART, A.J., 1982, *Pleistocene Vertebrates in the British Isles*, Longman Ed., London, 212 p.
- TAVOSO, A., GREGUT-BONOURE, E., GUERIN, C., PERNAUD-ORLIAC, J. et CAMMAS, R., 1990, La Grotte de La Niche à Montmaurin (Haute-Garonne, France). Nouvelles données biostratigraphiques et approche taphonomique, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 310, II, pp. 95-100.
- THOMA, A., 1985, *Eléments de paléanthropologie*, Inst. sup. Archéol. Hist. Art, Louvain, 18, 229 p et 32 planches.
- WOILLARD, G. et MOOK, W.G., 1982, Carbon-14 Dates at Grande Pile : Correlation of Land and Sea Chronologies, *Science*, 215, pp. 159-161.
- ZUBAKOV, V.A. et BORZENKOVA, I.I., 1990, *Global Palaeoclimate of the Late Cenozoic*, in *Development in Palaeont. and Stratigr.*, Elsevier, 12, 456 p.

La mandibule de Mauer, *Homo erectus heidelbergensis*

The Mauer Mandible, *Homo erectus heidelbergensis*

Reinhart Kraatz *

Résumé

Le présent article propose un aperçu synthétique des récentes recherches consacrées à la célèbre mandibule de Mauer et à la faune qui l'accompagnait. Ces documents ont été récoltés dans les sables alluviaux de la carrière de Grafenrain, dans le plus long des méandres fossiles du Neckar, près du village de Mauer, dans le sud-ouest de l'Allemagne. L'évolution du cours de la rivière lors de la fin du Tertiaire et au début du Quaternaire est décrite et illustrée grâce à une série de bloc-diagrammes en vue plongeante. Les recherches récentes apportent des données nouvelles sur la paléocologie du Pleistocène inférieur local (Cromérien II, Mauerer Waldzeit) et sur le comportement du plus vieux représentant européen d'*Homo erectus*. Par comparaison avec d'autres sites du Pleistocène moyen et inférieur (Caune de l'Arago, dans les Pyrénées françaises et Mosbach, près de Wiesbaden), il est légitime de suggérer que la mandibule humaine date d'environ 600.000 à 630.000 ans.

Abstract

The present article proposes a synthetic survey of recent research dedicated to the celebrated Mauer mandible and the fauna accompanying it. These artefacts were gathered in the alluvial sands of the Grafenrain quarry, in the longest fossil meanders of the Neckar, near the village of Mauer, in southwestern Germany. The evolution of the stream's course at the end of the Tertiary and the beginning of the Quaternary is described and illustrated thanks to a series of bird's eye view block diagrams. Recent research has contributed new data on local, Early, Pleistocene palaeoecology (Cromerian II, Mauerer Waldzeit) and on the behaviour of the oldest European representative of *Homo erectus*. Through a comparison with other Middle and Early Pleistocene sites (Caune de l'Arago in the French Pyrenees and Mosbach near Wiesbaden), it is fair to suggest that the mandible is between 600,000 and 650,000 years old.

Mots clés : Mauer, *Homo erectus heidelbergensis*, Cromérien II, contexte géologique, faune, industrie lithique.

Key words : Mauer, *Homo erectus heidelbergensis*, Cromerian II, geological context, fauna, lithic industry.

Lieu et date de découverte de la mandibule fossile

La mandibule de Mauer (fig. 1) a été découverte le 21 octobre 1907 dans la sablière de Grafenrain, sur le territoire de la commune de Mauer, dans la région du Kraichgau, à 10 km au

* Reinhart Kraatz, Akad. Dir. Dipl.-Geol., Dr. rer. nat., Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität Heidelberg, 234 Im Neuenheimer Feld, 6900 Heidelberg, RFA

1



Fig. 1 *Homo erectus heidelbergensis*. Cette mandibule de 600.000 ans est le plus ancien témoignage anthropologique de l'existence de l'homme en Europe. Le 21 octobre 1907, Daniel Hartman, un ouvrier de l'ancienne sablière du Grafenrain (commune de Mauer), la découvrit lors de travaux de terrassement et se rendit tout de suite compte qu'il s'agissait d'un os appartenant à un individu extrêmement vieux. A l'origine, l'arc dentaire était complet, c'est-à-dire comportait les 16 dents. En 1945, la mandibule fut déplacée et endommagée, les couronnes provisoirement collées des prémolaires gauches se détachèrent et furent perdues. L'original, qui porte le n° d'inventaire GPIH 1, appartient à l'Institut géologique et paléontologique (Geologisch-Paläontologisches Institut) de l'Université de Heidelberg (Photo Karl Schacherl, Geol.-Paläont. Inst. Univ. Heidelberg = GPIH).

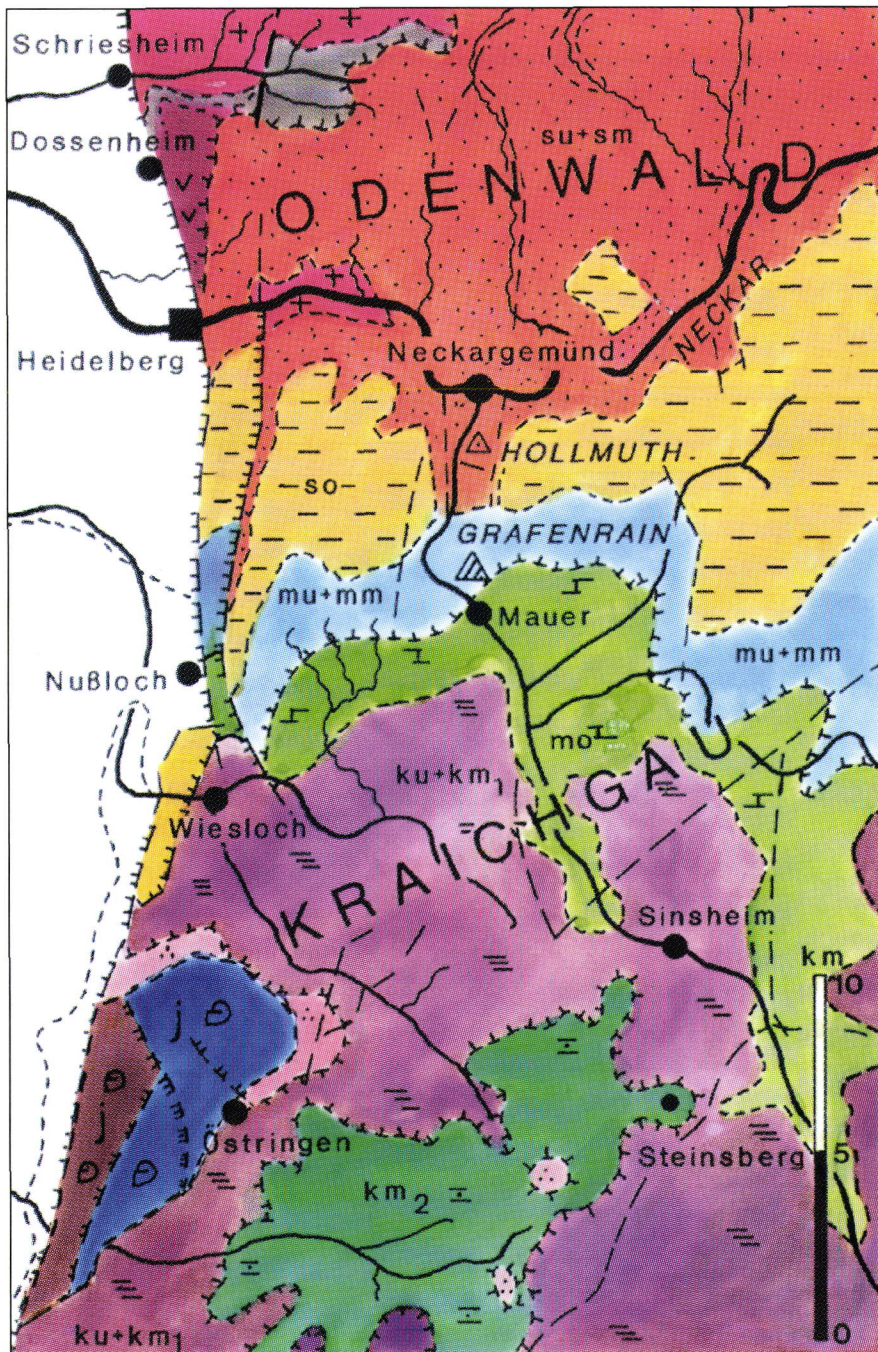


Fig. 2 Carte géologique simplifiée du site éponyme de l'*Homo erectus heidelbergensis*, au lieu dit "Grafenrain", près de Mauer (Baden). Les unités stratigraphiques sont délimitées par des lignes discontinues. Les failles sont marquées par des traits plus épais et plus longs, les paliers morphologiques reconnaissables sont indiqués par des traits en forme de peigne. Les régions naturelles sont : au nord le *Buntsandstein* de la forêt d'Odin (Odenwald), au sud la dépression de la Kraichgau avec sa plus haute éminence - Steinsberg près de Sinsheim -, à l'ouest la plaine du haut Rhin, délimitée par la faille principale du fossé rhénan s'étendant en direction nord-sud.

Symboles : su+sm = *Buntsandstein* inférieur et moyen; so = *Buntsandstein* supérieur (Röt), mu+mm = *Muschelkalk* inférieur et moyen; mo = *Muschelkalk* supérieur, ku+km₁ = *Keuper* inférieur et *Gipskeuper*, km₂ = *Schilfsandstein* (*Keuper* moyen); j = *Jurassien* inférieur et moyen, petites croix = granit près du château de Heidelberg et près de Dossenheim; les petits crochets marquent le triangle de Perm (Perm-Dreieck) près de Dossenheim; Grafenrain = ancienne sablière, lieu de trouvaille de la mandibule de Mauer; Hollmuth = ancien mamelon central du Neckar pendant le Pleistocène inférieur.

sud-est de la ville de Heidelberg, dans le Land de Bade-Wurtemberg (fig. 2). Les sables de Mauer, ainsi que ceux de l'ouest et du nord-ouest de Grafenrain, se sont sédimentés entre le Pliocène et la fin du Pleistocène inférieur, dans une zone qui était, en ces temps lointains, parcourue par le Neckar primitif et pas encore par l'Elsenz qui y coule actuellement. A l'époque, la rivière coulait vers le sud à partir de Kleingemünd, un faubourg de Neckargemünd. Arrivée à Mauer, elle bifurquait vers le nord pour revenir à Neckargemünd, en formant un méandre serré de 16 km de longueur. Ses eaux érodaient la partie la plus étroite de la barre de *Buntsandstein* (grès bigarré), déposée en pente. L'ancienne berge concave du méandre, formée de bancs de *Muschelkalk* durs, se marque aujourd'hui clairement dans le paysage au Schneeberg, près de Mauer, tandis que la crête du Hollmuth forme un mamelon central. Des perturbations s'étendant en direction nord-sud et les élévations de la forêt d'Odin (Odenwald) sont à la base de la formation du méandre fossile de Mauer, composé de bras de rivière presque parfaitement parallèles. Des mouvements tectoniques mettent finalement fin au passage des grandes quantités d'eau charriées par le Neckar. Le méandre se dessèche. L'Elsenz a creusé son lit dans les dépôts occidentaux du Neckar primitif tandis que le bras oriental originel forme aujourd'hui la vallée de Wiesenbach (fig. 3 et stéréogrammes de la figure 5).

Ensevelie il y a environ 600.000 ans par le Neckar primitif et conservée dans ses alluvions jusqu'à la date de la trouvaille, en 1907, la mandibule de Mauer représente encore aujourd'hui le plus ancien témoignage de l'existence de l'homme fossile en Europe.

Circonstance de la découverte de la prestigieuse mandibule

Les sablières de la région de Mauer ont, de longue date, livré des ossements fossiles d'animaux préhistoriques. H.G. Bronn, zoologiste et paléontologiste de Heidelberg, en fait mention dès 1830, sans cependant les mettre en relation avec l'activité de l'homme préhistorique. C'est à

Otto Schoetensack que revient le mérite d'avoir franchi ce pas, en associant la présence de restes de mammifères à celle de l'homme préhistorique.

Schoetensack est né en 1850 et mort en 1912. D'abord précepteur, il étudie ensuite la chimie avant de se voir confier une fonction dirigeante dans une entreprise chimique de Ludwigshafen. Changeant une nouvelle fois d'orientation, il entreprend des études de paléontologie, de minéralogie, d'anatomie et de philosophie aux Universités de Strasbourg et de Fribourg-en-Brisgau. Il est enfin reçu docteur puis nommé professeur à l'Université de Heidelberg (Kraatz et Querner, 1967).

A partir de 1887, Schoetensack prospecte régulièrement les sablières de la région de Heidelberg et se concentre particulièrement sur celle du Grafenrain, près de Mauer. Sur base des résultats de ses premières recherches, il y prédit la coexistence d'ossements fossiles de mammifères et de l'homme. Cette conviction l'anime pendant 20 ans, jusqu'au moment de la trouvaille de l'*Homo heidelbergensis*, en 1907. Sur place, Schoetensack avait la chance de bénéficier du soutien enthousiaste du propriétaire de la sablière, Joseph Rösch, et d'ouvriers passionnés, à qui il prodiguait une formation pratique en anatomie. Fort de ces connaissances, l'inventeur de la "mandibule de Mauer", l'ouvrier Daniel Hartmann, reconnu immédiatement l'ossement comme celui d'un être humain, un jour avant la confirmation officielle par Schoetensack lui-même. Fasciné, le carrier s'écria : "Aujourd'hui j'ai trouvé Adam!".

La découverte de la mandibule humaine, le 21 octobre 1907, n'était donc pas liée au hasard! Au contraire, elle était le fruit de recherches programmées avec une méthode et un acharnement encore rares pour l'époque. La surveillance systématique de la sablière, l'examen attentif des os fossiles et les conclusions que Schoetensack en tirait, sont typiques de la manière de penser d'un géologue-paléontologue. Ses conclusions sur le climat et l'environnement, fondées sur l'examen d'une faune fossile, traduisent des conceptions scientifiques proches de celles des chercheurs modernes.

La faune fossile de Mauer

Les "sables de Mauer" ont une épaisseur de 15 m dans la sablière du Grafenrain. Un nombre impressionnant d'ossements fossiles de petits et grands mammifères, provenant de la même couche que la mandibule, y furent récoltés jusqu'en 1962, date de la fermeture de l'exploitation de la sablière.

La forêt clairsemée qui bordait les rives du Neckar primitif était peuplée par l'éléphant antique (*Elephas antiquus*), le rhinocéros étrusque (*Dicerorhinus etruscus*), le bison à corne courte (*Bison schoetensacki*), le cerf non couronné (*Cervus elaphus acoronatus*), l'élan à front large (*Alces latifrons*) et le cheval de Mosbach (*Equus mosbachensis*).

Dans la rivière, vivaient l'hippopotame (*Hippopotamus antiquus*) et deux espèces de castor, le *Trogontherium cuvieri* et le *Castor fiber*.

Dans l'arrière-pays, au-delà de la forêt, se développait une savane où résidaient le tigre à dents de sabre (*Homotherium latidens*), les félins *Panthera leo fossilis*, *Panthera cf. catus* et *Panthera pardus sickenbergi* ainsi que les ours *Ursus deningeri*, *Ursus sthelini* et *Ursus arvenensis* et une série d'autres carnivores comme le loup de Mosbach (*Canis lupus mosbachensis*).

L'auteur de cet article a, le premier, établi un catalogue de la faune des vertébrés de Mauer, conservée dans des réserves de l'Institut de Géologie et Paléontologie de l'Université de Heidelberg (Geologisch-Paläontologisches Institut, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg). Il y décompta environ 5000 pièces souvent fragmentées - os, dents, cornes, ramures - et encore inédites. 87% de la faune des vertébrés de Grafenrain se répartit en six grands groupes d'herbivores et carnivores :

25%	<i>Dicerorhinus etruscus</i>
20%	<i>Cervus elaphus acoronatus</i>
18%	<i>Bison schoetensacki</i>
10%	<i>Elephas antiquus</i>

8%	<i>Equus mosbachensis</i>
6%	carnivores (felidés, canidés, ursidés).

Schoetensack et la mandibule de Mauer

Schoetensack (1908) croyait que les sables qui contenaient la mandibule de l'Hominidé et les restes des vertébrés étaient des dépôts de sédiments datant du Tertiaire supérieur. Même si nous savons aujourd'hui qu'il s'agit seulement de couches récentes du Quaternaire inférieur, Schoetensack avait déjà très bien saisi l'importance de l'"âge géologique" qui place la trouvaille de Mauer dans l'histoire de l'évolution de l'homme.

Les fossiles découverts ont été admirablement présentés par Schoetensack (1908). Il réalisa un plan précis avec la localisation exacte de la trouvaille et fit exécuter des radiographies et une série d'excellentes photographies montrant l'état de la mandibule humaine avant et après sa restauration. Il prit, en fait, des précautions étonnantes pour l'époque.

Se fondant sur les règles de la nomenclature zoologique moderne et utilisant la "mandibule de Mauer" (fig. 1) comme holotype, Schoetensack (1908) créa une nouvelle espèce : l'*Homo heidelbergensis*.

Schoetensack fut le premier naturaliste au monde à attribuer un fossile géologiquement aussi vieux au genre humain. Sa "contribution à la paléontologie humaine", comme il le formule dans le sous-titre de sa monographie de 1908, est dès lors d'une importance capitale pour l'avancement de l'anthropologie.

Nouvelles études du matériel fossile de Mauer

Otto Schoetensack a surveillé l'exploitation de la sablière du Grafenrain pendant un quart de siècle. L'Institut de Géologie et de Paléontologie de l'Université de Heidelberg

continua ensuite son oeuvre, en prospectant le site pendant 50 ans, jusqu'à la fermeture de la sablière en 1962. La plupart des fossiles recueillis pendant cette période sont conservés dans les collections de l'institution universitaire.

Depuis 1965, de nouvelles analyses des trouvailles de Mauer ont été entreprises. Certaines concernent des aspects inédits auparavant, d'autres s'appuient sur de nouvelles connaissances scientifiques ou des méthodes d'analyses modernes. Une banque de données rassemblant toutes les découvertes a également été mise sur pied.

Depuis quelques années, un groupe de chercheurs allemands et étrangers aborde les aspects géologiques et sédimentologiques du site ainsi que la formation des sols et la datation par des méthodes physico-chimiques modernes. Pour obtenir des échantillons "frais", des sondages à la pelle mécanique furent entrepris, aussi bien dans le loess que dans le sable, jusque dans les couches sous-jacentes à celle qui avait livré la mandibule. Des échantillons pour l'étude paléomagnétique furent récoltés dans une couche formée d'un argile gris très gras, en-dessous du fond de l'exploitation où furent ainsi enregistrés pour la première fois des dépôts formés de sables et d'argiles. Un compte rendu de ces nouvelles recherches de terrain fut présenté pour la première fois à l'"International Symposium on Archaeometry", tenu à Heidelberg, du 2 au 6 avril 1990. Ces fouilles ne sont pas encore clôturées; elles seront complétées par d'autres sondages avec prise d'échantillons.

Les plus importantes publications récentes consacrées aux trouvailles de Mauer abordent :

- 1) l'évolution de l'histoire fluviale du Neckar et la sédimentation des "sables de Mauer" dans le méandre primitif de la rivière (Rücklin et Schweizer, 1971; Meier-Hilbert, 1974; Schweizer et Kraatz, 1982; Kraatz, 1985c, 1989, 1991);
- 2) la faune de Mauer (Schütt, 1969a, 1969b, 1970; W. v. Koenigswald, 1973, 1982; Schweizer et Kraatz, 1982);
- 3) la position stratigraphique (aspects géochronologiques et fauniques) de la mandibule

(Oakley, 1964, 1971; Adam, 1961, 1982; Fleischer, Price et Walker, 1965; Oakley, Campbell et Molleson, 1971; Brüning, 1974; W. v. Koenigswald, 1982; Schweizer et Kraatz, 1982);

4) l'éventuelle utilisation d'outils par l'*Homo erectus heidelbergensis* (Pelosse, 1966; Pelosse et Kraatz, 1976; Kraatz, 1985b, 1985c);

5) la mandibule humaine, envisagée du point de vue anatomique (G.H.R. v. Koenigswald, 1968; Day, 1977; Runge, 1977; Puech, Prone et Kraatz, 1980; Puech, 1980, 1982; Czarnetzki, 1983; Roth, 1983; Stahl, 1963, 1964);

6) des essais de reconstitution du crâne complet de l'*Homo erectus heidelbergensis* (Kraatz, 1985a);

7) la position systématique de la mandibule de Mauer et sa nomenclature a été abondamment étudiée (F.C. Howell, 1960; Heberer, 1965, 1969; B.G. Campbell, 1964, 1978; Querner, 1968; Tattersall et Delson, 1984).

Histoire fluviale du Neckar et sédimentation des "sables de Mauer"

Rücklin et Schweizer (1971) furent les premiers à proposer une vue d'ensemble de la formation et du développement de l'ancien lit du Neckar, depuis le Tertiaire supérieur jusqu'au Quaternaire inférieur, à l'aide d'une série de stéréogrammes (fig. 3 et 5). Les recherches de terrain et les analyses des sédiments (Meier-Hilbert, 1974) démontrent que, lors de la plus grande extension du méandre, l'épaisseur des sédiments fluviaux atteignait 50 mètres. Trois phases se sont succédé (Meier-Hilbert, 1974) : une période chaude d'abord, une période froide ensuite, et à nouveau une période chaude au cours de laquelle les "sables de Mauer" sont déposés (Schoetensack, 1908); c'est dans ces sables que se trouvait la couche qui a livré la célèbre mandibule et les fossiles de vertébrés.

La présence d'*Hippopotamus antiquus* semble indiquer que les "sables de Mauer", d'une épaisseur de 15 m, se sont déposés au cours d'une période pendant laquelle le climat était chaud et

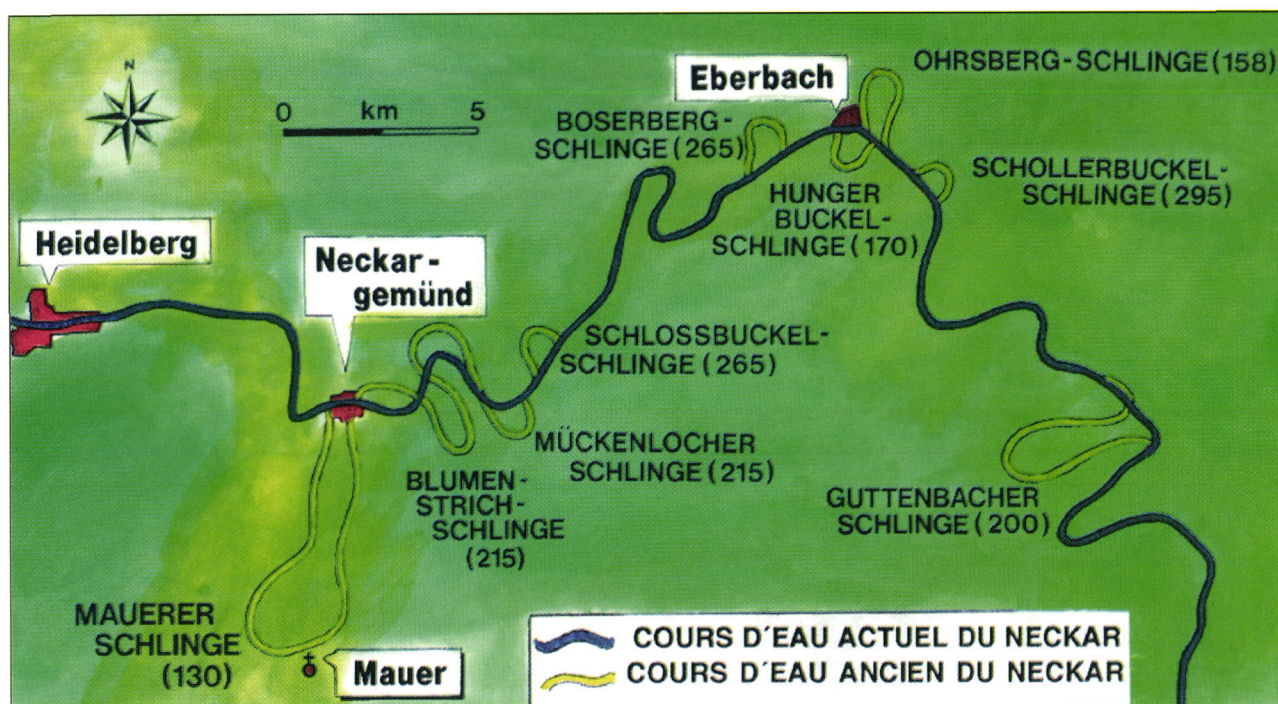


Fig. 3 Carte des anciens méandres du Neckar pendant le Pléistocène inférieur et moyen. Les chiffres indiquent le niveau au-dessus du fleuve. Le méandre le plus grand, de 16 km de longueur, est celui de Mauer. Redessiné d'après Schweizer (1982) par Rolf Koch, GPIH.

Fig. 4 Reproduction latex du profil stratigraphique du Grafenrain: le moulage de ce profil provient du versant sud de l'ancienne sablière et représente une partie des "sables de Mauer"; il correspond à la base des couches qui contenaient les ossements des vertébrés ainsi que la mandibule de l'*Homo erectus heidelbergensis*. Au milieu, le profil stratigraphique est divisé par un banc d'argile; en-dessous, les strates sont formées de sables de grains fins à moyens, pauvres en galets et déposés en pente. Le creusement de la rivière par érosion et remplissage de sable fin est clairement visible. Au-dessus de ce banc d'argile, des fines couches argileuses interrompent une couche de gravier plus grossier, due à un débit d'eau rapide; leur stratification indique une faible profondeur du cours d'eau. Profil réalisé en 1982 par Karen Riedelsberger et Reinhart Kraatz, Photo, K. Schacherl, GPIH.



humide, voire tropical. Mais les deux phases enregistrées dans les sédiments situés en-dessous de ces sables représentent-elles vraiment un changement de climat chaud vers un climat froid? Un changement d'un climat humide vers un climat sec est également possible. Le problème de savoir si les couches sous-jacentes se sont formées durant un climat froid, comme le pensent Meier-Hilbert (1974) et Schweizer (1982), sera discuté plus loin. Les fossiles pourraient donner plus de renseignements à cet égard, mais malheureusement des études approfondies manquent jusqu'à présent. En 1982, une coupe fut réalisée dans le complexe typique des sédiments fluviaux que forment les sables de Mauer dans l'ancienne sablière du Grafenrain. Un profil en latex fut exécuté à cette occasion pour conserver la stratification des couches (fig. 4).

La faune de Mauer

La présence d'ossements fossilisés de vertébrés datant du Pleistocène entre la région de Heidelberg et le Rhin a été attestée à maintes reprises et depuis longtemps (Bronn, 1830). Ces trouvailles ont permis à Schoetensack de fonder sa conviction relative à la contemporanéité de l'éléphant antique et de l'homme.

Les vertébrés fossiles - carnivores, rongeurs, rhinocéros, bisons, éléphants et cervidés - de la sablière de Grafenrain, trouvés dans les sédiments fluviaux du Pleistocène inférieur du Neckar en même temps que la mandibule de Mauer, sont étudiés en détail depuis 20 ans. Les recherches publiées à ce jour concernent essentiellement les carnivores, les rongeurs et les bisons. L'étude des carnivores (Schütt, 1969a, 1969b, 1970) concerne notamment une révision de l'espèce de tigres à dents de sabre, *Latidens homotherium*, qui confère à la faune des carnivores de Mauer un aspect fort archaïque. Les rongeurs ont été pris en charge par W. v. Koenigswald (1973, 1982). De son côté, Sala (1987) signala que presque tous les bisons appartenaient à la sous-espèce *schoetensacki*. Seules des communications orales ont été consacrées jusqu'ici à la révision des cervidés et des rhinocéros, respectivement par A. Lister

(Cambridge, G.B.) à propos de *Cervus acoronatus* et par M. Fortelius (Helsinki) en ce qui concerne *Dicerorhinus etruscus*. Ces déterminations ont été traitées de manière statistique.

Comparaison faunique

Une faune de vertébrés riche et mondialement connue du Pleistocène inférieur et moyen a été trouvée dans les "sables de Mosbach", près de Wiesbaden (Brüning, 1974). Par comparaison avec cette stratigraphie bien documentée, la faune de Mauer est attribuable à la "Mauerer Waldzeit", ou "Cromérien II". Les "sables de Mauer" se trouvent ainsi légèrement au-dessus de la limite Brunhes/Matuyama. Ils sont donc plus jeunes que 730.000 ans.

Caractéristiques de la mandibule de Mauer

Lors de sa découverte, la mandibule de Mauer possédait toutes ses 16 dents. Pendant la préparation, quatre couronnes - celles des deux premières molaires ainsi que celles des deux prémolaires - se détachèrent de la branche gauche. Un galet de calcaire était soudé à ces dents. La mandibule telle qu'elle est présentée en moulage dans les musées internationaux correspond au premier état de la pièce : elle possède en effet encore un grand trou correspondant à quatre couronnes du côté gauche; le moulage a donc été réalisé après la préparation de 1907.

En 1937, à l'occasion du 30ème anniversaire de la découverte, H. Weinert fixa sur la mandibule les quatre couronnes conservées isolément jusqu'à ce moment. Il n'existe qu'une seule photographie de ce deuxième état dont aucun moulage ne fut malheureusement réalisé.

De 1939 à 1945, la mandibule fut mise à l'abri dans une mine souterraine. En 1945, les deux prémolaires gauches disparurent lors d'un pillage. L'état actuel de la pièce est donc le troisième. L'arc dentaire y présente 14 dents, avec un espace vide à la place des P3 et P4 gauches.

Les dents ont fait, à plusieurs reprises, l'objet d'études approfondies et de bonnes illustrations (Schoetensack, 1908; Runge, 1977). Dès 1908, Schoetensack publiait des radiographies de la mandibule. On y voit clairement que les dents présentent des cavités pulpaires dont la grandeur dépasse la moyenne. Les nouvelles radiographies réalisées par Stahl (1963, 1964) confirment l'ancien diagnostic. Les surfaces de mastication, plus particulièrement celles des incisives, montrent des traces de forte usure. L'abrasion diminue vers l'arrière, en suivant l'arc dentaire. Les proportions des dents, surtout celles des incisives, sont beaucoup plus grandes que la moyenne statistique de séries de dents récentes.

Les canines sont également grandes et massives. Le degré d'usure correspond à celui des incisives. Il est donc difficile de savoir comment se présentait la pointe de ces canines. D'après Runge (1977, p. 57) cependant, "la plus grande surface de dentine dégagée permet de conclure que la pointe des canines dépasse la hauteur des incisives".

Les prémolaires, particulièrement la deuxième, ont des couronnes à deux cuspides, les molaires par contre présentent le modèle dryopithèque à cinq cuspides. La deuxième molaire est plus large et plus haute que la première et la troisième. Les dents de sagesse sont les moins usées. A droite, la troisième molaire dépasse légèrement les autres dents. La surface de mastication de la troisième molaire gauche est presque ronde.

Au microscope, les faces extérieures des molaires présentent des stries qui permettent de tirer des conclusions relatives à la nutrition de l'*Homo erectus heidelbergensis* (Puech, Pronne et Kraatz, 1980). La comparaison avec les traces laissées sur des dents récentes indique que les stries verticales correspondent à une alimentation carnée, tandis que les stries horizontales sont formées par une alimentation végétale. D'après ces comparaisons, l'homme de Mauer semble avoir été plus végétarien que carnivore (Puech, 1982).

Le corps mandibulaire est puissant et beaucoup plus épais que les dents, surtout au niveau des incisives. La largeur entre les condyles articulaires vaut 13,2 cm. La longueur totale est de 12,2 cm. Les branches montantes sont très larges et pas très hautes. Le bord antérieur monte après un petit espace rétro-molaire et forme quasiment un angle droit avec le plan des alvéoles. Entre le processus coronoïde et le condyle se trouve une échancrure sigmoïde peu profonde. Le bord symphysaire de la mandibule est incliné vers l'arrière et le menton est fuyant.

L'homme de Mauer en tant qu'individu

Les caractéristiques de la mandibule confèrent à l'homme de Mauer une forme archaïque. Schoetensack (1908) le classait déjà dans l'espèce *Homo*. Pour l'époque, ce fut une détermination et une classification scientifique de premier plan. Ce faisant, Schoetensack s'est fait de nombreux ennemis parmi les chercheurs de son époque. Il créa pour la pièce une nouvelle espèce "*heidelbergensis*". Sur base des caractéristiques décrites ci-dessus, cette espèce est considérée aujourd'hui comme une sous-espèce de l'espèce primitive "*erectus*". On retiendra comme correcte la nomenclature *Homo erectus heidelbergensis* (Schoetensack, 1908).

La détermination de l'âge de l'individu de Mauer, dont malheureusement la mandibule est seule conservée, est intéressante. Le diagnostic réalisé d'après les radiographies des dents permet d'envisager un âge relativement jeune, entre 18 et 25 ans. La faible usure de la dent de sagesse est certainement due au fait qu'elle n'a servi que peu de temps après son éruption (Runge, 1977, p. 51-52).

La culture de l'homme de Mauer

On ne peut considérer avec certitude aucune des trouvailles des sables du Grafenrain, qu'il s'agisse d'os ou de galets, comme un outil aménagé par l'homme.

Il convient dès lors de s'interroger sur la présence d'autres indices d'activité humaine. Très peu de pièces entrent en ligne de compte dans cette recherche parce que la rivière transportait des sédiments à un endroit riche en ossements et cailloux mais pas à l'endroit où habitait l'homme de Mauer. Quelques os creux cassés en deux et présentant une extrémité appointée ont été trouvés. Il est probable que c'est l'homme qui les a ouverts pour en extraire la moelle qui représentait sa seule source de matières grasses. L'homme de Mauer ne connaissait pas l'utilisation du feu. De semblables fragments d'os pointus se trouvent en grandes quantités dans d'autres sites d'habitation connus. Ces pièces ne sont que des déchets mais témoignent clairement d'une activité humaine. Raymond Dart (1957) a fondé sa culture "ostéodontokératique" sur de telles trouvailles d'os, dents et cornes, exhumées dans les grottes d'Afrique du Sud. On peut leur comparer quelques pièces de la collection du Grafenrain (Kraatz, 1985c), sans pouvoir cependant parler réellement d'outils pour de tels documents.

D'autres ossements remarquables par leur longueur étaient pourvus d'encoches qui auraient pu caler les doigts de manière à avoir une prise lorsqu'on tenait l'objet à l'horizontale, la pointe dirigée vers l'avant (Pelosse, 1966; Pelosse et Kraatz, 1976). Ces encoches ne peuvent avoir été produites accidentellement par le transport des artefacts par l'eau de la rivière, dans la mesure où les autres pièces osseuses des sables fluviaux de Mauer n'en montrent pas et où l'absence totale de traces d'abrasion est une des caractéristiques des os fossiles du Grafenrain. Les pièces n'ont d'ailleurs été transportées par l'eau que sur une courte distance. La mandibule de Mauer non plus ne présente aucune trace d'altération de ce type.

Des silex de très bonne qualité se trouvaient également parmi les galets des sables de Mauer. Ils proviennent des séries lithiques du Jurassien supérieur et portent témoignage de la provenance des sédiments du Neckar primitif. En raison des caractéristiques de cette matière, de tels rognons de silex ont également dû être intéressants pour l'homme primitif. Ces rognons, de couleur brunâtre, sont assez rares. Les quelques

galets pour lesquels on serait tenté de parler d'aménagement par l'homme sont d'ailleurs fortement discutés. Schoetensack y avait déjà pensé, mais après de nombreuses discussions avec ses collègues, il avait renoncé à interpréter ces pièces comme outils. Il faut dire qu'il examinait son matériel avec beaucoup de rigueur scientifique et faisait preuve de prudence dans ses interprétations. Les notices manuscrites accompagnant la collection témoignent de la manière scientifique dont il se forgeait une opinion.

La petite série d'artefacts en silex disponibles à ce jour - environ 30 pièces - a été examinée par Henry de Lumley (IPH, Paris), en 1979. Ce chercheur a pu, sur deux galets, détecter des encoches qui pourraient être considérées comme des enlèvements d'éclats (n° inv. LML 1+2).

Où est conservée la faune de Mauer?

Des échantillons représentatifs de la faune fossile de Mauer sont exposés en permanence dans deux institutions.

Le musée géologique et paléontologique (Museum für Geologie und Paläontologie) aménagé dans l'Institut géologique et paléontologique de l'Université de Heidelberg, (Geologisch-Paläontologisches Institut, Im Neuenheimer Feld 235) présente de nombreux ossements de la faune fossile des sables du Neckar primitif. Parmi les documents exposés figurent des fossiles de grands fauves et des pièces trouvées plus récemment, en 1973, dans la sablière du versant ouest du Hollmuth.

Le musée préhistorique (Urgeschichtliches Museum) de la commune de Mauer propose une exposition permanente du même genre. Depuis le 21 octobre 1982, à l'occasion du 75ème anniversaire de la trouvaille de la mandibule, une centaine de fossiles originaux de la collection de Mauer y sont exposés par l'Institut géologique et

paléontologique de l'Université. Les vitrines et les panneaux avec éclairage occupent l'entrée et le couloir de la mairie de Mauer et l'annexe spécialement construite à des fins d'exposition (Kraatz, 1983, 1989).

Ces deux musées présentent également des moulages des fossiles célèbres de l'histoire de l'évolution de l'homme. Le musée de Mauer met surtout l'accent sur les *Homo erectus*, attestés par des trouvailles provenant de Chine, de Java et de la Caune de l'Arago, près de Tautavel

(Roussillon, midi de la France).

Les ossements de vertébrés et les fossiles humains de Tautavel ont près de 450.000 ans, datation fondée sur de nombreuses analyses. Si on compare la faune de la Caune de l'Arago avec celle du Grafenrain, on peut en déduire que l'homme de Mauer - *Homo erectus heidelbergensis* - a temporairement habité et parcouru la zone du méandre primitif du Neckar 150.000 ans plus tôt, c'est-à-dire vers 600.000 ans avant notre ère.

Bibliographie

- BRONN, H.G., 1830, *Gaea Heidelbergensis, oder Mineralogische Beschreibung der Gegend von Heidelberg*, 237 p., Heidelberg und Leipzig (Gross).
- BRÜNING, H., 1974, Neuere Untersuchungen an wichtigen Quartärprofilen im Rhein-Main-Gebiet, *Rhein-Mainische Forsch.*, 78, pp. 57-81.
- CAMPBELL, B.G., 1964, Quantitative Taxonomy and Human Evolution, in S.L. WASHBURN (ed.), *Classification and Human Evolution*, pp. 50-74, London, Methuen and Co.
- CAMPBELL, B.G., 1978, Some Problems in Homind Classification and Nomenclature, in JOLLY (ed.), *Early Hominids of Africa*, pp. 578-579, London, Duckworth.
- CZARNETZKI, A., 1983, Belege zur Entwicklungsgeschichte des Menschen in Südwestdeutschland, in H. MÜLLER-BECK (éd.), *Urgeschichte in Baden-Württemberg*, pp. 217-240, Stuttgart, Konrad Theiss.
- DART, R.A., 1957, The Osteodontokeratic Culture of *Australopithecus prometheus*, *Transvaal Museum Memoir*, 10, 105 p., 43 fig., Pretoria, Transvaal Museum.
- DAY, M.H., 1977, *Guide to Fossil Man*, London, Cassel, 3. édition (1986).
- FEZER, F., 1991, Wie alt ist der älteste Europäer?, *HGG-Journal*, 4/90, pp. 15-16.
- FLEISCHER, R.L., PRICE, P.B. and WALKER, R.N., 1965, Applications of Fission Tracks and Fission-Track Dating to Anthropology, *General Electric Res. Lab.*, Report n° 65 RL 3878 M, Schenectady, New-York.
- HEBERER, G., 1965, Die Abstammung des Menschen, in F. GESSNER (éd.), *Handbuch der Biologie IX*, 2. Teil, pp. 245-328, Konstanz u. Stuttgart, Akad. Verlagsges. Athenaion.
- HEBERER, G., 1969, *Der Ursprung des Menschen. Unser gegenwärtiger Wissensstand*, Stuttgart (Fischer).
- HOWELL, F.C., 1960, European and Northwest African Middle Pleistocene Hominids, *Curr. Anthropol.*, 1, pp. 195-232.
- KOENIGSWALD, G.H.R. v., 1968, Die Geschichte des Menschen, in K. FRISCH (éd.), *Verständliche Wissenschaft*, 74, 2, Berlin u. Heidelberg, Springer.
- KOENIGSWALD, W. v., 1973, Veränderungen in der Kleinsäugerfauna von Mitteleuropa zwischen Cromer und Eem (Pleistozän), *Eiszeitalter und Gegenwart*, 23/24, pp. 159-167.

- KOENIGSWALD, W. v., 1982, Zur Gliederung des Quartärs, in J. NIETHAMMER et F. KRAPP (éds), *Handbuch der Säugetiere Europas*, Band. 2/1, pp. 15-17, Wiesbaden, Akad. Verl. Ges.
- KRAATZ, R., 1983, Das Urgeschichtliche Museum in Mauer an der Elsenz, *Ruperto Carola*, 67/68, pp. 199-203.
- KRAATZ, R., 1985a, A Review of Recent Research on Heidelberg Man - *Homo erectus heidelbergensis*, in E. DELSON (ed.), *Ancestors : The Hard Evidence*, pp. 268-271, New York, Alan R. Liss, Inc.
- KRAATZ, R., 1985b, Recent Research on Heidelberg Jaw - *Homo erectus heidelbergensis*, in P.V. TOBIAS (ed.), *Hominid Evolution : Past, Present and Future*, pp. 313-318, New York, Alan R. Liss, Inc.
- KRAATZ, R., 1985c, *Homo erectus heidelbergensis* - Neue Untersuchungen über die Fundstelle, die Fauna und den Unterkiefer von Mauer, in W. DOERR (éd.), *Semper apertus - Sechshundert Jahre Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg 1386-1986*, Band. IV, pp. 258-273, Heidelberg, Springer.
- KRAATZ, R., 1989, *Das Urgeschichtliche Museum in Mauer an der Elsenz*, 12 p., 9 fig., Mauer.
- KRAATZ, R., 1990a, Mauer (R.F.A.) - La Mandibule (*Homo erectus heidelbergensis*), in *5 Millions d'Années - L'Aventure Humaine*, pp. 229-232, Bruxelles, catalogue d'exposition.
- KRAATZ, R., 1990b, *Mauer (B.D.) - Onderkaak, Homo erectus heidelbergensis*, in *5 Miljoen Jaar - Menselijk Avontuur*, pp. 229-230, Brussel.
- KRAATZ, R., 1991, Der Unterkiefer von Mauer - *Homo erectus heidelbergensis*, *HGG-Journal*, 4/90, pp. 5-14.
- KRAATZ, R. et QUERNER, H., 1967, Die Entdeckung des *Homo heidelbergensis* durch Otto Schoetensack vor 60 Jahren, *Ruperto Carola*, 42, pp. 178-183.
- MEIER-HILBERT, G., 1974, Sedimentologische Untersuchungen fluviatiler Ablagerungen in der Mauerer Neckarschleife, *Heidelberger geogr. Arb.*, 40, pp. 201-218.
- OAKLEY, K.P., 1964, *Frameworks For Dating Fossil Man*, London, Weidenfeld and Nicholson.
- OAKLEY, K.P., 1971, *Die Datierung menschlicher Fossilien*, Stuttgart, Fischer.
- OAKLEY, K.P., CAMPBELL, B.G. and MOLLESON, T.I., 1971, *Catalogue of Fossil Hominids, Part II: Europe*, London, Brit. Mus., Natur. Hist.
- PELOSSE, J. L., 1966, Traces possibles d'actions humaines sur des os fossiles du gisement d'*Homo heidelbergensis*, *Bull. Assoc. franç. Et. Quat.*, 4, pp. 247-250.
- PELOSSE, J. L. et KRAATZ, R., 1976, Une pièce osseuse façonnée du gisement de Grafenrain (*Homo heidelbergensis*), *Quaternaria*, 19, pp. 93-105.
- PUECH, P.F., 1980, *Homo heidelbergensis* lointain ancêtre était droitier et vivait dans les bois, *Midi Libre*, Montpellier.
- PUECH, P.F., 1982, L'usure dentaire de l'Homme de Tautavel, *L'Homme erectus et la place de l'Homme de Tautavel parmi les hominidés fossiles*, Colloque Intern. C.N.R.S., vol. 1, pp. 249-275, Nice.
- PUECH, P.F., PRONE, A. et KRAATZ, R., 1980, Microscopie de l'usure dentaire chez l'Homme fossile : bol alimentaire et environnement, *C.R. Acad. Sci. Paris*, 290, série D, pp. 1413-1416.
- QUERNER, H. 1968, *Stammesgeschichte des Menschen*, Stuttgart (Kohlhammer).
- ROTH, H., 1983, *Comparaison statistique de la forme des arcades alvéolaire et dentaire des mandibules des hominidés fossiles*, Musée de l'Homme, Lab. de Paléontol. humaine et de Préhistoire, Mem. 17, 2 vol., Paris (Mus. Nation. d'Hist. Natur.).
- RÜCKLIN, H. and SCHWEIZER, V., 1971, The Geology and Geomorphology of Heidelberg and its Surroundings, in G. MÜLLER (ed.), *Sedimentology of Parts of Central Europe*, Guidebook 7th Intern. Sediment. Congr., 1971, pp. 337-344, Frankfurt (Kramer).

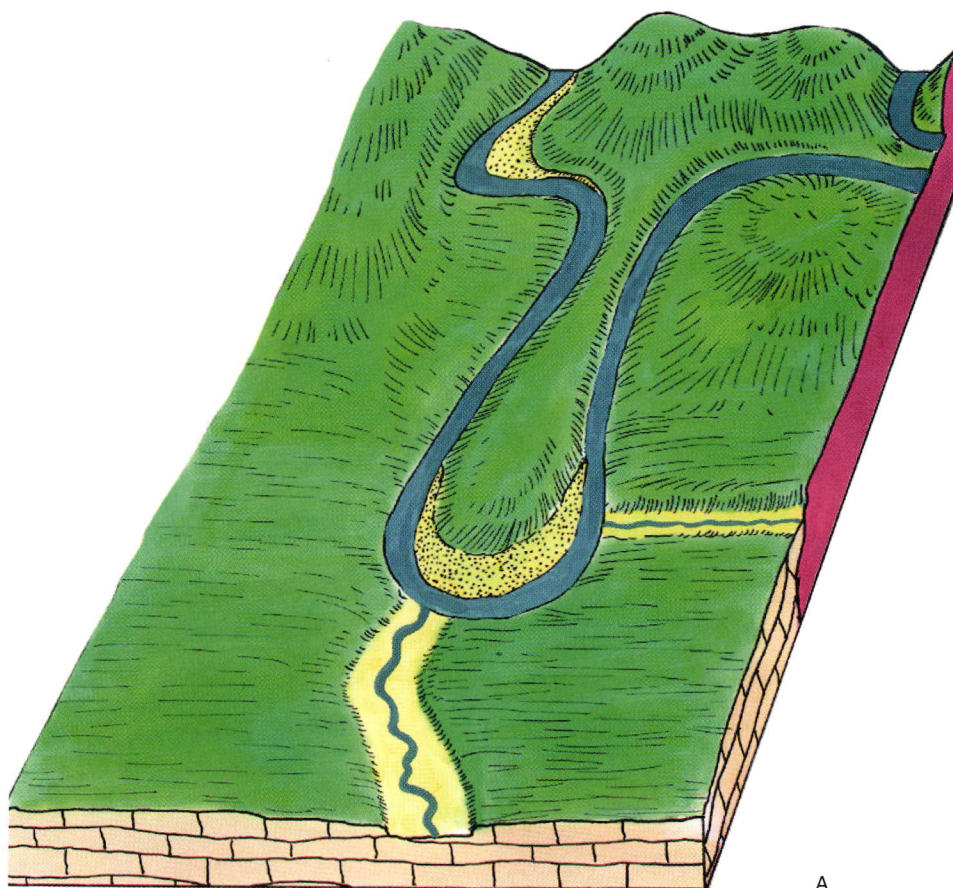
- RUNGE, B., 1977, Morphologische Untersuchungen der Zahnkronen der Funde von Mauer, Oberkassel, Bad Nauheim und Trbur, in U. SCHÄFER (éd.), *Beiträge zur Odontologie paläolithischer, mesolithischer und neolithischer Menschenfunde*, p. 49-85, fig. 35-38, pl. 2-9, Gießen (Anthropol. Inst. Univ. Gießen).
- SALA, B., 1987, *Bison schoetensacki* Freud. from Isernia la Pineta (early Mid-Pleistocene - Italy) and Revision of the European Species of Bison, *Palaeontographia Italica*, 74 (1986), pp. 113-170, 43 fig., pl. 6, Pisa.
- SCHOETENSACK, O., 1908, *Der Unterkiefer des Homo heidelbergensis aus den Sanden von Mauer bei Heidelberg. Ein Beitrag zur Paläontologie des Menschen*, 67 p., 14 tab., 13 pl., Leipzig (Engelmann).
- SCHÜTT, G., 1969a, *Panthera pardus sickenbergi* n. subsp. aus den Mauerer Sanden, *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, 1969, pp. 299-310, Stuttgart.
- SCHÜTT, G., 1969b, Untersuchungen am Gebiß von *Panthera leo fossilis* (v. REICHENAU, 1960) und *Panthera leo spelaea* (GLODFUSS, 1810), *N. Jb. Geol. Paläont., Mh., Abh.*, 134, p. 192-220, Stuttgart.
- SCHÜTT, G., 1970, Nachweis der Säbelzahnkatze Homotherium in den altpleistozänen Mosbacher Sanden (Wiesbaden/Hessen), *N. Jb. Geol. Paläont., Mh.*, 1970, pp. 187-192, Stuttgart.
- SCHWEIZER, V. avec la collaboration de KRAATZ, R., 1982, Kraichgau und südlicher Odenwald, in M.P. GWINNER (éd.), *Sammlung Geologischer Führer*, Bd. 72, 203 p., 35 fig., Berlin et Stuttgart.
- STAHL, A., 1963, Der Fernröntgenbund des Unterkiefers aus den Sanden von Mauer (*Homo heidelbergensis*), *Zeitschr. Zahnärztliche Welt / Zahnärztl. Reform*, H.3.
- STAHL, A., 1964, Vergleichende röntgenologische Untersuchungen über die Form des Unterkiefers von Mauer (*Homo heidelbergensis*), *Zeitschr. Fortschritte d. Kieferorthopädie*, Bd. 25, H. 1, Leipzig.
- TATTERSALL, I and DELSON, E., 1984, *Ancestors, Four Million Years of Humanity*, 14 p., 26 fig., New-York (AMNH).
- VOELCKER, I., 1931, *Hippopotamus amphibius* von Mauer a.d. Elsenz, *Sber. Heid. Akad. Wiss., math.-natur. Kl.*, Abh. 3, pp. 1-6, Berlin et Leipzig.
- VOELCKER, I., 1933, Knochenartefakte aus dem Altdiluvium des Neckars, *Verh. Naturhist.-Med. Ver. Heidelberg*, N.F., 17, pp. 327-331, Heidelberg.

Fig. 5

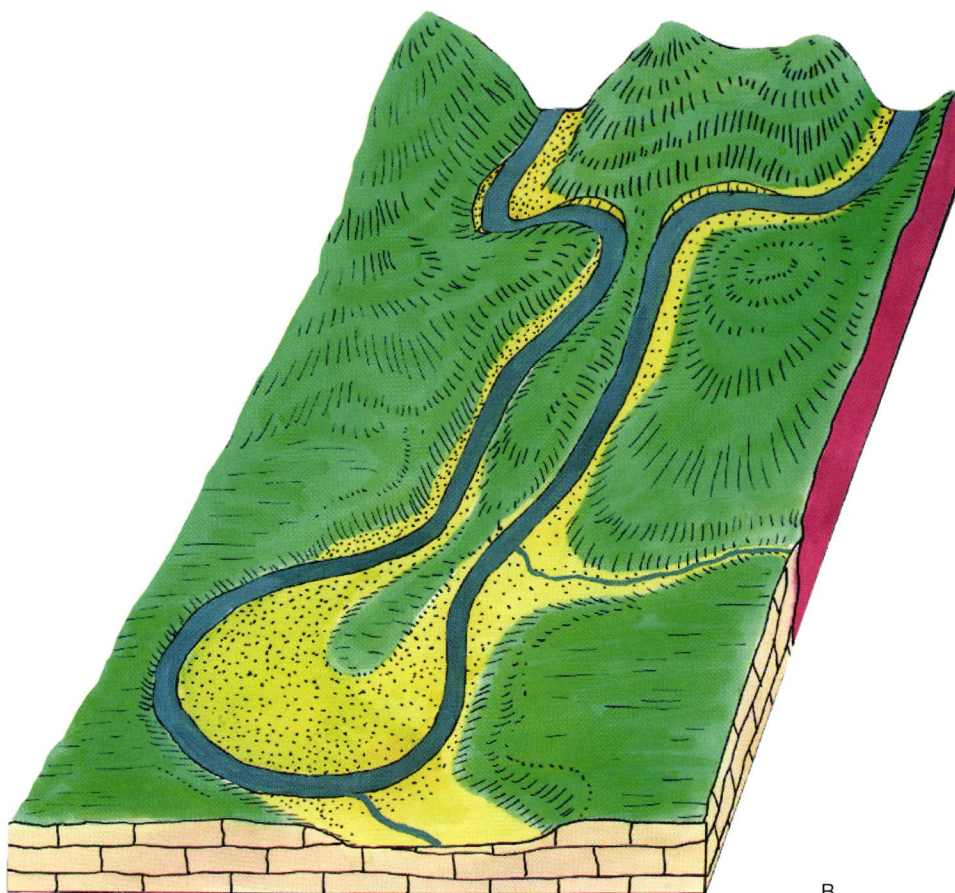
Série de bloc-diagrammes (stéréogrammes) représentant l'évolution du plus grand méandre du Neckar près de Mauer pendant les périodes géologiques du Tertiaire supérieur et du Quaternaire.

Le stéréogramme (a) montre l'état au cours du Pliocène (Tertiaire supérieur). La rivière a quitté le *Buntsandstein* de la forêt d'Odin et contourne déjà le massif qui s'étend du nord au sud et qui correspond au Hollmuth actuel.

Le stéréogramme (b) montre le plus grand élargissement du méandre du Neckar primitif, sur une longueur totale de 16 km, pendant la période de réchauffement climatique "Cromer II", également appelée "Mauerer Warmzeit" (époque géologique). A cette époque, la couche des sables de la rivière, meubles et déposés en pente sur une épaisseur d'au moins 15 m - les "sables de Mauer" -, s'est sédimentée avec un grand nombre de fossiles de vertébrés et la "mandibule de Mauer", *Homo erectus heidelbergensis*.



A

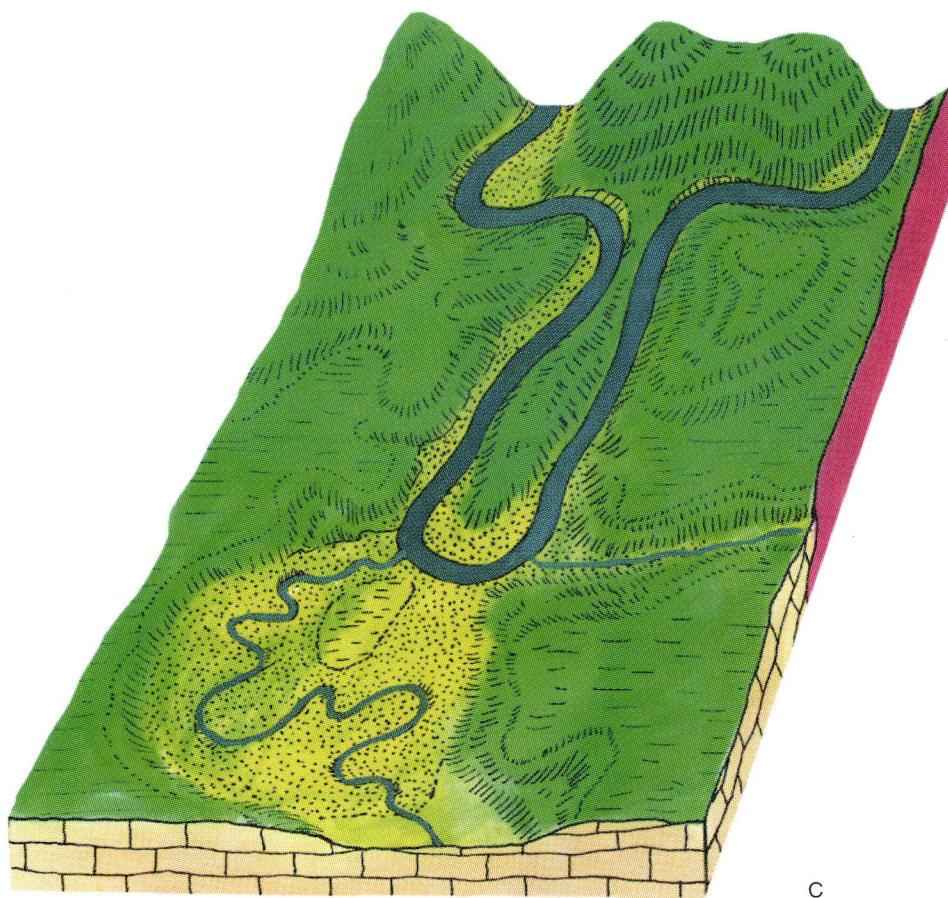


B

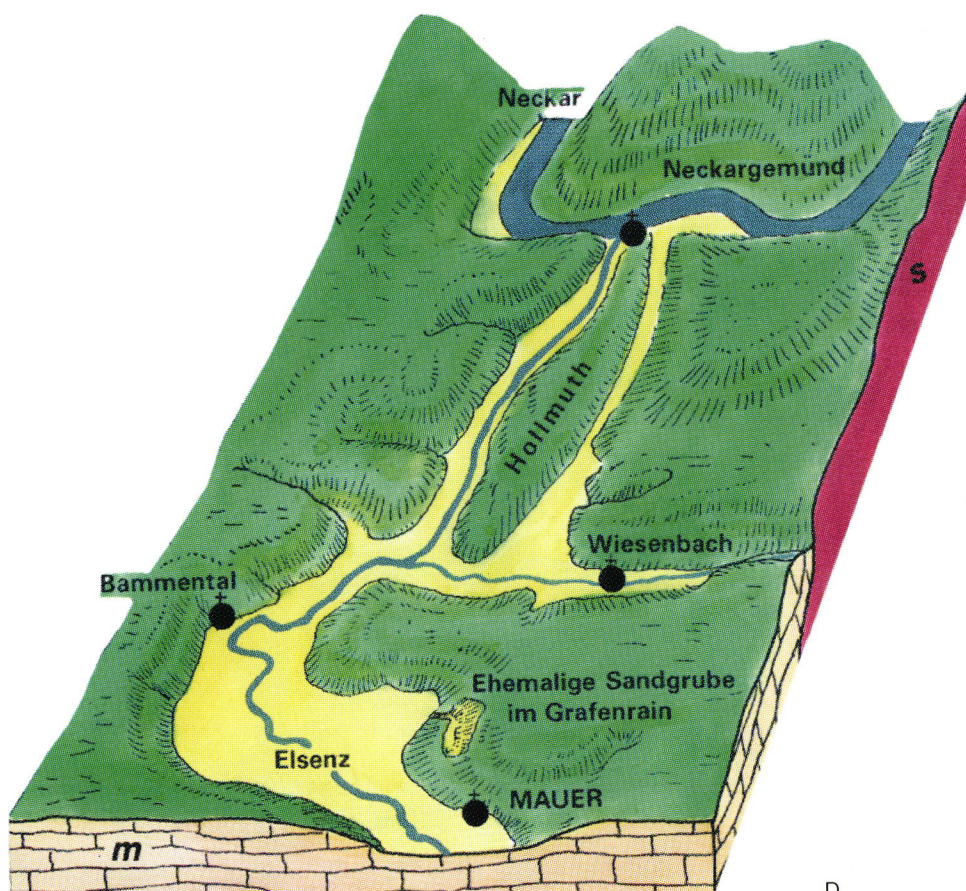
Le stéréogramme (c) montre le Neckar au début de la glaciation de Mindel. La rivière a reculé vers le nord. Elle passe ensuite, près de Neckargemünd, au-delà de la barrière du *Buntsandstein* et transforme ainsi le Hollmuth en mamelon central avant que le méandre ne s'assèche.

Le stéréogramme (d) montre l'état actuel : la boucle forme maintenant les vallées de Wiesenbach et de l'Elsenz, qui a creusé son lit dans les dépôts du méandre ouest.

Séréogrammes (a) - (d) d'après Schweizer (en collaboration avec Kraatz, 1982), complétés et redessinés par Rolf Koch, GPIH.



C



D

The Relationship of Pleistocene and Modern Mandibles Evaluated by Principal Component Analysis of the Arcade Dimensions

Les rapports des mandibules fossiles pléistocènes et subactuelles évalués par
analyse en composantes principales des dimensions de l' arcade

Helga Roth and Christian Simon *

Abstract

To understand the variation among 64 fossils mandibles usually organized in evolutionary groups such as *Homo erectus*, Neandertal or anatomically modern humans, a multivariate analysis of principal components was performed on twelve representative dimensions of their arcades. Eleven fossils of the Lower Pleistocene were also analyzed. The distribution of each group is characterised by an ellipse. The association of the groups are represented by dendrograms indicating the average distances between them. The principle results show a continuous evolution from the oldest Middle Pleistocene fossils to modern man. There are also some interesting superpositions : the Neandertals and anatomically modern humans, especially those of the early Wurm period in Palestine, greatly resemble each other. The arcades of the Lower Pleistocene hominids are distinguished from other populations by their narrow shape. This study clearly indicates a gradual development of the dimensions which combines different morphological types.

Résumé

La variabilité de 64 mandibules fossiles, réparties en groupes évolutifs (*Homo erectus*, Néandertalien, hominidés d'anatomie moderne...) est étudiée à l'aide d'une analyse en composantes principales qui concerne douze dimensions des arcades. Onze individus du Pléistocène inférieur sont également pris en considération. La disposition de chaque groupe est caractérisée par une ellipse équiprobable. Le classement des populations est représenté par des dendrogrammes qui montrent les distances moyennes entre elles. Les analyses mettent en évidence une évolution continue entre les fossiles les plus anciens du Pléistocène moyen et les hommes actuels, avec cependant une certaine superposition des groupes. Les Néandertaliens et les premiers hommes anatomiquement modernes (surtout les individus de Palestine) sont les plus semblables. Les fossiles du Pléistocène inférieur sont séparés des autres populations par l'étroitesse de leurs arcades. L'étude montre d'une façon évidente le développement graduel des dimensions qui regroupe différents types morphologiques.

Key words : mandibles, arcades, principal component analysis.

Mots clés : mandibules, arcades, analyse en composantes principales.

* Helga Roth, 10 Staaderstrasse, 7750 Konstanz, Germany

Christian Simon, Département d'Anthropologie et d'Ecologie, Université de Genève, Suisse

Introduction

Due to discovery of new human fossils, more exact dating methods and recent results of genetics, numerous articles have appeared which reattempt to define phylogenetic taxons. The relationship among the different fossil groups has also been shown using cladistic methods (ex. as in Andrews and Franzen, 1984, and Stringer, 1987). The concept of anteneandertalians or preneandertalians as members of *Homo erectus* provokes many controversies (Hublin, 1982; Lumley *et al.*, 1982; Stringer *et al.*, 1984; Vandermeersch 1986; Aguirre *et al.*, 1985, 1987, 1989; Rosas, 1987). According to Stringer (1985), European fossils can be divided into 2 groups ("Primitive *Sapiens* - Neandertal Model"), in which signs of continuity can be observed. In his cladistic analysis (1987) using statistic package PAUP he cannot clearly separate the Neandertals from the archaic *Homo sapiens* and the taxon Skhul-Qafzeh from modern man.

New results concerning the low genetic variation between modern human populations (Stringer *et al.*, 1988; Mellars and Stringer, 1989; Stringer, 1991) are presently being discussed postulating at least two models, the multiregional origin or the single recent origin of modern man in Africa or in bordering areas in the Middle East.

In this paper we attempt to describe the relationship among the fossils using variations of the arcade dimensions.

Definition of measurements and analysed material

The mandible is adjusted horizontally according to the alveolar Klaatsch's plan and is checked against the reticle of the measuring system. The method used to determine the measuring points in the form of Cartesian coordinates is described in detail in Roth (1985, 1988). The schema in figure 1 presents the seven lengths and seven widths which make up the coordinates of 14 key points of the arcade. They are defined as intersections of the distal and vestibular tangents to the alveolar border.

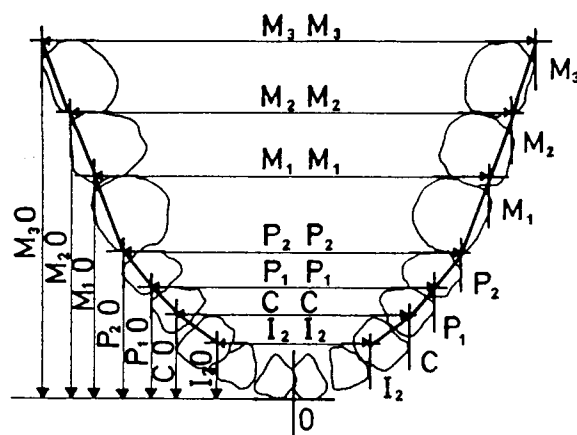


Fig. 1 Definition of lengths and widths.

The analyzed specimens belong to adult or adolescent individuals maintaining intact arcades and a maximum of measuring points. The results of Atapuerca 1 are obtained from the original. They are organized in five groups of different geological ages providing evidence for nearly one million years of human evolution on the continents (Table 1).

The multivariate analysis of principal components examines the following four populations :

- *Homo erectus* (HER) with African and Asian fossils (PAS) and the European representatives (AN);
- *Homo sapiens neanderthalensis* (HSN);
- a population (HSSF) referring to early anatomically modern hominids in the Middle East (HS PAL) and to the Upper Palaeolithic period;
- a population (HSSR) of European mandibles (from 4150 BP to the present).

A second analysis evaluates the position of older hominids which have been added to the fossils of the preceding analysis. This population is composed of eleven individuals of the Lower Pleistocene (LP), belonging to different species including *Homo habilis*, *Australopithecus afarensis*, *affricanus* and *boisei*. Since there are so few of them their arcades were grouped together for the purpose of statistical comparison.

Table 1 List of measured mandibles

GROUPS	CODE	INDIVIDUALS
Population of the Lower Pleistocene (LP) :		
<i>A. afarensis</i>	L 4	Laetoli H 4
	A 40	AL 400-1
	A 26	AL 266-1
	A 28	AL 288-1
<i>A. africanus</i>	M 18	MLD 18
	S 52 (1)	STS 52B
<i>H. habilis</i>	O 7 (2)	Olduvai H 7
	O 13	Olduvai H13
	E 02	KNM-ER 1802
<i>A. boisei</i>	O RO	Omo L7A-125
	NA	Lake Natron
(1) Reconstruction of Schmidt		
(2) Reconstruction of Andrews		
Middle and earlier Pleistocene Hominids (HER) :		
Afro-asiatic		
<i>H. erectus (PAS) :</i>		
	AT 1	Ternifine 1
	AT 3	Ternifine 3
	ZG (1)	Zhoukoudian G1
	ZH	Zhoukoudian H
	RA 1	Rabat 1
	TE 1	Temara 1
European representatives (AN) :		
	M	Mauer
	AR 2	Arago 2
	AR D (2)	Arago 13
	AP 1	Atapuerca 1
	MT	Montmaurin
	E 6	Ehringsdorf 6
	B	Banolas
(1) Reconstruction of Weidenreich		
(2) Reconstruction of de Lumely		
<i>H. s. neanderthalensis (HSN) :</i>		
	AC 1	Arcy 1
	AC 2	Arcy 21
	MA 1	Malarnaud 1
	RE	Regourdou
	K G	Krapina G
	K H	Krapina H/58
	O 1	Ochoz 1
	MC 3	Mte Cicero 3
	A 1	Amud 1
	T 1	Tabun 1
	MO	Moustier
	SU 1	Subalyuk 1
	S 1	Spy 1
	HO 4	Hortus

*H. s. sapiens (HSSF) :**H. s. sapiens*

from Palestine (HS PAL) :

Q 9	Qafzeh 9
T 2	Tabun C2
SK 5	Skhul

H. s. sapiens

of Upper Palaeolithic :

CC	Combe Capelle 1
CM 3	Cro Magnon 3
PI	Pinar
PA	Pavlov 1
PR	Predmosti 3
W 2	Wadjak 2
Z UC	Zhoukoudian UC 1
LM 3	Lake Mungo 3
KS 5	Kow Swamp 5
CH 1	Chancelade 1
K 14	Kostenki 14
G 4	Gambles Cave 4
H 2	Hotu Cave 2

Modern western European sample (HSSR) :

14 Specimens of the Laboratoire
d'Anthropologie of Marseille
and the Institut d'Anthropologie
of Geneva

Results and discussion

1. Results and discussion of dimensions

The measuring results of lengths and widths of 64 individuals and the mean values and standard deviations of eight populations are presented in tables 2a, 2b and table 3. The eight groups are *A. afarensis*, *A. boisei*, *H. erectus* of Africa and Asia (PAS) and the European representatives (AN), Neandertalians (HSN), three modern humans of Palestine (HS PAL), Cro-Magnon group (HSSF) and modern Europeans (HSSR). These values have been used to construct the arcs of the groups and individuals. Some of them are presented in figures 2a, 2b, 2c, 2d in order to support the interpretation of the statistical results.

The results of table 3 immediately display the well-known evolutionary tendency

for all dimensions to become more gracile. Generally the lengths are more affected by this phenomenon. These changes are allometric as can be seen in the extremely wide Neandertalian arcades or in the great length of the Palestine specimens.

In order to evaluate the individuals of sometimes very different dimensions, the results are examined with the help of the principal component analysis, which partially eliminates the effect of size as well as the strong correlation inherent in the totality of the figures.

Twelve of the best preserved dimensions, six lengths and six widths, dealing with the distances of the lateral incisor to the 2nd molars (see diagram fig. 1 and the values tables 2a, 2b) were studied with this multivariate technique.

As is often the case in human paleontology, due to the limited amount of usable

Table 2a Measured results of lengths
of the individuals (mm)

Table 2b Measured results of widths
of the individuals (mm)

	I2 O D 1	CO D2	PI O D3	P2 O D4	M1 O D5	M2 O D6	I2 I2 D8	CC D9	PI PI D10	P2 P2 D11	M1 M1 D12	M2 M2 D13
L4	8,90	12,20	19,35	28,65	39,40	53,45	21,68	36,35	44,85	49,95	56,10	61,50
A 40	9,10	13,30	20,25	29,00	40,65	56,60	21,30	35,35	44,05	49,10	53,05	59,80
A 26	7,27	12,35	17,64	27,42	39,85	53,90	18,00	32,45	43,05	49,20	56,60	63,00
A 28	8,20	11,95	17,85	25,35	35,86	49,20	18,00	28,85	36,20	41,90	47,97	54,40
M 18	8,50	11,80	19,15	27,30	38,75	51,93	20,20	35,05	45,60	52,04	62,80	72,00
S 52	9,73	13,10	21,08	30,00	42,26	57,52	20,40	31,70	40,90	46,80	57,90	67,68
O7	10,00	15,00	24,10	35,40	48,10	65,00	23,30	39,95	46,85	51,00	56,60	58,60
O 13	7,75	10,70	18,10	26,80	39,10	52,40	18,20	30,70	40,20	46,70	52,80	57,60
E 02	9,30	12,20	19,15	29,12	42,85	59,65	21,80	33,90	44,90	51,10	59,10	63,30
ORO	7,85	10,60	18,70	30,53	43,05	58,55	18,55	29,85	44,00	54,90	65,00	72,15
NA	8,45	10,55	19,10	31,70	45,50	61,87	19,80	32,75	44,95	53,90	69,15	75,80
AT 1	10,70	15,20	21,80	29,30	41,80	55,60	21,40	36,90	47,80	56,70	67,00	74,20
AT 3	11,00	16,33	25,07	32,85	44,20	56,48	26,05	41,03	49,00	57,80	66,35	73,93
ZG	10,00	14,70	20,40	29,15	40,60	53,30	23,30	36,90	46,50	55,00	64,90	71,10
ZH	8,80	12,10	17,80	24,20	35,00	44,45	18,80	32,03	41,85	49,00	56,70	59,30
RA 1	8,95	11,68	16,95	25,97	37,50	49,85	21,97	35,10	45,05	51,70	60,90	67,00
TE 1	9,35	13,40	20,00	27,80	39,55	53,05	21,85	36,20	45,05	53,95	62,25	67,85
M	7,68	11,15	16,07	22,37	33,70	46,00	21,10	34,03	45,00	53,70	59,80	65,40
AR 2	7,90	12,51	17,30	22,79	32,65	44,53	23,03	37,70	46,25	54,50	64,00	70,00
ARD	9,70	14,00	20,70	29,30	41,50	56,00	25,00	40,05	49,50	59,00	67,95	71,10
AP 1	6,40	9,80	15,20	20,90	30,90	41,00	20,50	35,40	46,10	54,00	63,80	68,60
MT	6,60	10,35	16,05	23,15	34,60	46,00	22,00	34,40	44,05	52,00	58,30	64,30
E 6	9,00	13,80	19,75	27,05	38,55	49,98	24,03	38,63	46,40	51,40	58,00	64,20
B	7,40	11,35	17,60	23,80	35,65	46,45	21,15	32,00	42,00	52,00	61,15	66,60
AC 1	6,80	9,65	12,10	20,60	30,70	42,60	18,20	31,20	42,00	50,00	61,00	66,20
AC 2	10,00	13,40	18,70	27,10	37,50	49,10	27,37	40,00	49,00	58,05	66,10	73,80
MA 1	6,87	8,95	13,61	20,70	32,20	45,20	15,95	31,80	43,10	51,00	62,40	69,00
RE	8,05	11,90	15,20	21,00	29,90	40,30	19,05	33,45	43,15	48,95	59,70	66,00
KG	5,30	8,45	12,00	19,55	28,20	40,60	19,75	33,50	42,77	49,97	61,80	67,90
KH	9,40	13,20	17,35	23,75	34,50	45,60	22,10	35,40	47,10	53,20	60,20	65,80
O 1	9,30	11,80	17,05	23,80	33,50	45,70	32,10	37,70	48,00	54,40	62,80	68,30
MC 3	7,30	11,82	15,22	20,52	30,55	41,85	20,10	34,95	45,10	52,65	61,80	70,10
A 1	7,40	10,70	14,60	19,80	28,45	38,30	18,90	33,25	44,00	52,85	63,10	72,50
T 1	8,80	11,80	16,50	21,50	30,30	41,20	23,80	36,50	45,40	52,60	62,00	66,80
MO	7,30	10,60	17,05	24,50	35,85	48,30	22,50	35,80	46,90	54,40	59,90	64,90
SU 1	8,00	11,87	15,67	21,67	30,97	43,02	22,10	36,00	47,00	56,60	60,20	64,00
S 1	8,60	11,70	14,60	20,60	29,95	39,85	20,80	34,10	44,60	52,70	63,50	68,80
HO 4	7,05	9,50	14,20	20,35	31,30	42,15	23,40	35,60	43,34	50,90	58,25	64,00
Q 9	8,65	11,47	16,10	23,55	34,87	47,15	21,05	37,80	45,90	52,32	61,15	63,80
T 2	8,20	11,00	15,70	23,65	33,60	44,50	23,40	36,50	44,50	51,30	60,30	65,30
SK 5	7,00	10,30	14,80	21,80	34,00	45,50	25,00	37,00	45,40	52,00	60,40	64,80
CC	8,35	10,85	14,10	19,30	30,10	41,25	19,70	34,30	39,90	45,90	53,90	59,20
CM 3	7,30	10,75	13,45	19,60	32,00	44,05	18,00	34,00	41,35	48,85	60,00	65,92
PI	7,95	10,75	14,95	20,05	29,35	40,35	17,60	31,00	39,70	46,40	56,20	62,80
PA	7,30	10,30	14,30	21,00	29,70	40,80	19,00	30,70	39,30	47,80	59,20	64,50
W 2	7,20	9,70	15,00	24,20	34,40	46,40	21,30	34,40	46,50	52,70	64,90	69,00
ZUC	6,90	9,30	13,30	19,20	28,50	38,90	18,20	33,00	41,20	48,00	61,00	68,00
K 14	5,10	8,20	12,00	17,50	27,80	38,00	20,00	32,20	41,30	49,40	58,90	64,00
G 4	7,20	9,00	13,75	19,70	29,82	40,45	19,10	32,05	41,10	47,90	56,20	60,30
H 2	6,40	8,80	13,50	19,55	28,55	38,15	19,80	32,20	39,70	46,90	54,70	61,00
P 1	7,50	9,60	13,70	19,40	28,60	38,55	18,20	31,85	38,30	45,50	54,85	57,90
P 3	6,90	7,70	12,10	17,70	26,40	36,50	16,10	32,20	38,20	44,30	54,00	59,90
P 6	6,00	8,40	11,20	17,90	28,40	38,60	18,90	31,30	39,50	45,10	53,60	60,90
AL	7,90	10,75	13,75	19,85	29,15	39,60	17,45	29,00	37,10	43,10	53,95	61,90
VE	7,55	9,07	13,02	19,80	30,50	41,90	18,45	32,77	39,52	46,40	56,15	62,25
FO	7,80	8,75	13,55	20,50	29,62	39,60	19,00	31,95	38,95	47,40	57,75	63,20
G 1	7,00	7,00	8,35	16,20	24,40	34,10	16,20	27,95	37,05	45,00	58,50	66,70
CN	8,05	8,05	8,82	18,00	27,70	37,93	17,40	31,75	40,50	46,70	56,50	63,95
FR	8,95	8,95	10,00	19,17	29,22	40,08	17,77	31,00	41,10	43,90	53,35	61,85
V 2	7,60	7,60	10,95	19,10	28,35	39,95	17,70	31,05	38,75	46,05	57,10	65,00
HA 1	9,40	9,40	11,60	21,50	31,70	41,20	17,50	28,30	38,50	46,50	55,20	62,00
HA 2	7,90	7,90	9,80	19,70	29,40	41,10	15,90	29,80	38,90	42,00	50,70	56,50
H 15	7,50	7,50	10,45	21,60	30,75	41,15	18,70	30,90	40,00	47,80	57,60	63,20
H 20	6,50	6,50	9,30	20,50	29,95	40,90	20,00	32,00	40,70	49,00	58,40	64,60

specimens, there is no guarantee of a perfectly normal distribution of data. However, since the results found are not extremely aberrant, it seems correct to use them as they are for the biostatistical method.

2. Results and discussion of the multivariant analysis with principal components

The main statistical results, the weight of the first two axes and the correlation of the variables are summarized in table 4. The weight (%) shows the importance of each axis for the explanation of the total variability. The correlation between the principal components and the variables indicates the role of dimensions as a discriminating factor. In analysis 1, which compares the groups of *Homo erectus* and *sapiens* (HER, HSN, HSSF, HSSR), axes 1 and 2 express 74.5 % respectively, 11.3 % of the total variation. In analysis 2, with the fossils of the Lower Pleistocene period (LP) and more recent forms, axes 1 and 2 explain 63.8 % and 18.4 %. The high result of the first two axes, which occurs rather seldom in anthropometry is due to the strong correlation of the output values and indicates the necessity of using the multivariant technique.

According to the correlation of the characteristics and axes generally, the lengths are more important for axis 1 and the widths for axis 2. In analysis 1, the different lengths of the jugal arcade and the canine (D2 to D6) together with the premolar widths (D10 and D11) have meaning for the first axis. For axis 2 the length of the incisors (D1) and the molar widths or maximal width (D12 and D13) make a notable contribution. This discriminating factor of the short distances between segments, compared to the total dimension of the arcade, suggests that the chosen points are coherent and structurally significant. In analysis 2 of the five populations, the variable D11 (the width of the second premolars) is important for axis 2 with the molar widths (D12 and D13).

The graphic evaluation of the analysis, i.e. the position of the individuals determined by the value of the principal components, is seen for

analysis 1 in figure 3. The result of analysis 2, which compares the older individuals (LP), is seen in figure 4. The distribution of the different populations is characterized by an equiprobable ellipse which corresponds to an intrapopulation-variability of 80%. The gravity center, the barycentre of each ellipse indicated in the

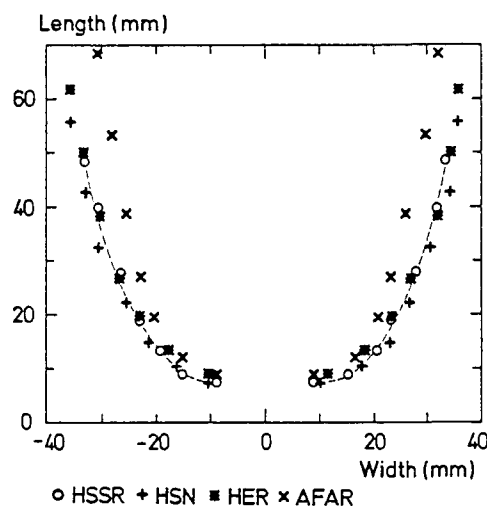


Fig. 2a "Mean arc" constructed by the mean values of table 3 characterizing a population of Afar, of Middle and Upper Pleistocene arcades (HER, HSN) and of modern Europeans (HSSR).

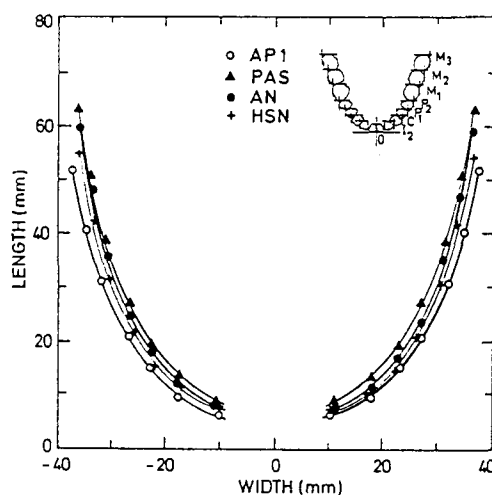


Fig. 2b Arcs of Middle Pleistocene humans (PAS), Anteneandertalians (AN), Neandertalians (HSN) and Atapuerca 1 (AP1).

diagram, is calculated by the mean values of the principal components in relation to the first two axes.

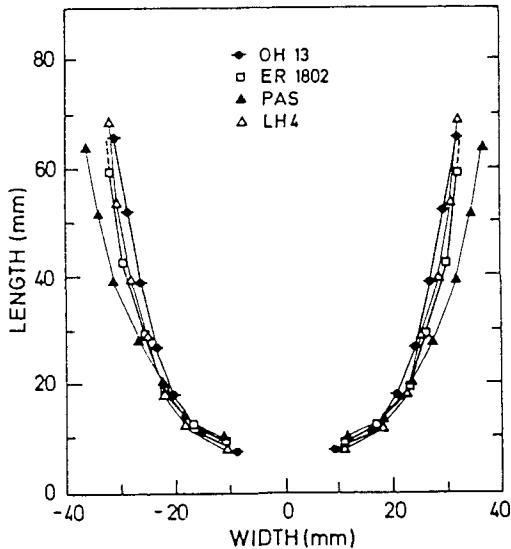


Fig. 2c Comparison of the arcs of Laetoli (L4), East Turkana (KNM-ER 1802), Olduvai (O 13) and PAS.

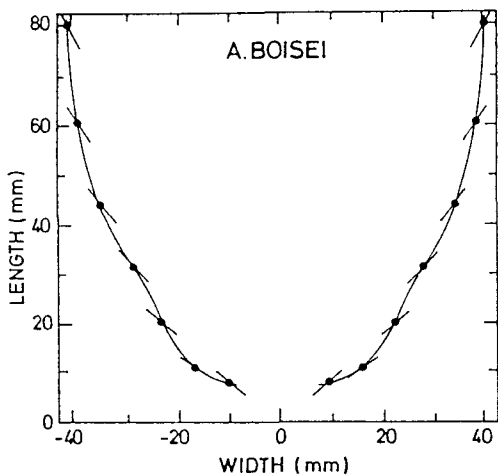


Fig. 2d Arc characterizing of *A. boisei*.

In the graphic of analysis 1 (fig. 3), the evaluation of the distribution for axis 1 shows that the long arcades with large dimensions of individuals of the Middle Pleistocene (HER) are

organized on the left in opposition to modern Europeans (HSSR). The Neandertals (HSN) and the first anatomically modern mandibles (HSSF) are placed between these two groups. The Neandertals are centralized in the lower part of the graph nearer the larger values for the dimensions of axis 2 (the molar widths, D12 and D13). The "Cro-Magnon" are further to the right of the Neandertals on axis 1 and connect modern Europeans with other populations. The population of HER is the most dispersed. The ellipse axis is about a 45° angle to axis 1 and indicates the presence of long-large arcades (Ternifine 1 and 3 -AT 1, AT 3-, Zhoukoudian G1 -Z G-, Arago 13 -AR D-, Ehringsdorf -E 6-) and also wide and small arcades (Arago 2 -AR 2-, Mauer -M-, Montmaurin -MT-, Atapuerca 1 -AP 1-). Both of these distributions constitute groupings corresponding more to differences of sex and less to geographical origins. This would confirm the observations of other authors such as Stringer (1987). The ellipses of HSN and HSSF superimpose each other and this area overlaps with the ellipse of the HER. In contrast to the HSSF the orientation of the HSN in the coordinate system is aligned with those of the HER. Their barycentre, however, is found, displaced to the right extremity of the HER. This indicates that these arcades are wider at the molars (dimensions D12 and D13) and shorter on the whole. Only Arcy 2 (AC 2) is found closer to the large HER.

The statistical analysis clearly shows that it is primarily the short arcades of the Middle Pleistocene (or with the weaker dimensions for axis 1), which align with the HSN. Except for Atapuerca 1, the majority of the HSN are wider (see also the drawings of figure 2b). The arcades of the modern Europeans (HSSR) are located to the right of the distribution according to axis 1 and above the graphic according to axis 2. They only overlap with the HSSF. They differentiate clearly from the HER *grosso modo*, because they are shorter. They are distinctly separate from the HSN, which are wider on the whole (see the population arcs figure 2a). The distribution of the HSSR itself is thus most variable for axis 2 under the influence of the width.

Table 3 Mean values (X) and standard deviation (SD) of lengths and widths for 8 groups (mm)

Remarks : for *A. afarensis*, the mean values refer to AL 400-1 and AL 288-1;
for *A. boisei*, they refer to OL7A-125, KNM-ER 729, NA; for HS PAL, they refer
to the Palestinian H.s.s.; for HSSF, they refer to the Upper Palaeolithic modern man.

GROUPS	<i>A. afar.</i> n = 2		<i>A. boisei</i> n = 3		PAS n = 6		AN n = 6	
LENGTHS	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
D1-I2O	8,65	0,64	8,15	0,42	9,40	1,35	7,81	1,20
D2-C O	12,63	0,95	11,08	0,87	13,59	1,86	11,85	1,64
D3-P1O	19,05	1,70	20,17	2,20	19,97	2,83	17,52	2,03
D4-P2O	27,18	2,58	31,75	1,25	27,70	3,05	24,19	2,93
D5-M1O	38,26	3,39	44,83	1,56	39,34	3,18	35,36	3,62
D6-M2O	52,90	5,23	61,41	2,80	51,71	4,17	47,21	4,72
D7-M3O	66,78	6,47	81,51	2,97	64,26	5,89	58,92	5,28

WIDTHS	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
D8-I2I2	19,65	2,33	19,18	0,88	21,73	2,58	22,40	1,68
D9-C C	32,10	4,60	33,00	3,28	35,75	3,12	36,03	2,86
D10-P1P1	40,13	5,55	45,98	2,66	45,33	2,71	45,61	2,32
D11-P2P2	45,50	5,09	56,87	4,30	53,31	3,52	53,80	2,58
D12-M1M1	50,51	3,59	69,65	4,92	62,36	3,95	61,86	3,60
D13-M2M2	57,10	3,82	78,42	7,91	67,85	5,78	67,17	2,77
D14-M3M3	61,93	0,95	81,92	8,90	72,68	6,38	71,54	3,34

GROUPS	HSN n = 14		HS PAL n = 3		HSSF n = 14		HSSR n = 12	
LENGTHS	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
D1-I2O	7,88	1,22	7,95	0,85	7,50	1,09	7,71	0,89
D2-C O	11,10	1,45	10,92	0,59	10,55	1,73	9,48	1,18
D3-P1O	15,34	1,90	15,53	0,67	14,73	1,75	12,83	1,23
D4-P2O	21,89	2,10	23,00	1,04	20,96	2,20	19,07	1,42
D5-M1O	31,79	2,64	34,16	0,65	31,32	2,71	28,62	1,88
D6-M2O	43,24	3,13	45,72	1,34	41,93	3,16	39,09	2,18
D7-M3O	54,72	3,63	58,47	2,03	52,66	3,97	48,44	3,09

WIDTHS	X	SD	X	SD	X	SD	X	SD
D8-I2I2	21,2	2,76	23,15	1,99	19,67	1,58	17,51	1,04
D9-C C	35,02	2,25	37,10	0,66	33,30	1,62	30,73	1,59
D10-P1P1	45,03	2,12	45,27	0,71	41,79	2,60	38,86	1,20
D11-P2P2	52,73	2,55	51,87	0,52	48,70	2,22	45,16	1,60
D12-M1M1	61,63	1,97	60,62	0,46	57,56	2,56	55,14	2,19
D13-M2M2	67,72	2,96	64,63	0,76	63,82	3,25	61,84	2,84
D14-M3M3	72,16	3,13	67,90	0,85	67,46	2,51	65,87	2,61

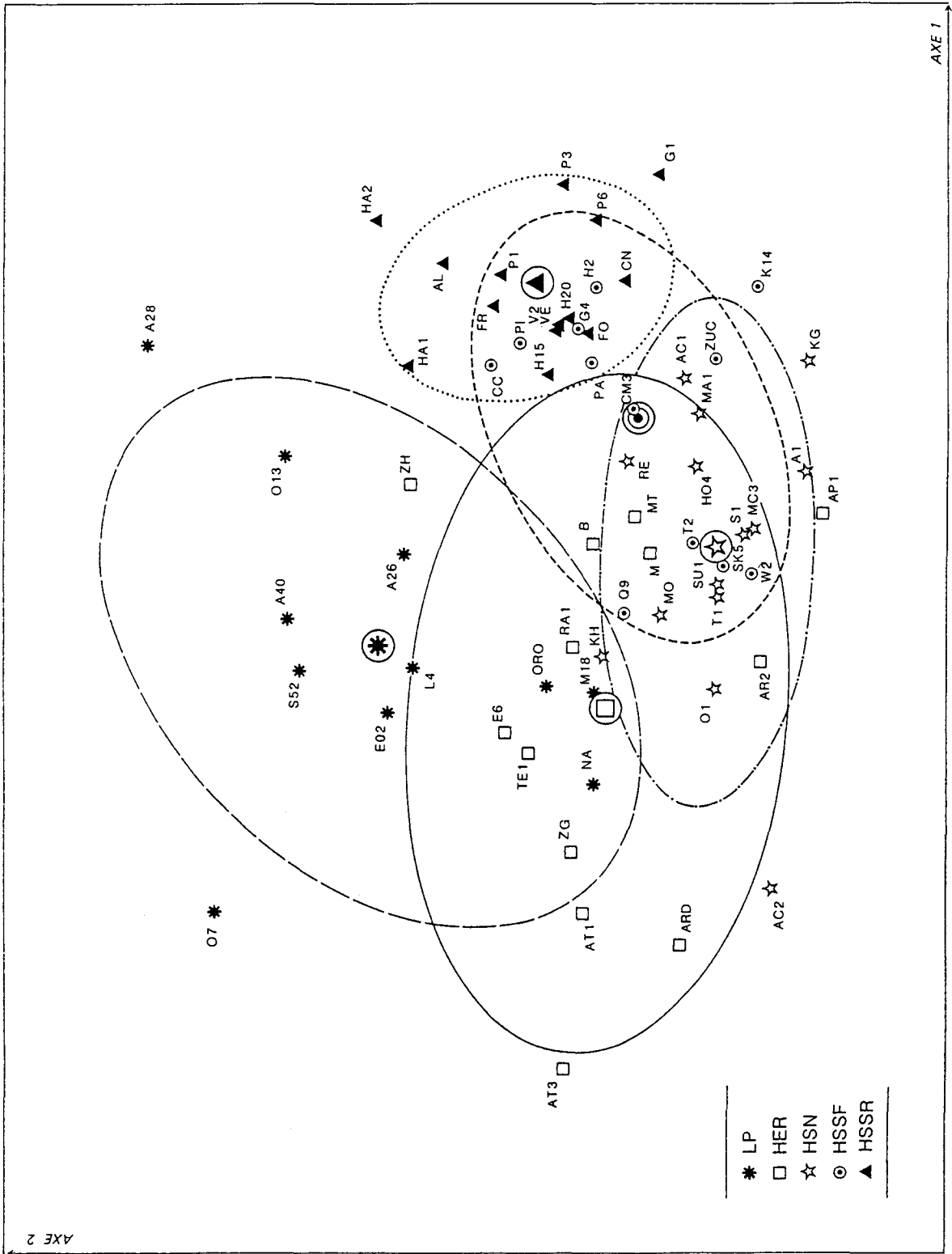


Fig. 4 Analysis 2 : diagram of the principal component analysis comparing 13 dimension characters of 53 individuals (HER, HSN, HSSF, HSSR) and 11 mandibles of the Lower Pleistocene (LP).

Table 4 Statistical results of the correlation and weight of the first two principal components in analysis 1 (HER, HSN, HSSF, HSSR) and in analysis 2 (LP, HER, HSN, HSSF, HSSR).

DIMENSIONS (mm)		ANALYSIS 1 (n = 53) AXES		ANALYSIS 2 (n = 64) AXES	
D 1	I2 O	0,50	0,29	0,52	0,14
D 2	C O	0,78	0,11	0,73	0,09
D 3	P1 O	0,81	0,08	0,77	0,15
D 4	P2 O	0,89	0,06	0,76	0,17
D 5	M1 O	0,85	0,07	0,73	0,18
D 6	M2 O	0,84	0,05	0,68	0,17
D 8	I2 I2	0,69	0,04	0,62	0,06
D 9	C C	0,77	0,04	0,64	0,08
D 10	P1 P1	0,82	0,08	0,74	0,16
D 11	P2 P2	0,82	0,12	0,69	0,24
D 12	M1 M1	0,62	0,21	0,45	0,38
D 13	M2 M2	0,53	0,21	0,34	0,37
WEIGHT	%	74,50	11,30	63,80	18,40

The ellipse of HSSF is similar in its orientation to that of the HSSR. Its barycentre is displaced towards the left on axis 1, with larger dimensions clearly under the influence of three typically long mandibles, Qafzeh 9 (Q 9), Tabun 2 (T 2), Skhul 5 (SK 5) of Palestine and of Wadjak 2 (W 2). In this area of the graph the AN and HSN also overlay each other.

Concerning analysis 2 (fig. 4; table 4), the eleven individuals of the Lower Pleistocene are ordered on axis 1 with the arcades of the middle-sized *Homo erectus* in spite of a relatively wide distribution (the arcade of A 28, *A. afarensis*, is small). Axis 2, however, differentiates the arcades regarded as *H. habilis* and *A. afarensis* and *A. africanus* from the recent population. These mandibles differentiate from the PAS (African and Asian *Homo erectus*) in the lower overall width as can be clearly seen in figure 2c with the overlapping drawing of its curves. Makapansgat MLD 18 (M 18) and both large-wide arcades of *A. boisei* Omo L 7A- 125 (O RO), Natron (NA) (fig. 2d) are classified in the distribution of HER. Under the influence of the Lower Pleistocene

individuals the other ellipses maintain their relationship. They displace each other by contracting more strongly along axis 2 towards the larger values of the axis.

In order to complete the analysis we have done two dendrograms based on the distance ("average taxonomic distance") computed from the barycentres as the averages of the principal components of each group over five vectors. In analysis 1 and 2 (fig. 5a and 5b) the four populations of the species *Homo* (HER, HSN, HSSF, HSSR) show the same arrangement with an unimportant variation of distances. In terms of statistical similarities of their arcade dimensions, the eleven very old individuals (LP) join the fossils of the Middle Pleistocene (HER). The distances between these and the others is numerically comparable with the distance between the modern European (HSSR) and the cluster of modern man of the Wurm period (HSN and HSSF). Both dendrograms indicate a greater similarity between the populations of the Neandertals and the anatomically modern mandibles of the Wurm period.

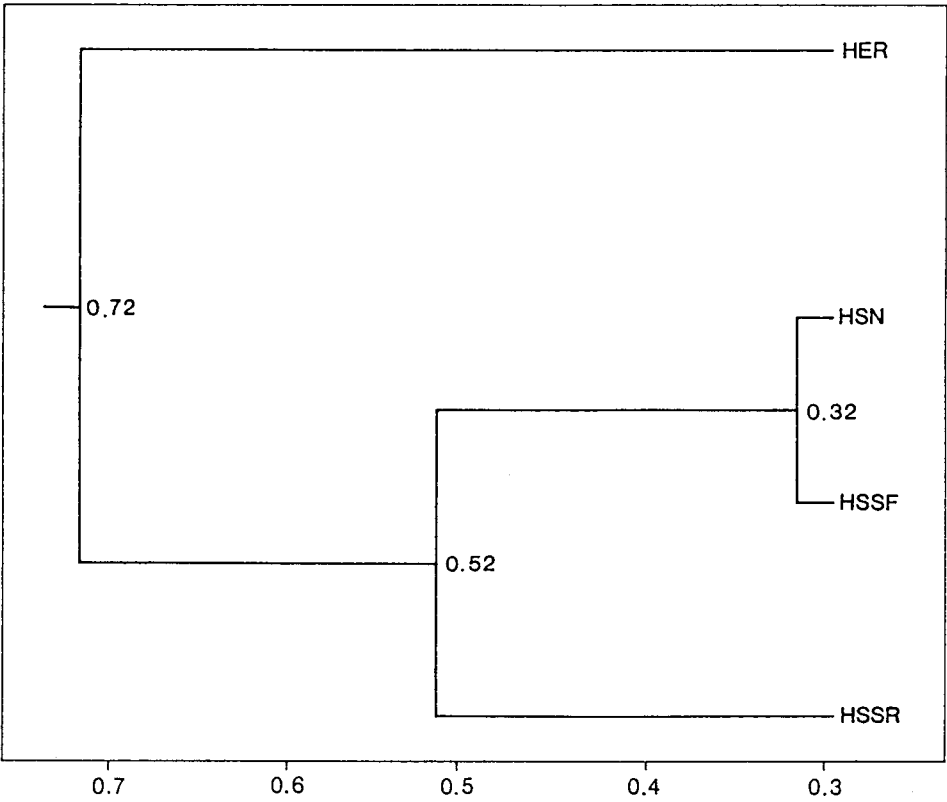


Fig. 5a Dendrogram showing the clusters of the Middle, Upper Pleistocene populations and of the modern period (HER, HSN, HSSF, HSSR).

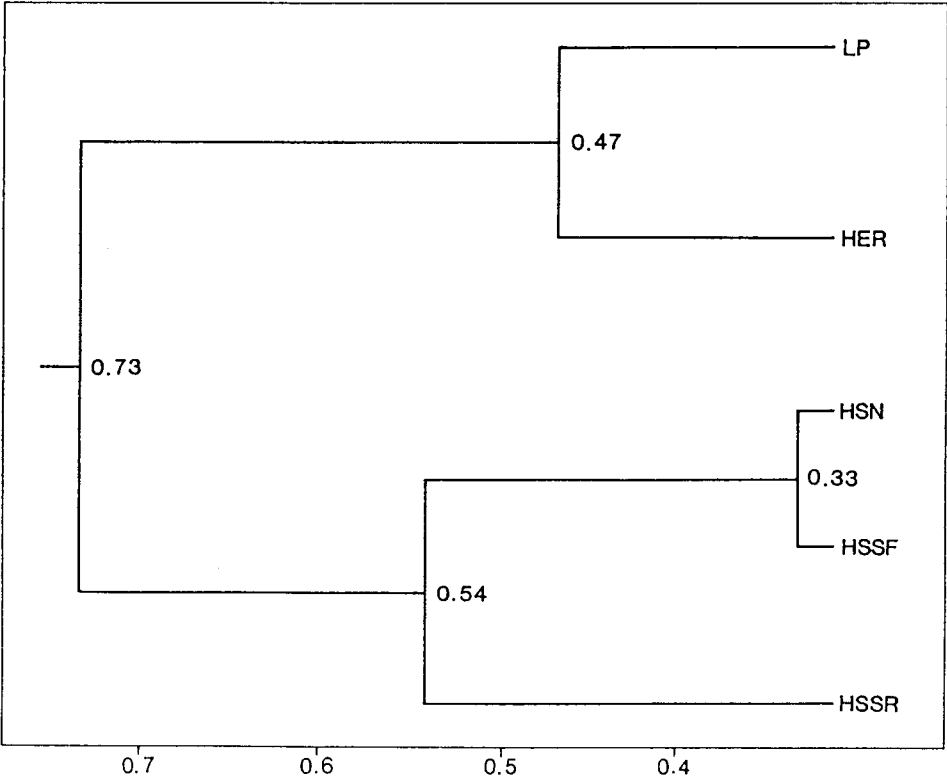


Fig. 5b Dendrogram showing the clusters of 5 populations from the Lower Pleistocene (LP) up to modern man.

Conclusion

The six lengths and six widths, which the dental arcade describes in detail, are measured on 64 mandibles of the Pleistocene and Holocene age and evaluated by analysis of the principal components. The observation of the metrical data displays dimension variation in the sense of a general reduction. This trend is found again in the organization of fossils which is revealed by the multivariant analysis. The distribution of arcades according to axis 1 (with the jugal lengths as an important contribution) indicates a continuous development between two opposed populations, humans of the Middle Pleistocene and contemporary Europeans, which are clearly separated from each other. The Neandertals and other populations of the Wurm period are inserted and partially overlap. The distribution of the Middle Pleistocene humans (analysis 1) displays groupings of large and small arcades, but does not show a clear differentiation between the European specimens and the Asiatic and African arcades. The orientation of the ellipse of the Neandertals according to the co-ordinates of axis 1 and axis 2 is similar to that of the *H. erectus* and overlaps with the short and wide arcades of the HER. However, they are differentiated by greater overall width dimensions, displayed on axis 2. In

the groups with modern anatomy, the three very old arcades of Palestine (see Stringer, 1988) are classified in the same area near the Neandertalian arcades. The other mandibles of the Upper Palaeolithic period rejoin modern Europeans. The intra-population variability of the two groups is mainly demonstrated along axis 2 and shows the effect of the molar or maximal width of the arcade. The introduction of some much older arcades from Afar, Sterkfontein, Makapansgat, Omo, Est-Turkana and from Olduvai into the statistical analysis do not clearly modify these results (analysis 2). The totality of more modern ellipses displaces itself along axis 2 towards the higher values thereby leaving the area to the very narrow arcades of *A. afarensis*, *africanus* and *H. habilis*. Makapansgat, however, and the mandibles of *A. boisei* are classified with the large arcades of HER.

Both analyses of dendrograms, which exploit the average of five barycentres of a population distribution, confirm the evolution gradient of dimension reduction (based mainly on the lengths) and display two clusters created by the *H. erectus* with the individuals of Lower Pleistocene and the anatomically modern humans of the Wurm period with the Neandertals; modern Europeans are surprisingly distant from this cluster.

Acknowledgements

We wish to thank the organizer of the symposium "Cinq millions d'années, l'aventure humaine" Michel Toussaint for his invitation. We wish to thank professors Henry and Marie-Antoinette de Lumley for access to the rich collection of human fossils in the Laboratoire d'Anthropologie in Marseille, to professor Emiliano Aguirre in Madrid for his generosity in allowing the investigation of Atapuerca 1, and Chris Stringer for the possibility of analysing the mandibles of Laetoli L 4, Est Turkana KNM-ER 1802 and Olduvai O 7. We would also like to thank the following colleagues at the Département d'Anthropologie et d'Ecologie in Geneva: Serge Aeschlimann for his drawings and Georges Puissant and also Jean-Louis Slachmylder in Brussels for their assistance and stimulating discussions concerning statistical evaluation.

References

- AGUIRRE, E. and ROSAS, A., 1985, Fossil Man of Cueva Mayor, Ibeas, Spain: New Findings and Taxonomic Discussion, in P.V. TOBIAS (ed.), *Hominid Evolution: Past, Present and Future*, Liss, New York, pp. 319-328.
- AGUIRRE, E., CARBONELL, E. and BERMUDEZ DE CASTRO, J.-M. (eds), 1987, El Hombre Fossil de Ibeas y el Pleistoceno de la Sierra de Atapuerca, 1. *Monografías. Investigaciones arqueológicas en Castilla y León*, whole volume.

- AGUIRRE, E., ARSUAGA, J.-L., BERMUDEZ DE CASTRO, J.-M., GARCIA, A., MARTINEZ, I. and ROSAS, A., 1989, Human Remains from Atapuerca. Hominidae, in G. GIACOBINI (ed.), *Proceedings of the 2nd International Congress of Human Paleontology*, Turin 1987, Milan, Jaca Book, pp. 251-255.
- ANDREWS, P., FRANZEN, J.L. (eds), 1984, *The Early Evolution of Man*, Courier Forschungsinstitut Senckenberg 69, Frankfurt, whole volume.
- HUBLIN, J. J., 1982, Les Anténéandertaliens : Présapiens ou Prénéandertaliens, *Géobios*, mémoire spécial 6, pp. 345-357.
- LUMLEY, H. de, LUMLEY, M.-A. de et FOURNIER, A., 1982, La Mandibule de l'Homme de Tautavel, *L' Homo Erectus et la Place de l'Homme de Tautavel parmi les Hominidés Fossiles. Ier Congrès International de Paléontologie Humaine*, Nice, 1, pp. 178-221.
- MELLARS, P., STRINGER, C.B. (eds), 1989, *The Human Revolution, Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh University Press, whole volume.
- ROSAS, A., 1987, Two New Mandibular Fragments from Atapuerca, Ibeas (SH Site). A Reassessment of the Affinities of the Ibeas Mandibles Sample, *J. Hum. Evol.*, 16, pp. 417-427.
- ROTH, H., 1985, Morphometric Study of the Evolution of Mandibular Arcades, *J. Hum. Evol.*, 14, p. 563-571.
- ROTH, H., 1988, Morphometric Study of Fossil Mandibles, Numerical Representation of Dental Arcades by a Biometric Method. *L'Homme de Néandertal. Actes du Colloque International de Liège 1986, L'Anatomie*, vol. 3, Liège, ERAULT 30, pp. 111-123.
- STRINGER, C. B., 1985, Middle Pleistocene Hominid Variability and the Origin of Late Pleistocene Humans, in E. DELSON (ed.), *Ancestors : The Hard Evidence*, Liss, New-York, pp. 289-295.
- STRINGER, C. B., 1987, A Numerical Cladistic Analysis for the Genus Homo. *J. Hum. Evol.*, 16, pp. 135-146.
- STRINGER, C. B., 1988, The Dates of Eden. *Nature*, 331, pp. 565-566.
- STRINGER, C. B., 1991, Die Herkunft des Anatomisch Modernen Menschen, *Spektrum der Wissenschaften*, 2, 1991, pp. 112-120.
- STRINGER, C. B., HUBLIN, J.J. and VANDERMEERSCH, B., 1984, The Origin of Anatomically Modern Humans in Western Europe, in F.H. SMITH and F. SPENCER (eds), *The Origin of Modern Humans : A World Survey of the Fossil Evidence*, Liss, New-York, pp. 51-135.
- STRINGER, C. B. and ANDREWS, P., 1988, Genetic and Fossil Evidence for the Origin of Modern Humans, *Science*, 239, pp. 1263-1268.
- VANDERMEERSCH, B., 1986, Présapiens et Anténéandertaliens, *Bull. Soc. Belge Préhist.*, 97, pp. 45-57.

La signification fonctionnelle du torus sus-orbitaire et la transition *Homo erectus* / *Homo sapiens*

The Functional Significance of the Supra-orbital Torus and Phylogenetic Relationships between *Homo erectus* and Modern Humans

Pascal Picq et William L. Hylander *

Résumé

La controverse sur la signification fonctionnelle de la région sus-orbitaire des primates remonte au siècle dernier. Son importance réside dans la signification phylogénétique d'un torus sus-orbitaire développé chez les hommes fossiles, notamment en ce qui concerne les relations de parenté entre les hommes de Neandertal et les hommes modernes. Deux modèles et deux hypothèses s'affrontent. Le modèle biomécanique assimile la présence de bourrelets sus-orbitaires saillants à une structure du massif facial qui absorbe les contraintes produites par les actions du système masticateur. Le fort développement de la région sus-orbitaire apparaît comme une adaptation biomécanique du squelette craniofacial et répond à des facteurs épigénétiques. Dans cette hypothèse, il est possible d'envisager une transition entre les Néandertaliens et les hommes modernes. L'autre modèle, le modèle spatial, relie le développement de la région sus-orbitaire aux relations topographiques entre le cerveau et les orbites. Dans cette hypothèse, la morphologie de cette région résulte d'un déterminisme génétique important, impliquant probablement des processus ontogénétiques différents, ce qui écarte les Néandertaliens de la lignée conduisant à l'homme moderne.

Nous avons testé l'hypothèse biomécanique à travers une expérimentation in vivo (Hylander, Picq et Johnson, 1991a, 1991b). Pour ce faire, nous avons mesuré et analysé les déformations que subit la région sus-orbitaire des macaques (*Macaca fascicularis*) et des babouins (*Papio anubis*) à l'aide de micro-rosettes de déformation. Les intensités des déformations pour l'incision et la mastication de nourritures aux propriétés physiques et géométriques différentes sont très faibles. Leurs intensités maximales ne dépassent pas 700 $\mu\epsilon$ (microdéformations), ce qui est très faible comparé aux autres régions de la face (os malaire, différentes parties de la mandibule). D'autre part, les intensités des déformations apparaissent peu affectées par le type d'action (incision ou mastication unilatérale), la taille (dimorphisme sexuel, espèces différentes) ou les proportions du squelette craniofacial (prognathisme, orthognathisme).

Nos résultats réfutent le modèle biomécanique et contribuent à rejeter l'hypothèse hypogénétique favorisant une transition entre les Néandertaliens et les hommes modernes. Plus largement, les changements affectant la morphologie de l'os frontal des hommes fossiles impliquent des combinaisons génétiques et des processus ontogénétiques qui modifient les relations spatiales entre la boîte crânienne et la face.

Abstract

The long controversy over the functional significance of browridges goes back to the 19th century. Its importance lies in the phylogenetic significance of developed browridges among fossil hominids, especially regarding the relationships between Neandertals and modern humans. We recognize two principal competing models to explain

* Pascal Picq, Collège de France, Centre de Recherches Anthropologiques, Chaire de Paléanthropologie, 11 place Marcelin Berthelot, 75231, Paris cedex 05, France
William L. Hylander, Duke University Medical Center, Department of Biological Anthropology and Anatomy, Durham, NC 17710, USA

browridge development, each with their respective phylogenetic hypotheses. According to the biomechanical model, prominent browridges represent a mechanical structure of the facial mass which absorbs strains produced by various actions of the masticatory apparatus. Strong development of the supraorbital region is seen as a biomechanical adaptation of the craniofacial skeleton and a response to epigenetic factors. According to this hypothesis, it is possible to envisage a transition between Neandertals and modern humans, dependent upon modification of the epigenetic environment. The other model, the so-called spatial model, links the development of the supraorbital region to topographical relations between the forebrain and the orbits. According to this hypothesis, browridge development results from a major genetic determinant, probably involving different ontogenetic processes, which separates Neandertals from the branch leading to modern man.

We have tested the biomechanical model through an in vivo strain gage experiment (Hylander, Picq and Johnson, 1991a, 1991b). This was done in measuring and analyzing masticatory strains over the supraorbital region of macaques (*Macaca fascicularis*) and baboons (*Papio anubis*) using rosette strain gages. Overall, the strain magnitudes for incising, chewing and biting on different food items, presenting various physical and geometrical properties, remained very modest. The maximal intensities recorded did not exceed 700 $\mu\epsilon$ (microstrains) and were considerably lower than in other parts of the facial skeleton (zygoma, infraorbital plate, mandibular corpus and symphysis). Moreover, the overall strain magnitudes were little affected by the type of masticatory action (incision, unilateral mastication), individual size (sexual dimorphism, different species) or craniofacial proportions (prognathism, orthognathism).

Our results refute the biomechanical model and contribute to rejecting the epigenetic hypothesis favouring a transition between Neandertals and modern humans. In a wider sense, evolutionary changes affecting the supraorbital morphology of fossil hominids may involve both genetic recombinations and alteration of ontogenetic processes that modify spatial relationships between the braincase and the face.

Mots clés : région supra-orbitaire, biomécanique craniofaciale, adaptation de l'os, *Homo sapiens*.

Key words : supra-orbital region, craniofacial biomechanics, bone adaptation, *Homo sapiens*.

Introduction

1. L'Origine de la controverse

La controverse sur la signification fonctionnelle du torus sus-orbitaire prit forme au cœur du 19^{ème} siècle, en 1855. Au cours d'un débat sur l'éventualité de l'existence d'un ancêtre commun aux hommes et aux grands singes, Richard Owen argua que le torus sus-orbitaire de ces derniers n'était pas une structure fonctionnelle ou adaptative, donc dénuée de signification biomécanique, mais un caractère typiquement simien. Par conséquent, si les hommes et les grands singes avaient eu un tel ancêtre commun, un torus sus-orbitaire devrait également alourdir la face des premiers hommes. Or dans les trois années qui suivirent, Charles Darwin publia son livre sur l'évolution des espèces, un ouvrage qui souleva un formidable débat justement parce qu'il suggérait fortement que l'homme descendait du singe, et on découvrit une calotte crânienne près de Düsseldorf dans la vallée de Neander en Allemagne. Cet homme de Neandertal, le premier

reconnu, mais pas le premier découvert, possédait une région sus-orbitaire très développée. Ce caractère suffisait pour écarter les Néandertaliens de la lignée humaine. Cette position fut adoptée par de nombreux paléanthropologues depuis et, plus récemment, par ceux utilisant les méthodes cladistes: un torus sus-orbitaire développé est un caractère écartant les hommes de Neandertal du clade aboutissant à l'homme moderne (voir Russell, 1985).

Les découvertes d'autres hommes fossiles encore plus anciens avec une région sus-orbitaire encore plus saillante conféra un air plus humain aux Néandertaliens. Il devint clair que les ancêtres de l'homme moderne avaient possédé un tel caractère. Il fallait trouver une interprétation cohérente pour expliquer la présence d'un torus. La formidable robustesse du squelette des *Homo erectus* et des Néandertaliens fut associée à leur

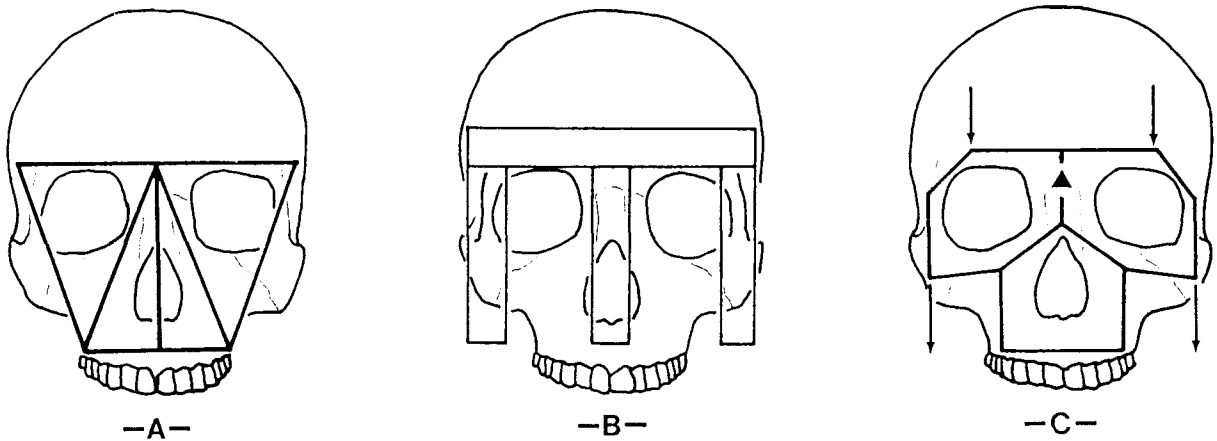


Fig. 1 Quelques modèles biomécaniques de l'architecture du squelette facial. A : d'après Richter (1920); B : d'après Görke (1904); C : d'après Endo (1966).

mode de vie très rude nécessitant des activités physiques intenses. La comparaison avec les Aborigènes australiens, des chasseurs-cueilleurs vivant à l'âge de pierre et chez lesquels la fréquence d'apparition d'un torus sus-orbitaire proéminent est la plus forte parmi les hommes modernes, apportait un argument convaincant. Ainsi se précisait l'hypothèse d'une adaptation biomécanique de squelette crânio-facial. Weidenreich (1941, 1943) lia le fort développement de la région sus-orbitaire à l'architecture robuste de l'ensemble du squelette crânio-facial. Le torus sus-orbitaire apparaissait comme un renforcement du massif facial, au même titre que les autres torus renforçant le crâne de ces hominidés.

2. Architectonique crânio-faciale et biomécanique

Dans les premières études sur l'architectonique du squelette facial, les os s'organisaient en un système de piliers, de poutres et d'entretoises. D'abord très simples, les modèles biomécaniques du massif facial évoluèrent vers des configurations plus élaborées. Toutes ces constructions partageaient un élément commun en la présence d'une barre horizontale au-dessus des orbites, vers laquelle convergaient les forces masticatrices. La région sus-orbitaire s'imposait comme la poutre maîtresse de l'édifice osseux maintenant la face pendant la mastication (fig. 1). Toutefois ces constructions restaient très

théoriques, même dans leurs versions les plus récentes (Endo, 1966; Couly, 1975, 1980).

La généralisation des lois de la transformation des os (lois de Wolff et de Roux) et de la théorie des trajectoires à l'os compact servit de base à de nombreux travaux (voir Bouvier, 1985). Benninghoff (1925) développa la technique dite des "split-lines" ou lignes de fissuration pour étudier l'architecture interne des os, mettant en évidence les trajectoires principales des ostéons, et, pensait-on, des contraintes principales (fig. 2). Même si la signification des

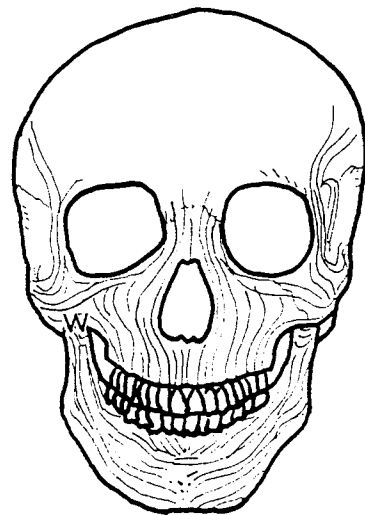


Fig. 2 Les lignes de fissuration ou "split-lines" du squelette facial. Redessiné d'après Benninghoff et Goettler (1937).

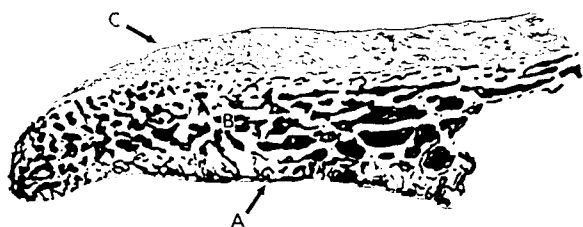


Fig. 3 Vue prise au microscope électronique d'une coupe de la région sus-orbitaire d'un babouin sub-adulte. A : couche d'os compact du toit de l'orbite; B : os spongieux du diploë; C : os fibreux et le réseau vermiculé qu'il forme à sa surface. Redessiné d'après la figure 2 de Oyen *et al.* (1979).

split-lines fut largement contestée, ces travaux eurent un succès durable (voir Bouvier et Hylander, 1981). Tappen (1953, 1954, 1957, 1964) s'intéressa notamment à la région sus-orbitaire. La faible concentration des split-lines à cet endroit et leur aspect désordonné l'amènèrent à conclure que cette région ne subissait pas de contraintes importantes pendant la mastication et que son développement chez certains primates et hommes fossiles avait une autre signification.

Tappen (1973, 1978, 1979, 1980, 1983) prolongea ses travaux d'observation en s'intéressant à l'aspect particulier de la surface corticale de l'os frontal au niveau de la région sus-orbitaire chez l'homme et ses ancêtres. Il observa que cette surface n'était pas lisse, comme pour la plupart des os, mais présentait un aspect vermiculé ou "vermiculate pattern" (fig. 3). La présence de ces irrégularités de surface confirmait les mauvaises propriétés biomécaniques de la région sus-orbitaire, une surface crevassée réduisant la capacité d'une structure à résister aux contraintes, surtout celles de flexion. Le seul avantage mécanique d'une telle configuration serait de limiter la propagation des microfractures et des ondes de choc. Fort de cette constatation, Tappen fit l'hypothèse que la surface vermiculée de la région sus-orbitaire permettrait de mieux absorber les coups assenés par des massues et autres gourdins.

A la suite de Tappen, plusieurs histologistes s'intéressèrent au développement de la région sus-orbitaire au cours de la croissance chez les primates. Il ressortait de leurs travaux

que le réseau vermiculé était le résultat de la déposition rapide d'os fibreux non consolidé (fig. 3). Oyen et ses collaborateurs (1979-1985) s'efforcèrent d'établir quelques corrélations entre les phases de déposition rapide de l'os et l'éruption des dents. L'apparition de chaque nouvelle dent perturbait l'équilibre des forces masticatrices et entraînait un processus de déposition d'os. Dans cette hypothèse, le développement de la région sus-orbitaire serait associé aux forces masticatrices. Malheureusement, ces conclusions n'apparaissaient pas fermement établies et furent réfutées par Russell (1982).

La disparité des conclusions de ces études montrent la trop grande place laissée à l'interprétation dans les recherches basées sur les seules techniques d'observation. En effet, suivant que les chercheurs considèrent que la région sus-orbitaire subit des contraintes importantes ou non, les mêmes observations reçoivent des significations différentes. Le seul moyen de connaître ou de tester la signification fonctionnelle de la région sus-orbitaire est de réaliser une étude expérimentale.

3. L'étude expérimentale de Banri Endo

Au cours des années 1960, Banri Endo utilisa la technique de l'extensométrie pour étudier les propriétés biomécaniques du crâne de l'homme et du gorille. Pour ce faire, il implanta un nombre considérable de jauges et de rosettes de déformation sur l'ensemble de la face de crânes macérés (des crânes "secs" momifiés). Il mit au point un appareil spécialement conçu pour simuler les principales forces masticatrices qui sollicitent le crâne. Toutefois, la procédure expérimentale de Endo, comme toute simulation, ne reproduisait que partiellement les conditions naturelles et avait pour effet d'amplifier les contraintes associées à l'utilisation des dents antérieures. Cette procédure eut un impact considérable sur l'analyse de Endo et biaisa fâcheusement l'exploitation ultérieure de ses travaux par les chercheurs qui s'en inspirèrent (voir Picq et Hylander, 1989).

Pour éviter toute confusion à propos des travaux de Endo (1966), il s'avère essentiel de séparer son travail expérimental de son analyse théorique. Les données expérimentales montrent clairement que la région sus-orbitaire est très faiblement contrainte comparée aux autres régions de la face. Toutefois, même si les déformations enregistrées restent très faibles, Endo souligne qu'elles sont plus intenses pour une morsure au niveau des dents antérieures (insicives et canines) et de conclure que la face et la région sus-orbitaire sont plus sollicitées pour une morsure antérieure. Seulement il convient de se rappeler que, dans ses expériences, les tractions simulant les forces musculaires sont plus intenses pour une morsure au niveau des dents antérieures afin de compenser leur plus grand bras de levier!

Dans le prolongement de son travail expérimental, Endo élaborait un modèle mathématique de l'architectonique du squelette facial. Dans ce modèle, la région sus-orbitaire était représentée par une poutre horizontale qui subissait des contraintes de flexion dans le plan frontal (fig. 4). La superposition des résultats expérimentaux et du modèle théorique amena de nombreux chercheurs à comprendre que la région sus-orbitaire se comportait biomécaniquement comme une poutre rigide soumise à des contraintes de flexion importantes, notamment pour une morsure au niveau des dents antérieures, une conclusion injustifiée ou à relativiser en raison de la démarche adoptée par Endo (Picq et Hylander, 1989).

4. Où l'on retrouve les hommes de Neandertal

Les travaux de Endo servirent de base à une série de recherches sur le caractère adaptatif de la région sus-orbitaire des primates et des hommes actuels et fossiles. Les principales conclusions de Endo retenues par Oyen (1982), Oyen et Russell (1982), Oyen *et al.* (1979a, 1979b), Rangel *et al.* (1985), Russell (1985, 1986a), Smith (1983, 1984), Smith et Raynard (1980) et Wolpoff (1980a, 1980b, 1985), parmi d'autres, étaient que la région sus-orbitaire se comportait comme une poutre rigide résistant à

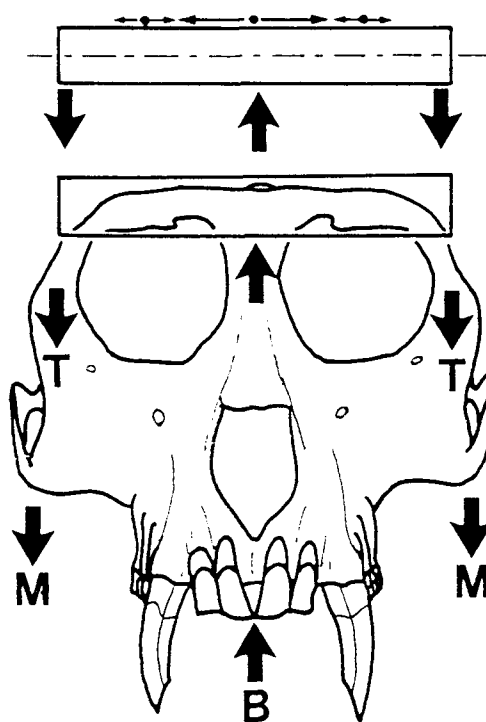


Fig. 4 La région sus-orbitaire modélisée comme une poutre rigide de section constante, d'après Endo (1966). B : force occlusale; M : muscles masséters; T : muscles temporaux. La force de morsure B sollicite la région sus-orbitaire, via la partie moyenne de la face, au niveau de la glabella. Adapté d'après Picq et Hylander (1989).

de fortes contraintes de flexion pendant l'utilisation des dents antérieures, notamment pour l'écaille du frontal inclinée. Ces hypothèses sous-entendaient également que ces contraintes de flexion étaient encore plus intenses pour une face plus prognathe. Une telle interprétation fut avancée pour expliquer le formidable torus des *H. erectus* et la morphologie de la partie supérieure de la face des hommes de Neandertal (Wolpoff, 1980a, 1985). Les Néandertaliens possédaient une face prognathe (par rapport à l'homme moderne), utilisaient intensément leurs dents antérieures, avaient une écaille du frontal inclinée et, par conséquent, avaient un torus sus-orbitaire développé pour absorber ces contraintes. Il restait à expliquer pourquoi les dents antérieures des Néandertaliens étaient aussi usées. Pour Wolpoff (1980a, 1980b), la technologie des hommes de

Neandertal n'étaient pas assez avancée pour leur éviter de mobiliser leurs mâchoires, et donc leurs dents antérieures, comme outil. Ainsi, à force de solliciter leur face, ils auraient développé leur faciès si caractéristique. La morphologie particulière de leur face résultait d'un épiphénomène culturel. L'utilisation intense de leur système masticateur dans des tâches culturelles entraîna des adaptations biomécaniques du squelette facial, dont le torus sus-orbitaire, pour absorber les contraintes. Les caractères néandertaliens de la face s'atténuèrent rapidement quand leur technologie progressa et leur permit d'affranchir leur système masticateur de toutes ces tâches (on notera avec intérêt que la même hypothèse est avancée pour interpréter les caractéristiques des autres régions de la face des Néandertaliens; Brace, 1979; Rak, 1986; Smith, 1983; Smith et Paquette, 1989; Smith *et al.*, 1989; Trinkaus, 1987...).

L'argumentation de ces chercheurs reste évidemment fragile. Il n'existe aucune étude de biomécanique sérieuse donnant les caractéristiques des forces développées dans des tâches culturelles. Pour résoudre cette question, Russell (1985) effectua une étude biométrique du crâne des Aborigènes australiens. Or c'est chez les Aborigènes australiens que l'on rencontre le plus souvent un torus sus-orbitaire développé, ils vivent à l'âge de pierre, ils utilisent leurs dents antérieures à des fins culturelles, donc la région sus-orbitaire est une adaptation fonctionnelle en réponse à ce type d'activité puisque cela correspond au modèle basé sur les travaux de Endo, un formidable syllogisme vivement critiqué.

Smith et Raynard (1980) et Smith *et al.* (1989) proposent une hypothèse plus nuancée faisant intervenir des processus ontogénétiques associés au modèle spatial (voir plus bas) ainsi que le modèle biomécanique. L'altération des processus de croissance et des facteurs biomécaniques justifie une transition progressive entre les Néandertaliens et les hommes de type moderne à la fin du Paléolithique moyen, mais sans que leurs rôles respectifs soient clairement explicités. Nous reviendrons plus en détail sur le

modèle spatial après avoir présenté les résultats de notre étude expérimentale.

Etude théorique des déformations et de leur signification fonctionnelle

1. Une reformulation précise des hypothèses biomécaniques relatives à la région sus-orbitaire

Pendant plus d'un siècle, la région sus-orbitaire a été considérée comme une structure biomécanique absorbant des contraintes, mais peu de chercheurs tentèrent de préciser la nature de ces contraintes. Ce paradoxe se comprend aisément. La plupart des travaux se fondaient sur des méthodes d'observation et leur interprétation supposait des corrélations avec les directions principales des contraintes. Mais en l'absence de données expérimentales, il demeurerait hasardeux de préciser la nature possible de ces contraintes. Dans les paragraphes qui suivent, nous exposerons les différents types de sollicitations théoriquement possibles et les caractéristiques des déformations principales associées.

Flexion dans le plan frontal. La région sus-orbitaire des primates avec une écaille du frontal très inclinée peut être modélisée comme une poutre rigide (fig. 4). Les forces agissant sur cette poutre sont les tensions des muscles masticateurs et l'action probable des forces de morsure via la région inter-orbitaire. Sous l'action de ces forces, un carré placé au dessus de la région inter-orbitaire sera déformé en un rectangle avec son grand côté dans le plan frontal et son petit côté dans le plan sagittal. En d'autres termes, il s'allonge dans le plan frontal sous l'effet de tensions et se raccourcit dans le plan sagittal sous l'effet de compressions. Dans cette situation, les déformations de tensions (t) sont nettement supérieures aux déformations de compressions (c) et ont des directions perpendiculaires entre elles. Pour une rosette placée au-dessus de la région inter-orbitaire, les déformations de flexion dans le plan frontal seront facilement identifiées si les tensions sont nettement supérieures aux

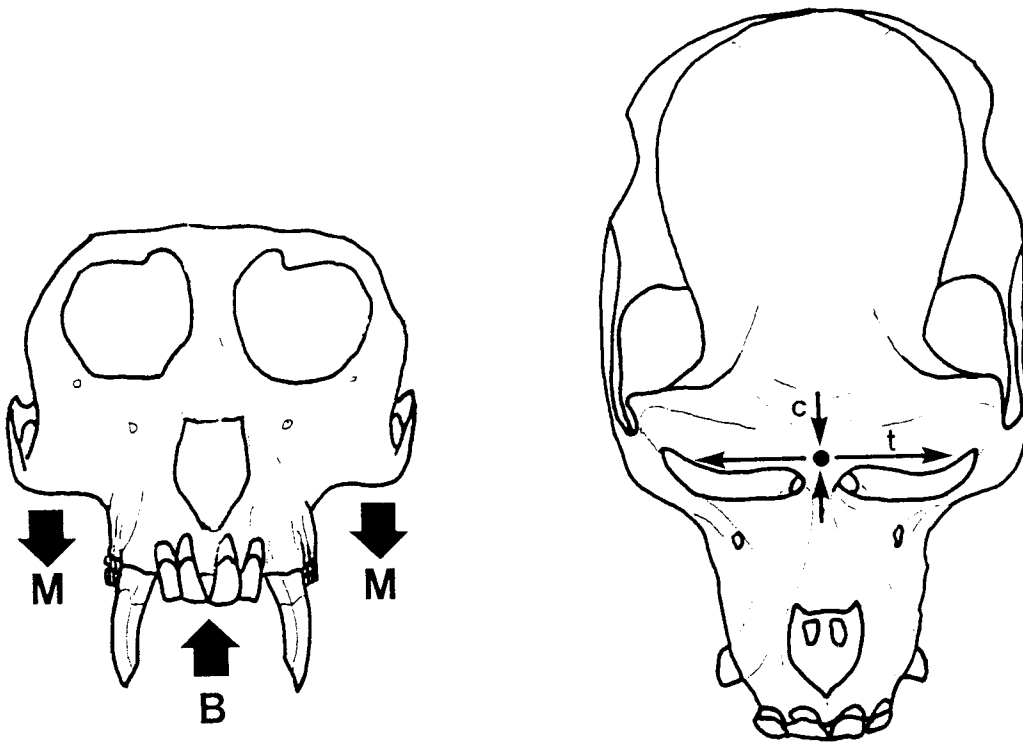


Fig. 5 Contraintes et déformations associées à une flexion dans le plan frontal. A gauche : vue frontale des principales forces qui sollicitent la face pendant l'incision. B : force de morsure ou résultante des forces occlusales; M : forces musculaires. Les flèches indiquent seulement les directions des forces et ne sont pas proportionnelles à leurs intensités respectives. Ces forces conjuguent leurs effets pour fléchir la région sus-orbitaire vers le bas, comme dans le modèle proposé par Endo (1966); voir la figure 4. A droite : caractéristiques des déformations pour une rosette placée sur la surface supérieure ou dorsale de la région inter-orbitaire ou glabellaire. Les tensions principales (t) sont orientées dans le plan frontal et sont supérieures aux compressions principales (c) qui sont alignées dans le plan sagittal. Les caractéristiques des déformations principales seraient les mêmes, mais d'intensités respectives beaucoup plus faibles, pour une rosette située au-dessus de l'orbite.

compressions et si elles sont orientées dans le plan frontal (fig. 5). Ce régime de contraintes est le plus important d'après Endo et les chercheurs s'inspirant de ses travaux. La déposition d'os au-dessus des orbites serait un moyen efficace de résister à ces contraintes de flexion en accroissant le second moment d'inertie vertical (fig. 4).

L'identification des caractéristiques des déformations de flexion au-dessus de l'orbite pose plus de problèmes. En admettant que l'analogie de la poutre rigide demeure valable, une rosette de déformation enregistrera des déformations dont les caractéristiques seront celles que nous venons de décrire, mais avec des intensités beaucoup plus faibles. En effet, les intensités des contraintes de flexion décroissent rapidement vers les extrémités de la poutre car

les bras de levier des moments de flexion se raccourcissent.

Flexion dans le plan sagittal. Il est théoriquement possible que l'ensemble du crâne soit fléchi dans le plan sagittal, notamment pendant l'incision chez des espèces prognathes (Cartmill, 1974; Demes, 1982; Hylander, 1977; Preuschoft *et al.*, 1986). Une telle flexion a pour effet de raccourcir (compressions) la surface dorsale ou supérieure du crâne et d'allonger (tensions) sa partie inférieure. Un carré situé au-dessus de la région inter-orbitaire se déformera en un rectangle dont le long côté sera dans le plan sagittal et le petit côté dans le plan frontal. Une rosette située au-dessus de la région inter-orbitaire enregistrera des déformations de tension (t) dans le plan frontal et des déformations de compression

(c) dans le plan sagittal, ces dernières étant nettement supérieures. Les déformations liées à cette flexion présentent des caractéristiques très différentes de celles provoquées par la flexion dans le plan frontal. Les directions des tensions et des compressions ont tourné de 90° et les tensions sont nettement inférieures aux compressions (fig 6). En ce qui concerne une rosette placée au-dessus de l'orbite, nous rencontrons des difficultés. Dans ce cas précis, le problème se complique en raison de la cavité orbitaire qui dévie les contraintes. La détermination des caractéristiques théoriques des déformations devient très incertaine. Toutefois, il semble peu probable que cette flexion dans le plan sagittal affecte sévèrement la région sus-orbitaire. En effet, c'est justement au niveau du plan frontal passant par la région sus-orbitaire

que le crâne présente sa plus grande section. En d'autres termes, il possède un grand second moment d'inertie permettant de limiter efficacement les déformations produites par cette flexion.

Torsion du crâne pendant la mastication.

Les singes, comme les mammifères en général, mastiquent alternativement d'un seul côté des mâchoires. Cette situation impose une distribution asymétrique des forces masticatrices entre les deux côtés du crâne (fig. 7). En premier lieu, la résultante des forces occlusales se localise d'un seul côté, disons le côté gauche. En second lieu, les forces développées par les muscles masticateurs sont généralement plus intenses du côté mastiquant (côté gauche) que du côté non-mastiquant (côté droit). Enfin, les forces de

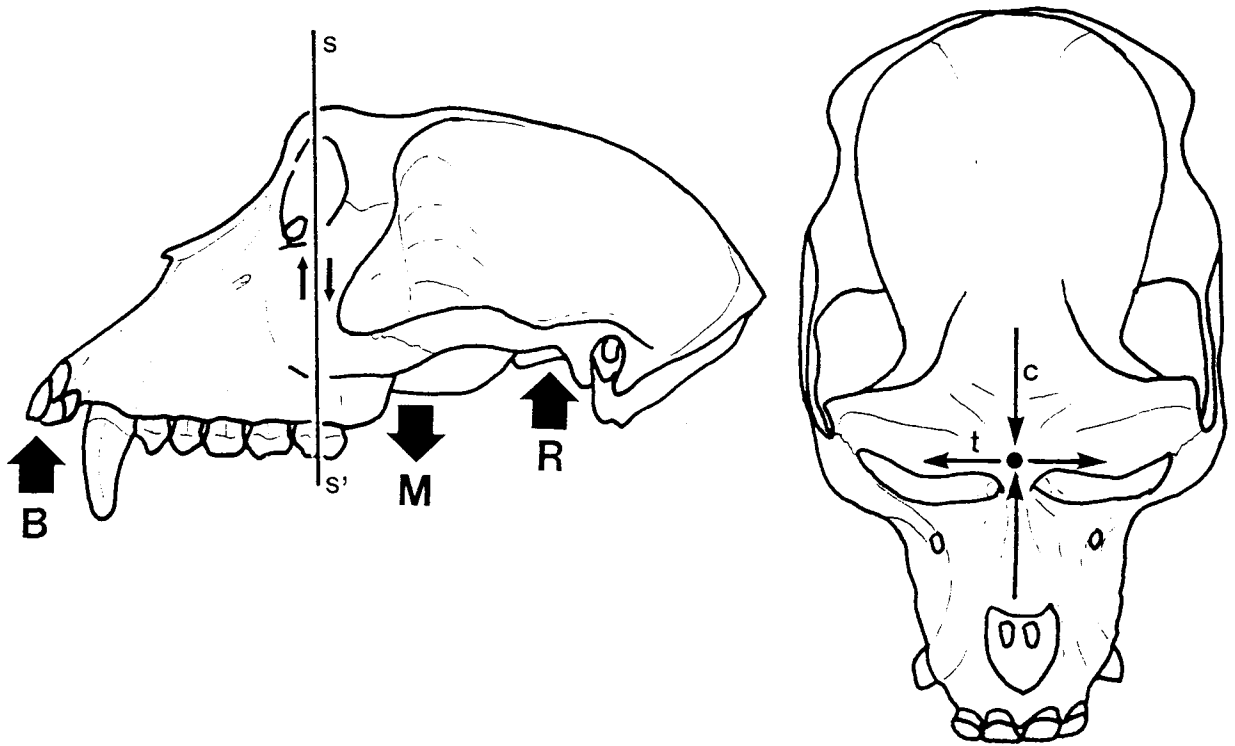


Fig. 6 Contraintes associées à une flexion dans le plan sagittal. A gauche : vue latérale décrivant les principales forces qui peuvent fléchir le crâne dans le plan sagittal. B : force de morsure ou résultante des forces occlusales; M : forces musculaires; R : forces de réaction au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire. A droite : caractéristiques des déformations principales pour une rosette placée sur la surface supérieure ou dorsale de la région inter-orbitaire ou glabellaire. Les compressions principales (c) sont orientées dans le plan sagittal et sont supérieures aux tensions principales (t) dont la direction est perpendiculaire. On remarque que la direction des contraintes principales a tourné de 90° par rapport à une flexion dans le plan frontal et que les compressions sont plus grandes (comparer avec la figure 5). Il est très difficile de faire l'hypothèse des caractéristiques des contraintes et des déformations principales au-dessus de l'orbite en raison de la présence de la cavité orbitaire. Les mêmes forces qui fléchissent le crâne dans le plan sagittal créent des contraintes de cisaillement direct au niveau de la section SS'.

réaction au niveau des articulations temporo-mandibulaires sont généralement plus grandes (Picq, 1990) du côté non-mastiquant (côté droit) que du côté mastiquant (côté gauche). Toutes ces forces créent des couples de torsion. Pour la mastication du côté gauche, la résultante des forces occlusales a pour effet de tordre le crâne au niveau de la région sus-orbitaire dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (fig. 7b). Le couple de torsion du aux réactions au niveau des articulations temporo-mandibulaires tord la région sus-orbitaire dans le sens des aiguilles d'une montre. Le couple de torsion produit par

les forces musculaires n'est pas facile à déterminer car les insertions des muscles masticateurs se répartissent antérieurement (ou rostralement) et postérieurement (ou caudalement) par rapport au plan frontal passant par la région sus-orbitaire (fig. 7a). En supposant que les couples associés à des paires de muscles différents s'équilibrent grossièrement, un carré au-dessus de la région sus-orbitaire se déformera en un losange sous l'effet des contraintes de cisaillement dues à la torsion résultant des différents couples. Une rosette placée à cet endroit enregistrera des déformations de cisaillement pour lesquelles les

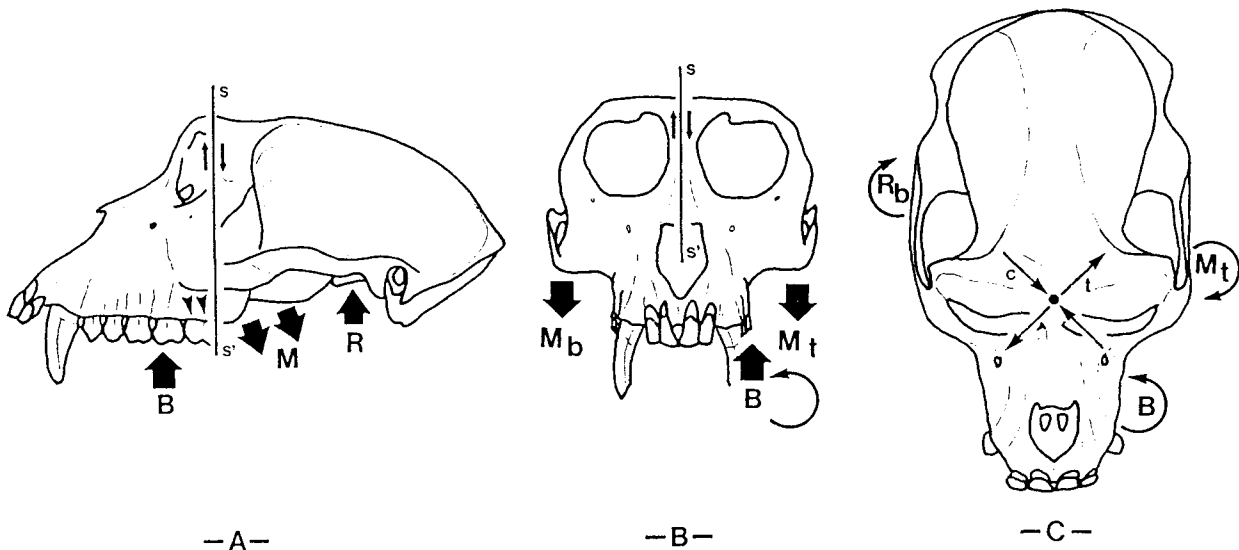


Fig. 7 La distribution asymétrique des forces masticatrices provoque des contraintes de torsion. Au cours de la mastication unilatérale la résultante des forces occlusales (B) se situe d'un seul côté de l'arcade dentaire. D'autre part, les forces musculaires (M_t) du côté travaillant (côté mastiquant) sont généralement supérieures à celles produites du côté balancé (côté non-mastiquant) repérées par (M_b). Enfin, les forces de réaction au niveau de l'articulation temporo-mandibulaire du côté balancé (R_b) sont plus grandes que celles affectant l'articulation temporo-mandibulaire du côté travaillant (Picq, 1990). Toutes ces forces, leurs intensités relatives ainsi que leurs positions relatives produisent des couples de torsion et des cisaillements directs.

Contraintes de cisaillement dues aux torsions. Les couples de torsion définis plus hauts correspondent à des tendances. Mis-à-part la torsion due à la position de la force occlusale (B; Fig. 7B), les autres dépendent du mode de recrutement musculaire entre le côté travaillant et le côté balancé. D'autre part, pour ne considérer que les muscles du côté travaillant (figure 7A), ceux-ci se répartissent de chaque côté du plan frontal vertical (SS') et exercent des couples de torsions qui s'opposent. Ces situations assez complexes suggèrent un effet modéré de ces couples de torsion. En tenant compte de toutes ces remarques, le couple de torsion résultant le plus probable est celui représenté par la figure 7C. Les cisaillements provoqués et leurs caractéristiques principales pour une rosette située au-dessus de la région sus-orbitaire apparaissent sur la figure 7C. Dans ce cas, les contraintes principales de tension (t) et de compression (c) sont de même intensité et orientées à 45° du plan sagittal et du plan frontal. Les caractéristiques et les intensités des déformations principales sont les mêmes dans les autres parties de la région sus-orbitaire.

Déformations dues aux cisaillements directs. Les forces masticatrices imposent des contraintes de cisaillement directs. Dans la figure 7A, le plan frontal passant par la région sus-orbitaire est déformé par des cisaillements directs. Ces déformations ne peuvent pas être détectées par une rosette placée sur la surface supérieure de la région sus-orbitaire. Dans la figure 7B, le crâne subit des déformations de cisaillement dans le plan sagittal. Ces déformations peuvent être mises en évidence par une rosette située sur la partie antérieure ou rostrale de la glabelle, mais pas par une rosette collée sur la surface supérieure de la région sus-orbitaire.

déformations de tension sont égales aux déformations de compression et orientées à 45° par rapport au plan frontal et au plan sagittal (fig. 7c). Les caractéristiques des déformations seront les mêmes au-dessus de l'orbite.

Greaves (1985) élaborait un modèle biomécanique du crâne des singes en suggérant qu'il est adapté pour résister efficacement aux contraintes de torsion au cours de la mastication unilatérale. Il fit l'hypothèse que, dans ces conditions, l'orbite située du côté mastiquant subit principalement des tensions et celle de l'autre côté des compressions. Néanmoins, les caractéristiques des déformations selon l'hypothèse de Greaves demeurent assez imprécises et ne correspondent pas à celles que nous avons exposées. En tout état de cause, le crâne des singes est bien structuré pour limiter les contraintes de torsion au niveau de la région sus-orbitaire. Les grandes dimensions du crâne dans le plan des orbites lui confèrent un grand moment polaire d'inertie pour résister aux torsions. Néanmoins, la déposition d'os au-dessus des orbites serait un moyen efficace d'augmenter le moment polaire d'inertie du crâne.

Cisaillements directs. La région sus-orbitaire subit certainement des cisaillements directs à la fois dans le plan frontal (fig. 7a) et dans le plan sagittal (fig. 7b) (Demes, 1982; Hylander, 1977; Preuschoft *et al.*, 1986; Russell, 1985). Mais il n'est pas nécessaire que la région sus-orbitaire soit développée pour résister à ces cisaillements. Un solide s'oppose aux cisaillements en fonction de la taille de sa section. La répartition de la matière osseuse ne joue aucun rôle biomécanique. Il apparaît peu vraisemblable qu'une région sus-orbitaire développée soit une structure destinée à résister aux contraintes de cisaillement. D'autre part, le crâne des singes présente une section de grande surface dans le plan des orbites et dans le plan sagittal. Nous négligerons cette hypothèse dans la suite de ce travail, d'autant que des rosettes de

déformation placées au-dessus des orbites ne peuvent pas déceler ces cisaillements.¹

2. La signification fonctionnelle des déformations

La technique de l'extensométrie repose sur l'utilisation de jauges et de rosettes de déformation. Un solide soumis à des forces extérieures se déforme (fig. 8). Les déformations expriment un changement de longueur relatif d'une dimension du solide. Si une longueur du solide est L avant l'application des forces extérieures, celle-ci s'allongera (tensions) ou se raccourcira (compressions) sous l'effet de leur action pour atteindre une nouvelle longueur L' . L'intensité de la déformation est donnée par le rapport entre la différence $(L' - L)$ sur la longueur initiale L , soit $(L' - L)/L$. Cette intensité, notée ϵ , n'a pas d'unité. Le signe de ϵ est positif pour les déformations de tension (gain de longueur) et négatif pour les déformations de compression (perte de longueur). Une déformation d'intensité 1 signifie que le solide s'est allongé d'une longueur égale à sa dimension initiale, soit 1 mm pour 1 mm ou encore 1 m pour 1 m... Il est évident que peu de solides pourraient subir de telles déformations, doublant une de leurs dimensions sans se fracturer. Par commodité, les ingénieurs et les biomécaniciens utilisent comme unité les microdéformations, notées $\mu\epsilon$, soit une déformation de 1 micromètre pour une longueur initiale de 1 mètre.

Les travaux expérimentaux de la dernière décennie ont permis de mettre en évidence l'importance des déformations sur la biologie osseuse. Les processus de croissance et de transformation de l'os sont fonction des caractéristiques des déformations que sont leur intensité, leur fréquence, leur taux de variation, leur distribution et leur répétition (Lanyon et Rubin, 1985; Lanyon, 1988; Rubin *et al.*, 1990). La seule intensité des déformations routinières ne représente pas le seul facteur agissant sur les

1. En fait, nous avons testé une de ces deux hypothèses en réalisant trois expériences avec une rosette de déformation placée entre les deux orbites sur la face antérieure ou rostrale de la glabella. Cette procédure permet d'enregistrer des cisaillements directs dans le plan frontal. Nos résultats montrent que de tels cisaillements sont quasi-inexistants, ce qui confirme notre analyse (Hylander et Picq, 1991a et b).

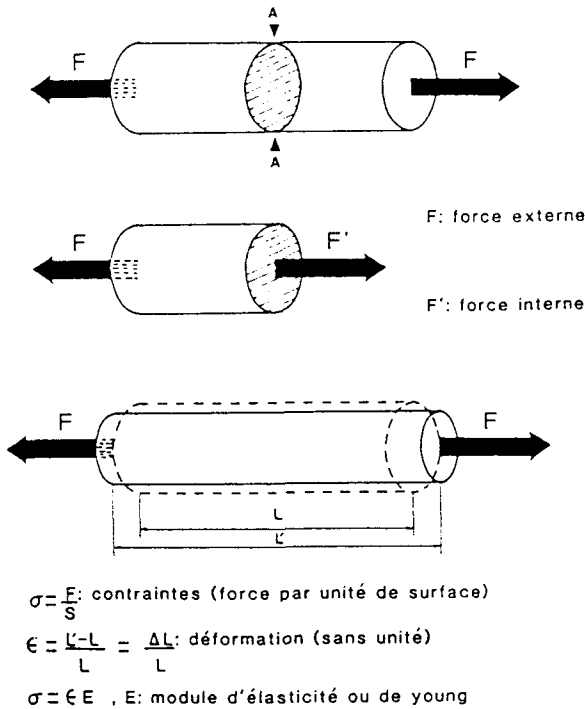


Fig. 8 Relations entre les forces extérieures sollicitant un solide (F), les forces internes (F'), les contraintes et les déformations.

processus de remaniement osseux. La complexité de ces facteurs nous oblige à développer une procédure expérimentale à même de tester l'hypothèse biomécanique. Le simple enregistrement de l'intensité des déformations ne saurait fournir un test définitif à lui seul. C'est pourquoi notre étude comprend deux séries d'expériences.

Pour la première série, trois sessions expérimentales, les rosettes de déformation furent implantées respectivement au-dessus de la région inter-orbitaire et au-dessus de l'orbite (voir les figures 11 et 12 pour les emplacements des rosettes). Ces expériences avaient pour but de déterminer les caractéristiques des contraintes et des déformations affectant la région sus-orbitaire pendant la mastication et l'incision. Pour la seconde série, six sessions expérimentales, une rosette était placée au-dessus de la région inter-orbitaire et l'autre au niveau de la racine antérieure de l'arcade zygomatique, une région que nous savons directement affectée par les forces masticatrices. La comparaison simultanée de deux régions du squelette facial est le meilleur

moyen de tester si la région sus-orbitaire est autant sollicitée que les autres parties de la face pendant la mastication et l'incision. En d'autres termes, si les intensités des déformations sont d'amplitudes comparables au niveau de la région sus-orbitaire et de l'arcade zygomatique, alors la région sus-orbitaire est une structure qui doit limiter les effets de ces déformations. Inversement, si les intensités des déformations sont nettement plus faibles, alors la région sus-orbitaire pourrait supporter des contraintes sans dommage en étant de taille beaucoup plus réduite. Dans ce cas, le développement de la région sus-orbitaire est lié à d'autres facteurs qui ne concernent pas la biomécanique de la mastication et de l'incision.

Matériel et méthodes

1. L'expérimentation in vivo

L'expérimentation in vivo s'impose comme l'approche la plus appropriée pour tester la signification fonctionnelle de la région sus-orbitaire comme celle des autres os. Notre souci étant de nous placer dans des conditions naturelles, nous devons employer des méthodes douces qui ne font pas souffrir les sujets, ne leur procurent aucune gêne et ne perturbent pas les actions naturelles du système masticateur. Compte tenu de ces impératifs, nous utilisons des jauges et des rosettes de déformation qui sont de petite taille et permettent un enregistrement continu et dynamique des déformations (Hylander, 1984, 1986). Les faibles dimensions des jauges et des rosettes de déformation, quelques dizaines de millimètres carrés, nécessitent une intervention chirurgicale bénigne pour leur implantation. Les zones d'implantation sont sélectionnées en raison de leur accès facile que justifie également l'absence de structures importantes (nerfs, vaisseaux sanguins, insertions musculaires et tendineuses...).

Les animaux sélectionnés pour les expériences sont des macaques (*Macaca fascicularis*) des deux sexes, deux mâles et trois femelles, et un babouin (*Papio anubis*) femelle. Ces singes possèdent des tailles corporelles très

différentes, notamment entre les mâles et les femelles, et des proportions métriques du squelette facial très distinctes entre les macaques et les babouins, ces derniers étant très prognathes. Les zones d'implantation des rosettes de déformation se localisent au niveau de la surface supérieure ou dorsale de la région sus-orbitaire. Dans chaque expérience, une rosette fut collée au centre, c'est-à-dire dans la région inter-orbitaire, et une autre au-dessus de l'orbite ou au niveau de l'os malaire. Cette disposition autorise un enregistrement simultané des déformations.

Alors qu'il est toujours endormi, le sujet sélectionné est placé dans une chaise spécialement conçue pour lui offrir un maximum de confort. Il est installé en position assise et peut bouger tout le haut du corps à sa guise. Ce dispositif permet tous les mouvements naturels possibles du cou et de la tête pendant la mastication, l'incision, les baillements et les comportements de menace. Après un réveil complet et à partir du moment où le sujet manifeste l'envie de manger, un choix de diverses nourritures lui est proposé: carottes, pommes, amandes, abricots séchés, prunes avec leur noyau et biscuits complets. Ces nourritures présentent des propriétés géométriques et physiques très distinctes. Afin d'obtenir des contraintes aussi grandes que possible, les abricots furent séchés au four pendant plusieurs jours (d'autres furent oubliés près d'une année au fond d'un réfrigérateur). Le choix des prunes avec leur noyau apparaît évident. Néanmoins, notre bonne volonté se heurta souvent aux caprices de certains sujets qui ont des préférences très marquées pour une nourriture particulière, ce qui nous obligea à développer plusieurs ruses, notamment l'emploi de sirops de fruit pour donner du relief à des aliments peu appréciés.

2. Procédure d'enregistrement

Dans toutes les expériences nous utilisâmes des rosettes de déformation. Une rosette se compose de trois jauges élémentaires orientées selon des directions différentes. Cet arrangement permet de connaître la direction des déformations principales qui sont calculées à partir des données enregistrées par chaque jauge de la rosette. Techniquement, chaque jauge

représente un bras d'un pont de Wheatstone qui reçoit une excitation de 1 volt, ce qui représente un total de six canaux d'enregistrement pour l'utilisation de deux rosettes. Les données étaient captées sur un enregistreur à bande magnétique à 14 canaux, tout en étant contrôlées visuellement sur un oscilloscope et un lecteur graphique pour nous assurer de la bonne marche de l'expérience. Enfin, un canal était utilisé pour enregistrer des informations tout au long des expériences, comme la nourriture mastiquée, de quel côté le sujet mastique et le type d'action (incision avec ou sans l'aide des mains, mastication, morsure isométrique...). Au terme d'une session expérimentale le sujet était anesthésié à nouveau, les rosettes ôtées et les cicatrices soigneusement suturées. Après quoi, le sujet était replacé dans sa cage après l'administration d'un antibiotique pour prévenir tout risque d'infection (Hylander, 1984, 1986).

La saisie des données sur un enregistreur à bande magnétique avec leur visualisation simultanée sur un graphe est un système un peu lourd mais qui présente de nombreux avantages. Les graphes autorisent la sélection rapide des meilleures expériences pour l'incision et la mastication alternativement du côté droit et du côté gauche pour chaque nourriture. Les données retenues sont ensuite digitalisées et stockées sur une disquette. Dans un premier temps, les caractéristiques des déformations principales sont calculées à l'aide d'un programme approprié. Dans un deuxième temps, un autre programme recherche les déformations principales maximales à partir des cisaillements pour chaque séquence masticatrice (ou série de morsures d'un même côté pour chaque nourriture) et en donne les statistiques descriptives (moyenne, écart-type, coefficient de variation, minimum et maximum). Il calcule également les rapports entre les tensions et les compressions principales ainsi que leurs statistiques descriptives. Le même programme effectue les calculs simultanément pour chacune des rosettes. D'autre part, il évalue les différences de temps ou de synchronisation qui peuvent séparer les dates d'apparition des déformations principales maximales entre les rosettes pour chaque cycle masticateur d'une séquence. Il calcule aussi les corrélations et les rapports entre

les différents types de déformations correspondant entre les rosettes (Hylander *et al.*, 1991a, 1991b).

Résultats

1. Les caractéristiques des déformations pendant l'incision et la mastication

Notre étude repose sur un nombre considérable de données recueillies au cours de neuf sessions expérimentales. Les différents sujets incisèrent et mastiquèrent six types de nourriture, ce qui représente au total quelques 60 séquences masticatrices enregistrées et analysées. Il serait fastidieux et redondant d'exposer tous ces résultats (voir Hylander *et al.*, 1991a, 1991b). Nous avons choisi de présenter les résultats concernant la région sus-orbitaire pour l'incision et la mastication (fig. 9) et entre la région sus-orbitaire et les autres parties de la face (fig. 10). Les intensités des déformations pour la mandibule (d'après Hylander, 1979, 1981, 1984) apparaissent aussi dans la figure 10. Depuis dix ans, les mêmes animaux (macaques) participent à toutes les études expérimentales, que ce soit pour les propriétés biomécaniques de la mandibule ou le mode de recrutement des muscles masticateurs. Un dénominateur commun à toutes ces études est l'incision et la mastication de pommes. Même si ce fruit n'entraîne pas la production de contraintes importantes, l'ensemble des données collectées offre un moyen unique d'élargir notre étude.

2. Les déformations au niveau de la région sus-orbitaire

La région au-dessus de la glabella. Sur l'ensemble des expériences, les moyennes pour les intensités des déformations principales de tension (t) pour la mastication et l'incision sont comprises entre 46 $\mu\epsilon$ et 292 $\mu\epsilon$; la plus grande valeur observée est 462 $\mu\epsilon$ (fig. 9). Les moyennes pour les déformations principales de compressions (c) s'échelonnent entre -18 $\mu\epsilon$ et -119 $\mu\epsilon$. La valeur maximale fait -203 $\mu\epsilon$. Les plus grandes moyennes des déformations principales

de tension et de compression pour l'incision sont respectivement 235 $\mu\epsilon$ et -189 $\mu\epsilon$, ce qui n'est pas supérieur à celles obtenues pour la mastication de nourritures assez coriaces (abricots très secs, noyaux de prunes...). Les moyennes apparaissent plus fortes pour les déformations principales de cisaillement (gamma) et se répartissent de 65 $\mu\epsilon$ à 411 $\mu\epsilon$, avec une valeur maximale de 651 $\mu\epsilon$ pour la mastication. Les valeurs respectives correspondantes pour l'incision vont de 85 $\mu\epsilon$ à 303 $\mu\epsilon$, avec une valeur maximale égale à 386 $\mu\epsilon$. Ces dernières sont inférieures à celles enregistrées pour une mastication énergique (fig. 9).

Les déformations de tension sont 1,7 à 4,1 fois supérieures aux déformations de compression (en valeur absolue), avec une grande moyenne, c'est-à-dire la moyenne de toutes les moyennes, de 2,7 pour la mastication. Cette tendance est sensiblement plus affirmée pour l'incision, soit entre 2,7 et 4,5 avec une grande moyenne de 3,6 (fig. 9, 10 et 11; Hylander *et al.*, 1991a, 1991b).

Les directions des déformations principales sont données par celles des déformations principales les plus grandes, c'est-à-dire les tensions en raison de leur valeur algébrique positive. La direction des tensions est dans le plan frontal (ou perpendiculaire au plan sagittal) pendant l'incision (fig. 11). Cette direction dévie de 5° à 15° de ce plan pour la mastication (fig. 12). Cet écart alterne systématiquement avec le côté mastiquant. Une analyse plus complète de l'évolution des caractéristiques des contraintes au cours de chaque cycle masticateur montre que la direction des tensions se rapproche du plan frontal et les rapports t/c augmentent quand les déformations atteignent leur intensité maximale. Ces changements furent observés pour tous les cycles masticateurs, quelque soit le côté mastiquant (Hylander *et al.*, 1991a, 1991b).

Les caractéristiques des déformations sont dues à une flexion dans le plan frontal : les tensions sont nettement supérieures aux compressions et elles sont orientées dans le plan frontal. Toutefois, l'évolution des caractéristiques

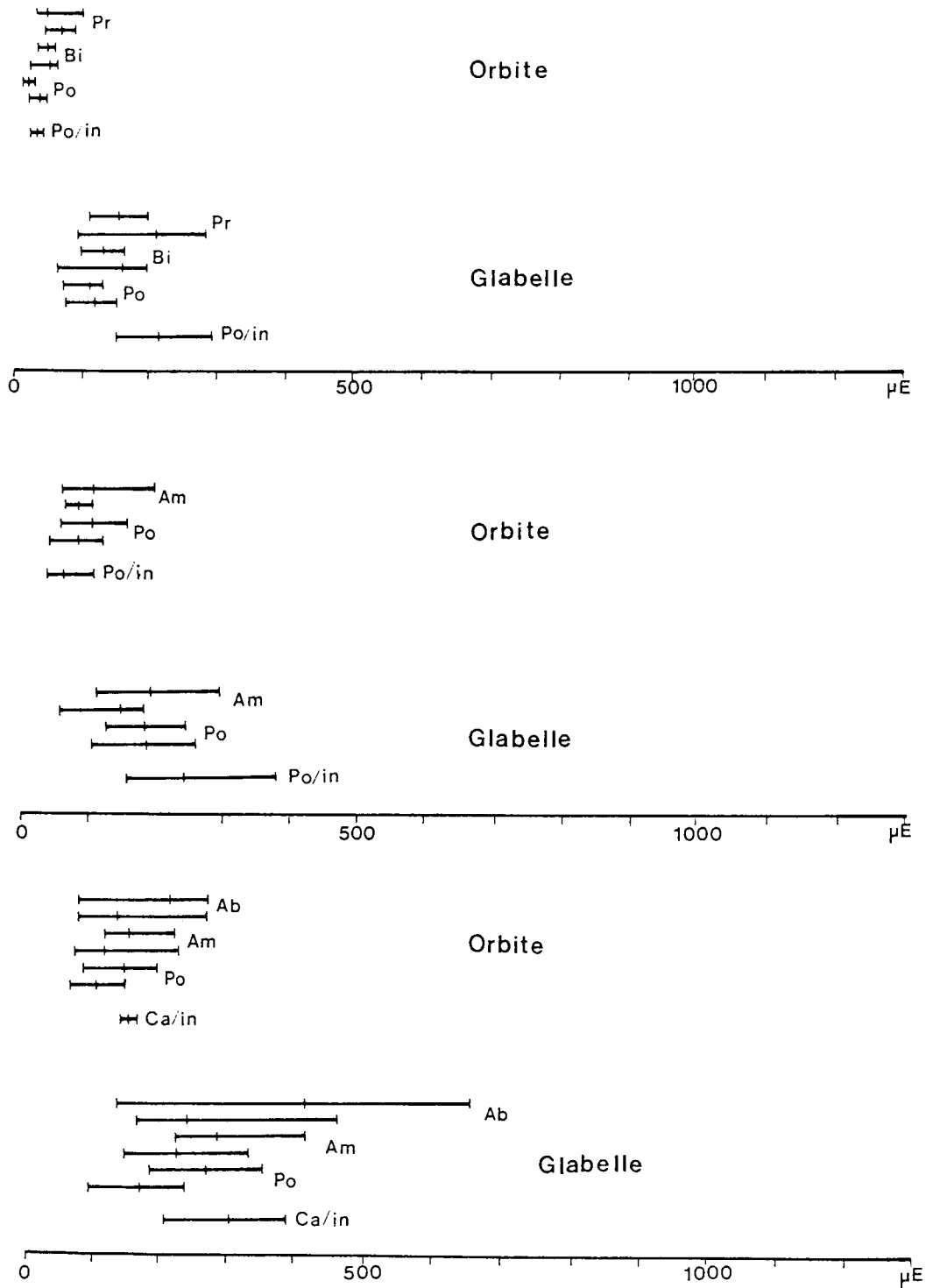


Fig. 9 Représentation schématique des intensités des déformations principales de cisaillement enregistrées simultanément au-dessus de la glabella et de l'orbite en microdéformation (μE; voir la figure 11). Les traits indiquent le domaine des valeurs enregistrées et la moyenne pour chaque nourriture mastiquée et/ou incisée est repérée par un tiret situé entre les valeurs extrêmes. Ab : abricot sec; Am : amande; Bi : biscuit pour singes; Ca : carotte; Po : pomme; Pr : prune avec noyau. Les données pour l'incision sont repérées par le type de nourriture et la mention /in. Pour la mastication unilatérale, les nourritures sont alternativement mastiquées du côté gauche et du côté droit de l'arcade dentaire, ce qui explique que chaque nourriture est souvent représentée par deux domaines de données. Les données de la figure du haut sont pour le babouin femelle, celles du milieu pour un macaque mâle, celles du bas pour un macaque femelle (d'après Hylander *et al.*, 1991a, 1991b).

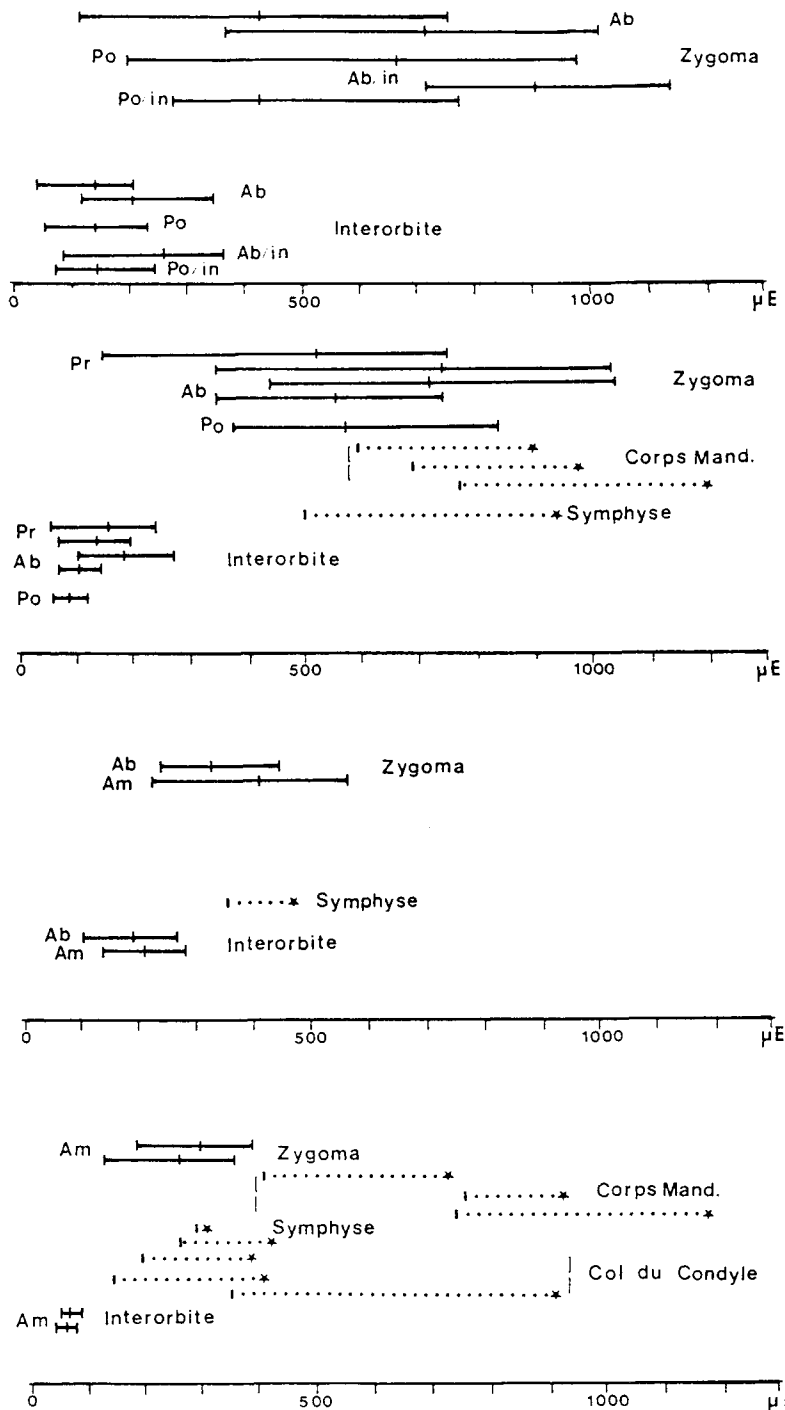


Fig. 10 Comparaison des intensités des déformations de cisaillement entre la région sus-orbitaire et d'autres parties de la face. Cette figure réunit deux types de données. Celles représentées par des traits continus pour la région au-dessus de la glabre (Interorbite) et la racine antérieure de l'arcade zygomatique (Zygoma) furent enregistrées simultanément, c'est-à-dire pour la mastication et l'incision des mêmes nourritures. Les tirets et les abréviations utilisées ont les mêmes significations que pour la figure 9. Les données pour les différentes parties de la mandibule pour la mastication de la pomme sont représentées par leur moyenne (tiret à gauche des pointillés) et leur valeur maximale (astérisque). Ces données expérimentales sont d'après Hylander (1979, 1981, 1984). Les différentes parties de la mandibule étudiées sont le col du condyle articulaire (Col du Condyle), la branche horizontale (Corps Mand.) et la symphyse. Les quatre ensembles de données correspondent à des macaques des deux sexes. On remarque que les intensités des déformations sont comparables pour l'arcade zygomatique et les différentes parties de la mandibule. Par contre, les intensités des contraintes au-dessus de la région interorbitaire, la plus sollicitée de toute la région sus-orbitaire, apparaissent nettement plus faibles.

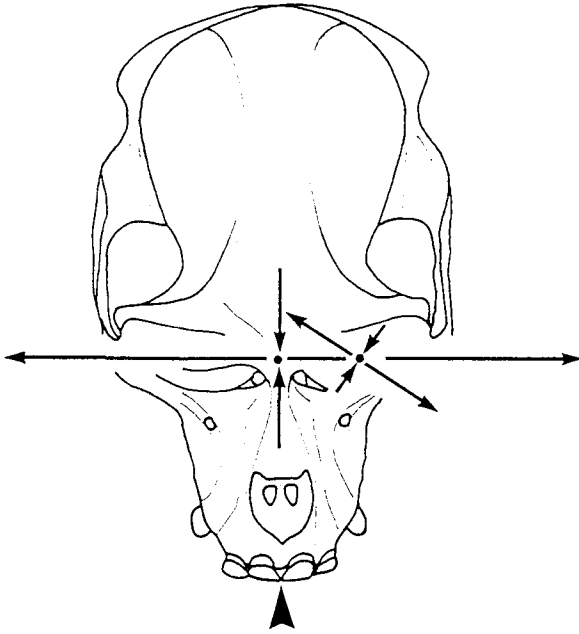


Fig. 11 Caractéristiques et intensités des déformations principales pendant l'incision. Ces déformations sont enregistrées simultanément et les emplacements des deux rosettes sont repérés par les cercles pleins. Les déformations sont nettement plus grandes au-dessus de la région sus-orbitaire et décroissent vers ses extrémités latérales. Au-dessus de la glabella, les déformations principales de tension sont très supérieures à celles de compression et sont orientées dans un plan frontal. Il en est de même au-dessus de l'orbite, mais la direction des tensions s'écarte du plan frontal en raison de la présence de cisaillements. Toutes ces caractéristiques montrent que la région sus-orbitaire est sollicitée par une flexion dans le plan frontal pendant l'incision. Echelle pour les flèches indiquant les intensités et les directions des déformations : 1 cm = 20 $\mu\epsilon$.

des contraintes pendant la mastication suggère l'existence de torsions altérant la direction des déformations principales. Cette hypothèse est corroborée par les plus petites valeurs des rapports t/c pendant la mastication. Il reste que les contraintes de flexion dominent largement celles de torsion, notamment quand les contraintes atteignent leurs intensités maximales au cours de chaque cycle masticateur (les rapports t/c croissent et la direction des déformations principales se rapproche du plan frontal).

La région au-dessus de l'orbite. Les intensités moyennes des déformations principales au-dessus de l'orbite sont très faibles et n'excèdent

pas 159 $\mu\epsilon$ pour les tensions et -119 $\mu\epsilon$ pour les compressions pour l'incision et la mastication (fig. 9). Les valeurs maximales respectives sont 201 $\mu\epsilon$ et -173 $\mu\epsilon$. Les valeurs moyennes pour les cisaillements sont comprises entre 22 $\mu\epsilon$ et 213 $\mu\epsilon$, avec une valeur maximale de 372 $\mu\epsilon$. Les rapports t/c prennent des valeurs très variables. La grande moyenne vaut 0,7 au-dessus de l'orbite du côté mastiquant, 1,9 pour l'orbite du côté non-mastiquant et 1,2 pour l'incision. Les directions des tensions varient de plusieurs dizaines de degrés au cours de chaque cycle masticateur et ne révèlent aucun régime de déformation particulier. L'incohérence des résultats obtenus est liée au très faible niveau des déformations. A cet endroit, les contraintes de flexion dans le plan frontal sont très faibles et celles dues à toutes les autres sollicitations possibles deviennent relativement plus importantes, notamment celles de torsion et de cisaillement, ce qui explique les fortes variations angulaires et les valeurs erratiques des rapports (fig. 11).

L'ensemble de la région sus-orbitaire. La forte décroissance des intensités des déformations entre la glabella et l'orbite confirme que le régime de contraintes dominant l'ensemble de la région sus-orbitaire pendant la mastication et l'incision est une flexion dans le plan frontal. Les intensités des déformations de cisaillement sont entre 1,7 et 5,3 fois supérieures au centre de la région sus-orbitaire pendant la mastication et entre 2,0 et 6,9 fois pour l'incision (fig. 9, 10 et 11). A cette flexion vient se superposer des contraintes de torsion pendant la mastication dues à la distribution asymétrique des forces masticatrices. Néanmoins, la région sus-orbitaire apparaît peu sollicitée puisque les intensités des déformations ne dépassent pas 500 $\mu\epsilon$.

3. Comparaison des intensités des déformations entre la région sus-orbitaire et les autres parties de la face

Les comparaisons entre les différentes régions de la face sont établies à partir des intensités des déformations de cisaillement. Dans toutes les expériences, les déformations enregistrées se décomposent en déformations

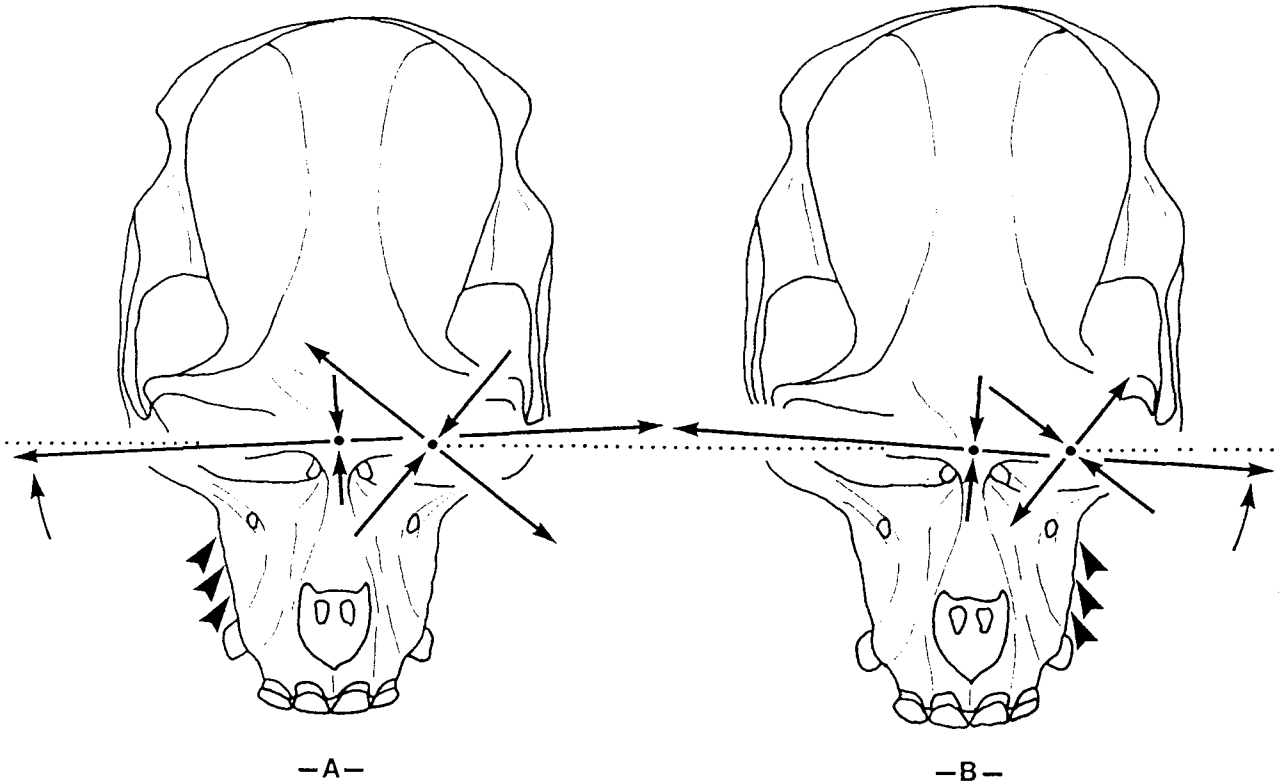


Fig. 12 Caractéristiques et intensités des déformations principales pendant la mastication unilatérale du côté droit (A) et du côté gauche (B). Les caractéristiques des déformations principales ressemblent à celles qui affectent la région sus-orbitaire pendant l'incision, mais avec quelques différences notables. Des contraintes de torsion se superposent à celles de flexion dans le plan frontal. Ainsi, pour la mastication du côté droit (A) la direction des déformations principales subit une rotation dans le sens positif puis, au cours du cycle masticateur, cette direction se rapproche du plan frontal, sens négatif, comme indiqué par la flèche. Ces changements montrent que les contraintes de flexion dans le plan frontal dominent nettement celles de torsion quand les forces masticatrices se font plus intenses. On fait les mêmes observations, mais par symétrie, pour la mastication du côté gauche (B). On remarque aussi que les caractéristiques des déformations principales subissent des changements très marqués au-dessus des orbites en fonction du côté mastiquant. Ces changements plus importants sont dus à la faible intensité des contraintes de flexion dans cette partie de la région sus-orbitaire. Les déformations qui en résultent subissent plus l'influence des contraintes de torsions qui dépendent du côté mastiquant.

principales de tension et de compression. Les intensités relatives des deux types de déformation changent en fonction du régime de contraintes. Une comparaison se basant sur les tensions ou les compressions ne reflèterait que partiellement les intensités des déformations subies respectivement par chacune des régions considérées si les contraintes sont de natures différentes. Les déformations de cisaillement offrent une bonne approximation des intensités des contraintes puisque leur valeur dépend à la fois des tensions et des compressions ($\gamma = t-c$).

Les intensités des déformations étant nettement supérieures au-dessus de la glabelle,

les comparaisons qui suivent ne concernent que cette partie de la région sus-orbitaire et les autres parties de la face. Les données expérimentales pour les autres régions de la face ne sont pas présentées et apparaissent ailleurs (Hylander *et al.*, 1991a, 1991b). Nous nous limiterons aux résultats de l'étude comparée entre les diverses parties de la face.

Comparaison des déformations simultanées entre la glabelle, la racine antérieure de l'arcade zygomatique et la région infra-orbitaire. Même si la région au-dessus de la glabelle est beaucoup plus sollicitée que les autres parties de la région sus-orbitaire, celle-ci

est faiblement contrainte comparée à la racine antérieure de l'arcade zygomatique (fig. 10). Les intensités des déformations de cisaillement sont 2,0 à 6,8 fois supérieures à cet endroit, avec une grande moyenne de 4,3. Ces rapports sont donnés pour des déformations enregistrées simultanément pour la glabellle et l'arcade zygomatique du côté mastiquant. Ils sont sensiblement inférieurs quand il s'agit de l'arcade zygomatique du côté non-mastiquant, entre 2,0 et 4,7 avec une grande moyenne de 3,3. Les valeurs des rapports sont encore plus faibles pour l'incision, entre 1,8 et 4,0 et une grande moyenne égale à 2,8 (Hylander *et al.*, 1991a, 1991b).

Les comparaisons pour les intensités des déformations simultanées entre la glabellle et le région infraorbitale du côté mastiquant montrent que ces dernières sont entre 2,6 et 2,9 fois plus grandes (grande moyenne 2,8). Ces rapports avec le côté non-mastiquant donnent 1,4 et 1,7 pour une grande moyenne de 1,6 (Hylander *et al.*, 1991a, 1991b).

Comparaison des déformations entre la glabellle et la mandibule. Les données servant de base à cette comparaison proviennent d'études antérieures réalisées avec les mêmes macaques à l'exception d'un seul (De telles données n'existent pas pour le babouin, puisque cette étude est la première réalisée avec cette espèce.) La nourriture servant de référence est la pomme. Les comparaisons précédentes regroupaient toutes les nourritures, dont la pomme (fig. 10). Avant d'aller plus loin dans cette partie, il convient de préciser les valeurs des différents rapports pour les déformations de cisaillement pour cette nourriture. Les déformations au-dessus de la glabellle sont environ 2,5 fois plus grandes qu'au-dessus des orbites (fig. 9). D'autre part, la glabellle est 2,9 à 7,6 fois moins contrainte que l'arcade zygomatique (fig. 10). La grande moyenne pour les quatre macaques testés fait 4,3. Enfin, la comparaison avec la branche horizontale de la mandibule produit des différences encore plus notables puisque le rapport des intensités s'élève à 6,2 pour la mastication et 5,2 pour l'incision. Ces résultats montrent que la partie la plus sollicitée de la région sus-orbitaire subit des déformations quatre fois plus faibles qu'au niveau

de l'os malaire et six fois pour la branche horizontale de la mandibule. Ces rapports sont à multiplier par 2 ou 3 pour la région au-dessus de l'orbite, soit un facteur minimal de 10!

Quelles sont les intensités des déformations de cisaillement au niveau de l'os zygomatique et de la branche horizontale de la mandibule pour la mastication de la pomme? Les grandes moyennes pour ces deux régions sont respectivement 595 $\mu\epsilon$ et 644 $\mu\epsilon$, des valeurs très proches. On retrouve cette similarité pour les valeurs maximales respectives qui sont 1115 $\mu\epsilon$ et 1166 $\mu\epsilon$. Il apparaît que les os de la face dont la morphologie est adaptée à la biomécanique de la mastication subissent des déformations d'amplitudes comparables. Les valeurs obtenues peuvent sembler assez petites. Mais il convient de préciser que la pomme n'est pas une nourriture très coriace et que, en ce qui concerne la branche horizontale de la mandibule et l'os malaire, la rosette de déformation n'enregistre pas nécessairement les déformations les plus intenses suivant sa position (Inversement, pour la région sus-orbitaire, la rosette est placée à l'endroit le plus sollicité.) Il est fort probable que les intensités des déformations maximales puissent atteindre les 2000 $\mu\epsilon$ pour la mastication de nourritures très coriaces.

Discussion

1. La signification fonctionnelle de la région sus-orbitaire des primates

Les singes étudiés (macaques et babouins). Notre étude expérimentale confirme l'hypothèse de Endo, à savoir que la région sus-orbitaire des primates avec une écaille du frontal inclinée est sollicitée principalement par des contraintes de flexion dans le plan frontal. Seulement les déformations restent faibles à la fois en valeur absolue (moins de 500 $\mu\epsilon$ pour les moyennes et inférieures à 700 $\mu\epsilon$ pour les valeurs maximales) et comparées aux autres régions de la face. D'autre part, les intensités des déformations n'apparaissent pas plus grandes pendant l'incision. Pour chaque animal, les déformations les plus intenses, en moyenne ou

pour les valeurs maximales, sont observées pour la mastication de nourritures nécessitant une action énergétique. Il apparaît que les intensités des déformations sont tributaires en premier lieu du mode de recrutement musculaire et non pas de la position du point de morsure ou de la résultante des forces occlusales.

Les résultats obtenus pour le babouin et les macaques des deux sexes montrent clairement que le prognathisme et la taille corporelle ne jouent pas de rôle déterminant sur les intensités des déformations.

Les caractéristiques des contraintes pendant la mastication révèlent la présence de torsions. Elles ne correspondent pas à celles proposées par Greaves (1985), puisqu'il suggère que l'orbite du côté mastiquant subit des tensions et celle du côté non-mastiquant des compressions. Nous trouvons l'inverse, mais en plus compliqué (fig. 12). Un fait remarquable est que ces torsions sont très régulières et systématiques, quelque soit le côté mastiquant et la nourriture mastiquée. Elles ne dépendent pas du mode de recrutement des forces musculaires entre le côté mastiquant et le côté non-mastiquant, mais probablement des différences de temps séparant les dates des activités maximales de chacun des muscles masticateurs, des différences de synchronisation probablement associées aux actions qui maintiennent la mandibule en mouvement au cours d'un cycle masticateur.

En résumé, la région sus-orbitaire des macaques et des babouins est sollicitée principalement par une flexion dans le plan frontal. Les intensités des déformations restent très faibles, quelque soit la nourriture mastiquée ou incisée, et quelque soit la taille, le sexe et les proportions métriques du crâne et de la face.

Les primates en général. Les macaques sont des singes de taille moyenne (moins de 10 kg) alors que les babouins sont parmi les plus grands des cercopithécoïdes actuels (15 à 25 kg). Nos résultats expérimentaux peuvent s'appliquer directement à l'ensemble des cercopithécoïdes actuels, d'autant que les macaques et les babouins possèdent des régimes alimentaires

essentiellement frugivores incluant des nourritures coriaces, surtout ces derniers (Les espèces plus folivores comme les colobes et les entelles mastiquent plus, c'est-à-dire engagent plus de cycles masticateurs, pour réduire les feuilles. Toutefois, les feuilles sont cisailées par les dents et non pas broyées, ce qui ne requière pas de forces musculaires considérables). Mais qu'en est-il des grands singes et des hommes qui représentent les plus grands primates actuels? Le bien-fondé de la généralisation des conclusions de cette étude dépend des relations entre les caractéristiques du système masticateur, le régime alimentaire et la taille corporelle. Les régimes alimentaires des hominoïdes ne sont pas spécialisés comparés à ceux des cercopithécoïdes. D'autre part, les proportions métriques du squelette crânio-facial des grands singes ne présentent pas des caractéristiques exceptionnelles pour des catarhiniens de cette taille. Globalement, ils ont une face relativement plus courte et plus large que les cercopithécoïdes africains (Picq, 1990). Ces différences sont très sensibles et bien moins importantes que celles entre les macaques et les babouins, différences qui jouent un rôle biomécanique négligeable pour la région sus-orbitaire, d'après les résultats de cette étude. Enfin, les muscles masticateurs n'apparaissent pas relativement plus développés (Cachel, 1984). Par conséquent, nous ne reconnaissons aucun élément qui limiterait l'application des conclusions de cette étude au cas des grands singes.

Le cas de l'homme moderne est quelque peu particulier. L'homme moderne possède un système masticateur très réduit, que ce soit pour ses dimensions générales comme pour la taille des muscles. De plus, l'écaille du frontal est redressée. Ses grandes dimensions verticales confèrent un second moment d'inertie prodigieux à la région sus-orbitaire, pour contrer les flexions dans le plan frontal. Pour toutes ces raisons, la région sus-orbitaire des hommes actuels, même celle des Aborigènes australiens, subit des contraintes extrêmement faibles et son développement est dû à des facteurs qui sont étrangers à la biomécanique de la mastication. Les orang-outangs confirment pleinement cette réalité. Leur écaille du frontal est peu inclinée et

la région sus-orbitaire possède un fort second moment d'inertie vertical (fig. 13). Ces grands singes asiatiques ont un système masticateur relativement puissant, le plus puissant de tous les hominoïdes, puisqu'ils broient des fruits très durs entre leurs dents (Kay, 1981), un exercice qui met en péril leur survie car le bruit fait par le fruit qui s'écrase se répercute à plusieurs centaines de mètres dans la forêt! (McKinnon, 1977). Or les orang-outangs ne possèdent pas une région sus-orbitaire développée (fig. 13). Le même raisonnement s'applique aux hommes fossiles.

En dernier lieu, on pourrait arguer que les déformations ne sont pas importantes parce que la région sus-orbitaire est hyperrobuste. En fait, il n'en est rien. Les travaux sur l'histologie de cette région par Oyen et ses collaborateurs (travaux cités) le démontrent. Ces chercheurs décrivent la présence d'os consolidé, d'os lamellaire et d'os haversien au niveau de la table interne du frontal en contact avec le cerveau ou juste au niveau du toit de l'orbite et dans les trabécules de l'os spongieux près de la table interne (fig. 3). Si la région sus-orbitaire était soumise à des sollicitations intenses, de tels remaniements devraient s'effectuer au niveau de la table externe, là où les déformations sont les plus fortes et là où la déposition de matière osseuse augmenterait très efficacement le second moment d'inertie vertical. Or l'os formant la table externe au-dessus des orbites n'est pas consolidé ou peu puisqu'il comprend essentiellement de l'os fibreux. C'est ce type d'os qui est responsable de l'aspect vermiculé (fig. 3). De plus, l'os fibreux n'a pas de bonnes propriétés biomécaniques et une surface crévassée ne favorise pas la résistance aux contraintes de flexion et de torsion. Le réseau vermiculé tend à disparaître au centre de la région sus-orbitaire dans la partie renfermant les sinus frontaux, donc sans contribution mécanique de l'os spongieux, et là justement où les contraintes sont les plus intenses. L'os fibreux a fait place à de l'os plus solide sous l'effet de ces déformations. Toutefois, c'est à cet endroit que la table externe du frontal est la plus mince, offrant un second moment d'inertie très petit. Cette observation signifie que, d'une part, les faibles contraintes qui affectent cette région suffisent pour déterminer

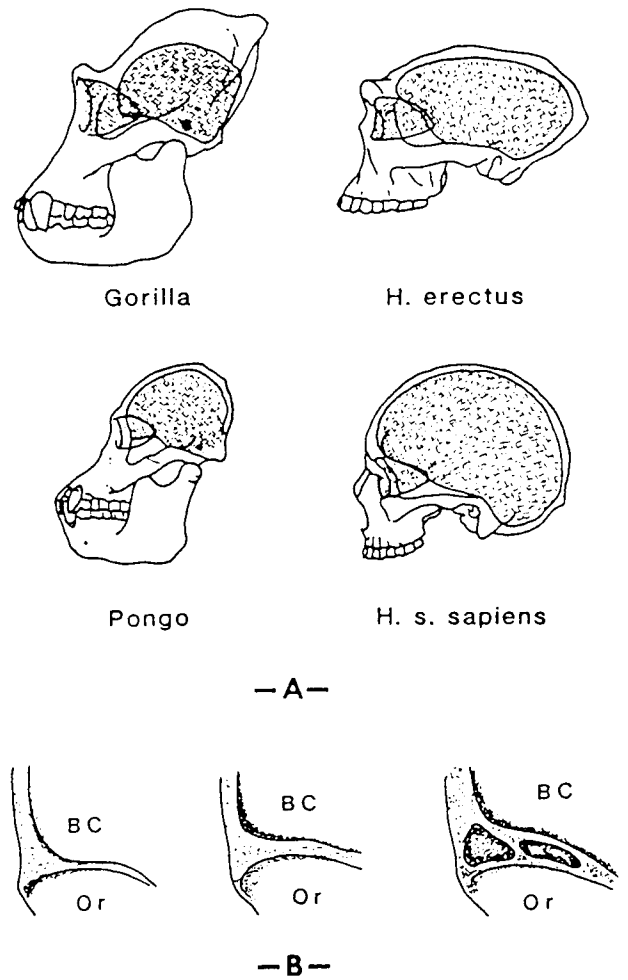


Fig. 13 Schématisation du modèle spatial d'après Moss et Young (1960). Figure A : la position relative de la partie antérieure du cerveau et de l'orbite déterminent la morphologie et la taille de la région sus-orbitaire. On observe les mêmes caractéristiques anatomiques parmi les grands singes (gorilles et orang-outangs) et les hommes actuels et fossiles. Figure B : coupe parasagittale de la partie antérieure de l'os frontal chez des individus d'âges différents. Le développement de la région sus-orbitaire est l'aboutissement de processus ontogénétiques différentiels entre la table interne de l'os frontal, dont le rythme de développement suit celui du cerveau, et la table externe de l'os frontal, dont le développement suit celui de la face. BC : Boîte crânienne; Or : orbite (D'après Picq, 1987).

une partie de son développement et, d'autre part, que les contraintes de flexion sont vraiment faibles pour produire des déformations aussi petites pour une structure possédant un second moment d'inertie aussi insignifiant.

2. La signification fonctionnelle de la région sus-orbitaire chez les hommes et leurs ancêtres

Si une région sus-orbitaire développée n'a pas de signification fonctionnelle biomécanique, alors à quoi est dû sa forte expression chez les hommes fossiles et certains primates? Pour de nombreux chercheurs, la taille de la région sus-orbitaire est la conséquence des relations anatomiques entre la partie antérieure du cerveau (le lobe frontal), les orbites et la face : c'est le modèle spatial (Biegert, 1963; Delattre et Fénart, 1956; Enlow et collaborateurs, 1971 à 1975; Fénart, 1978; Moss et Young, 1960; Shea, 1985, 1986; Vogel, 1968; Weidenreich, 1941, parmi d'autres) et sa validité fut confirmée récemment par Ravosa (1988, 1991) sur la base d'une étude biométrique (voir la figure 13). Seulement ce modèle ne peut pas être testé expérimentalement, mais les résultats de notre étude lui donnent plus de crédit (Au demeurant, les deux modèles ne sont pas exclusifs.) Les facteurs qui gouvernent les relations spatiales entre les différentes parties du crâne sont complexes et sont associés aux processus de développement relatif entre la boîte crânienne (le cerveau) et la face (Shea, 1986; Ravosa, 1991). La région sus-orbitaire se trouve justement à la frontière de ces deux grandes parties du crâne qui ont des rythmes de croissance très différents. La table interne de l'os frontal se met en place rapidement au cours de l'ontogénèse puisque le cerveau atteint la quasi-totalité de sa taille adulte dès l'âge de six ans (croissance de type neuronal). La croissance de la table externe de l'os frontal est liée à celle de la face, qui se prolonge jusqu'à l'âge de vingt ans (croissance de type somatique). Suivant les directions des différents vecteurs de croissance, les positions relatives de la partie antérieure du cerveau et de l'orbite varient entre les espèces. Le maintien de la continuité structurelle du crâne au-dessus des orbites aboutit chez quelques espèces à la formation d'une région sus-orbitaire développée. Les variations affectant ces relations spatiales se retrouvent dans différents groupes d'espèces, comme entre les hommes fossiles et l'homme moderne pour les hominidés, ou encore comme entre les gorilles et les orang-outangs pour les

grands singes. Enfin, le développement de la région sus-orbitaire ne présente aucune corrélation avec la taille et l'expansion des sinus frontaux qui sont très variables (Tillier, 1977).

Le fait que le développement de la région sus-orbitaire apparaisse lié aux processus de développement et non pas à des facteurs épigénétiques permet de préciser la signification phylogénétique de ce caractère entre les différents hominidés. Il est maintenant certain que l'hypothèse d'une transition entre les hommes de Neandertal et les hommes de Cro-Magnon se fondant sur l'hypothèse biomécanique n'est plus tenable. Les relations spatiales entre les orbites et le cerveau sont dues, en partie, à des processus ontogénétiques distincts (voir Trinkaus et Tompkins, 1990). Il est tout à fait probable que l'anatomie crânio-faciale de l'homme moderne soit le résultat d'une altération de ces processus de développement conduisant à une anatomie de type juvénile (pédomorphie), soit par un retardement du taux de croissance (néoténie) soit par une croissance ralentie (hypomorphose), soit encore suivant de nouvelles trajectoires ontogénétiques. L'hypothèse faisant intervenir des rythmes et/ou des taux de croissance différents est étayée par le caractère sexuel du développement de la région sus-orbitaire. Diverses études sur l'ontogénie de la région sus-orbitaire soulignent un période de croissance tardive chez les mâles alors qu'il n'en est rien chez les femelles (Young, 1957; Oyen et collaborateurs, 1979-1985). Ces observations indiquent que l'écaille du frontal plus inclinée des mâles comme leur région sus-orbitaire plus développée sont le résultat du prolongement de leur croissance par rapport aux femelles. En d'autres termes, les mâles sont hypermorphiques par rapport aux femelles ou les femelles sont hypomorphiques par rapport aux mâles. Ces termes signifient que la morphologie du frontal des hommes et des femmes correspondent à deux états de la même courbe de croissance, ces premiers étant plus tardifs, ces dernières plus précoces. Cette hypothèse rend compte également du plus fort développement de la région sus-orbitaire chez les mâles, hommes fossiles inclus comme le suggèrent implicitement Smith et Raynard (1980) et Smith *et al.* (1989), mais sans

être obligé de faire intervenir des facteurs biomécaniques qui, en tout état de cause, ne sont pas fondés.

Conclusions

Les résultats de notre étude expérimentale in vivo chez le macaque et le babouin démontrent sans ambiguïté que la région sus-orbitaire des singes n'est pas sollicitée sévèrement pendant l'incision et la mastication. Les intensités des déformations les plus fortes se manifestent au-dessus de la glabelle mais sans dépasser 500 $\mu\epsilon$. Ces intensités apparaissent 4 à 6 fois plus faibles que dans les autres parties de la face pour l'incision et la mastication des mêmes nourritures. En d'autres termes, la région sus-orbitaire pourrait supporter ces contraintes tout en étant beaucoup plus gracile, ce qui signifie que son développement résulte de facteurs qui ne sont pas directement associés à la fonction masticatrice.

La morphologie de la région sus-orbitaire n'est pas façonnée par la biomécanique de la

mastication ou l'utilisation des dents dans des tâches culturelles. Le fort développement de la région sus-orbitaire chez *H. erectus* n'est pas associée à l'utilisation intense du système masticateur. D'autre part, l'hypothèse d'une transition entre les hommes de Neandertal et les hommes du Paléolithique supérieur basée sur une gracilisation du squelette facial consécutive à une amélioration technologique de l'outillage n'est pas confirmée. La morphologie de la partie supérieure de la face et le développement de la région sus-orbitaire sont le résultat des relations spatiales entre le cerveau et les orbites. Ces relations spatiales correspondent à des processus de développement distincts entre les Néandertaliens et les hommes modernes, comme l'atteste l'apparition précoce des caractères néandertaliens au cours de l'ontogénèse, notamment pour les reliefs sus-orbitaires (Tillier, 1986). De telles différences affectant les processus ontogénétiques justifient une séparation taxonomique pour le moins d'ordre subspécifique et soutiennent l'hypothèse phylogénétique écartant les Néandertaliens de la lignée conduisant à l'homme moderne.

Remerciements

Les recherches présentées ici ont été financées par le crédit NIH (DE04531) attribué à W.L. Hylander (Principal investigator) et partiellement soutenues par la Fondation Fyssen, la Fondation pour la Recherche Médicale et le Collège de France (Chaire de Préhistoire et de Paléontologie, Professeur Yves Coppens) pour Pascal Picq.

Bibliographie

- BIEGERT, J., 1963, The Evaluation of the Characteristics of the Skull, Hands and Feet for Primate Taxonomy, in S. WASHBURN and F.C. HOWELL (eds), *Classification and Human Evolution*, London, Methuen.
- BENNINGHOFF, A., 1925, Spaltlinien am Knochen, eine Methode zur Ermittlung der Architektur platter Knochen, *Verh. Anat. Ges.*, 34, pp. 189-206.
- BENNINGHOFF, A. und GORTTLER, K., 1957, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*, Munich.
- BOUVIER, M., 1985, Application of in vivo Bone Strain Measurement Techniques to Problems of Skeletal Adaptation, *Yearb. Phys. Anthropol.*, 28, pp. 237-248.
- BOUVIER, M. and HYLANDER, W.L., 1981, The Relationships between Split-line Orientation and in vivo Bone Strain in Galago (*G. crassicaudatus*) and Macaque (*Macaca mulatta* and *fascicularis*) Mandible, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 56, pp. 147-156.

- BRACE, C.L., 1979, Kaprina "Classic" Neanderthals and the Evolution of the European Face, *J. Hum. Evol.*, 8, pp. 527-550.
- CACHEL, S.M., 1984, Growth and Allometry in Primate Masticatory Mucles, *Arch. Oral Biol.*, 29, pp. 287-293.
- CARTMILL, M., 1974, *Daubentaunia*, *Dactylopsila* woodpeckers and klinorhynch, in R.D. MARTIN, G.A. DOYLE and A.C. WALKER (eds), *Prosimian Biology*, Gerald Duckworth and Co.
- COULY, G., 1975, La statique osseuse de la face, *Rev. Stomatol.*, 76, pp. 607-619.
- COULY, G., 1980, Biomécanique osseuse maxillo-faciale- Généralités, *Encycl. Méd. Chir.*, Paris, 22001 D-15.
- DELATTRE, A. and FÉNART, R., 1956, Remarques sur le prognathisme : sa mesure, *Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris*, 7, pp. 182-200.
- DEMES, B., 1982, The Resistance of Primate Skulls against Mechanical Stresses, *J. Hum. Evol.* 11, pp. 687-691.
- ENDO, B., 1966, Experimental Studies on the Mechanical Significance of the Form of the Human Skeleton, *J. Fac. Sci. Univ. Tokyo*, Sec. VIII (Part 1), pp. 1-106.
- ENLOW, D.H., 1975, *Handbook of Facial Growth*, Philadelphia, Saunders.
- ENLOW, D.H. and AZUMA, M., 1975, Functional Growth Boundaries in the Human and Mammalian Face, in D. BERGSMAN (ed.), *Morphogenesis and Malformation of Face and Brain*, New York, Alan R. Liss.
- ENLOW, D.H., KURODA, T. and LEWIS, A.B., 1971., The Morphological and Morphogenetic Basis for Craniofacial Form and Pattern, *Angle Orthod.*, 41, pp. 161-188.
- ENLOW, D.H. and McNAMARA, J.A., 1973, The Neurocranial Basis for Facial Form and Pattern, *Angle Orthod.*, 43, pp. 256-270.
- ENLOW, D.H. and MOYERS, R.E., 1971, Growth and Architecture of the Face, *J. Am. Dent. Assoc.*, 82, pp. 763-774.
- FÉNART, R., 1978, Signification topogénique du ptérygoïde de l'homme et des primates, *Orthod. Fr.*, 49, pp. 585-591.
- GÖRKE, O., 1904, Beitrag zur funktionellen Gestaltung des Schädel bei den Anthropomorphen und Menschen durch Untersuchung mit Röntgenstrahlen, *Arch. Anthropol.*, 1, pp. 91-108.
- GREAVES, W.S., 1985, The Mammalian Postorbital Bar as a Torsion-resisting Helical Strut, *J. Zool. Lond.*, 207, pp. 125-136.
- HYLANDER, W.L., 1977, The Adaptative Significance of Eskimo Craniofacial Morphology, in A.A. DAHLBERG and T.M. GRABER (eds), *Oro-facial Growth and Development*, La Hague, Mouton.
- HYLANDER, W.L., 1979, An Experimental Analysis of the Temporomandibular Joint Reaction Forces in Macaques, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 51, pp. 433-456.
- HYLANDER, W.L., 1981, Patterns of Stress and Strain in the Macaque Mandible, in D.S. CARLSON (ed.), *Craniofacial Biology (Monograph N° 10. Craniofacial Growth Series)*, Center for Human Growth and Development, Ann Arbor, University of Michigan Press, pp. 1-35.
- HYLANDER, W.L., 1984, Stress and Strain in the Mandibular Symphysis of Primates : a Test of competing Hypothesis, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 64, pp. 1-46.
- HYLANDER, W.L., 1986, In vivo Bone Strain as an Indicator of Relative Masticatory Bite Force in *Macaca fascicularis*, *Arch. Oral Biol.*, 31, pp. 149-157.
- HYLANDER, W.L., PICQ, P. and JOHNSON, K.R., 1987a, A Preliminary Stress Analysis of the Circumorbital Region of *Macaca fascicularis*, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 72, pp. 214.

- HYLANDER, W.L., PICQ, P. and JOHNSON, K.R., 1987b, Mechanical Stress and the Supraorbital Region, Turin, 2nd. Int. Congr. Human Paleont.
- HYLANDER, W.L., PICQ, P. and JOHNSON, K.R., 1991a, Mechanical Stress and the Supraorbital Region of Primates, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 86, pp. 1-36.
- HYLANDER, W.L., PICQ, P. and JOHNSON, K.R., 1991b, Function of the Supraorbital Region of Primates, *Arch. Oral Biol.*, 36, pp. 273-281.
- KAY, R.F., 1981, The Nut-crackers : a New Theory of the Adaptations of the Ramapithecinae, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 55, pp. 141-152.
- LANYON, L.E., 1988, Functional Strain in Bone Tissue as an Objective, and controlling Stimulus for Adaptive Bone remodeling, *J. Biomech.*, 20, pp. 1083-1093.
- LANYON, L.E. and RUBIN, C.T., 1985, Functional Adaptation in Skeletal Structures, in M. HILDEBRAND, D.M. BRAMBLE, K.F. LIEM and D.B. WAKE (eds), *Functional Vertebrate Anatomy*, Cambridge, Harvard Univ. Press.
- McKINNON, J., 1977, A Comparative Ecology of the Asian Apes, *Primates*, 18, pp. 747-772.
- MOSS, M. and YOUNG, R., 1960, A Functional Approach to Craniology, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 18, pp. 281-292.
- OYEN, O.J., 1982, Masticatory Function and Histogenesis of the Middle and Upper Face in Chimpanzees (*Pan troglodytes*), in A.D. DIXON and B.G. SARNAT (eds), *Factors and Mechanisms Influencing Bone Growth*, New York, Alan R. Liss, pp. 559-568.
- OYEN, O.J. and RICE, R.W., 1980, Supraorbital Development in Chimpanzees, Macaques and Baboons, *J. Med. Primatol.*, 9, pp. 161-168.
- OYEN, O.J., RICE, R.W. and CANNON, S.M., 1979, Browridge Structure and Function in Extant Primates and Neanderthals, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 51, pp. 83-96.
- OYEN, O.J., RICE, R.W. and ENLOW, D.H., 1981, Cortical Surface Patterns in Human and Nonhuman Primates, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 54, pp. 415-419.
- OYEN, O.J. and RUSSELL, M.D., 1982, Histogenesis of the Craniofacial Skeleton and Models of Facial Growth, in J.A. McNAMARA Jr, D.S. CARLSON and K.A. RIBBENS (eds), *The Effect of Surgical Intervention on Craniofacial Growth*, Monograph N° 12. Craniofacial Growth Series. Center for Human Growth and Development. Ann Arbor, University of Michigan Press, pp. 361-372.
- OYEN, O.J., WALKER, A.C. and RICE, R.W., 1979, Craniofacial Growth in Olive Baboons (*Papio cynocephalus anubis*) : Browridge Formation, *Growth*, 43, p. 174-187.
- PICQ, P., 1987, Les relations biomécaniques la boîte crânienne et la face au cours de l'évolution humaine, *An. Fond. Fyssen*, 3, pp. 37-49.
- PICQ, P., 1990, L'Evolution de l'Articulation Temporomandibulaire des Hominidés : Biomécanique, Allométrie, Anatomie Comparée et Evolution, *Cah. Paléanthropol.*, 7, Paris, C.N.R.S.
- PICQ, P. and HYLANDER, W.L., 1989, Endo's Stress Analysis of the Primate Skull and the Functional Significance of Browridges, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 79, pp. 393-398.
- PREUSCHOTT, H., DEMES, B., MEYER, M. and BARR, H.F., 1986, The Biomechanical Principles realised in the Upper Jaw of Long-snouted Primates, in J.G. ELSE and P.C. LEE (eds), *Primate Evolution*, Cambridge, Cambridge University Press.
- RADOVIC, J., 1985, Neanderthals and their Contemporaries, in E. DELSON (ed.), *Ancestors : The Hard Evidence*, New York, Alan R. Liss, pp. 310-318.
- RAK, Y., 1986, The Neanderthal Face : a New Look at an Old Face, *J. Hum. Evol.*, 15, pp. 151-164.

- RANGEL, R.D., OYEN, O.J., and RUSSEL, M.D., 1985, Changes in Masticatory Biomechanics and Stress Magnitude that effect Growth and Development of the Facial Skeleton, in A.D. DIXON and B.G. SARNAT (eds), *Normal and Abnormal Bone Growth : Basic and Clinical Research*, New York, Alan R. Liss, pp. 281-293.
- RAVOSA, M.J., 1988, Browridge Development of Cercopithecidae : A Test of two Models, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 76, pp. 535-555.
- RAVOSA, M.J., 1991, Ontogenetic Perspective on Mechanical and non Mechanical Models of Primate Circumorbital Morphology, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 85, pp. 95-112.
- RUBIN, C.T., McLEOD, K.J. and BRAIN, S.D., 1991, Functional Strains and Cortical Bone Adaptation : Epigenetic Assurance of Skeletal Integrity, *J. Biomech.*, 23, pp. 43-54.
- RUSSELL, M.D., 1982, Tooth Eruption and Browridge Formation, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 58, pp. 59-65.
- RUSSELL, M.D., 1985, The Supraorbital Torus : "A most Remarkable Peculiarity", *Curr. Anthropol.*, 26, pp. 337-360.
- RUSSELL, M.D., 1986a, Commentaire sur l'article de B. Shea : On Skull Form and the Supraorbital Torus in Primates, *Curr. Anthropol.*, 27, pp. 257-260.
- RUSSELL, M.D., 1986b, In-vivo Testing and Refinement of the Frame Model of the Craniofacial Region, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 69, pp. 259.
- SHEA, B.T., 1985, On Aspects of Skull Form in African Apes and Orangutans with Implications for Hominid Evolution, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 68, pp. 329-342.
- SHEA, B.T., 1986, Skull Form and the Supraorbital Torus in Primates, *Cur. Anthropol.*, 27, pp. 257-260.
- SMITH, F.H., 1983, A Behavioral Interpretation of Changes in Craniofacial Morphology accross the archaic/modern *Homo sapiens* Transition, in E. TRINKAUS (ed.), *The Mousterian Legacy*, Oxford, British Archaeological Reports S164.
- SMITH, F.H., 1984, Fossil Hominids from the Upper Pleistocene of Central Europe and the Origin of Modern Europeans, in F.H. SMITH and F. SPENCER (eds.), *The Origins of Modern Humans : A World Survey of the Fossil Evidence*, New York, Alan R Liss, pp. 137-209.
- SMITH, F.H., 1985, Commentaire sur l'article de M Russell : The Supraorbital torus : "A most Remarkable Peculiarity", *Curr. Anthropol.*, 27, pp. 354-355.
- SMITH, F.H. and PAQUETTE, S.P., 1989, The Adaptative Basis of Neandertal Facial Form, with some Thoughts on the Nature of Modern Human Origins, in E TRINKAUS (ed.), *The Emergence of Modern Human*, Cambridge, Cambridge University Press.
- SMITH, F.H. and RAYNARD, G.C., 1980, Evolution of the Supraorbital Region in Upper Pleistocene Fossil Hominids from South-Central Europe, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 53, pp. 589-610.
- SMITH, F.H., SIMEK, J. and HARRILL, M.S, 1989, Geographic Variation in Supraorbital torus Reduction during the European later Pleistocene, in P Mellars and CB Stringer (eds.), *The Origin and Disperal of Modern Humans : Behaviourial and Biological Perspectives*, Edimburgh, University of Edimburg Press.
- TAPPEN, N., 1953, A Functionaml Analysis of the Human Skeleton with Split-line Technique, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 11, p. 503-532.
- TAPPEN, N., 1954, A Comparative Functional Analysis of Primate Skull by the Split-line Technique, *Hum. Biol.*, 26, pp. 210-238.
- TAPPEN, N., 1957, A Comparison of Split-line Patterns in the Skull of Juvenile and an Adult Male Gorilla, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 15, pp. 49-57.
- TAPPEN, N., 1964, An Examination of Alternative Explanations of Split-line Orientation in Compact Bone, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 22, pp. 423-442.

Paleontological Perspectives on Neandertal Behavior

Approche paléontologique du comportement des Néandertaliens

Erik Trinkaus *

Abstract

The study of the Neandertals has been increasingly dominated by a reluctance to admit that human ancestors might have been behaviorally different from ourselves. This has produced versions of the "Pre-Sapiens" approach, most denying modern human ancestry to anatomically archaic humans but others granting fully modern human behavioral patterns to all archaic human ancestors. To counter this non-evolutionary approach, it is suggested that there exist a sufficient number of uniformitarian patterns which enable us to interpret the functional morphology, development and degeneration of extinct human samples and to make reliable inferences regarding shifts in the distributions of past human behavioral patterns.

Résumé

L'étude des Néandertaliens a été de plus en plus souvent marquée par des difficultés à admettre que les ancêtres de l'homme aient pu avoir un comportement différent du nôtre. Cette manière de penser a engendré diverses versions de la théorie des "Pré-sapiens", dont la plupart ne voient pas les humains anatomiquement archaïques comme les ancêtres de l'homme moderne, tandis que d'autres attribuent un comportement pleinement moderne à tous les hommes archaïques. Pour parer à cette approche non évolutionniste, il est suggéré qu'il y a un nombre suffisant de modèles uniformisants qui nous permettent d'interpréter la morphologie fonctionnelle, le développement et la dégénérescence des échantillons humains éteints et de faire des déductions fiables à propos des changements dans la distribution des modèles du comportement des hommes du passé.

Key words : Neandertals, behavior, biomechanic, respiratory physiology, thermal regulation, dental attrition, pathological alterations.

Mots clés : Néandertaliens, comportement, biomécanique, physiologie respiratoire, régulation thermique, usure dentaire, modifications pathologiques.

Introduction

It has been almost a century and a half since the recognition of a Quaternary human existence (Grayson, 1983; Cohen and Hublin, 1989) and slightly more than a century since the

acceptance of the association of archaic hominids (Neandertals) with Quaternary geological deposits and extinct fauna (Leguebe, 1986). Throughout this time period, different behavioral

* Erik Trinkaus, Department of Anthropology, University of New Mexico, Albuquerque, NM 87131, USA and UA 376 du C.N.R.S., Laboratoire d'Anthropologie, Université de Bordeaux I, 33405 Talence, France

models and phylogenetic schemes concerning the Neandertals have had periods of fashion. Out of this has emerged an intellectual legacy concerning what we are willing to accept for behavioral (and phylogenetic) schemes for these archaic hominids. At the same time, there have been attempts to identify uniformitarian principles which can be applied to the fossil record and recently to apply these principles to paleontological samples in the context of the intellectual paradigm of the evolutionary synthesis¹.

These trends have produced two partly conflicting movements; the first is based largely on the momentum of intellectual trends within paleoanthropology, and the second is influenced more the by emerging understanding of evolutionary biology and general anthropology (including biological anthropology, prehistory and ethnology). From these approaches to the behavioral interpretation of archaic human groups, conflicting views have arisen which are dichotomized along two axes.

The first axis concerns the degree to which we can make behavioral interpretations from human fossil remains. There are those who attempt to make reasonable interpretations (or hypotheses) concerning the changes in average patterns of hominid behavior through time and space, despite the limitations of the fossil record.

These are opposed by those who maintain that the paleontologically documented morphology is too distant from the actual past behaviors of archaic hominids to allow behavioral interpretations. They also maintain that fossil samples are and will remain inadequate to permit such interpretations on a populational basis.

The second axis concerns the degree to which Pleistocene hominid behavior differed from that of extant humans. There are those who maintain that the consistent presence of non-modern (or archaic) human morphology indicates that those fossil hominids must have had patterns of behavior that were significantly different from those of ethnographically and ethnohistorically documented recent humans. Others feel that it is unjustifiable to argue that archaic prehistoric humans differed behaviorally from modern humans in more than levels of overall strength and exertion. The latter would maintain that the process of hominization ("progress" towards us) consisted primarily of humans becoming more mechanically and energetically efficient, through the development of more effective technologies, and as a result, gradually losing their previous musculo-skeletal massiveness. The former would permit the existence of changes in basic patterns and frequencies of human behavior, in addition to changes in efficiency, during the course of human evolution.

1. "Uniformitarianism", and the resultant "uniformitarian principles," assume that processes which are identifiable in the natural world of the present are the same processes which were responsible for the formation of patterns and events in the past. This follows the original meaning of Lyell (1830). In the interpretation of human paleontological remains, the identification of the appropriate principles and associated processes is theoretically straight-forward, if frequently practically complex. We have sufficiently abundant extant humans, non-human primates, and other mammals and vertebrates to allow us to establish the biological baselines for interpreting hard tissue variation. In Paleolithic archaeology, it is seldom as straight-forward, even theoretically, since modern humans are the only extant culture-bearing primates. If we could establish that Middle Paleolithic or earlier hominids were fully culture-bearing, then we could theoretically apply uniformitarian principles derived from ethnographically-derived cultural universals among modern humans. However, it has not yet been adequately documented that all members of the genus *Homo* were indeed fully culture-bearing, which therefore limits our ability to use the ethnographic present for the direct interpretation of all of the Paleolithic past.

2. "Late archaic humans" includes the Neandertals of the northwestern Old World (mostly Europe extending into central Asia, with some closely related but significantly different hominids present in the Near East [see Trinkaus, n.d.a.]) plus hominids of a similar grade but of different geographical clades in Africa, eastern Asia and Australasia. These hominids date generally from the later Middle Pleistocene until some time in the Upper Pleistocene, and are those which have been referred to as "Neandertal-like", "Neandertaloids", "archaic *Homo sapiens*" and "*Homo neanderthalensis*". Late archaic humans is here chosen as a non-regional, non-taxonomically formal term to describe these hominids which are generally similar in most aspects of their morphology, differing only in overall bodily proportions and aspects of facial and cranial base morphology.

In the context of these dichotomies, it has become necessary to resolve these basic issues before we are to proceed further in the analysis of the evolution of late archaic humans² and the emergence of modern humans. Paleontologically-documented evolution consists of geographical and temporal sequences of related biological forms, which underwent adaptive changes and adjustments to their environments (including culture in the case of hominids). Unless we can agree on how to approach the reconstruction of trajectories of past human behavior from the available evidence, we will never get past the philatelic curation of paleontological remains of past hominids.

A phylogenetic Digression

Most of the attention in later Pleistocene paleoanthropology has been focused on the controversies concerning the phylogenetic origins of modern humans and the phylogenetic fates of the late archaic humans such as the Neandertals (e.g., Trinkaus, 1982; Stringer and Andrews, 1988; Smith *et al.*, 1989; Stringer, 1990; Smith and Trinkaus, 1991; papers in Smith and Spencer, 1984; Mellars and Stringer, 1989; Trinkaus, 1989a; Vandermeersch, 1989; Akazawa, n.d.). Despite the recent controversy, human paleontologists in fact agree on much of the sequence of human forms associated with the emergence of modern humans. They disagree primarily in the degree to which they see continuity from, as opposed to replacement of, regional groups of late archaic humans. Yet, from recent discussions, there appears to be little apparent hope of resolving many of the paleontological and genetic arguments concerning the details of regional sequences.

It is nonetheless recognized that reasonable reconstructions of changes in past human behavioral patterns must be connected to appropriate phylogenetic schemes, or at least based on well founded geographical and temporal sequences of prehistoric humans. Yet, it appears appropriate to proceed with behavioral questions. Otherwise, the field is likely to stagnate in

the already interminable phylogenetic arguments. This must be done, of course, bearing in mind that such behavioral interpretations may have to be modified in light of changing knowledge of past human phylogeny. Yet, since all such behavioral interpretations are little more than hypotheses, to be tested, modified and reformulated (such *is* the nature of science), these phylogenetic concerns bear only indirectly on the basic issues outlined above.

An Historical Background to Neandertal Behavior

Since current differences in behavioral interpretations of the Neandertals and the potential to make them from the fossil record are based in paleoanthropological traditions, it is appropriate to review the past century and a half of the study of the Neandertals. The more technical aspects of this history have been discussed by Trinkaus (1982) and Spencer (1984). However, those reviews have dealt little with changing perceptions of Neandertal behavioral reconstruction.

The first phase of the study of the Neandertals extends from the discovery of the Engis immature cranium in 1829 up to the eighth decade of the last century. This period was dominated, in both prehistory and human paleontology, by the establishment of a human antiquity and the recognition that there existed more archaic, both behaviorally and biologically, humans than were known in the modern world (Grayson, 1983; Cohen and Hublin, 1989). The discussion was intimately related to the controversy over the acceptance of evolution and its applicability to humanity. It was, in particular, during this period that the discoveries at the Neandertal (Schaafhausen, 1858), Forbes' Quarry (Gibraltar) (Falconer, 1864 : see Keith, 1911), and La Naulette (Dupont, 1866) were actively debated, with a few anatomists aligning themselves strongly on one side or the other of the issue of whether these fossils represented valid prehistoric and archaic humans. Many scientists simply reserved judgment given the absence of geological dating for the first two fossils

and the incomplete nature of the third. For those who ventured a behavioral interpretation of these prehistoric humans, the inferences were based on phrenology, with the large brows, low neurocrania and robust constitution implying semi-human moral and cognitive characteristics. In fact, it was on the basis of such a phrenologically-inferred inferior moral stature that King (1864) proposed that the Neandertal individual belonged to a separate species, *Homo neanderthalensis*.

The following period, from the 1870s to approximately 1910, appears enlightened by comparison. During the late 1870s and early 1880s, a number of anthropologists (since such formally existed by then, largely through the Ecole d'Anthropologie de Paris of Broca and other national associations (Fletcher, 1882) came to accept the former existence of an archaic

"race" of humans, usually including a strange mix of truly archaic forms, such as Neandertal, Forbes' Quarry and La Nauvette, plus various robust, platycranial, recent human skulls of uncertain geological age. In fact, when Fraipont and Lohest (1887) described the Spy Neandertals and their Quaternary geological context, they were uncertain whether to assign them to a "Neandertal race" or to a "Canstadt race".

In this context, following on the general human social evolutionary models which were widespread in human intellectual circles of the late nineteenth century, and most clearly outlined by Tylor (1871) and Morgan (1877) (see Harris, 1968), anthropologists saw no difficulty in assigning "primitive" human biobehavioral characteristics to these archaic human remains (fig. 1). It was not surprising, therefore, that Collignon (1880) would infer that his Neolithic

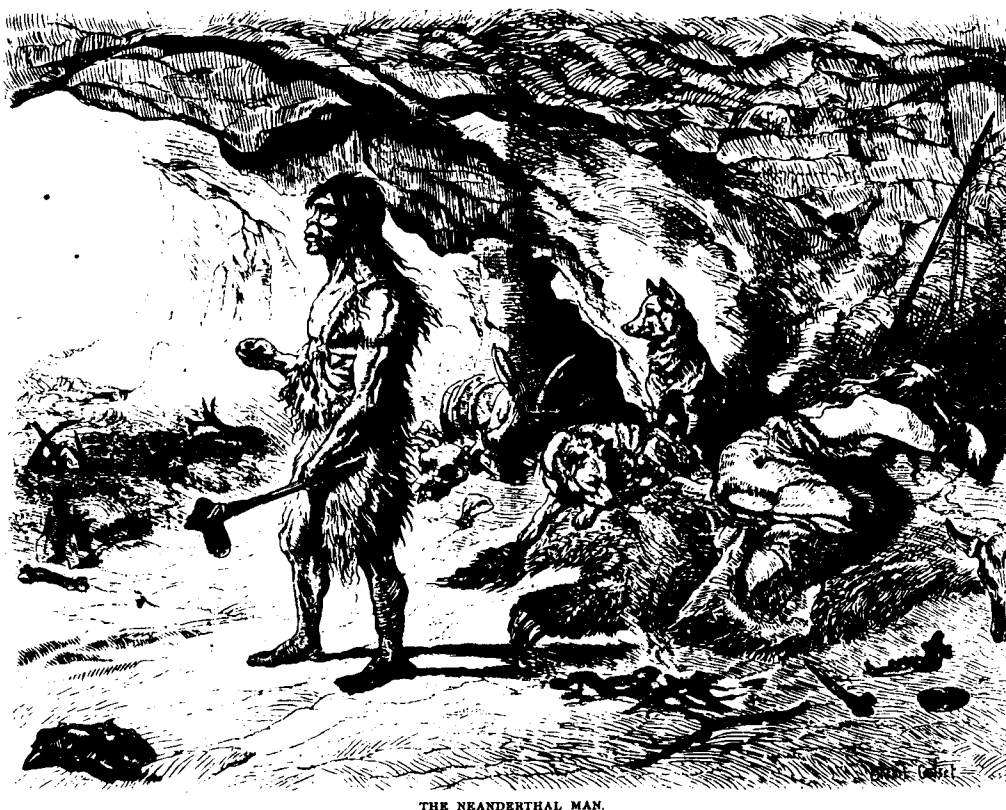


Fig. 1 1873 artist's reconstruction of a Neandertal couple in their rockshelter (Anon., 1873, p. 617). Note the combination of large face and brows with otherwise Mesolithic/Neolithic features such as domesticated dogs and polished stone axes.

sample had habitually bent knees based on their marked tibial retroversion, and it was even less problematic for Fraipont (1888) to infer a similar bent knee gait and posture for the Spy Neandertals based on a similar anatomical feature. Morphologically more archaic humans, and especially those in the remote past, were simply behaviorally more archaic (fig. 2). They were in effect extending the period of "Savagery" of Morgan (1877) further into the past. At the same time, they saw little problem with integrating such biobehaviorally archaic human forms into the remote periods of human ancestry. After all "progress", with all of its potential to improve human existence (see Radovic, 1988; Cohen and Hublin, 1989), made it possible for all humans to become civilized and European!

The only arguments against these behavioral schemes in the late nineteenth century came from a few anthropologists, who argued that these various early human groups were not so different from ourselves in their basic biobehavioral patterns. For example, Manouvrier (1893) so argued with respect to tibial retroversion, thereby narrowing the degree of change between archaic humans and ourselves but other-wise altering little in the overall unilineal scheme.

At the end of the first decade of the twentieth century in France and England reactions developed to this integration of biologically and behaviorally archaic humans into human ancestry (see Hammond, 1982 for France; Spencer, 1990 for England). Primarily through the work of Arthur Keith in England and Marcellin Boule in France, a school of thought emerged that has become known as *Pre-Sapiens*. These scientists, in their own separate fashions, argued that something as special as modern humanity must have a great ancestry, documentable through a long sequence of fossils essentially indistinguishable from ourselves. They never denied that we evolved from more archaic forms of humans, only that such forms must have been very remote in the past.



Fig. 2 Sketch reconstruction of one of the Spy Neandertals by Maximin Lohest about 1886 (Leguebe, 1986, p. 21).

In other words, they maintained that anything less human than ourselves could not have been a recent human ancestor. The Neandertals, being late Quaternary in age, were simply too archaic and too recent to fall within our acceptable ancestry. Boule (1911-13, 1921) maintained the functional anatomical and hence behavioral interpretations of Neandertal morphology already current, if occasionally contested (see Trinkaus, 1985), elaborating upon them with the more complete fossil material recently discovered at La Chapelle-aux-Saints and La Ferrassie, plus the Neandertal and Spy fossils. He used the anatomical contrasts between the Neandertals and early modern humans, rein-

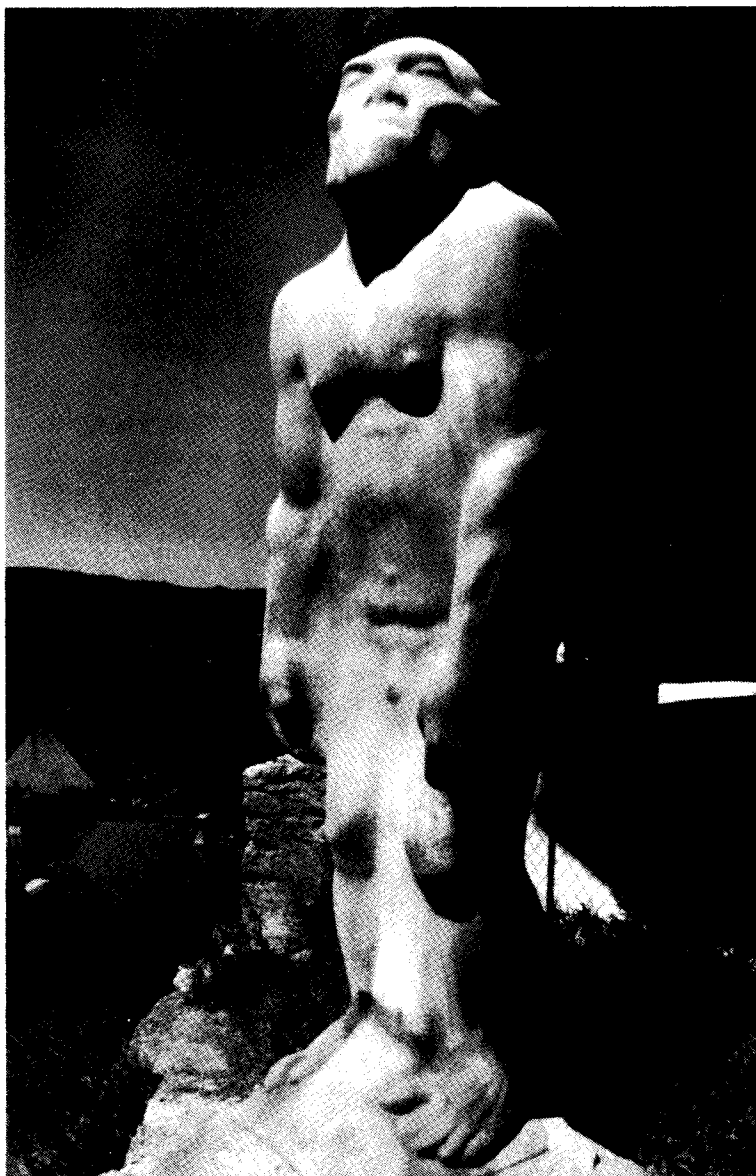


Fig. 3 Statue of a Neandertal made in 1931 by P. Dardé, currently in front of the the "Musée National de Préhistoire", les Eyzies-de-Tayac. It represents the postural reconstruction detailed by Boule (1911-1913), with the habitually bent knees and divergent hallux.

forced by behavioral inferences, to exclude them from modern human ancestry. Keith (1912, 1915) accepted a rogue's gallery of dubious "early modern humans" of supposed Quaternary age (many considered of dubious antiquity at the time; e.g., Moulin Quignon) and built his ancestry for modern humans upon them, integrating Piltown when it became available.

This school of thought, best referred to as the "Anatomical Pre-Sapiens" school, became

dominant during the first half of the twentieth century, with most European and North American anthropologists subscribing to some version of its phylogenetic tenets. There were a few challenges, such as those of Hrdlicka (1927, 1930). He tried to update the unilineal schemes of the late nineteenth century using more complete fossil material and a more explicit role for changing human behavior and environment in the observed morphological alterations, but he convinced few of his contemporaries. Basically,

the behavioral interpretations of the Neandertals remained an updated version of the archaic, semi-human creature that had begun in the late nineteenth century, being modified in detail but remaining the same in its core aspects as more complete fossil material became available and it was possible to integrate material from a rapidly expanding Paleolithic archaeological record (fig. 3). The main contribution of Boule and Keith and their contemporaries in human paleontology was to champion the idea of phylogenetic replacement. The behavioral aspects were secondary and, in many ways, self-evident to anyone with the "correct" perspective.

This view started to change on the eve of World War II, with Kleinschmidt (1938) and Coon (1939) questioning some aspects of Boule's well established (if incorrect) postural reconstruction of the Neandertals. The strict "Pre-Sapiens" phylogenetic school started to evolve into a *Pre-Neandertal* school. In this, some recently discovered archaic fossils pre-dating the "classic" Neandertals, such as the Swanscombe and Saccopastore remains, were seen as reasonable ancestors for modern Europeans even if the early last glacial "classic" Neandertals remained phylogenetically separate. In the post-war period and through the 1950s, there was an increasing acceptance of a "Pre-Neandertal" phylogenetic scheme (e.g., Howell, 1951; Sergi, 1953; Breiting, 1957), despite the efforts of Vallois (1958) to revive the old "Pre-Sapiens" argument. This was associated with the acceptance of *Homo erectus* into human ancestry, through the work of Weidenreich (1936, 1937, 1941, 1943) and v. Koenigswald (1940), and the gradual admission that *Australopithecus* might be a hominid (LeGros Clark, 1947, 1967).

As a result of these changes in the perception of human phylogeny, the Neandertals became close relatives, if not direct ancestors, of modern humans (fig. 4). This prompted reconsiderations of Boule's semi-human postural reconstruction of the Neandertals and clear demonstrations that the Neandertals fell well within modern human ranges of variation with respect to posturally significant aspects of their mor-

phology (Arambourg, 1955; Patte, 1955; Schultz, 1955; Toerien, 1957; Straus and Cave, 1957). Consequently, the Neandertals came to be considered as behaviorally essentially indistinguishable from modern humans (see esp. Straus and Cave, 1957). They were even placed in *Homo sapiens* (Dobzhansky, 1944; Mayr, 1951), following the tradition established by King (1864) of using general theoretical considerations rather than paleontological analyses to determine their specific status.



Fig. 4 1939 reconstruction of a Neandertal by Carleton S. Coon (Coon, 1939, p. 24). The drawing was made to emphasize the role of clothing in influencing racial attributions, as well as to demonstrate the general similarities of the Neandertals and modern Europeans.

This change of behavioral perspective of the Neandertals emerged through the 1960s into what is best referred to as the "Behavioral Pre-Sapiens" school. Whereas Boule, Keith and others in the early twentieth century refused to have a being that was anatomically less human than ourselves as a close relative, most

paleoanthropologists in the 1950s and subsequently were uncomfortable with a close relative that was behaviorally less human than ourselves³.

This trend started with the correction of the functional morphological errors of Boule and his predecessors. It continued with attempts to explain away aspects of Neandertal morphology, such as their large noses and short distal limb segments as due to cold adaptations or their large anterior teeth as due to less elaborated tool kits (e.g., Howell, 1951; Coon, 1962; Brace, 1962; Badoux, 1965; Brose and Wolpoff, 1971). However, what began with the establishment that they had the same basic kinesiology and cognitive capabilities as ourselves, quickly evolved into maintaining that they were simply robust versions of ourselves. Then, for some anthropologists (e.g., Brace, 1962; Brose and Wolpoff, 1971), they only had to wait for biological evolution to catch up with their already modern behavioral patterns and turn them into modern humans. After all, they were the first flower people (Solecki, 1971)!

The net result was to minimize the possible behavioral significance of morphological contrasts, even while admitting that such contrasts existed. Few of the above mentioned functional analyses actually compared Neandertal morphology in depth to that of modern humans; most were content merely to generalize from existing descriptions and hypothesize in general as to why the Neandertals were behaviorally, if not always phylogenetically, so close to ourselves. Consequently, human evolution had become similar to a Russian comedy, in which, at the end, everyone dies happy (or at least just like us)!

The proximate problem with this "Behavioral Pre-Sapiens" approach is that it denies the abundant evidence from functional morphology, dental attrition and paleopathology, much of it present in the literature by the late 1960s and 1970s, that significant changes in human behavior had taken place between late archaic and early modern humans.

The more ultimate difficulty raised by a "Behavioral Pre-Sapiens" approach is that, in its logical extreme (e.g., Wolpoff, 1971; Mann, 1972; Isaac, 1978), it denies the possibility of any meaningful human biological evolution during much of human evolutionary history. It implies that little that was adaptively important in the hominid biobehavioral system could have changed during much of the existence of the genus *Homo*, if not for all of the Hominidae. Consequently, since any significant behavioral changes are denied, any differential reproduction as a result of adaptively meaningful behavioral contrasts becomes impossible. This leaves us with a stochastic process in which similar directional trends in morphology over many tens of millennia in different regions of the Old World are explainable only through genetic drift, possibly in the context of relaxed selection, combined with developmental plasticity in the overall level of musculo-skeletal massiveness.

Although genetic drift and developmental plasticity might explain some regional patterns in morphology and some changes in robusticity, it is difficult to account for the multitude of hominid morphological changes throughout the later Pleistocene simply in terms of developmental and stochastic processes. Therefore, in effect, to deny that there were significant behavioral

3. Vandermeersch (1981b) has used the term "Pre-Sapiens" in what is best referred to as a "Phylogenetic Pre-Sapiens" approach. In this, he used the term "Pre-Sapiens" to refer to those late archaic humans whom he considered to have been directly ancestral to modern humans, distinct from the Neandertals and their late Middle Pleistocene ancestors. His usage, although unfortunate given the historical connotations of the term "Pre-Sapiens", does not appear to carry the morphological or behavioral implications of the "Anatomical Pre-Sapiens" or "Behavioral Pre-Sapiens" schools. In fact, his construct is a purely phylogenetic one similar to those proposed by a number of authors recently (e.g., Stringer and Andrews, 1988; Hublin, 1990; Bräuer and Rimbach, 1990; Smith and Trinkaus, 1991) which see most modern humans arising from non-Neandertal late archaic humans with varying degrees of admixture with the Neandertals, depending upon the author involved, all of which can be viewed as more globally oriented versions of the basic tenets of the former eurocentric "Pre-Neandertal" models of modern human origins.

changes through later Pleistocene human evolution is to deny that the observable morphological changes have any evolutionary significance. The paleontology of the genus *Homo* becomes, as a consequence, only the cataloging of fossils and arguments over their phylogeny. Any investigation of evolutionary processes and significance becomes *a priori* impossible.

The behavioral perspective presented by the "Behavioral Pre-Sapiens" approach became complicated during the 1970s and 1980s as a result of two trends. Each arose from attempts to go beyond the restricting effects of generalizations, such as are provided by the "Behavioral Pre-Sapiens" approach, and to investigate on a system-by-system basis the probable behavioral similarities and differences between Neandertals and modern humans.

The first trend was a series of attempts to analyze the morphological similarities and differences between the Neandertals and ourselves and to give functional meaning to them (e.g., Musgrave, 1971; Lieberman and Crelin, 1971; Trinkaus, 1975a, b, 1976, 1977, 1978a, b, 1981, 1983a, b, c, 1984a, b, 1986, 1987; Lovejoy and Trinkaus, 1980; Stoner, 1981; Smith, 1983; Rak, 1986; Trinkaus and Churchill, 1988; Smith and Paquette, 1989; Ruff and Trinkaus, 1989a, b; Churchill and Trinkaus, 1990). Some of these functional interpretations have been rejected or retracted (e.g., Lieberman and Crelin, 1971 versus Arensburg *et al.*, 1990; Trinkaus, 1977 versus Churchill and Trinkaus, 1990; Trinkaus, 1984a versus Trinkaus and Tompkins, 1990), others modified (e.g., Musgrave, 1971 versus Stoner and Trinkaus, 1981) and others remain debated (e.g., Smith, 1983; Rak, 1986; Trinkaus, 1987; Smith and Paquette, 1989). Yet, all of them have led to interesting hypotheses and further research into Neandertal functional morphology. These have been supplemented by dental attrition and paleopathological analyses (e.g., Ryan, 1980; Ogilvie *et al.*, 1989; Brennan, 1991; Trinkaus, n.d.b.). Most importantly, these studies have documented beyond a doubt that while there are numerous functional similarities between Neandertals and modern humans, there

are also clear differences, ones that go beyond simple contrasts in musculo-skeletal massiveness (see Trinkaus *et al.*, n.d.).

The second trend has been an increasing integration of Paleolithic archaeology with human paleontology. There had always been some communication between these two related fields (more than similar concerns with chronology), but little of it had taken the form of explicit attempts at correlations between the behavioral inferences derived from the two prehistoric records, one archaeological and the other paleontological. This trend started as attempts to use the Middle Paleolithic archaeological record to explain human biological changes (e.g., Brace, 1962; Brose and Wolpoff, 1971), and has led to efforts to integrate the inferences from both human fossils and the associated Paleolithic archaeological record as they related to specific behavioral complexes (e.g., Trinkaus, 1986, 1989b). In these, a general correlation had been assumed between the Neandertals and the Middle Paleolithic and between early modern humans and the Upper Paleolithic (appropriately qualified to some extent [e.g., Trinkaus, 1986, 1989b]).

Yet, it is now known that Middle Paleolithic technology emerged in Europe before the appearance of "classic" Neandertals (Tuffreau and Sommé, 1988; Rigaud, 1989), that late western European Neandertals were associated with early Upper Paleolithic assemblages (Lévêque and Vandermeersch, 1980), and that central European and Near Eastern early modern humans were associated with Middle Paleolithic assemblages (Vandermeersch, 1981a; Trinkaus, 1984b; Smith and Trinkaus, 1991). These realizations place restrictions on using behavioral inferences from the Middle Paleolithic archaeological record as a basis for understanding Neandertal morphology. Yet, they have also been used to question the validity of any behavioral contrasts between Neandertals and modern humans (Tillier, 1989; Wolpoff *et al.*, 1991).

Even though these reservations are legitimate and raise important interpretive issues, they also hark back to the ongoing "Behavioral

Pre-Sapiens" perspective : can we legitimately propose that the Neandertals (or any other late archaic humans) were behaviorally different from ourselves? As a consequence, and by extension, the foundations of those paleontologically-based behavioral inferences have been questioned. Yet, these extreme reservations appear more as general, *a priori* dismissals of any functional analysis of paleontological remains, rather than as serious critiques of clearly proposed and substantiated interpretations. They raise, once again, the two issues presented above : 1) can we make reasonable inferences concerning changes in past human behavioral patterns based on functional interpretations of human paleontological remains, and 2) it is appropriate to assume that there may have been significant differences in the habitual behaviors of past human groups?

Bones and Behavior

The interpretation of behavior from paleontological morphology is based on the application of uniformitarian principles from modern humans and other mammals to the fossil record. These include bone biomechanics, respiratory physiology and thermal regulation, dental attrition, and pathological alterations. Before each is examined, a few principles need to be reviewed.

First, it is not possible to state the actual, or absolute, behavioral patterns of prehistoric human groups from their fossil remains or their discarded material remains (the archaeological record). We do not have Paleolithic Pompeiis, and only in extremely rare cases can we even determine such factors as probable cause of death. What we can assess with reasonable reliability is the degree of behavioral difference between a paleontological sample and either another paleontological sample or modern human samples. Ideally, we would like to have modern human reference samples of known behavioral patterns, against which we can compare both late archaic (Neandertal) and early modern human samples. In any case, what is assessed is the *amount of difference in behavior* between the two groups with respect to the feature investigated.

Secondly, it is unlikely that the ranges of potential behavior between any two human groups, or the basic capabilities of the average individuals in the groups, were significantly different. However, the *frequencies* with which different behaviors were performed can be quite pronounced. To take an extreme example, chimpanzees and modern humans have essentially the same ranges of locomotor behavior, from full bipedalism to brachiation, but no one would argue that the habitual locomotor behaviors of these two closely related species are the same. This is important, since small changes in the frequencies of specific behaviors can have significant effects on bone mass and shape (Matsumura and Okada, 1987; Lanyon, 1990) and on the rates of wear, malformation or degeneration of biological structures (Radin, 1972; Serink *et al.*, 1977; Goodman *et al.*, n.d.). Therefore, any behavioral inferences from morphological differences will most likely represent differences in *habitual behavior* patterns, ones which nonetheless might be pronounced.

Third, since it is differences in the *frequencies* of behaviors which are of interest, all analysis must consist of probabilistic, or statistical, comparisons of relevant factors between samples. Given the close relationship between Neandertals and modern humans, whatever their phylogenetic relationships, it is likely that the ranges of variation in most features of interest will overlap. However, there may exist highly significant differences between the samples, and it is that probabilistic degree of difference which is of interest, not whether there is an overlap in their ranges of variation.

Such statistical analyses ideally require, of course, adequately large samples of both fossil hominids and recent humans. It is unlikely that we will ever have fossil samples of sufficiently large size and completeness for temporally and geographically restricted groups of hominids. However, statistical techniques exist which permit the probabilistic evaluation of the differences between small samples or the comparison of individual data points to larger reference samples. Furthermore, all samples should be

defined based on the problem involved, and all consequent results (as in all statistical or paleontological analyses) are, by their very nature, dependent upon the sample composition employed, modifiable as new data become available, and providing only relative assessments of the available morphological patterns.

Fourth, the degree to which morphological differences are due to genetic effects of little behavioral significance, such as pleiotropy and phylogenetic baggage, should be assessed. It is difficult to assess skeletal pleiotropy in living populations and much more so in fossil samples. The only probable case currently known involves hallucial and pollical interphalangeal proportions, in which the hallucial pattern is likely to be secondary to the pollical one (Trinkaus, 1984c). Other possible pleiotropic effects must remain unknown or, such as this one, merely postulated. However, since possible intercorrelations between traits can be tested and accounted for in analyses, introduced biases from pleiotropy are likely to be minimal. Phylogenetic baggage, or the persistence of traits that have little behavioral implication for groups like the Neandertals, are more relevant. They are also more amenable to consideration. First, the growing Middle and Lower Pleistocene *Homo* fossil record is allowing us to assess the nature of the morphological changes that led up to the Neandertals and thereby identify possible plesiomorphies (e.g., Trinkaus, 1988). Second, many of the features involved are developmentally and degeneratively plastic (see below), and hence unlikely to be maintained in their condition without similar behavioral patterns. Third, many of the features are energetically costly (e.g., massive musculo-skeletal features), and hence selectively disadvantageous unless maintained by stabilizing selection; they will therefore reflect current selective pressures and not be merely phylogenetic baggage from earlier hominids. And fourth, those features which are perceived as being selectively neutral and of little behavioral significance are not likely to be those used for the functional morphological analysis of fossil hominid samples.

There have been attempts to use the developmental morphology of the Neandertals to assess the genetic (or phylogenetic) significance of traits (e.g., Tillier, 1984, 1988; Tompkins and Trinkaus, 1987; Minugh-Purvis, 1988). However, few fossils which are sufficiently complete for functional analysis exist for individuals before the age of about 3 years. Yet, it is during those first few postnatal years that most selection is takes place, and the skeleton is most responsive to stress and activity patterns at that time. Therefore, the presence of functionally relevant contrasts between Neandertal children and those of modern humans does not necessarily mean that they are highly genetically determined or of little relevance to behavioral inferences about the Neandertals; in fact, their presence can only reinforce interpretations based on the larger and more complete samples of adult remains.

Ideally, comparisons should employ those features which are known to be produced by developmental and degenerative processes that affect all individuals. However, given the probable roles of directional and stabilizing selection on Pleistocene hominid morphology, most features which can be reasonably related to functional aspects of the organism should be amenable to such behavioral analyses.

Therefore, the behavioral interpretation of Neandertal remains involves the *comparative analysis of statistical distributions* of morphological features, as related to *habitual patterns* of behavior during the life cycles of the *populations* involved. It should therefore be possible to ascertain the patterns of behavioral change between phases of hominid evolution and thereby investigate the evolution of the Hominidae rather than just a sequence of morphological forms.

1. Bone Biomechanics

The functional interpretation of bone as a structural system assumes that bone, unless nutritionally or epidemiologically compromised, will provide the necessary mechanical structures to perform habitual activities and to resist habitual mechanical forces placed upon it. The

former include primarily the osteological portions of articulations, especially diarthrodial ones, as well as structures for muscle and connective tissue attachment. The latter includes protective structures, such as the internal neurocranium, the orbits and (to a lesser extent) the thoracic cage. However, it consists mostly of structures, such as much of the facial skeleton, the external neurocranium, the vertebrae and rib cage and appendicular skeleton, which provide levers and mechanical structures for the generation of bodily movement and mechanical resistance of habitual forces placed upon it by muscle contraction and body momentum.

The basic form of the skeleton is developmentally determined by the individual's genotype (Ascenzi and Bell, 1972; Lanyon, 1990). However, abundant and ongoing research has documented the marked potential for plasticity of the vertebrate (including human) skeleton (e.g., Arkin and Katz, 1956; Riesenfeld, 1966; Houston and Zaleski, 1967; Tschantz and Rutishauser, 1967; Liskova and Hert, 1971; Doyle, 1977; Goodship *et al.*, 1979; Katz, 1980; Lanyon, 1980, 1982, 1990; Lanyon *et al.*, 1982; Matsumura and Okada, 1987). Most of the research has emphasized the nature, degree, and causes of changes in diaphyseal dimensions and morphology in response to altered mechanical environments. Other studies have documented the degree to which muscular attachments can affect osteological morphology, whereas others have documented differential metaphyseal deposition in response to altered articular forces and the resultant changes in epiphyseal orientation.

This research combines with the abundant literature on human squatting morphology (see Trinkaus, 1975b and references therein) and cranial deformation (Anton, 1989 and references therein) to illustrate the degree to which human diaphyseal, articular and craniofacial morphology can be altered by modest changes in habitual behavioral patterns. In addition, two cases of Neandertal post-traumatic remodeling (Schwalbe, 1901; Trinkaus, 1983a; Trinkaus *et al.*, 1990) plus levels of upper limb bilateral

asymmetry (Trinkaus *et al.*, 1990) document the degree to which the observed morphology of these Pleistocene hominids, as with modern mammals, is largely determined by levels and patterns of habitual biomechanical force through the skeleton. The genetically determined growth trajectories are thus modified through development, with continued alteration in adulthood.

Consequently, it is possible to employ a few basic principles in the interpretation of paleontological osteological morphology. First, the quantity and distribution of cortical bone in diaphyses will reflect the habitual levels and patterns of mechanical forces through those tubular structures. In general, genetically determined growth processes and subsequent remodeling combine to keep strain levels from habitual activity within an acceptable range with a minimum amount of osteological material. The amount of such material in diaphyses can be approximated paleontologically through geometric analyses of diaphyseal cross-sections taken at specified percentages of diaphyseal beam length (e.g., Endo and Kimura, 1970; Lovejoy and Trinkaus, 1980; Trinkaus and Ruff, 1989a) (fig. 5), or less accurately through diaphyseal external diameters (e.g., Twiesselmann, 1961; Trinkaus, 1976). Secondly, the orientations of trabecular bone in select regions will reflect the orientations of habitual forces through those regions of the skeleton (Smith, 1962; Lanyon, 1974). This is assessable through finite element analyses of trabeculae in three-dimensions, or on carefully oriented two-dimensional radiographs of the bones (e.g., Heller, 1989). Third, the orientations of articular surfaces will reflect the habitual directions of joint reaction forces across those joints, with the joints being oriented so as to minimize shear stress across the articular surfaces. Given appropriate knowledge of joint reaction force patterns through any given joint system, plus the basic similarity of the subchondral bone morphologies of Neandertal and modern humans, it is possible to use articular orientation and proportions to assess habitual differences in joint loading positions (e.g., ulnar trochlear notch orientation [Trinkaus, 1983a, n.d.b.] and scapular glenoid proportions

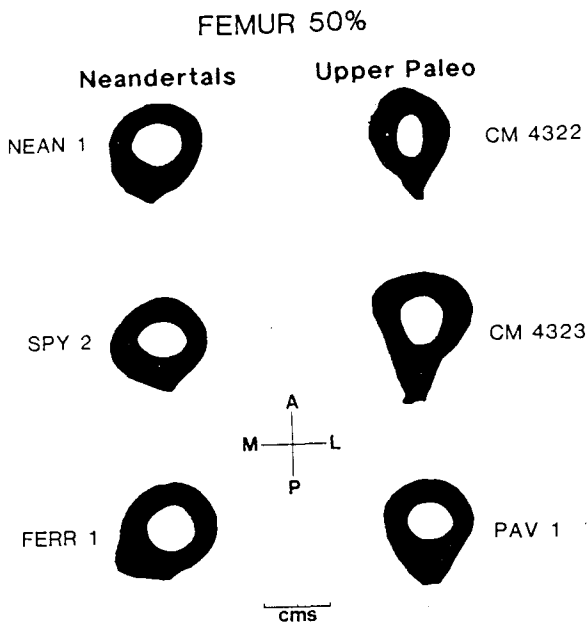


Fig. 5. Reconstructed cross-sections of the femoral midshaft, providing the subperiosteal and endosteal contours, for European Neandertals (Neandertal 1, Spy 1 and La Ferrassie 1) and early Upper Paleolithic humans (Cro-Magnon 4322 and 4323 and Paviland 1).

[Churchill and Trinkaus, 1990]). And fourth, the distribution of cortical bone in the facial skeleton, as in the diaphyses, will reflect the nature of forces through the facial skeleton during mastication, bearing in mind that the facial skeleton also performs respiratory (oral and nasal) and protective (orbital and neurocranial) functions. Clearly the patterns of force in each case, being generated by multiple structural and behavioral features, will remain complex. However, and more importantly, emphasis on the differences between samples will provide greater information concerning the forces responsible for the changes between the samples.

2. Respiratory Physiology and Thermal Regulation

Respiration, as a primary physiological function of the organism and one of the few that impinges directly upon the skeleton (e.g., the nose and the thorax), places demands and constraints upon the skeletal morphology. Lung volume, as determined developmentally by alti-

tude and (probably) activity levels, determines aspects of thoracic morphology, including sternal length and rib curvature (Beall, 1982; Malhotra, 1986; Eckhardt and Eckhardt, 1987). Nasal morphology (fig. 6), which is related to thermal adaptations and the related aspect of moisture retention through respiration (Courtiss *et al.*, 1984), is correlated with climatic parameters and (probably) activity levels (Weiner, 1954; Wolpoff, 1968; Carey and Steegmann, 1981; Crognier, 1981). Furthermore, nasal morphology is developmentally primary in the facial skeleton (Chierici *et al.*, 1973; Steegmann and Platner, 1968; Anton, 1989), and biomechanical considerations of facial morphology relating it to mastication must take nasal variation into account.

In addition, bodily thermal regulation is mediated through body mass and proportions, including overall body mass relative to stature,

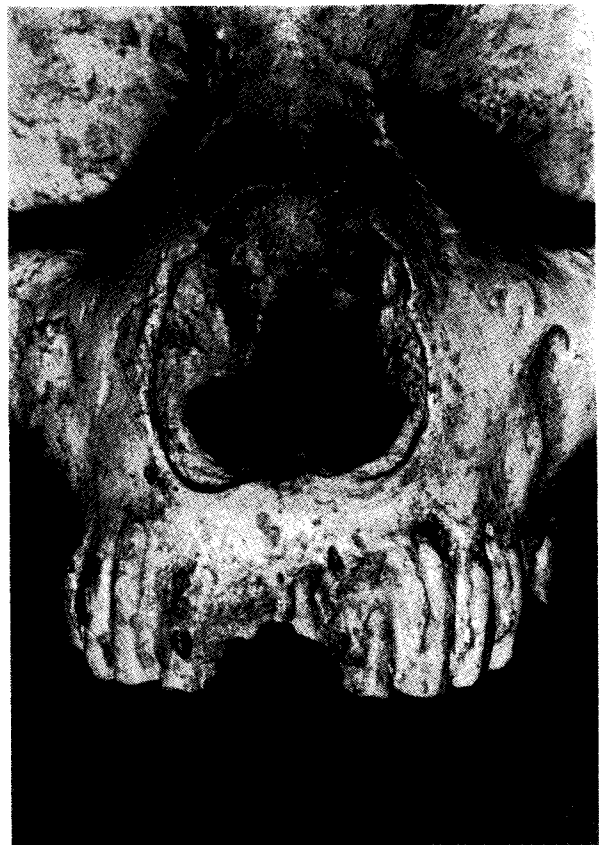


Fig. 6. Anterior view of the Forbes' Quarry 1 nasal aperture, showing the broad aperture, prominent turbinate crests and sharply angled interior margin characteristic of Neandertals.

head size, limb to body core proportions and limb segment proportions (Trinkaus, 1981; Beals *et al.*, 1984; Holliday and Trinkaus, 1991; Ruff, n.d.), and it is likely that at least some aspects of Neandertal morphology are related to such considerations (Badoux, 1965; Trinkaus, 1981; Ruff, n.d.). Furthermore, aspects of body mass and proportions are known to be plastic during development in mammals (Weaver and Ingram, 1969; Riesenfeld, 1973; references in Trinkaus, 1981). Although the extent to which observed patterns are developmentally determined remains uncertain, the potential for such developmental

alterations under thermal stress reinforces these climatic interpretations of the observed proportions.

3. Dental Attrition

The enamel and dentin of teeth wear down during the lifetime of an individual as a result of contact with abrasive materials in the diet and use of the teeth (primarily anterior ones) as a grasping device on hard abrasive materials (Molnar, 1971). The rate and nature of molar and premolar wear is determined primarily by the

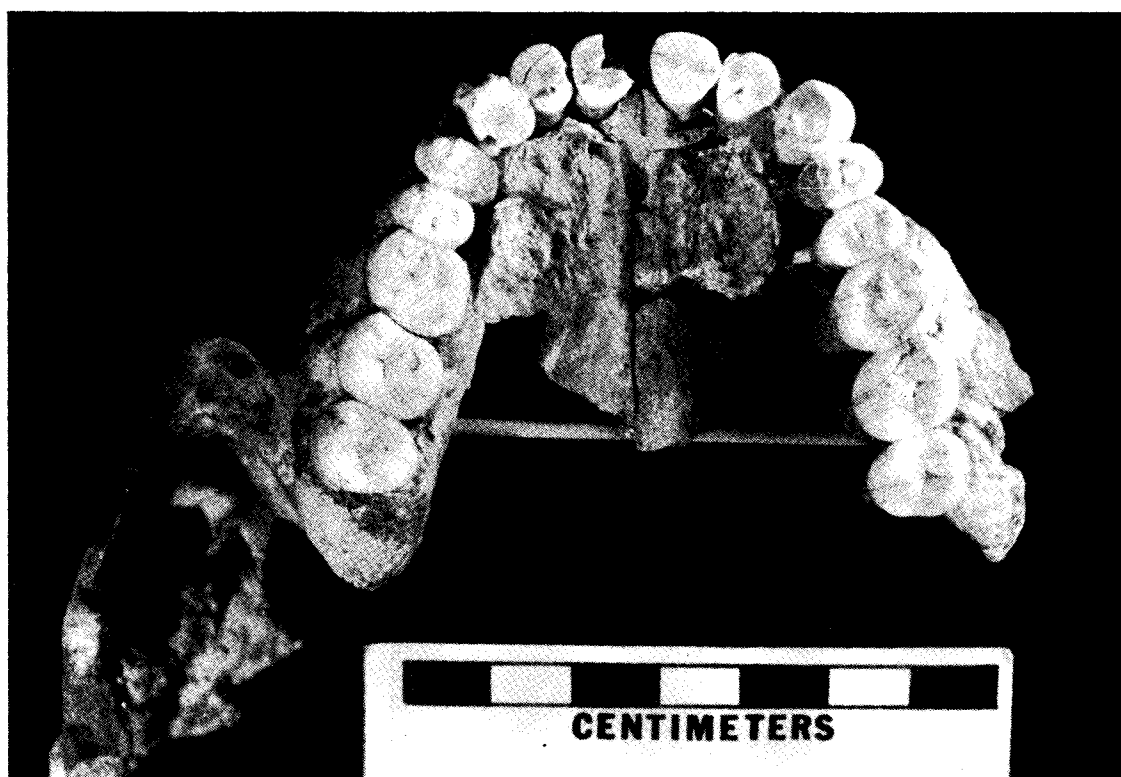


Fig. 7 Occlusal view of the Shanidar 2 maxillary dentition, showing the pronounced wear on the shovel-shaped anterior teeth relative to that on the associated posterior teeth.

level of abrasive grit in the diet (Gordon, 1990). In the absence of dental lesions (caries, abscesses, tooth loss), it will be relatively uniform in an environmentally homogeneous population (Miles, 1963; Lovejoy, 1985). The rate and patterns of anterior tooth wear will be a combination of dietary abrasion plus the extent to which the anterior teeth are employed in non-

dietary activities (Wallace, 1975, and comments therein). Most anterior teeth will wear in a similar pattern, becoming relatively flat in the occlusal plane as the crown is partially worn away and then becoming rounded labially and lingually as the enamel wears away and resistance to marginal rounding is lost (Smith, 1976; Wallace, 1975).

In a behavioral sense, therefore, dental attrition can be employed in two ways. First, the quantified microscopic occlusal wear of the posterior dentition (e.g., Gordon, 1990) can provide indications of dietary differences, despite undoubted environmental differences between populations. Second, the extent of anterior wear, *relative to* the posterior wear, will provide an indication of the degree to which the anterior teeth were used for more than dietary purposes (e.g., Trinkaus, n.d.b.) (fig. 7). However, the comparison of anterior dental wear to posterior wear must be adjusted for relative tooth size, since Neandertals have larger anterior teeth (compared to cheek teeth) than most modern humans (Trinkaus, 1983a).

It is not the degree of wear present on individual teeth that is important (all humans can achieve the same degree of wear on a given tooth given sufficient time and abrasion); it is the amount of wear on the anterior teeth *relative to* that on the posterior teeth (adjusted for tooth size) which provides an indication of similarities and differences in the amount of anterior tooth wear greater than that which would be expected from the dietary intake of the individual. The differences between samples in relative anterior dental attrition will be more apparent in older individuals with more advanced dental wear, and all younger individuals will have similarly low levels of both anterior and posterior wear. For this reason, it is important to compare the *rates* of anterior versus posterior wear across samples and not merely to compare individuals who might have been of very different ages at death.

Ideally (see Trinkaus and Thompson, 1987), it will be possible to assign reasonably accurate ages at death to the specimens in different samples. This would add the possibility of providing an average absolute rate of wear, rather than merely the relative rates of wear provided by anterior to posterior wear comparisons.

4. Developmental and Degenerative Pathological Alterations

Recent research in modern human and

skeletal biology (Goodman *et al.*, 1988; Goodman and Rose, 1990) has demonstrated the potential of various stress indicators for providing insights into the morbidity of past human groups. Since differential morbidity translates into differential mortality, which can have profound effects on the differential survival of human groups (Zubrow, 1989), the analysis of stress indicators in past human groups becomes important.

The resultant paleopathological analyses on samples of fossil human remains (e.g., Trinkaus and Zimmerman, 1982; Ogilvie *et al.*, 1989; Brennan, 1991), in addition to those that merely diagnose and list lesions (e.g., Dastugue, 1960; Dastugue and Lumley, 1976; Trinkaus, 1983a, 1985), divide the lesions into two categories: developmental and degenerative. The former, which include primarily dental enamel hypoplasias (fig. 8) and transverse (Harris) lines, can be scaled to the age of the individual but are limited to events from birth to early adolescence. The latter, which include all lesions that leave traces on hard tissue (but consist most commonly of trauma and degenerative joint disease), can provide indications of overall levels of stress throughout life. However, degenerative lesions need to be scaled to the age at death of the individual so as to provide indications of differential levels of risk (Lovejoy and Heiple, 1981), since longer lived individuals will have had more opportunity to accumulate lesions.

Most of the paleopathological comparisons between Neandertals and modern humans have focused on dental enamel hypoplasia and trauma. Transverse lines remodel during life and are poorly preserved through fossilization and specimen preparation, and degenerative joint disease is difficult to assess without large samples of associated skeletal remains. Dental enamel hypoplasias, however, remain until the tooth enamel is worn away, and evidence of trauma can be clearly identified and tabulated even though its analysis suffers as well from small samples, unassociated remains and imprecise ages at death of the individuals.

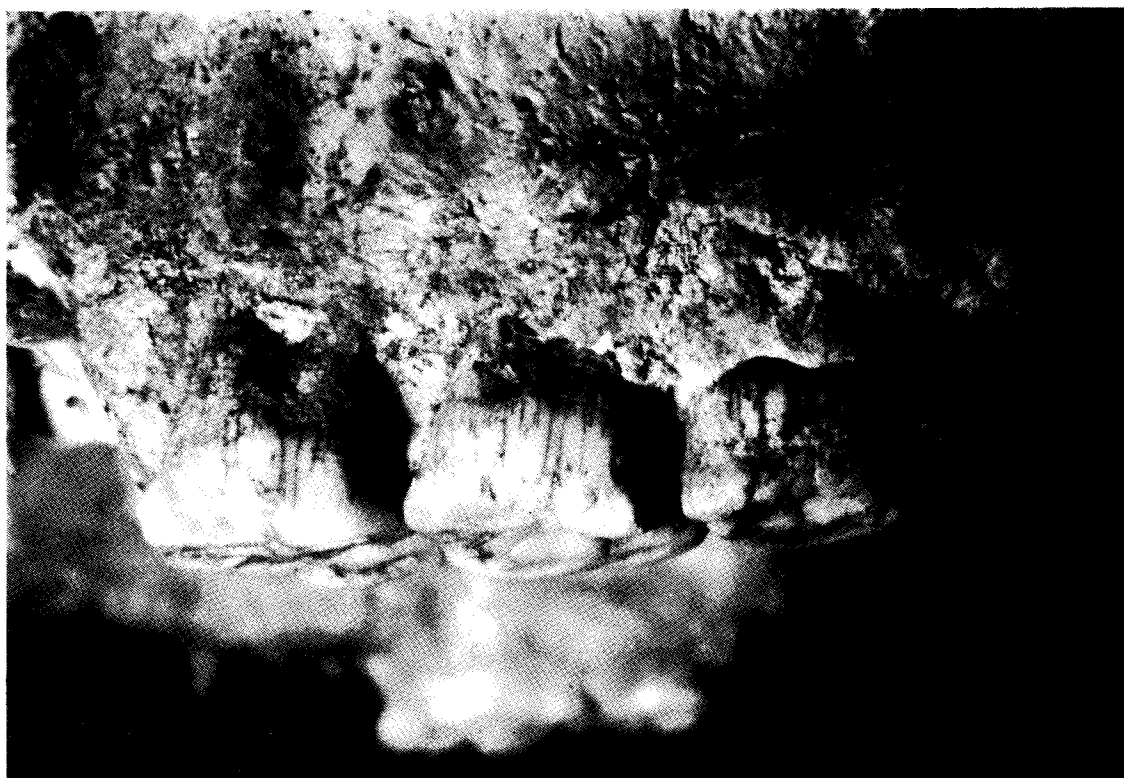


Fig. 8 Buccal view of the Saccopastore 1 left maxillary molars, illustrating its pronounced dental enamel hypoplasia. Note that the degree of hypoplastic alteration increases from the M1, to the M2, to the M3, as with the Neandertal sample as a whole.

As with most of these behaviorally related comparisons, it is the differences between the *patterns within samples* that are important, not the presence or absence of given lesions in the fossil samples of interest. For these reasons, the analysis of morbidity in paleontology should employ the largest samples available. It should also focus on patterns in the lesions, rather than on the presence/absence of the lesions or even the overall frequency of them. For example, the frequency distribution of dental enamel hypoplasias across the dentition among the Neandertals, which is the opposite of that found among modern humans (increasing, rather than decreasing, in incidence in the later calcifying teeth [Ogilvie *et al.*, 1989]), is much more significant than even the high frequency of the lesions in Neandertal samples.

It must be kept in mind that all lesions on fossil material indicate survival of the stressful episode, since all identifiable lesions represent

tissue repair and/or additional growth of the structure in question. It is therefore possible to have lower levels of lesions indicate greater morbidity, associated with very high mortality. This, however, is rare except in cases of chronically severely stressed populations, ones that are unlikely to have persisted for long periods of time in the Pleistocene.

It is also important to note that the precise etiology of each lesion is not necessarily relevant. Whether a specific dental enamel hypoplasia, for example, was caused by nutritional imbalance, disease or localized trauma (or others, see Goodman and Rose, 1990), it represents a period of morbidity for the individual, which will effect that individual's potential to contribute to the survival and continuation of the population. Although indirect arguments can be made for one cause being the probable most common one (e.g., Ogilvie *et al.*, 1989), the general level of stress, and its implications for populational morbidity, remains the same.

5. Putting the Body Together

The individual means of assessing similarities and differences in the behavioral patterns of fossil and modern samples can provide insights into regional anatomically based behavioral patterns or overall levels of activity or stress. However, given the limited range of developmental and remodeling responses for bone and teeth, it is possible to have multiple factors influencing single structures. This was mentioned with respect to the nasal morphology, as influenced by respiratory demands, relative to facial structure, as influenced by masticatory biomechanics. It also occurs with respect to trauma, in which post-traumatic remodeling of otherwise normal bone can seriously alter the biomechanical implications of the observed morphology. Similarly, changes in body proportions as an aspect of thermal adaptation can modify the moment arms of body mass and muscles, affecting both the mechanical advantages of the muscles and the forms of the structural reinforcements of associated bones. For this reason, it becomes necessary to sort out the relative importances of the different parameters affecting the observed structures. Naturally, as our knowledge progresses, we start by formulating monocausal interpretations of observed morphological differences, and then modify them as our understanding of associated structures and other physiological systems improves. Given the relative recency of the efforts to apply uniformitarian principles to the functional interpretation of the later Pleistocene paleontological record, it is to be expected that many of our interpretations appear simplistic. That is already changing.

Human Paleontology versus Paleolithic Archaeology

Following these general principles, it should be possible to generate hypotheses regarding the patterns and degree of change in biologically relevant behavioral patterns between Neandertals (or other late archaic humans) and modern humans. However, as pointed out above,

a late western European Neandertal is associated with an early Upper Paleolithic industry (the Castelperronian), whose elements indicate behavioral contrasts with the Middle Paleolithic and affinities to other early Upper Paleolithic industries (Farizy, 1990). In addition, in central Europe and the Levant, there are cranio-facially robust early modern humans associated with Middle Paleolithic industries, which, so far in the Levant, have appeared similar to those associated with Near Eastern late archaic humans (Shea, 1989; but see Jelinek, 1982). Furthermore, the behavioral interpretations from the Neandertal fossil record have not always corresponded to those proposed by Middle Paleolithic archaeologists.

These problems appear serious to some (e.g., Tillier 1989; Wolpoff *et al.*, 1991) and have consequently led them to reject most behavioral inferences made from human fossil remains. Ideally one would hope that the behavioral inferences from the human paleontological and Paleolithic archaeological records would correspond closely, since the hominids whose remains are being studied are, presumably, the same ones that were leaving behind the debris that makes up the archaeological record. However, some non-correspondance is not surprising. Indeed, the degree of correspondance that is currently obtainable between behavioral inferences from Neandertal anatomy and the Middle Paleolithic archaeological record (e.g., Trinkaus, 1986, 1989b) is heartening. The other discordances occur around times of evolutionary transition (the latest Neandertals or the earliest modern humans in the region in question), at which times it is expected to find additional complexities.

The discordances between behavioral inferences made from Neandertal biology and the Middle Paleolithic record are undoubtedly due largely to two factors. First, our potential behavioral interpretations of fossil anatomy must remain on a general level and be focused on *rates and patterns of change* rather than on "reconstructing" behavior. There will therefore always be a certain degree of generalization regarding the inferences that can be made from the fossils.

Secondly, although there are uniformitarian principles established for the interpretation of human paleontological remains, comparable uniformitarian principles for the interpretation of Paleolithic archaeological materials remain more elusive.

Technology can be analyzed with similarly robust techniques, but human behavior, even as documented in the Paleolithic archaeological record, consists of far more than technology. Furthermore, given the uniqueness of many human behaviors, the analysis of evidence for similar ones in the Paleolithic archaeological record must depend upon empirical generalizations from modern humans (but never on direct analogies with specific human groups). Even if these empirical generalizations arrive at revealing universal patterns for modern humans, their application to the Middle Paleolithic assumes, rather than demonstrates, that the basic behavioral/adaptive patterns of those prehistoric humans fell within the range of variation of modern humans. There is sufficient evidence, both paleontological and archaeological, to question whether Middle Paleolithic (or earlier) hominids were indeed so behaviorally similar to ourselves. Furthermore, such assumptions, implicit or explicit, make any such interpretation part of the "Behavioral Pre-Sapiens" approach with its non-evolutionary implications.

All of these problems are currently being addressed in both human paleontology and Paleolithic archaeology. Furthermore, the current situation, with incomplete correspondence (or

incomplete discordance) between behavioral inferences from the paleontological and archaeological records, provides the ideal scientific forum for progress. There are sufficient behavioral inferences from each sphere to provide hypotheses to be tested against additional data from its own area and, especially, from the other area. Discordances should be seen as opportunities to further our understanding, rather than as occasions to reject that which one does not understand.

Conclusion

These historical and methodological considerations indicate that we have come a long way from the early attempts to describe Neandertal behavior, in which they were seen as one more primitive stage in human evolutionary progress. Despite the limitations of sample size, fossil preservation, and the applicability of analytical techniques to paleontological remains, it is increasingly feasible to make reasonable statements regarding the behavioral evolution which took place between the Neandertals and modern humans. However, this will be possible only by rejecting the "Behavioral Pre-Sapiens" approach which continues to dominate much of paleo-anthropology. It will be possible only once paleoanthropologists recognize the probabilistic and scientific nature of the endeavor and, using the materials and hypotheses currently available, continue to explore new ways in which we can apply uniformitarian principles to the understanding of past human evolutionary patterns.

Acknowledgments

I would like to thank Dr. Michel Toussaint and Dr. J.-M. Cordy for inviting me to participate in the symposium on "Cinq millions d'années, l'aventure humaine" and to contribute to this volume. This paper is based in part on ongoing research since 1973, which has been funded by the Wenner-Gren Foundation, the National Science Foundation, the L.S.B. Leakey Foundation, Harvard University, the University of New Mexico, and the Centre National de la Recherche Scientifique; to all I am grateful. Dr. K.M. Trinkaus kindly provided helpful comments during the preparation of this paper.

References

- AKAZAWA, T. (ed.) (n.d.), *The Evolution and Dispersal of Modern Humans in Asia*, Tokyo, University of Tokyo Press in press.
- ANONYMOUS, 1873, The Neanderthal Man, *Harper's Weekly*, 17 (864), pp. 617-618.
- ANTON, S.C., 1989, Intentional Cranial Vault Deformation and Induced Changes of the Cranial Base and Face, *American Journal of Physical Anthropology*, 79, pp. 253-267.
- ARAMBOURG, C., 1955, Sur l'attitude en station verticale des Néanderthaliens, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série D*, 240, pp. 804-806.
- ARENSBURG, B., SCHEPARTZ, L.A., TILLIER, A.M., VANDERMEERSCH, B. and RAK, Y., 1990, A Reappraisal of the Anatomical Basis for Speech in Middle Palaeolithic Hominids, *American Journal of Physical Anthropology*, 83, pp. 137-146.
- ARKIN, A.M. and KATZ, J.F., 1956, The Effects of Pressure on Epiphyseal Growth, *Journal of Bone and Joint Surgery (Am.)*, 38, pp. 1056-1076.
- ASCENZI, A. and BELL, G.H., 1972, Bone as a Mechanical Engineering Problem, in *The Biochemistry and Physiology of Bone*, Vol. 1, New York, Academic Press, pp. 311-352.
- BADOUX, D.M., 1965, Probabilité d'une différentiation due au climat chez les Néandertaliens d'Europe, *L'Anthropologie*, 69, pp. 75-82.
- BEALL, C.M., 1982, A Comparison of Chest Morphology in High Altitude Asian and Andean Populations, *American Journal of Physical Anthropology*, 63, pp. 301-306.
- BEALS, K.L., SMITH, C.L. and DODD, S.M., 1984 Brain Size, Cranial Morphology, Climate and Time Machines, *Current Anthropology*, 25, pp. 301-330.
- BOULE, M., 1911-13, L'homme fossile de La Chapelle-aux-Saints, *Annales de Paléontologie*, 6, pp. 111-172, 7, p. 21-56, 85-192, 8, pp. 1-70.
- BOULE, M., 1921, *Les Hommes Fossiles*, Paris, Masson et Cie.
- BRACE, C.L., 1962, Cultural Factors in the Evolution of the Human Dentition, in M.F.A. MONTAGU (ed.), *Culture and the Evolution of Man*, New York, Oxford University Press, pp. 343-354.
- BRÄUER, G. and RIMBACH, K.W., 1990, Late Archaic and Modern *Homo sapiens* from Europe, Africa and Southwest Asia : Craniometric Comparisons and Phylogenetic Implications, *Journal of Human Evolution*, 19, pp. 789-807.
- BREITINGER, E., 1957, Zur phyletischen Evolution von *Homo sapiens*, *Anthropologischer Anzeiger*, 21, pp. 62-83.
- BRENNAN, M.U., 1991, *Stress and Disease in the Middle and Upper Paleolithic*, Ph.D. Thesis, New York University.
- BROSE, D.S. and WOLPOFF, M.H., 1971, Early Upper Paleolithic Man and Late Middle Paleolithic tools, *American Anthropologist*, 73, pp. 1156-1194.
- CAREY, J.W. and STEEGMAN, A.T. Jr, 1981, Human Nasal Protrusion, Latitude and Climate, *American Journal of Physical Anthropology*, 56, pp. 313-319.
- CHIERICI, G., HARROLD, E.P. and VARGERVIK, K., 1973, Morphogenetic Experiments in Facial Asymmetry : the Nasal Cavity, *American Journal of Physical Anthropology*, 38, pp. 291-300.
- CHURCHILL, S.E. and TRINKAUS, E., 1990, Neandertal Scapular Glenoid Morphology, *American Journal of Physical Anthropology*, 83, pp. 147-160.

- COHEN, C. and HUBLIN, J.J., 1989, *Boucher de Perthes 1788-1868 : Les origines romantiques de la préhistoire*, Paris, Belin.
- COLLIGNON, R., 1880, Description des ossements fossiles humains trouvés dans le Lehm de la Vallée du Rhin à Bollwiller, *Revue d'Anthropologie*, Serie 2, 3, pp. 395-413.
- COON, C.S., 1939, *The Races of Europe*, New York, Macmillan Co.
- COON, C.S., 1962, *The Origin of Races*, New York, Knopf Pub.
- COURTISS, E.H., GARGAN, T.J. and COURTISS, G.B., 1984, Nasal Physiology, *Annals of Plastic Surgery*, 13, pp. 214-223.
- CROGNIER, E., 1981, Climate and Anthropometric Variations in Europe and the Mediterranean Area, *Annals of Human Biology*, 8, pp. 99-107.
- DASTUGUE, J., 1960, Pathologie de quelques Néandertaliens, *VI Congrès des Sciences Anthropologiques et Ethnologiques*, 1, pp. 577-581.
- DASTUGUE, J. and LUMLEY, M.A. de, 1976, Les Maladies des Hommes préhistoriques du Paléolithique et du Mésolithique, in H. de LUMLEY, *La Préhistoire Française*, Vol. 1. Paris, Editions du C.N.R.S., pp. 612-622.
- DOBZHANSKY, T., 1944, On Species and Races of Living and Fossil Man, *American Journal of Physical Anthropology*, 2, pp. 251-265.
- DOYLE, W.J., 1977, Functionally Induced Alteration of Adult Scapular Morphology, *American Journal of Physical Anthropology*, 99, pp. 173-177.
- DUPONT, E., 1866, Etude sur les fouilles scientifiques exécutées pendant l'hiver de 1865-1866 dans les cavernes des bords de la Lesse, *Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 22 (7), pp. 31-54.
- ECKHARDT, R.B. and ECKHARDT, C.D., 1987, Sternal Dimensions as Indicators of Thoracic Skeletal Development in three Early Peruvian Population Samples (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, 72, pp. 196.
- ENDO, B. and KIMURA, T., 1970, Postcranial Skeleton of the Amud Man, in H. SUZUKI and F. TAKAI (eds), *The Amud Man and his Cave Site*, Tokyo, Academic Press of Japan, pp. 231-406.
- FARIZY, C., 1990, Du Moustérien au Châtelperronien à Arcy-sur-Cure : un état de la question, in C. FARIZY (ed.), *Paléolithique Moyen Récent et Paléolithique Supérieur Ancien en Europe*, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile de France, 3, pp. 281-289.
- FLETCHER, R., 1882, Paul Broca and the French School of Anthropology, *Saturday Lectures, Anthropological and Biological Societies of Washington*, 1, pp. 113-142.
- FRAIPONT, J., 1888, Le tibia dans la race de Néanderthal, *Revue d'Anthropologie*, Série 3, 3, pp. 145-158.
- FRAIPONT, J. and LOHEST, M., 1887, La race humaine de Néanderthal ou de Canstadt en Belgique : recherches ethnographiques sur des ossements humains, découverts dans les dépôts quaternaires d'une grotte à Spy et détermination de leur âge géologique, *Archives de Biologie*, 7, pp. 587-757.
- GOODMAN, A.H. and ROSE, J.C., 1990, Assessment of Systemic Physiological Perturbations from Dental Enamel Hypoplasias and Associated Histological Structures, *Yearbook of Physical Anthropology*, 33, pp. 59-110.
- GOODMAN, A.H., MARTINEZ, C. and CHAVEZ, A. (n.d.), Nutritional Supplementation and the Development of Linear Enamel Hypoplasias in Childres from Tezonteopan, Mexico, *American Journal of Clinical Nutrition*, 1, in press.
- GORDON, K.D., 1990, Use of Microwear Analyses to Detect Diet in Humans (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, 81, pp. 230-231.

- GRAYSON, D.K., 1983, *The Establishment of Human Antiquity*, New York, Academic Press.
- HAMMOND, M., 1982, The Expulsion of the Neanderthals from Human Ancestry : Marcellin Boule and the Social Context of Scientific Research, *Social Studies in Science*, 12, pp. 1-36.
- HARRIS, M., 1968, *The Rise of Anthropological Theory*, New York, Thomas Y. Crowell Co.
- HELLER, J.A., 1989, Stress Trajectories in the Proximal Femur of Archaic *Homo sapiens* and Modern Humans (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, 78, p. 239.
- HOLLIDAY, T.W. and TRINKAUS, E., 1991, Limb/Trunk Proportions in Neandertals and Early Anatomically Modern Humans (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, 84, in press.
- HOUSTON, C.S. and ZALESKI, W.A., 1967, The Shape of Vertebral bodies and Femoral Necks in Relation to Activity, *Radiology*, 89, pp. 59-66.
- HOWELL, F.C., 1951, The Place of Neanderthal Man in Human Evolution, *American Journal of Physical Anthropology*, 9, p. 379-416.
- HRDLICKA, A., 1930, The Skeletal Remains of Early Man, *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 83, pp. 1-379.
- HUBLIN, J.J., 1990, Les Peuplements paléolithiques de l'Europe: un point de vue paléobiogéographique, in C. FARIZY (ed.), *Paléolithique Moyen Récent et Paléolithique Supérieur Ancien en Europe*, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile de France, 3, pp. 29-37.
- ISAAC, G.L., 1978, The Food-Sharing Behavior of Protohuman Hominids, *Scientific American*, 238 (4), pp. 90-108.
- JELINEK, A.J., 1982, The Middle Palaeolithic in the Southern Levant : With Comments on the Appearance of Modern *Homo sapiens*, in A. RONEN (ed.), *The Transition From Lower to Middle Palaeolithic and the Origin of Modern Man*, Oxford, British Archaeological Reports, Vol. S 151, pp. 57-104.
- KATZ, J.L., 1980, The Structure and Biomechanics of Bone, in J.F.V. VINCENT and J.D. CURREY (eds), *The Mechanical Properties of Biological Materials*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 137-168.
- KEITH, A., 1911, The Early History of the Gibraltar Cranium, *Nature*, 87, pp. 313-314.
- KEITH, A., 1912, The Relationship of Neandertal Man and *Pithecanthropus* to Modern Man, *Nature*, 89, p. 155-156.
- KEITH, A., 1915, *The Antiquity of Man*, London, Williams and Norgate.
- KING, W., 1864, The Reputed Fossil Man of the Neanderthal, *Quarterly Journal of Science*, 1, pp. 88-97.
- KLEINSCHMIDT, O., 1938, Unausrottbare falsche Behauptungen II. Die Halswirbel des Neandertalmenschen, *Beilage zu Falco*, 34, pp. 1-4.
- KOENIGSWALD, G.H.R. von, 1940, *Neue Pithecanthropus-Funde 1936-1938*, Batavia, Landsdrukkerij.
- LANYON, L.E., 1974, Experimental Support for the Trajectorial Theory of Bone Structure, *Journal of Bone and Joint Surgery (Br)*, 56, pp. 160-166.
- LANYON, L.E., 1980, The Influence of Function on the Development of Bone Curvature. An Experimental Study on the Rat Tibia, *Journal of Zoology (London)*, 192, pp. 457-466.
- LANYON, L.E., 1982, *Mechanical Function and Bone Remodeling*, in G. SUMNER-SMITH (ed.), *Bone in Clinical Orthopaedics*, Philadelphia, W.B. Saunders, pp. 273-304.
- LANYON, L.E., 1990, The Relationship Between Functional Loading and Bone Architecture, in C.J. DEROUSSEAU (ed.), *Primate Life History and Evolution. Monographs in Primatology*, V. 14, New York, Wiley-Liss, pp. 269-284.

- LANYON, L.E., GOODSHIP, A.E., PYE, C.J. and MACFIE, J.H., 1982, Mechanically Adaptive Bone Remodelling, *Journal of Biomechanics*, 15, pp. 141-154.
- LEGROS CLARK, W.E., 1947, Observations on the Anatomy of the Fossil Australopithecinae, *Journal of Anatomy*, 81, pp. 300-333.
- LEGROS CLARK, W.E., 1967, *Man-Apes or Ape-Men?*, New York, Holt, Rinehart and Winston.
- LEGUEBE, A., 1986, Importance des découvertes de Néandertaliens en Belgique pour le développement de la paléontologie humaine, *Bulletin de la Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 97, pp. 13-31.
- LEVEQUE, F. and VANDERMEERSCH, B., 1980, Découverte de restes humains dans un niveau castelperronien à Saint-Césaire (Charente-Maritime), *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, Série D, 291, pp. 187-189.
- LIEBERMAN, P. and CRELIN, E.S., 1971, On the Speech of Neanderthal Man, *Linguistic Inquiry*, 2, pp. 203-222.
- LISKOVA, M. and HERT, J., 1971, Reaction of Bone to Mechanical Stimuli, Part 2. Periosteal and Endosteal Reaction of Tibial Diaphysis in Rabbit to Intermittent Loading, *Folia Morphologica (Praque)*, 19, pp. 301-317.
- LOVEJOY, C.O., 1985, Dental Wear in the Libben Population : Its Functional Pattern and Role in the Determination of Adult Skeletal Age at Death, *American Journal of Physical Anthropology*, 68, pp. 47-56.
- LOVEJOY, C.O. and HEIPLE, K.G., 1981, The Analysis of Fractures in Skeletal Populations with an Example from the Libben Site, Ottawa, County, Ohio, *American Journal of Physical Anthropology*, 55, pp. 529-541.
- LOVEJOY, C.O. and TRINKAUS, E., 1980, Strength and Robusticity of the Neandertal Tibia, *American Journal of Physical Anthropology*, 53, pp. 456-470.
- LYELL, C., 1830, *The Principles of Geology*, Vol. 1, London, Murray.
- MALHOTRA, R., 1986, Thoracic Adaptation to High Altitude, *Anthropologischer Anzeiger*, 44, pp. 355-359.
- MANN, A.E., 1972, Hominid and Cultural Origins, *Man*, 7, pp. 379-386.
- MANOUVRIER, L., 1893, Etude sur la rétroversion de la tête du tibia et l'attitude humaine à l'époque quaternaire, *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, Série 2, 4, pp. 219-264.
- MATSUMURA, A. and OKADA, M., 1987, Cross-sectional Properties along the Diaphysis of the Rat Femur as Influenced by Forced Running Exercise, *Journal of the Anthropological Society of Nippon*, 95, pp. 5-18.
- MAYR, E., 1951, Taxonomic Categories in Fossil Hominids, *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 15, pp. 109-118.
- MELLARS, P., and STRINGER, C. (eds), 1989, *The Human Revolution: Behavioural and Biological Perspectives in the Origins of Modern Humans*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- MILES, A.E.W., 1963, The Dentition in the Assessment of Individual Age, in R.D. BROTHWELL (ed.), *Dental Anthropology*, Oxford, Pergamon Press, pp. 191-209.
- MINUGH-PURVIS, N., 1988, *Patterns of Craniofacial Growth and Development in Upper Pleistocene Hominids*, Ph. D. Thesis, University of Pennsylvania.
- MOLNAR, S., 1971, Human Tooth Wear, Tooth Function and Cultural Variability, *American Journal of Physical Anthropology*, 34, pp. 27-42.
- MORGAN, L.H., 1877, *Ancient Society*, Cleveland, World Pub. Co.
- MUSGRAVE, J.H., 1971, How Dextrous Was Neanderthal Man?, *Nature*, 233, pp. 538-541.

- OGILVIE, M.D., CURRAN, B.K. and TRINKAUS, E., 1989, Incidence and Patterning of Dental Enamel Hypoplasia among the Neandertals, *American Journal of Physical Anthropology*, 79, pp. 25-41.
- PATTE, E., 1955, *Les Néanderthaliens*, Paris, Masson et Cie.
- RADIN, E.L., 1972, Joint Wear, in H.E. STANLEY (ed.), *Biomechanical Physics and Biomaterials Science*, Cambridge, MIT Press, pp. 153-168.
- RADOVCIC, J., 1988, *Gorjanovic-Kramberger and Krapina Early Man*, Zagreb, Hrvatski Prirodoslovni Muzej.
- RAK, Y., 1986, The Neanderthal : A New Look at an Old Face, *Journal of Human Evolution*, 15, pp. 151-164.
- RIESENFELD, A., 1966, The Effects of Experimental Bipedalism and Upright Posture in the Rat and their Significance for the Study of Human Evolution, *Acta anatomica*, 65, pp. 449-521.
- RIESENFELD, A., 1973, The Effect of Extreme Temperatures and Starvation on the Body Proportions of the Rat, *American Journal of Physical Anthropology*, 39, pp. 427-460.
- RIGAUD, J.P. (ed.), 1989, La grotte Vaufray, Dordogne, *Mémoires de la Société Préhistorique Française*, 19.
- RUFF, C.B. (n.d.), Climate and Body Shape in Early Hominids, *Journal of Human Evolution*, in press.
- SCHAAFHAUSEN, D., 1858, Zur Kenntnis des ältesten Rassenschädel, *Archiv für Anatomische und Physiologische Wissenschaftliche Medizin*, 25, pp. 453-478.
- SCHULTZ, A.H., 1955, The Position of the Occipital Condyles and of the Face relative to the Skull Base in Primates, *American Journal of Physical Anthropology*, 13, pp. 97-120.
- SCHWALBE, G., 1901, Der Neanderthalschädel, *Bonner Jahrbücher*, 106, pp. 1-72.
- SERGI, S., 1953, I profanerantropi di Swanscombe e di Fontéchevade, *Rendi Conti dell'Accademia Nazionale dei Lincei*, Serie 8, 15, pp. 601-608.
- SERINK, M.T., NACHEMSON, A. and HANSSON, G., 1977, The Effect of Impact Loading on Rabbit Knee Joints, *Acta orthopaedica scandinavia*, 48, pp. 250-262.
- SHEA, J.J., 1989, A Functional Study of the Lithic Industries Associated with Hominid Fossils in the Kebara and Qafzeh Caves, Israel, in P. MELLARS and C.B. STRINGER (eds), *The Human Revolution*, Edinburgh, Edinburgh University Press, pp. 611-625.
- SMITH, F.H., 1983, A Behavioral Interpretation of Changes in Craniofacial Morphology across the Archaic/Modern *Homo sapiens* Transition, in E. TRINKAUS (ed.), *The Mousterian Legacy*, Oxford, British Archaeological Reports, Vol. S164, pp. 141-163.
- SMITH, F.H., FALSETTI, A.B. and DONNELLY, S.M., 1989, Modern Human Origins, *Yearbook of Physical Anthropology*, 32, pp. 35-68.
- SMITH, F.H. and PAQUETTE, S.P., 1989, The Adaptive Basis of Neandertal Facial Form, With some Thoughts on the Nature of Modern Human Origins, in TRINKAUS, E. (ed.), *The Emergence of Modern Humans*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 181-210.
- SMITH, F.H. and SPENCER, F. (eds), 1984, *The Origin of Modern Humans*, New York, Alan R. Liss Inc.
- SMITH, F.H. and TRINKAUS, E., 1991, Les Origines de l'Homme moderne en Europe Centrale: un cas de continuité, in J.J. HUBLIN and A.M. TILLIER (eds.), *Aux origines de la diversité humaine*, Fondation Diderot, Nouvelle Encyclopédie des Sciences, Paris, Presses Universitaires de France.
- SMITH, J.W., 1962, The Relationship of Epiphyseal Plates to Stress in Some Bones of the Lower Limb, *Journal of Anatomy*, 96, pp. 58-78.

- SMITH, P., 1976, Dental Pathology in Fossil Hominids : What Did the Neanderthals do with their Teeth?, *Current Anthropology*, 17, pp. 149-151.
- SOLECKI, R.S., 1971, *Shanidar : The First Flower People*, New York, Knopf Pub.
- SPENCER, F., 1984, The Neandertals and Their Evolutionary Significance : A Brief Historical Survey, in F.H. SMITH and F. SPENCER (eds), *The Origin of Modern Humans*, New York, Alan R. Liss Inc., pp. 1-49.
- SPENCER, F., 1990, *Pittdown : A Scientific Forgery*, London, The Natural History Museum.
- STEEGMANN, A.T. Jr. and PLATNER, W.S., 1968, Experimental Cold Modification of Cranio-Facial Morphology, *American Journal of Physical Anthropology*, 28, pp. 17-30.
- STONER, B.P., 1981, *A Statistical Analysis of the Neandertal Thumb : Functional Adaptations for the Transmission of Force*, B.A. Thesis, Harvard University.
- STONER, B.P. and TRINKAUS, E., 1981, Getting a Grip on the Neandertals : Were they All Thumbs? (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, 54, pp. 281-282.
- STRAUS, W.L. Jr. and CAVE, A.J.E., 1957, Pathology and the Posture of Neandertal Man, *Quarterly Review of Biology*, 32, pp. 348-363.
- STRINGER, C.B., 1990, The Emergence of Modern Humans, *Scientific American*, 263 (6), pp. 98-104.
- TILLIER, A.M., 1984, L'enfant Homo 11 de Qafzeh (Israël) et son apport à la compréhension des modalités de la croissance des squelettes moustériens, *Paléorient*, 10, pp. 7-48.
- TILLIER, A.M., 1988, A propos des séquences phylogénique et ontogénique chez les Néandertaliens, in E. TRINKAUS (ed.), *L'Homme de Néandertal 3 : L'Anatomie, Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège*, Vol. 30, pp. 125-135.
- TILLIER, A.M., 1989, Quelques remarques à propos de la relation biologie-comportement chez les Néandertaliens, in GIACOBINI, G. (ed.), *Hominidae : Proceedings of the 2nd International Congress of Human Paleontology*, Milan, Jaca Book, pp. 319-330.
- TOERIEN, M.J., 1957, Note on the Cervical Vertebrae of the La Chapelle Man, *South African Journal of Science*, 53, p. 447-449.
- TOMPKINS, R.L. and TRINKAUS, E., 1987, La Ferrassie 6 and the Development of Neandertal Pubic Morphology, *American Journal of Physical Anthropology*, 73, pp. 233-239.
- TRINKAUS, E., 1975a, *A Functional Analysis of the Neandertal Foot*, Ph.D. Thesis, University of Pennsylvania.
- TRINKAUS, E., 1975b, Squatting among the Neandertals : A problem in the Behavioral Interpretation of Skeletal Morphology, *Journal of Archaeological Science*, 2, pp. 327-351.
- TRINKAUS, E., 1976, The Evolution of the Hominid Femoral Diaphysis during the Upper Pleistocene in Europe and the Near East, *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, 67, pp. 291-319.
- TRINKAUS, E., 1977, A Functional Interpretation of the Axillary Border of the Neandertal Scapula, *Journal of Human Evolution*, 6, pp. 231-234.
- TRINKAUS, E., 1978a, Functional Implications of the Krapina Neandertal Lower Limb Remains, in M. MALEZ (ed.), *Krapinski Pracovjek i Evolucija Hominida*, Zagreb, Jugoslavenska Akademija Znanosti i Umjet, pp. 155-192.
- TRINKAUS, E., 1978b, Les métatarsiens et les phalanges du pied des Néandertaliens de Spy, *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, 51 (7), pp. 1-18.

- TRINKAUS, E., 1981, Neanderthal Limb Proportions and Cold Adaptation, in C.B. STRINGER (ed.), *Aspects of Human Evolution*, London, Taylor and Francis, pp. 187-224.
- TRINKAUS, E., 1982, The History of *Homo erectus* and *Homo sapiens* Paleontology in America, in F. SPENCER (ed.), *A History of American Physical Anthropology, 1930-1980*, New York, Academic Press, pp. 261-280.
- TRINKAUS, E., 1983a, *The Shanidar Neandertals*, New York, Academic Press.
- TRINKAUS, E., 1983b, Neandertal Postcrania and the Adaptive Shift to Modern Humans, in E. TRINKAUS (ed.), *The Mousterian Legacy: Human Biocultural Change in the Upper Pleistocene*, Oxford, British Archaeological Reports, Vol. S164, pp. 165-200.
- TRINKAUS, E., 1984a, Neandertal Pubic Morphology and Gestation Length, *Current Anthropology*, 25, pp. 509-514.
- TRINKAUS, E., 1984b, Western Asia, in F.H. SMITH and F. SPENCER (eds) *The Origins of Modern Humans: A World Survey of the Fossil Evidence*, New York, Alan R. Liss Inc., pp. 251-293.
- TRINKAUS, E., 1984c, Neandertal Toes (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, 63, pp. 229.
- TRINKAUS, E., 1985, Pathology and the Posture of the La Chapelle-aux-Saints Neandertal, *American Journal of Physical Anthropology*, 67, pp. 19-41.
- TRINKAUS, E., 1986, The Neandertals and Modern Human Origins, *Annual Review of Anthropology*, 15, pp. 193-218.
- TRINKAUS, E., 1987, The Neandertal Face: Evolutionary and Functional Perspectives on a Recent Hominid Face, *Journal of Human Evolution*, 16, pp. 429-443.
- TRINKAUS, E., 1988, The Evolutionary Origins of the Neandertals, or, Why Were There Neandertals?, in E. TRINKAUS (ed.), *L'Homme de Néandertal 3: L'Anatomie, Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège*, Vol. 30, p. 11-29.
- TRINKAUS, E., 1989a, *The Emergence of Modern Humans: Biocultural Evolution in the Later Pleistocene*, Cambridge, Cambridge University Press.
- TRINKAUS, E., 1989b, The Upper Pleistocene Transition, in E. TRINKAUS (ed.), *The Emergence of Modern Humans: Biocultural Adaptation in the Later Pleistocene*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 42-66.
- TRINKAUS, E. (n.d.a.), Les hommes fossiles de la grotte de Shanidar: évolution et continuité parmi les hommes archaïques tardifs du Proche Orient, *L'Anthropologie*, in press.
- TRINKAUS, E. (n.d.b.), Morphological Contrasts Between the Near Eastern Qafzeh-Skhul and Late Archaic Human Samples: Grounds for a Behavioral Difference?, in T. AKAZAWA (ed.), *The Evolution and Dispersal of Modern Humans in Asia*, Tokyo, University of Tokyo Press, in press.
- TRINKAUS, E. and CHURCHILL, S.E., 1988, Neandertal Radial Tuberosity Orientation, *American Journal of Physical Anthropology*, 75, pp. 15-21.
- TRINKAUS, E., CHURCHILL, S.E. and RUFF, C.B., 1990, Neandertal Post-traumatic Humeral Asymmetry and the Interpretation of Fossil Diaphyseal Morphology (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, 81, pp. 308-309.
- TRINKAUS, E., CHURCHILL, S.E., VILLEMEUR, I., RILEY, K.G., HELLER, J.A., and RUFF, C.B., 1991, Robusticity versus Shape: The Functional Interpretation of Neandertal Appendicular Morphology, *Journal of the Anthropological Society of Nippon*, in press.
- TRINKAUS, E. and RUFF, C.B., 1989a, Diaphyseal Cross-sectional Morphology and Biomechanics of the Fond-de-Forêt 1 Femur and the Spy 2 Femur and Tibia, *Bulletin de la Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 100, pp. 33-42.

- TRINKAUS, E. and RUFF, C.B., 1989b, Cross-sectional Geometry of Neandertal Femoral and Tibial Diaphyses : Implications for Locomotion (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, 78, pp. 315-316.
- TRINKAUS, E. and THOMPSON, D.D., 1987, Femoral Diaphyseal Histomorphometric Age Determinations for the Shanidar 3, 4, 5 and 6 Neandertals and Neandertal Longevity, *Am. J. of Physical Anthropology*, 72, pp. 123-129.
- TRINKAUS, E. and TOMPKINS, R.L., 1990, The Neandertal Life Cycle : The Possibility, Probability and Perceptibility of Contrasts with Recent Humans, in C.J. DEROUSSÉAU (ed.), *Primate Life History and Evolution*, Monographs in Primatology, Vol. 14, New York, Wiley-Liss, pp. 153-180.
- TRINKAUS, E. and ZIMMERMAN, M.R., 1982, Trauma among the Shanidar Neandertals, *American Journal of Physical Anthropology*, 57, pp. 61-76.
- TSCHANTZ, P. and RUITSHAUSER, E., 1967, La surcharge mécanique de l'os vivant. Les déformations plastiques initiales et l'hypertrophie d'adaptation, *Annales d'Anatomie pathologique*, 12, pp. 223-248.
- TUFFREAU, A. and SOMME, J. (eds), 1988, Le Gisement paléolithique moyen de Biache-Saint-Vaast (Pas-de-Calais) I, *Mémoires de la Société Préhistorique Française*, 21, pp. 1-338.
- TWISSELMANN, F., 1961, Le fémur Néanderthalien de Fond-de-Forêt (Province de Liège), *Mémoire de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 148, pp. 1-164.
- TYLOR, E.B., 1871, *Primitive Culture*, London, J. Murray.
- VALLOIS, H.V., 1958, La Grotte de Fontéchevade II: Anthropologie, *Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine*, 29, pp. 1-164.
- VANDERMEERSCH, B., 1981a, *Les Hommes Fossiles de Qafzeh (Israël)*, Paris, Editions du C.N.R.S.
- VANDERMEERSCH, B., 1981b, Les premiers *Homo sapiens* au Proche Orient, in D. FEREMBACH (ed.), *Les Processus de l'Homínisation*, Paris, Editions du C.N.R.S., pp. 97-100.
- VANDERMEERSCH, B. (ed.), 1989, *L'Homme de Néandertal 7: L'Extinction*, Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Vol. 34.
- WALLACE, J.A., 1975, Did La Ferrassie I Use his Teeth as a Tool?, *Current Anthropology*, 16, pp. 393-401.
- WEAVER, M.E. and INGRAM, D.L., 1969, Morphological Changes in Swine Associated with Environmental Temperature, *Ecology*, 50, pp. 710-713.
- WEIDENREICH, F., 1936, The Mandibles of *Sinanthropus pekinensis*, *Palaeontologica Sinica*, New Series, D, 7, 1-162.
- WEIDENREICH, F., 1937, The Dentition of *Sinanthropus pekinensis*, *Palaeontologica Sinica*, New Series, D, 1, 1-80.
- WEIDENREICH, F., 1941, The Extremity Bones of *Sinanthropus pekinensis*, *Palaeontologica Sinica*, New Series, D, 5, pp. 1-82.
- WEIDENREICH, F., 1943, The Skull of *Sinanthropus pekinensis*, *Palaeontologica Sinica*, New Series, D, 10, 1-298.
- WEINER, J.S., 1954, Nose Shape and Climate, *American Journal of Physical Anthropology*, 12, pp. 615-618.
- WOLPOFF, M.H., 1968, Climatic Influence on the Nasal Aperture, *American J. of Phys. Anthropol.*, 29, pp. 405-423.
- WOLPOFF, M.H., 1971, Competitive Exclusion among Lower Pleistocene Hominids : the Single Species Hypothesis, *Man*, 6, pp. 601-614.
- WOLPOFF, M.H., FRAYER, D.W. and CASPARI, R., 1991, Form and Function : Fact or Fiction? (abstract), *American Journal of Physical Anthropology*, suppl. 12, pp. 186.
- ZUBROW, E. 1989, The Demographic Modelling of Neanderthal Extinction, in P. MELLARS and C.B. STRINGER (eds), *The Human Revolution*, Edinburgh, University of Edinburgh Press, pp. 212-231.

La structure faciale des Hommes de Neandertal et son interprétation phylogénique

The Facial Structure of Neandertal Man and its Phylogenic Interpretation

Jean-Louis Heim *

Résumé

Les caractères particuliers du crâne et plus particulièrement de la face des Néandertaliens résultent de la conjonction de traits plésiomorphes tels que le grand volume facial comparativement au crâne cérébral, de traits "avancés", tels que le volume de la boîte crânienne, du fait de leur apparition tardive sur le plan chronologique, et de traits nettement spécialisés qui permettent d'assurer l'équilibre biomécanique de la tête par l'adoption d'une structure fortement pneumatisée de la face. Cette structure, qui marque également les formes progressives d'*Homo erectus*, concerne les adaptations des formations creuses de la face telles que les sinus frontaux et surtout maxillaires, les cavités orbitales et nasales, qui modèlent la morphologie faciale. Les particularités de la face néandertalienne et ses relations avec le neurocrâne montrent qu'on ne peut assimiler cette population fossile à *Homo sapiens*, stade qu'elle n'avait pas atteint, ni à *Homo erectus*, stade qu'elle avait dépassé. Les Néandertaliens apparaissent, non pas comme un cas particulier isolé, mais comme l'aboutissement en Europe d'un courant évolutif comparable à celui des autres régions du monde au cours du Pléistocène moyen.

Abstract

Neandertals' particular cranial characteristics and more particularly facial characteristics result from 1. the conjunction of plesiomorphic traits such as the great facial volume in comparison with the cerebral cranium, 2. "advanced" traits, such as the volume of the skull, due to the fact of their late appearance chronologically and 3. clearly specialized traits which assure the biomechanical balance of the head by the adoption of a strongly pneumatized facial structure. This structure, which also marks progressive forms of *Homo erectus*, concerns the adaptations of hollow formations of the face such as the frontal and above all the maxillaries sinuses and the orbital and nasal cavities which fashion the facial morphology. The particularities of the Neandertal face and its relations with the neurocranium shows that one cannot assimilate this fossil population to *Homo sapiens*, a stage that it had not yet attained, nor to *Homo erectus*, a stage that it had already gone beyond. The Neandertals appear, not as a particular isolated case, but the issue in Europe of an evolutionary trend comparable to that of other regions of the world during the middle Pleistocene.

Mots clés : Néandertaliens, face, évolution, phylogénie.

Key Words : Neandertals, face, evolution, phylogeny.

* Jean-Louis Heim, Professeur à l'Institut de Paléontologie Humaine, Sous-Directeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Musée de l'Homme, place du Trocadéro, 75116 Paris, France

Les diverses hypothèses concernant l'origine des Hommes modernes et leur position phylétique par rapport aux Néandertaliens peuvent être regroupées en deux courants contradictoires : la théorie de l'évolution graduelle ou "théorie néandertalienne de l'*Homo sapiens*" et celle de la spécialisation des Néandertaliens en dehors de la lignée conduisant aux Hommes modernes.

La première suppose une apparition récente de l'Homme anatomiquement moderne qui aurait remplacé rapidement les Néandertaliens, ces derniers constituant une "phase intermédiaire" entre *Homo erectus* et *Homo sapiens*. Cette vision monogéniste et linéaire de l'évolution sous-entend par conséquent une continuité entre Archanthropiens, Néandertaliens et Hommes modernes. Jadis répandue avant la seconde guerre mondiale car elle constituait une réaction contre le polyphylétisme, cette thèse prit une orientation plus buissonnante et polycentrique avec Weidenreich (1946), Keith et plus tard Coon (1962) pour qui les diverses races géographiques d'*Homo sapiens* constituent autant de séries évolutives *in situ* à partir des formes archanthropiennes préexistantes. Les Néandertaliens apparaissent donc comme l'un des stades intermédiaires pour l'Europe et l'Asie occidentale. En fait, cette hypothèse a inspiré un certain nombre de points de vue quelque peu différents. Pour certains auteurs, le système masticateur, sous l'effet d'un usage moins intensif des dents, aurait subi une régression entraînant celle du massif facial (Brace, 1964 ; Wolpoff, 1980 ; Wallace, 1975) ; pour d'autres, *Homo sapiens* serait issu d'une forme régionale de Néandertaliens plus avancés anatomiquement, soit dans les Balkans (F. Smith, 1976) à partir des Hommes de Krapina, de Vindija et de Velica Pecina, soit en Asie du sud-ouest (McCown et Keith, 1939 ; Thoma, 1965), à partir des Néandertaliens orientaux par l'intermédiaire de "Proto-*sapiens*" (= non-Néandertaliens d'Israël).

Cette théorie ne tient toutefois pas compte des caractères spécialisés des Néandertaliens qui, tout en offrant certains traits de convergence avec l'Homme moderne, présentent une grande

différence morphologique avec les premiers *sapiens* connus du Paléolithique supérieur (Velica Pecina, Combe-Capelle, Grimaldi, Hahnöfersand). Aussi, la position des Néandertaliens semble-t-elle dérivée d'un stock ancestral et orientée dans une direction divergente par rapport à *Homo sapiens*. Cette opposition anthropologique, qui reflète en outre probablement une discontinuité génétique, se confirme par un laps de temps beaucoup trop court entre les deux formes interdisant toute possibilité d'évolution des Néandertaliens vers *Homo sapiens*. Cette séparation entre les deux groupes est d'autant plus évidente qu'on dispose actuellement de datations qui semblent montrer que des formes déjà différenciées dans le sens *sapiens* ont précédé en Afrique australe et orientale, en Extrême-Orient, au Proche-Orient et peut-être aussi en Europe, les Hommes de Neandertal, ce qui constitue un indice possible de leur contemporanéité, bien que la preuve matérielle de leur coexistence n'ait pour l'instant jamais été apportée.

Weinert avait évalué à 5000 générations le temps nécessaire pour transformer un crâne de type néandertalien en un crâne d'*Homo sapiens*. En considérant que les générations d'alors ne devaient guère dépasser 20 ou 25 ans, cette transformation aurait nécessité de 100 à 125.000 ans, ce qui exclut pour *Homo sapiens* une origine à partir des Néandertaliens dont les derniers représentants remontent à 35.000 ans au plus. En revanche, si cette estimation est fondée, elle fait reculer les racines d'*Homo sapiens* à la fin du Riss ou au début du Riss/Würm, ce qui est d'autant plus acceptable qu'un certain nombre de traits que l'on peut qualifier de "modernes" dans la mesure où ils se retrouvent en règle générale chez nous, étaient associés chez les Hommes du Pléistocène moyen à une structure typiquement archanthropienne. En revanche, l'estimation de Weinert est nettement moins explicite pour ce qui concerne la période séparant les formes rissiennes des Néandertaliens. Entre 195-160.000 ans et 70-35.000 ans, les Hommes fossiles d'Europe n'ont guère fait l'objet de transformations anatomiques et structurales fondamentales, hormis une augmentation

inévitables du volume cérébral, et ont maintenu la plupart de leurs traits plésiomorphes jusqu'aux derniers Néandertaliens de la fin du Würm II.

Parmi tous les caractères particuliers permettant de distinguer les Néandertaliens d'*Homo sapiens*, ce sont ceux relatifs au crâne cérébral et à la face qui attirèrent le plus l'attention des anthropologues. Schwalbe, Fraipont et Lohest, Boule, Sergi et bien d'autres encore avaient insisté sur l'aspect massif et proéminent, voire "grossier", de la face néandertalienne et n'hésitaient pas à la qualifier de "prognathe", de face "en museau" ou d'oncognathe (Sergi), ce dernier terme étant nettement préférable pour les raisons que nous verrons plus loin. En effet, un examen plus attentif des particularités du crâne néandertalien, et surtout la connaissance d'un nombre plus important de spécimens, ont montré que si le prognathisme tel qu'il doit être défini par l'angle de profil supérieur (ligne Gl-Pr/plan de Francfort) ou l'aspect "en museau" sont dépourvus de fondement, la saillie de la face dans le plan médian par rapport aux bords externes des orbites ainsi que la position élevée de la glabellule et du nasion, représentent des constantes particulièrement évidentes de ces populations fossiles.

En réalité, il ne s'agit là que d'épiphénomènes consécutifs à un fait beaucoup plus général et présent chez toutes les populations précédant l'apparition d'*Homo sapiens*, à savoir le développement important du massif facial par rapport au volume d'ensemble du neurocrâne. Plusieurs méthodes déjà anciennes ont tenté de quantifier ce rapport (Keith, Morant, Sergi, Fraipont, etc). Malgré son intérêt évident dans la phylogénie humaine, peu de travaux récents lui ont été consacrés par les anthropologues (Dechambre, 1948; Vandebroek, 1969; Semelle, 1972; Haddad, 1991). A l'occasion de recherches entreprises sur les Hommes de La Ferrassie et les Néandertaliens en général, nous avons été conduit à proposer une méthode à la fois simple et précise pour quantifier le volume relatif de la face et du neurocrâne (Heim, 1974, 1976 et 1978). L'indice cranio-facial de volume (volume facial x 100/

volume du neurocrâne) fait appel à la moyenne de plusieurs dimensions entre des points craniométriques du neurocrâne et de la face, et ceci dans les trois plans de l'espace. Chaque volume ainsi calculé représente un volume théorique et non pas réel dans la mesure où seules les dimensions absolues ont été considérées. Il ressort de cet indice (fig. 1) que :

- le rapport, très élevé chez les premiers Hominidés (Australopithèques, *Homo habilis*) et *Homo erectus*, baisse progressivement dans la phylogenèse humaine pour atteindre ses valeurs les plus faibles dès le Paléolithique supérieur ;
- les valeurs obtenues chez les Néandertaliens s'apparentent davantage à celles des derniers représentants d'*Homo erectus* que d'*Homo sapiens* proprement dit ;
- la face néandertalienne diffère très nettement de celle des *sapiens* par son plus grand développement relativement au crâne cérébral.

A l'occasion de la reconstitution récente du crâne de La Chapelle-aux-Saints (Heim, 1989a et b), nous avons tenté de rechercher les causes de cet important volume facial. En effet, la partie interne des maxillaires et l'ensemble de l'arrière-face avaient été obstrués par de la résine et du plâtre lors de la première reconstitution de MM. Boule et Papoint afin d'assurer une consolidation plus efficace de la pièce. Au cours de notre travail, nous avons pu constater que les cavités internes des maxillaires, qui sont toujours très endommagées sur les spécimens fossiles, avaient été exceptionnellement bien conservées bien qu'aucune description n'en eût été publiée. L'observation de cette région a été facilitée par les pertes de substance de la paroi externe des fosses nasales en arrière de la gouttière lacrymale, et surtout grâce à l'examen radiographique et tomographique dans les trois plans de l'espace.

Le fait remarquable, qui apparaît chez l'Homme de La Chapelle-aux-Saints comme chez tous les Néandertaliens et chez la plupart des représentants tardifs d'*Homo erectus*, concerne le développement de la région maxillaire qui dépasse autant en largeur (largeurs bizygomaxillaire et maxillo-alvéolaire) qu'en hauteur (hauteur nasion-prosthion) les valeurs moyennes d'*Homo sapiens* (tableau 1).

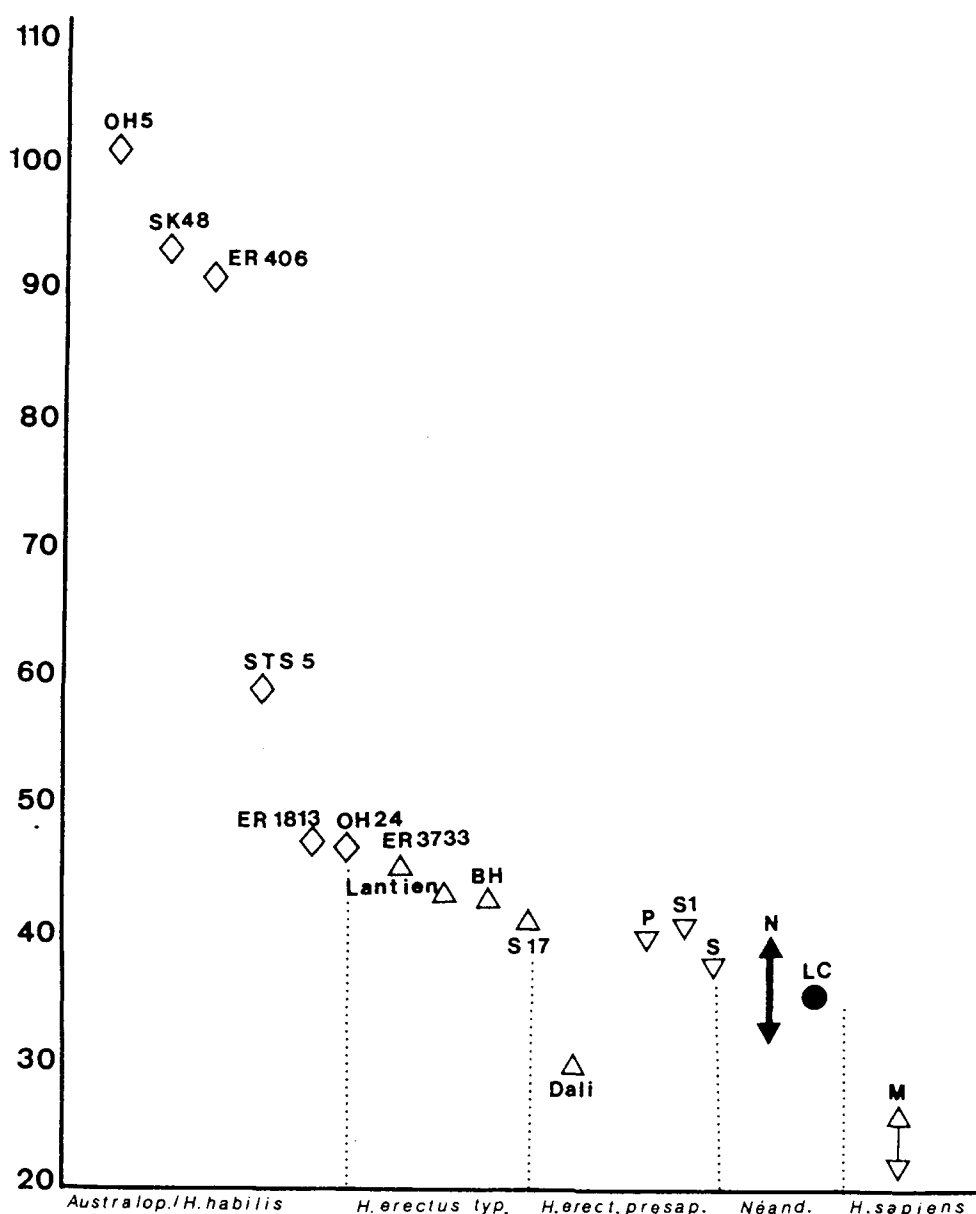


Fig. 1 L'indice cranio-facial de volume (face supérieure) au cours de l'évolution des Hominidés (BH, Broken Hill; S17, Pithécanthrope VIII; P, Petralona; S1, Saccopastore 1; S, Steinheim; N, variation néandertalienne; Lc, La Chapelle-aux-Saints; M, variation moderne).

Les grandes dimensions maxillaires constituent par conséquent un trait plésiomorphe hérité des populations préwurmiennes, ce qui explique chez les Néandertaliens la valeur élevée du volume facial par rapport à celui du neurocrâne.

La structure interne de la face néandertalienne comprend des sinus maxillaires très

vastes, nettement plus volumineux que ceux d'*Homo sapiens*, confirmant en cela l'un des traits constants chez *Homo erectus* tardif (Petralona, Bodo, Broken Hill, Dali). Les sinus offrent une structure fort complexe qui semble n'avoir aucun équivalent dans l'humanité actuelle. Une telle hyper-pneumatisation maxillaire, que l'on doit d'ailleurs mettre en parallèle avec celle du frontal, se traduit par :

1.- la projection vers l'avant de la paroi du maxillaire avec toutes les conséquences dont dérive la morphologie de la face: "oncognathisme" ou maxillaire "en extension", projection du nasion et gonflement de la région périnasale, effacement des fosses canines, augmentation des valeurs angulaires horizontales;

2.- l'existence d'un cloisonnement et de subdivisions des cavités sinuales en plusieurs chambres séparées par des septa secondaires incomplets ou prolongées par des évaginations. Chaque sinus est constitué d'avant en arrière par trois chambres principales séparées par des cloisons incomplètes, la chambre intermédiaire comprenant elle-même une chambre mésiale volumineuse et une expansion externe creusée dans la pyramide maxillaire et séparée de la précédente par une différence de niveau du plancher sinusal.

Chez l'Homme de La Chapelle-aux-Saints (fig. 2 et 3), la chambre antérieure constitue du côté gauche une cavité unique ovoïde, plus haute et profonde que large. A droite, elle revêt une structure plus complexe, avec un cloisonnement partiel horizontal délimitant deux cavités digitiformes dont l'inférieure, la plus vaste, prolonge vers l'avant la chambre antérieure du sinus maxillaire. Le plancher de cette première

chambre est relativement élevé et répond à peu près au niveau de l'apophyse palatine. Sur les deux os, la chambre antérieure ainsi que ses prolongements secondaires s'engagent, d'une part entre la paroi des fosses nasales située à la base de l'apophyse montante et de la gouttière lacrymale, et d'autre part de la paroi externe des maxillaires qui se trouvent de ce fait repoussés en dehors. Ceci a pour effet d'effacer complètement les reliefs de la partie externe de l'os, notamment la fosse canine et la dépression sous-orbitaire, ainsi que de projeter vers l'avant la région périnasale et de faire disparaître l'échancrure sous-malaire. En effet, la face antérieure de l'apophyse montante est projetée en avant et fortement soulevée par l'hyperdéveloppement de la chambre sinuale antérieure. Aussi, toute la moitié interne du bord inférieur de l'orbite est-elle précédée par la surface saillante et presque horizontale de l'apophyse montante, marquée par une *sutura notha* confondue en partie avec la gouttière naso-orbitaire. La gouttière, large et peu profonde dans sa partie externe en dedans de l'extrémité interne de la suture maxillo-zygomatique, s'accuse nettement en haut et en dedans, c'est-à-dire vers le sommet de l'apophyse. Son trajet, qui suit parallèlement le rebord inférieur de l'orbite, est marqué de chaque côté par deux orifices vasculaires de fort calibre comparativement à l'Homme moderne.

Tableau 1 Le développement de la face chez les Néandertaliens comparativement à d'autres populations fossiles d'Europe.

	Préwürmiens	La Chapelle	Néandertaliens (M)	Magdaléniens
Diam. bizygomax.	115,1	109,00	108,1	91,7
Na-Pr	83,9	85,00	85,6	69,7
Larg. max. alvéol.	66,5	71,00	64,5	61,7
Angle naso-malaire	151,9	134,00	134,7	144,3
Angle maxillo-nasal hor.	114,9	105,00	113,5	137,2
Angle maxillo-zygom.	139,5	151,50	143,4	138,2
Angle zygomaxillaire	121,8	103,50	110,6	134,2
Flèche au nasion	16,2	24,60	36,5	16,1
Ind. d'aplat. sup.	14,1	21,50	21,2	16,1
Flèche au Nsp.	33,5	42,60	36,2	19,3
Ind. d'aplat. médian	28,0	39,10	32,6	20,8
Ind. cranio-facial sup. de vol.	39,2	35,60	35,6	23,7

D'autre part, la surface des maxillaires située au-dessous des orbites se prolonge d'une façon plane et régulière avec la surface de l'os zygomatique sans la moindre trace d'inflexion horizontale ou verticale, répondant en cela parfaitement à la disposition dite "maxillaire en extension" ou à l'"oncognathisme" décrit par G. Sergi (1928-1929) et S. Sergi (1968).

Il convient de préciser que cette chambre antérieure, qui semble intimement liée à la morphologie particulière de la face néandertalienne, est inexistante (disparue ou plutôt jamais apparue ?) chez les Hommes modernes chez qui les deux parois s'accolent l'une à l'autre en raison de la réduction extrême de cette partie du sinus qui n'atteint en aucun cas une position aussi avancée.

La chambre moyenne est la plus vaste et occupe la majeure partie des maxillaires entre le plancher de l'orbite et le plancher alvéolaire, de telle sorte que le sinus descend nettement plus bas que l'apophyse palatine. De chaque côté, cette chambre communique avec la précédente par une cloison transversale incomplète issue de la paroi externe; la cloison est pourvue d'un bord net et concave sur l'os gauche laissant place sur le droit à un large goulet vertical bordant en dedans la *concha lacrymalis*. Latéralement, elle s'étend fortement en dehors par une vaste fossette digitiforme qui s'engage dans la pyramide osseuse en direction de l'os zygomatique.

La chambre postérieure est la plus petite. Elle est observable sur l'os gauche et, dans sa seule partie postérieure, sur l'os droit. Elle s'étend transversalement au-delà d'une cloison qui la sépare de la précédente chambre et qui n'est visible qu'à la partie supérieure du sinus. Cette chambre correspond à la partie postérieure de l'os maxillaire et à la tubérosité maxillaire en contact (sur l'os droit) avec l'apophyse ptérygoïde du sphénoïde.

De cet examen il ressort que la complexité, le volume et la dilatation exercée par les sinus maxillaires sur leur paroi externe confirment les conclusions qui ont été préalablement établies

d'après la seule observation de la surface externe (Heim, 1976, 1978, 1987 et 1988), à savoir l'existence d'une relation directe de cause à effet entre la morphologie faciale et la structure interne des maxillaires chez ces populations fossiles.

L'extension des sinus maxillaires vers le plan médian ne modifie pas pour autant les dimensions des fosses nasales qui demeurent larges chez tous les Néandertaliens, ce qui infirme la loi de Thomson et Buxton (1923) concernant le rôle des fosses nasales dans la thermorégulation. En effet, au cours des 80.000 ans de leur histoire, les Néandertaliens ont connu des climats divers et occupé dans l'Ouest de l'Eurasie des régions aussi contrastées que la Belgique ou l'Allemagne du Nord et les rivages plus cléments de l'Europe méridionale. Et pourtant, la morphologie de leur face n'a guère changé et tant le volume de leurs fosses nasales que la grande largeur de l'ouverture piriforme ont maintenu leurs particularités. Une telle remarque peut être faite également pour les orbites qui sont de très grande taille, hautes,

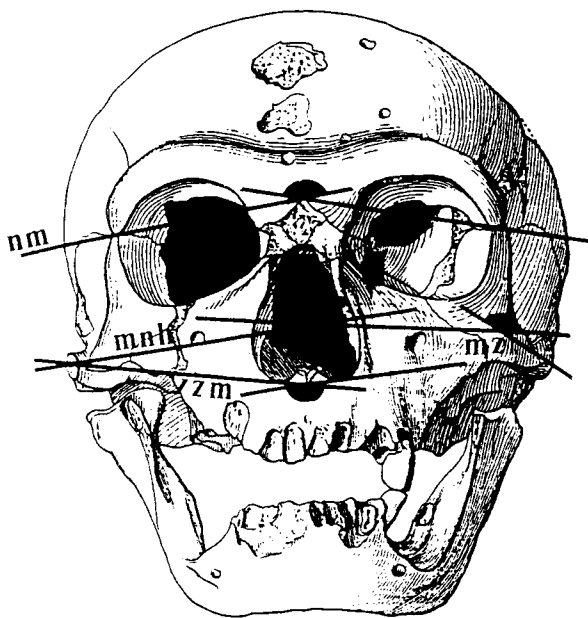


Fig. 2 Angles faciaux transverses relevés chez l'homme de la Chapelle-aux-Saints. nm, angle naso-malaire de Flower; mnh, angle maxillo-nasal horizontal; zm, angle zygomaxillaire; mz, angle maxillo-zygomatique.

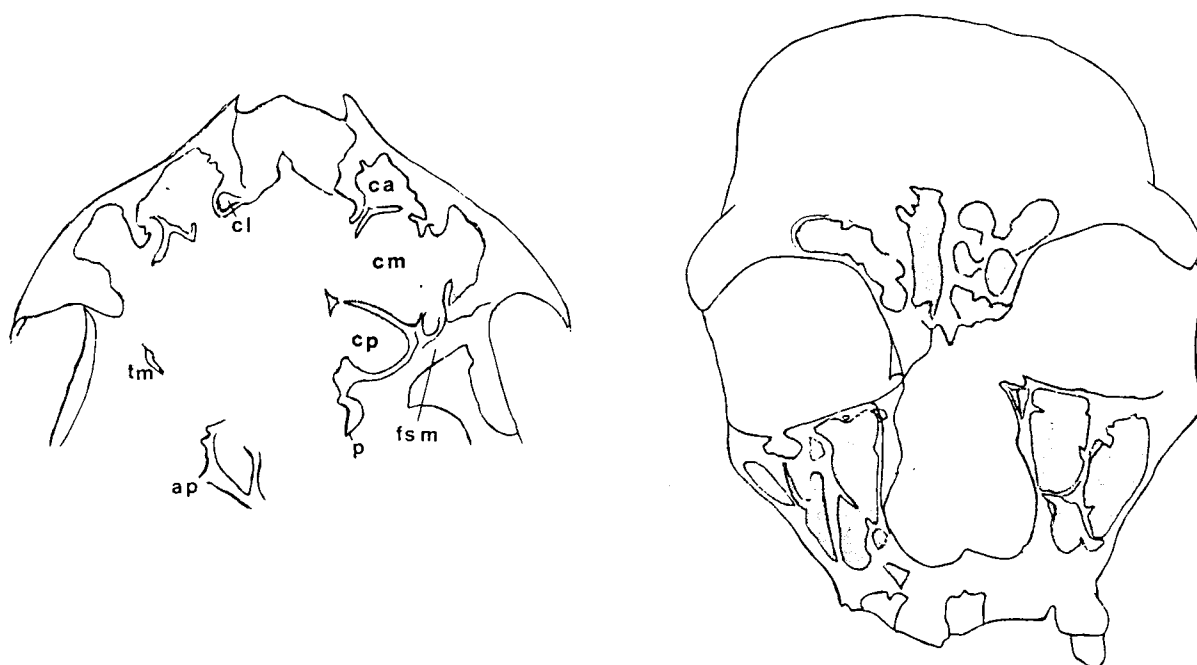


Fig. 3 Les sinus maxillaires de l'homme de la Chapelle-aux-Saints. A droite : coupe frontale au niveau de la seconde prémolaire. A gauche : coupe horizontale pratiquée au-dessous du plancher de l'orbite. Ap, apophyse ptérygoïde du sphénoïde; ca, chambre antérieure du sinus maxillaire; cm, chambre moyenne; cp, chambre postérieure cl, ouverture du canal lacrymal; fsm, fente sphéno-maxillaire; p, palatin; tm, tubérosité maxillaire.

larges et profondes. C'est là un trait qui a été mis en évidence depuis longtemps chez les Néandertaliens.

Ce n'est donc pas à une quelconque influence du climat qu'il convient d'attribuer l'origine de la structure faciale des Néandertaliens comme certains auteurs l'ont parfois prétendu à tort. La cause semble relever davantage d'une adaptation fonctionnelle comme nous allons le montrer maintenant.

La face interne de l'apophyse montante des Néandertaliens est grande, haute et large. Sa portion comprise entre la crête inférieure et la crête supérieure (*crista ethmoidalis*), qui répond au comet moyen disposé horizontalement, est particulièrement vaste du fait de la projection remarquable de son bord antérieur. Cette projection correspond aux deux piliers périnasaux de soutien et intervient dans l'architecture particulière de la face. Elle contribue à la disposition presque horizontale de la portion supérieure des apophyses montantes et des os propres du

nez ainsi qu'à la position élevée et avancée du nasion (et par conséquent de la glabella) par rapport à la paroi externe des orbites. Ce fait est confirmé par :

- tous les diagrammes comparatifs avec l'Homme moderne;
- la valeur faible des angles naso-malaire de Flower, maxillo-nasal horizontal et zygomaxillaire;
- la valeur plus élevée de l'angle maxillo-zygomatique;
- la valeur plus élevée des indices d'aplatissement transverse au niveau du nasion et du point naso-spinal (tableau 1).

En d'autres termes, les Néandertaliens montrent un très faible aplatissement facial comparativement aux Hommes modernes, en raison de la forte projection médio-sagittale de la face et du nasion par rapport aux apophyses orbitaires externes. L'angle naso-malaire met clairement en évidence la saillie de la région du nasion par rapport aux bords externes des orbites. Chez les Néandertaliens, la valeur de cet angle

est non seulement plus faible que chez les Magdaléniens et les populations ultérieures, mais également que chez les Hommes préwurmien d'Europe. On retrouve la même tendance pour la région moyenne de la face, avec des angles maxillo-nasal horizontal et zygomaxillaire qui offrent des valeurs plus basses au Paléolithique supérieur et nettement plus fortes à La Chapelle-aux-Saints. Autrement dit, le fossile de Corrèze présente d'une façon particulièrement représentative un trait autapomorphe des Néandertaliens, à savoir la proéminence médiane du massif facial qui, rappelons-le, est complètement indépendante du prognathisme qui n'existe en fait jamais chez ces populations fossiles. La projection du nasion est variable chez les Préwurmien : elle s'inscrit dans les variations néandertaliennes chez les Hommes de Petralona et de Saccopastore, à la fois les plus tardifs et, dans une certaine mesure, les plus proches également des Néandertaliens par leurs caractères anatomiques. L'aplatissement est, en revanche, plus marqué sur Arago XXI et surtout Steinheim, la face de ce dernier se rapprochant davantage de celle d'*Homo sapiens*.

En ce qui concerne la morphologie du neurocrâne et de la face, il apparaît que les Néandertaliens ont été précédés par des formes

préwurmien offrant une diversité très nette de tendances dont certaines s'apparentent aux Néandertaliens avec suffisamment de clarté pour apparaître comme leurs ancêtres évidents. Cette mosaïque de tendances nous conduit donc à admettre que les Néandertaliens ont conservé, depuis au moins 600.000 ans, les caractères fondamentaux des Hommes qui les ont précédés en Europe, ce qui explique leur structure archaïque. En voici les plus caractéristiques :

- la présence constante du torus sus-orbitaire continu;
- une face volumineuse par rapport au crâne cérébral, même si elle accuse en moyenne un moindre degré de développement que chez leurs prédécesseurs;
- un front fuyant ainsi qu'en témoigne la valeur des différents angles;
- une écaille occipitale relativement basse et large qui s'apparente à certains fossiles (Petralona, Bilzingsleben), alors que d'autres manifestent une élévation nettement plus marquée de l'écaille (Arago, Steinheim, Swanscombe, Verteszöllös, Fontéchevade 2);
- une écaille temporale peu élevée, autant en valeur absolue que par rapport à la hauteur du temporal ou de la voûte crânienne, avec des apophyses mastoïdes petites et un bord pariétal peu convexe. Ce caractère, très variable chez les

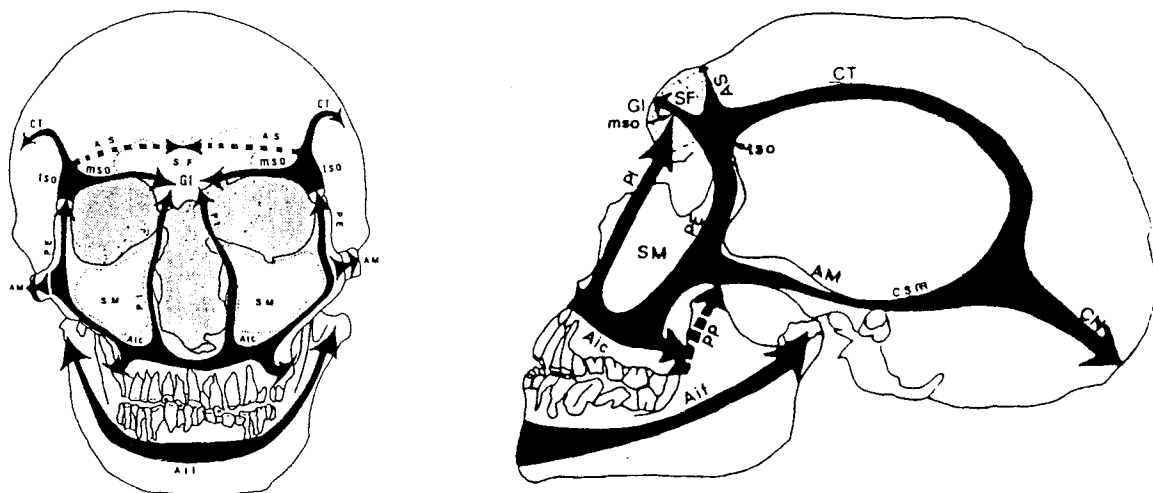


Fig. 4 Architecture de soutien du crâne néandertalien montrant les divers piliers et arc-boutants ainsi que les zones creuses ou pneumatisées du massif facial.

Préwurmien, montre que la forme primitive de l'écaïlle s'est conservée au cours de toute l'histoire paléontologique des Hommes du Pléistocène moyen (Saccopastore), pour demeurer pratiquement inchangée chez les Hommes de Neandertal alors que l'écaïlle temporale avait déjà subi une élévation notable chez des fossiles plus anciens (Petalona, Steinheim).

L'étude des jeunes restes néandertaliens montre que cette structure archaïque est déjà reconnaissable dès les premiers stades de la vie et reflète la présence de gènes archanthropiens. C'est le cas de la présence chez le nouveau-né d'un épaississement marqué de la crête frontale transverse qui évoque l'existence d'un torus sus-orbitaire avant la mise en fonction des actions masticatrices (La Ferrassie 4 bis et 5), un massif facial plus volumineux par rapport au crâne cérébral que chez l'enfant actuel de même âge (Pech de l'Azé, Roc de Marsal, La Quina 18, Teshik Tash) et des dimensions occipitales qui semblent résulter d'un mode d'ossification plus rapide des os de la voûte que chez *Homo sapiens* (La Ferrassie 8).

Outre ces caractères plésiomorphes, les Néandertaliens ont bénéficié de la croissance cérébrale et du développement du neurocrâne que l'on retrouve à un degré tardif du stade "*erectus*" ou "*sapiens* archaïque" au sens large (Ngandong, Dali, Mapa, Narmada, Omo-Kibish, Ndutu, Florisbad, Djebel Irhoud, etc). Il en résulte des dimensions importantes de la boîte crânienne et du squelette céphalique. Aussi, pour permettre la réalisation de l'équilibre statique au-dessus de la colonne vertébrale, compte tenu du développement encore important de la face, le centre de gravité de la tête a subi un léger recul grâce à un allègement sensible des structures osseuses afin d'assurer à la transmission des forces masticatrices le maximum d'efficacité mécanique pour le minimum de poids. Cet "ajustement morpho-fonctionnel" est réalisé, chez les Néandertaliens, par une forte pneumatisation frontale et maxillaire, une augmentation du volume des cavités de la face (orbites, fosses nasales, cavité buccale) et un renforcement marqué des piliers et arc-boutants

du massif facial qui vont assurer la résistance mécanique en réponse aux pressions manducatoires (fig. 4). Cette spécialisation n'intéresse d'ailleurs pas seulement les Néandertaliens : elle se retrouve d'une manière quasi-constante chez les formes progressives d'*Homo erectus* que nous appelons "*Homo erectus presapiens*" (Petalona, Broken Hill, Bodo, Dali) et qui se trouvent à peu près au même stade d'évolution que les Néandertaliens, compte tenu des différences géographiques et des modalités évolutives propres à chaque région ainsi que du génotype de chacun des groupes. Il s'agit donc là d'une structure assez générale qui traduit un processus évolutif progressif chez les Archanthropiens et les Paléanthropiens. Sans apparaître pour autant comme un critère utilisable pour dater les fossiles, la pneumatisation semble donc accompagner, au cours de l'évolution humaine, l'augmentation des dimensions crâniennes résultant du processus de céphalisation. En effet, les formes archaïques et typiques d'*Homo erectus* (KNMER 3733, Sinanthropes de Chou Kou Tien, Pithécantropes de Trinil et de Sangiran) ont des sinus frontaux (faute de connaître leurs sinus maxillaires) moins développés que ceux des formes tardives. En Europe, la pneumatisation est moindre chez Arago, Fontéchevade ou Steinheim; elle est plus marquée chez Saccopastore, optimale à Petralona (ce qui constitue pour ce spécimen un argument en faveur d'un âge paléontologique plus tardif que celui qui a pu être parfois avancé) et chez les Néandertaliens, formes terminales de cette lignée.

A la lumière des constatations que nous venons de formuler, il ressort que la différence opposant le morphotype archaïque (dont les Néandertaliens sont pour l'Ouest de l'Eurasie les derniers représentants) au morphotype *sapiens* repose sur une allométrie de croissance entre le massif facial et le neurocrâne, conduisant, dans les deux lignées, à un résultat biomécanique comparable, mais faisant appel pour cela à deux modèles distincts.

Le premier modèle va conserver la structure archaïque originelle à laquelle s'ajoute, sous l'effet de la céphalisation, une forte pneumatisation périnasale et frontale qui exerce

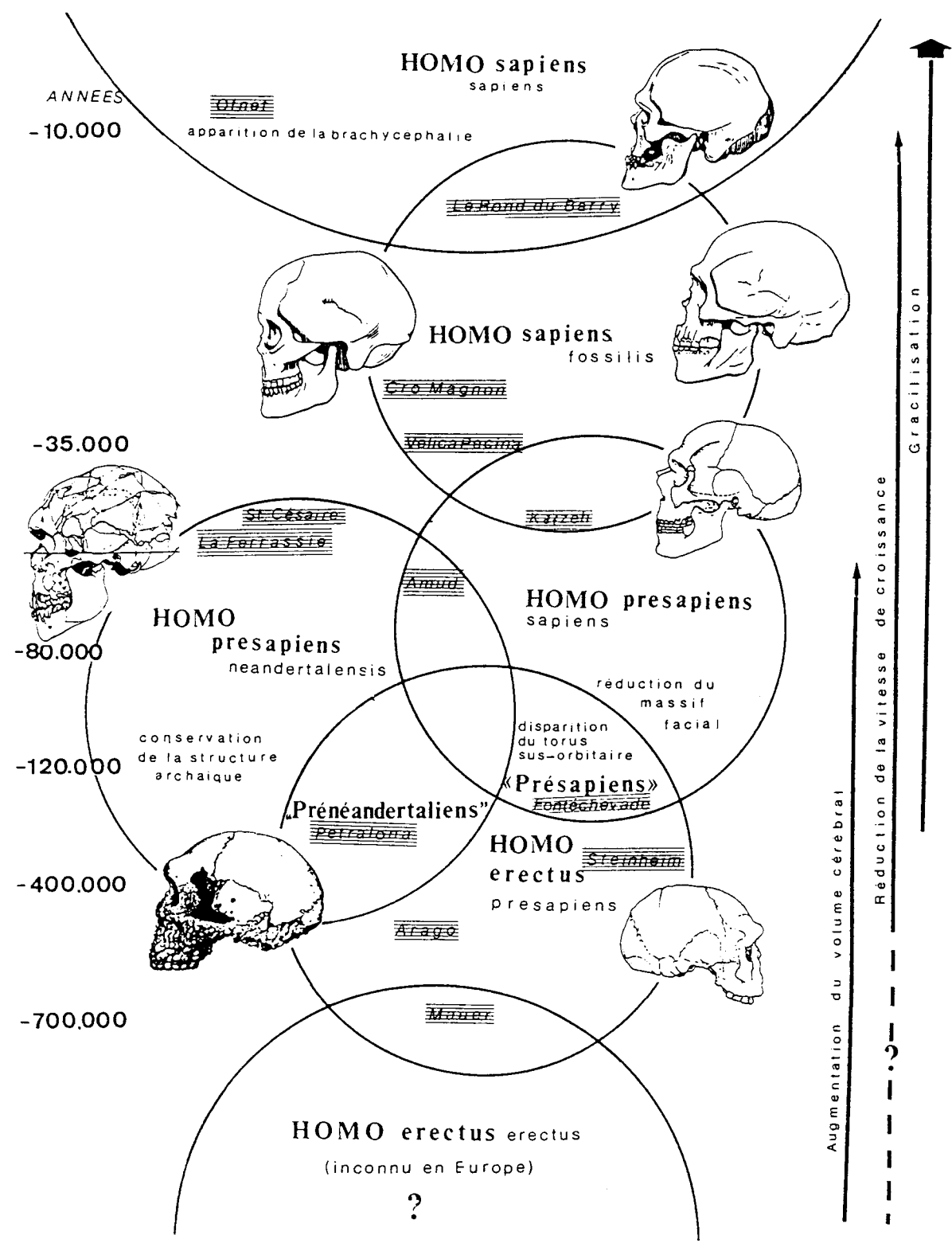


Fig. 5. Les relations phylogéniques des Hominidés d'Europe et du Proche-Orient d'après la conception de l'auteur.

un rôle d'allègement de la tête afin de lui assurer l'équilibre nécessaire au-dessus du rachis et de maintenir, dans les meilleurs conditions, l'attitude bipède en plaçant le centre de gravité de la tête dans une position reculée la plus proche possible de l'axe de gravité du corps, c'est-à-dire l'axe rachidien. Cette pneumatisation s'accompagne d'un certain nombre de caractères anatomiques qui relèvent principalement des conséquences du volume important du crâne facial par rapport au neurocrâne. Cette spécialisation est celle qu'ont atteint les Hommes de Neandertal, mais aussi déjà dans une large mesure, leurs prédécesseurs de la fin du Pléistocène moyen d'Europe et les représentants tardifs d'*Homo erectus* dans d'autres régions du monde. Dans l'ouest de l'Eurasie, nous proposons de désigner ce stade sous le nom de "*Homo presapiens neanderthalensis*", aboutissement du stade "*Homo erectus presapiens*", afin de respecter la terminologie usitée pour la première forme décrite.

Le second modèle évolutif issu de la même souche archanthropienne (*Homo erectus presapiens*) va privilégier, par un mode de développement plus lent, la réduction du rapport entre le volume facial et le neurocrâne. Aussi, le maintien de l'équilibre statique de la tête peut-il être réalisé d'une façon plus économique sans faire intervenir la mise en place d'un processus compensatoire d'allègement consistant dans un hyper-développement des sinus et des cavités faciales par rapport aux plus anciens représentants de la lignée. L'augmentation du volume cérébral, qui suit la même progression que dans la lignée *presapiens neanderthalensis* et qui se traduit dans l'ensemble par les mêmes tendances à l'élévation de la partie squameuse des os de la voûte ainsi qu'à une capacité crânienne comparable, va s'associer à une face moins volumineuse précédant, dans un premier temps, la dissociation et la disparition du torus sus-orbitaire, réduit aux seules arcades sourcilières (notamment dans le sexe masculin) puis, dès le Würm III, le retrait de l'arcade alvéolaire par rapport à l'arcade basilaire de la mandibule et le développement de la saillie mentonnière, typique de l'*Homo sapiens*. Nous appelons ce stade "*Homo presapiens sapiens*" (fig. 5).

En d'autres termes, l'examen de la structure du massif facial et ses relations avec le neurocrâne montre qu'on ne peut assimiler les Néandertaliens à *Homo sapiens*, stade qu'ils n'avaient certainement pas atteint, ni à *Homo erectus*, stade qu'ils avaient dépassé. Leurs différences avec les Hommes du Paléolithique supérieur sont, de toute évidence, bien plus significatives que celles qui les opposent aux formes préwurmienne. Le terme de "*Homo presapiens neanderthalensis*" semble davantage correspondre à leur position phylogénique réelle. Les Néandertaliens apparaissent non plus comme un cas particulier isolé comme on le croyait jadis, mais bien comme l'aboutissement, en Europe, d'un processus évolutif assez général chez la plupart des Hominidés du Pléistocène moyen. La spécialisation des Néandertaliens et leur âge géologique relativement récent n'autorisent pas à en faire les ancêtres d'*Homo sapiens fossilis* et par conséquent des Hommes modernes, dont l'origine doit être recherchée dans des populations plus anciennes.

En conclusion et selon notre hypothèse, le remplacement des Néandertaliens par *Homo sapiens fossilis* dans nos contrées serait le fait d'une évolution régionale d'*Homo erectus presapiens* selon un processus physiologique mieux adapté à l'environnement et surtout plus économique et performant sur le plan biomécanique. Si l'on considère, comme l'indique la fréquence élevée des sujets immatures chez les Néandertaliens (environ 50% pour la seule région du Périgord) par rapport aux restes du Paléolithique supérieur, qu'une diminution du taux de mortalité infantile a pu intervenir avec *Homo sapiens fossilis*, on peut aisément expliquer le remplacement du premier taxon par le second au cours d'un temps relativement court, sans faire appel à des phénomènes migratoires sur de très longues distances, hypothèse qui ne s'appuie d'ailleurs sur aucune preuve, ni anthropologique, ni culturelle.

Le problème qui demeure pour l'instant sans réponse est de comprendre désormais non pas tant la raison pour laquelle les Néandertaliens ont acquis la structure cranio-faciale que nous venons d'analyser, mais de saisir les causes

véritables qui ont présidé à l'acquisition des caractères "modernes". Ces derniers apparaissent, selon toute vraisemblance, bien plus comme le résultat d'un allègement et d'une gracilisation liés à une modification du processus ontogénique

et au rôle déterminant du système endocrinien que de l'existence de lignées totalement isolées génétiquement, ce qui semble difficilement acceptable.

Bibliographie

- BOULE, M., 1911-1913, L'Homme fossile de La Chapelle-aux-Saints, *Ann. de Paléontol.*, t.6, 7 et 8.
- BRACE, C. L., 1964, The Fate of the "Classic" Neanderthals : a Consideration of Hominid Catastrophism, *Current Anthropol.*, 5, pp.191-204.
- BROSE, D.S. et WOLPOFF, M.H., 1971, Early Upper Paleolithic Man and Late Middle Paleolithic Tools, *Amer. Anthropol.*, 73, pp. 1156-1194.
- COON, C., 1962, *The origins of Races*, London, Jonathan Cape (Edition 1968)
- DAMBRICOURT-MALASSE, A., 1987, Ontogenèse, paléontogenèse et phylogenèse du corps mandibulaire catarrhinien. Nouvelle interprétation de la mécanique humanisante. Théorie de la foetalisation (Bolk, 1926), Paris, Thèse MNHN.
- DAMBRICOURT-MALASSE, A., 1988, Hominisation et foetalisation, *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 307, II, pp.199-204.
- DECHAMBRE, E., 1948, L'évolution des Primates et la théorie de la foetalisation, *Mammalia*, t.1, pp. 27-41 et t.13, pp.100-117.
- HADDAD, E., 1991, Approche ontogénique et dynamique des rapports biométriques cranio-faciaux chez *Homo sapiens*. Application à la Paléontologie Humaine, Paris, Thèse MNHN.
- HEIM, J.-L., 1974, Les Hommes fossiles de La Ferrassie (Dordogne) et le problème de la définition des Néandertaliens classiques, *L'Anthropologie*, t. 74, n° 1 et 2.
- HEIM, J.-L., 1976, Les Hommes fossiles de La Ferrassie (Tome I), *Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine*, Mém. 35, Paris, Masson. 331 p.
- HEIM, J.-L., 1978, Contribution du massif facial à la morphogenèse du crâne néandertalien, in *Les Origines humaines et les Epoques de l'Intelligence*, Paris, Fondation Singer-Polignac, Masson, pp.183-215.
- HEIM, J.-L., 1982, *Les enfants néandertaliens de La Ferrassie. Etude anthropologique et analyse ontogénique des Hommes de Neandertal*, Paris, Fondation Singer-Polignac, Masson.
- HEIM, J.-L., 1984, Les squelettes moustériens de La Ferrassie. Principaux caractères et position anthropologique parmi les autres Néandertaliens, in H. DELPORTE et coll., Le Grand Abri de La Ferrassie, fouilles 1968-1973, *Etudes Quaternaires*, 7, Université de Provence, pp. 249-271.
- HEIM, J.-L., 1986, *Homo erectus* - Les Hommes de Neandertal, in *Manuel d'Anthropologie Physique. L'Homme, son évolution, sa diversité*, Paris, Ed. du C.N.R.S., Doin Ed., pp.181-199 et 201-216.
- HEIM, J.-L., 1987, Les Hommes de Neandertal : un nouvel essai d'interprétation phylogénique, *La Vie des Sciences, C.R.Acad. Sc. Paris*, série gén. t.4, n°4, pp.305-323.
- HEIM, J.-L., 1988, L'Homme de Neandertal (*Homo presapiens neanderthalensis*) et les racines d'*Homo sapiens* en Europe, in *L'évolution dans sa réalité et ses diverses modalités*, Paris, Fondation Singer-Polignac, pp.179-212.

- HEIM, J.-L., 1989, La nouvelle reconstitution du crâne néandertalien de La Chapelle-aux-Saints. Méthode et résultat, *Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, n° 1-2, pp. 95-118.
- HEIM, J.-L., 1989, Une nouvelle reconstitution du crâne néandertalien de La Chapelle-aux-Saints, *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.308, pp. 1187-1192.
- HOWELL, F.C., 1951, The Place of Neanderthal Man in Human Evolution, *Am. J. of Phys. Anthrop.*, 9, pp. 379-416.
- HRDLICKA A., 1927, The Neandertal Phase of Man, *J. Roy. Anthrop. Inst.*, 17, pp. 249-269.
- JELINEK, J., 1981, Was *Homo erectus* already *Homo sapiens*? in *Les processus de l'Hominisation*, Coll. Intern. C.N.R.S., pp. 85-89.
- KLEINSCHMIDT, O., 1938, Unausrottbare falsche Behauptungen. Die Halswirbel des Neandertalmenschen, *Beilage zu Falco*, 34, pp. 1-4.
- LEVEQUE, F. et VANDERMEERSCH, B., 1980, Découverte de restes humains dans un niveau castelperronien à Saint-Césaire (Charente-Maritime), *C.R. Acad. Sc. Paris*, D. 291, pp. 187-189.
- LUMLEY, M.-A. de, 1973, Anténéandertaliens et Néandertaliens du bassin méditerranéen occidental européen, in *Etudes Quaternaires*, 2, Univ. de Provence.
- MCCOWN, T.D. et KEITH, A., 1939, *The Stone Age of Mount Carmel*. II, London, Clarendon Press.
- MALEZ, M., 1975, Die Höhle Vindija. Eine neue Fundstelle fossiler Hominiden in Kroatien, *Bull. Sc. (Yugoslavia)*, 20, pp. 139-140.
- SABAN, R., 1984, Anatomie et évolution des vaisseaux méningés chez les Hommes fossiles, *Com. des Trav. Hist. et Sc.*, Paris.
- SCHWALBE, G., 1901, Der Neanderthalschädel, *Sonder. aus Bonner Jarb. Bonn*, 106.
- SEMELLE, P.L., 1972, *Etude biométrique du rapport palato-cérébral en primatologie*, Paris, Prélat, 104 p.
- SERGI, G., 1928-1929, Uno studio sopra i caratteri della faccia umana, *Riv. di Antrop.*, 28, Roma.
- SERGI, S., 1968, La faccia dell'uomo di Neandertal ; rilievo radiografico di caratteristiche facciali del cranio neandertaliano Circeo, *Riv. di Antrop.*, t 55.
- SMITH, F., 1976, The Neandertal Remains from Krapina. A Descriptive and Comparative Study, *Rep. Investig. Univ. Tennessee*, 15 (ronéot.)
- THOMA, A., 1965, La définition des Néandertaliens et la position des Hommes fossiles de Palestine, *L'Anthropologie*, 69, 5-6, pp.519-534.
- THOMA, A., 1972, L'évolution polycentriste de l'*Homo sapiens*, in *Origine de l'Homme moderne*, Paris, UNESCO, pp. 81-85.
- THOMSON, A. et BUXTON, D., 1923, Man's Nasal Index in Relation to Certain Climatic Conditions, *J. of Royal Anthrop. Instit.*, LIII, London.
- VANDEBROEK, G., 1969, *Evolution des Vertébrés de leur origine à l'Homme*, Paris, Masson, 570 p.
- VALLOIS, H.V., 1958, La grotte de Fontéchevade. Deuxième partie : Anthropologie, *Archives de l'I.P.H.*, 29.
- VANDERMEERSCH, B., 1981, Les Hommes fossiles de Qafzeh, *Cahiers de Paléanthropologie*, 1, Paris, 319 p.
- WALLACE, J.A., 1975, Did La Ferrassie 1 Use his Teeth as a Tool ? , *Cur. Anthrop.*, 16, pp. 309-369.
- WEIDENREICH, F., 1946, *Apes, Giants and Man*, Univ. Chicago Press.

WEINERT, H., 1932, *Ursprung der Menschheit*, Stuttgart, Enke Ed.

WOLPOFF, M.H., 1980, Cranial Remains of Middle Pleistocene European Hominids, *Journal of Human Evolution*, 9, pp. 339-358.

WOLPOFF, M.H., 1980, *Paleoanthropology*, New-York, A.A. Knopf Ed.

WOLPOFF, M.H., 1981, Upper Pleistocene Human Remains from Vindija Cave, Croatia, Yugoslavia, *Am. J. of Physic. Anthropol.*, 54, pp. 499-545.

The Cervical Vertebrae, Mandible and Hyoid from the Kebara Mousterian Hominid 2 : Morphological and Behavioural Aspects

Les vertèbres cervicales, la mandibule et l'os hyoïde du squelette moustérien
de Kebara 2 : aspects morphologiques et liés au comportement

Anne-Marie Tillier, L.A. Schepartz and Baruch Arensburg *

Abstract

The simultaneous presence on the Mousterian skeleton Kebara 2 (Mount Carmel, Israël) of three well preserved elements, the cervical column, the mandible and the hyoid bone for the first time permits us to suggest a reconstruction of the supralaryngeal region. This leads us to reconsider the question widely debated by English-speaking authors as to the speech aptitude of these Middle Palaeolithic populations, starting from different anatomical bases.

Résumé

La présence sur le squelette moustérien de Kebara 2 (Mont Carmel, Israël) de trois vestiges osseux bien conservés, la colonne cervicale, la mandibule et l'os hyoïde, permet, pour la première fois, de proposer une reconstitution de l'espace supralaryngien. Cette dernière conduit à reconsidérer la question largement débattue par les auteurs anglophones de l'aptitude à la parole de ces populations du Paléolithique moyen, en partant de ce fait de bases anatomiques différentes.

Key words : cervical column, mandible, hyoid bone, supralaryngeal region, speech aptitude.

Mots clés : vertèbres cervicales, mandibule, os hyoïde, espace supralaryngien, langage.

Introduction

The adult male hominid skeleton (KMH2) from the Kebara Cave, Israel - dated to ca. 60,000 BP (Valladas *et al.*, 1987; Schwarcz *et al.*, 1989) - preserves portions of the neck region that are either unknown or fragmentary in other Middle

Palaeolithic specimens. These include a complete cervical vertebral column, a well-preserved mandible, and a virtually complete hyoid bone (Bar-Yosef *et al.*, 1986) (fig. 1). The latter find is of special importance because it is the first hyoid

* Anne-Marie Tillier, UA 376 C.N.R.S., Laboratoire d'Anthropologie, Université de Bordeaux I, Avenue des Facultés, 33405 Talence, France

L.A. Schepartz, Department of Anthropology, University of Arizona, Tucson 85721, USA

Baruch Arensburg, Dept. of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Israel

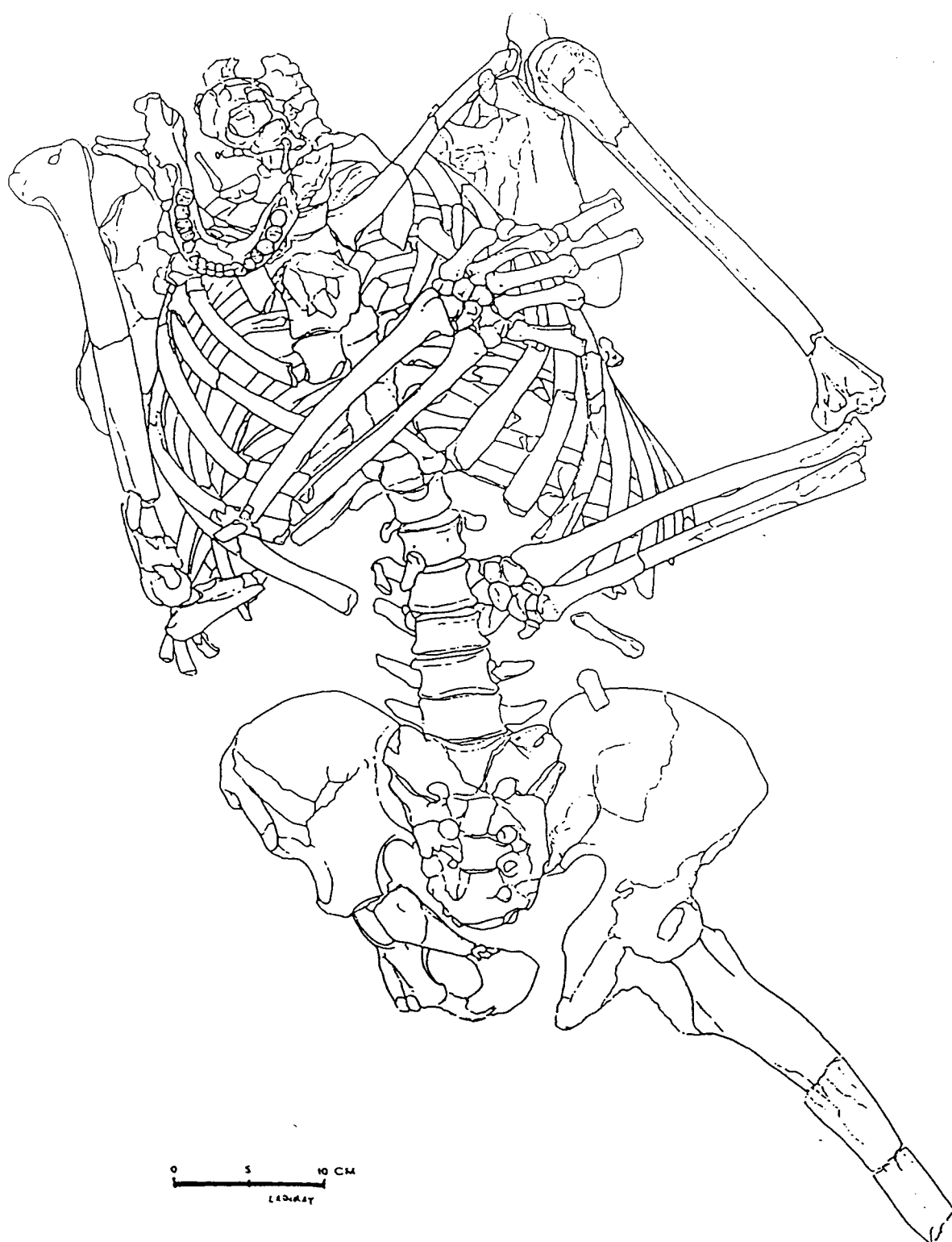


Fig. 1 The Kebara 2 skeleton in situ with the hyoid bone between the two mandibular arches.

of any fossil hominid to be discovered. Although the cranium of Kebara 2 is missing, the presence of these other elements enables us to make some assessments about pathology, posture and the controversial question of speech capabilities.

The Cervical Vertebrae

Prior to the discovery of Kebara 2, the most informative examples of the cervical vertebrae from the Middle Palaeolithic were Spy (Fraipont and Lohest, 1887), Krapina (Gorjanovic-Kramberger, 1906), La Chapelle-aux-Saints (Boule, 1911-13), La Quina (Martin, 1923), Skhul and Tabun (McCown and Keith, 1939) and more recently Shanidar (Stewart, 1962; Trinkaus, 1983), Regourdou (Piveteau, 1966) and Qafzeh (Vandermeersch, 1981). Kebara 2 is the best preserved of all these individuals, as it is the only specimen with the complete series (C1-C7) represented (Arensburg, 1989). A detailed description and comparison of Kebara 2 vertebrae can be found in Arensburg (in press).

Boule's (1911-13) analysis of the La Chapelle-aux-Saints vertebral column reflected his view of the Neandertals as morphologically intermediate between chimpanzees and modern humans, representing the primitive "cousins" of modern humans. This view was echoed by McCown and Keith (1939, p. 93), who stated that "the Skhul and Neandertal cervical spines resemble each other and also those of the anthropoids". After such critical works as Arambourg (1955), Patte (1955), Toerien (1957), Straus and Cave (1957) and Piveteau (1966), it is not necessary to refute each of the old and largely discredited claims concerning the primitiveness of the Middle Palaeolithic cervical column.

The Kebara 2 cervical region displays no significant morphological differences from modern humans, and the individual ventral and dorsal heights of the vertebral bodies are within the range of both Middle Palaeolithic and modern human samples (Table 3 in Arensburg *et al.*, 1990). The Kebara 2 cervical column can be reconstructed to ascertain its length and curvature. Comparative anatomical studies suggest that the

vertebral discs comprise 22% of the total neck length (DePalma and Rothman, 1970), therefore the probable length of the Kebara 2 cervical column should be 106.5 mm (based on the combined heights of C2-C7 (87.3 mm) plus 22%). This compares well with other Middle Palaeolithic specimens (Skhul V, 110.9 mm; Shanidar II, 132.2 mm) and modern humans, as Kebara 2 exceeds the mean value for European and American samples (Arensburg, in press). Thus the earlier picture of short-necked Middle Palaeolithic peoples is not supported by the Kebara 2 evidence. The curvature of the Kebara 2 cervical column also appears to be modern. Even without the discs, which are the main contributors to cervical curvature, the generally greater ventral body heights indicate the modern configuration of cervical lordosis.

The form of the spinal processes merits special attention as it is crucial for an understanding of head and trunk posture. Spinous process shape corresponds to very important functional adaptations: in modern humans with the balance of the head directly over the vertebral column, the ligamentum nuchae is substantially reduced and bilateral movement is augmented with concomitant increases of the attachment surfaces (i.e. bifurcation) for the rotator and extensor muscles (e.g. trapezius, semispinalis capitis, multifidus, interspinalis, etc.) (von Eggeling, 1922; Allbrook, 1955; Fielding *et al.*, 1976). Boule (1911-13) focused on the length, inclination and bifurcation of the spinous processes in La Chapelle-aux-Saints, using this morphology as the basis for his pithecoïd assessment. The spinous processes are somewhat horizontal for the last two vertebrae (C6 and C7) of Kebara 2, but they are not bifid, falling within the range of modern human variation. However, examination of the total configuration of the Kebara 2 and other Middle Palaeolithic individuals' spinous processes does not suggest any significant difference in posture and head balance from modern humans (Arensburg, in press).

Straus and Cave (1957) introduced the notion that pathology was an important component of Neandertal morphology when they

argued that oosteoarthritis affected the general form and inclination of the La Chappelle-aux-Saints spine. Kebara 2 also exhibits some pathology, but it is limited to the first three cervical vertebrae, affecting the atlanto-odontoid and C2-C3 articulations (Duday and Arensburg, in press). This pathology appears to be the result of degenerative changes from normal usage, and was not likely to have restricted movement or altered posture.

The Mandible

The state of preservation of the Kebara 2 mandible is excellent (fig. 2). The body and ascending rami are almost complete, showing some damage to the left coronoid process and mandibular notch. The left condylar process is missing but the right is complete. All muscular attachment areas are clearly defined (Tillier *et al.*, 1989). For example, the mylohyoid ridge can easily be followed along the internal surface, and exhibits the anteriorly descending course found in modern humans. The dental arcade is complete and the occlusal relations are evident. Attrition in this individual is slight, indicating Kebara 2 was a young adult.

The Kebara 2 mandible shows a combination of gracile and robust features. Several measures exceed those of modern humans as well as other Middle Palaeolithic specimens (Tillier *et al.*, 1989). The corpus is extremely robust and tall, especially in the symphyseal region, but decreases in height posteriorly as in more gracile individuals. In profile, the symphysis shows a vertical rather than a receding orientation, as might be expected in very robust Middle Palaeolithic individuals. The pathology is minor (enamel hypoplasia, hypercementosis, alveolar resorption) and did not affect the condylar portion of the temporomandibular joint.

The Hyoid

The Kebara 2 hyoid is nearly complete; the body and the two greater horns are preserved.

The latter are not fused to the body of the bone and the lesser horns are missing, a common condition in modern human hyoids. Indeed, synostosis between the various elements of the hyoid is not always achieved, and the lesser horns may remain cartilaginous throughout an individual's lifetime.

The ventral surface of the body presents two deep superior fossae separated by a median crest for the attachment of the geniohyoid muscles, and two less marked lateral inferior fossae for the omohyoid muscles. The right greater horn is complete and preserves the distal attachment surface for the thyrohyoid ligament.

Kebara 2 is comparable to modern humans on two levels: morphologically and metrically. In all respects, the morphology of Kebara 2 hyoid is within the range of modern human variation (Arensburg *et al.*, 1989). Most importantly, the attachment areas for those infrahyoid muscles on the ventral surface of the body (omohyoid, sternohyoid and thyrohyoid) are identical to those of modern humans, as are the attachments for the hyoglossus muscles on the greater horns.

Metrically, the Kebara 2 hyoid is also very similar to modern humans. Only the transverse diameter appears to be significantly larger, but the exact position of the greater horns relative to the body is somewhat difficult to assess because of the missing articular cartilages. However, a good measure of overall dimensions is the transverse/sagittal ratio (Papadopoulos *et al.*, 1989) which for Kebara 2 falls well within the modern human range (Arensburg *et al.*, 1990). Any consideration of metrics is meaningless unless morphology, function and anatomical relations are taken into account. Without this, one might be misled in comparing Kebara 2 (or any fossil hominid) with totally inappropriate samples (c.f. Laitman *et al.*, 1990).

Anatomical Relations

The hyoid is often described as a free-floating bone as it lacks direct articulation with

other skeletal elements. However, this description is misleading because the hyoid is connected through a set of muscular and ligamentous relationships to the mandible, cranial base, larynx, pharynx, sternum and scapula. Its position relative to the vertebral column is also known.

The position of the hyoid bone and the underlying larynx in hominid fossils may be assessed fairly accurately if the mandible and its muscle markings and contacts with the cranium are recovered. Some workers suggest that the hyoid and larynx in Middle Palaeolithic hominids were placed much higher than in modern humans (i.e., closer to the cranial base). This is the condition in apes and human newborns, and acts to limit their supralaryngeal space and speech capabilities (Liebermann and Crelin, 1971; Liebermann *et al.*, 1972; Laitman *et al.*, 1979; Liebermann, 1984; Crelin, 1987). In contrast, we argue that the Kebara 2 hyoid should be positioned at the same level as modern humans for the following reasons :

- 1) muscular marking on the mandible and hyoid follow the pattern seen in modern humans, suggesting a similar suite of muscular relations;
- 2) the position of the hyoid relative to the cranial base is contingent on head and neck posture. With a modern curvature of the cervical vertebrae (i.e. cervical lordosis), the hyoid must be positioned low relative to the cranial base;
- 3) the hyoid has a relatively fixed position with regard to the mandible, lying roughly at or below the inferior border (Falk, 1975). This relationship is independent of head positioning or cervical lordosis;
- 4) the Kebara hyoid is of modern human proportions and morphology.

When the Kebara 2 hyoid is positioned according to these observations, there is no apparent reduction of the supralaryngeal space. This very important point is best illustrated by a reconstruction of the anatomical relations between the hyoid, mandible and cervical vertebrae of Kebara 2 (fig. 3).

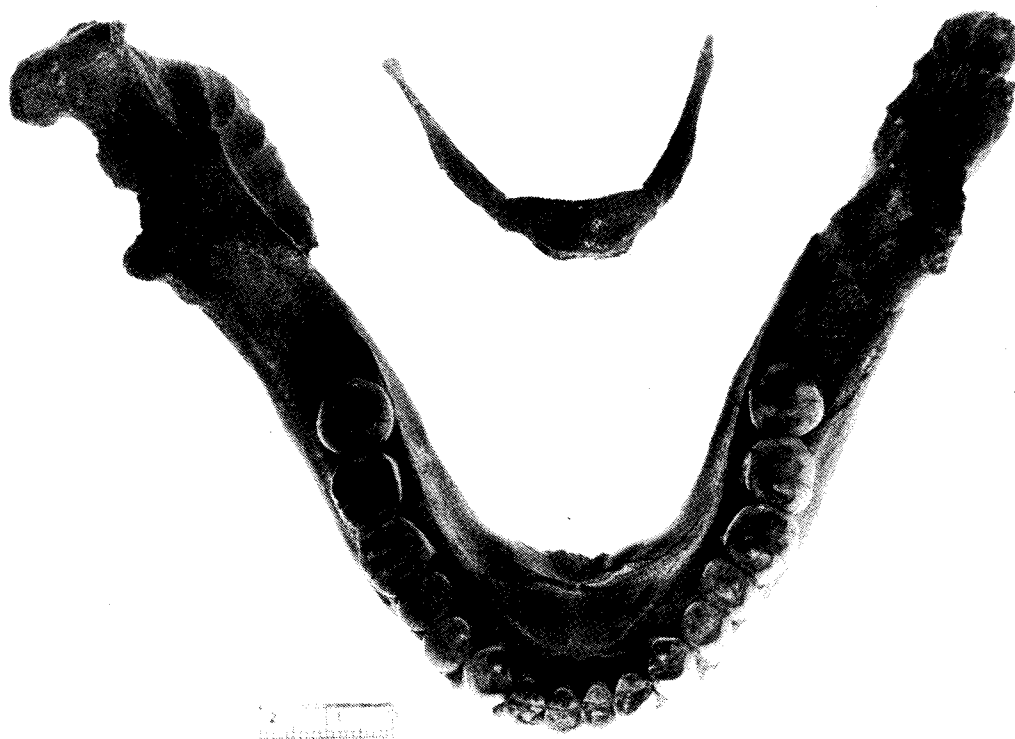


Fig. 2 The Kebara mandible and the Kebara hyoid in superior view.

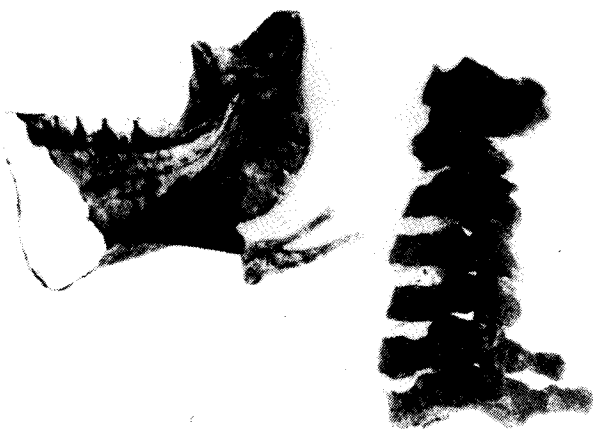


Fig. 3 Lateral view of the reconstructed Kebara cervical column, hyoid and hemimandible. The black portion represents the mylohyoid muscle. Placement of the vertebral column relative to the hyoid and mandible is approximative.

The Kebara 2 cervical column length is determined using our estimate for the combined height of the bodies and discs, and the curvature is based on articulation of the transverse processes. There is slight distortion of a few articular surfaces (Arensburg, in press), but the general form of the column is not affected. The mandible is oriented with the inferior symphyseal margin at the level of the fourth cervical vertebra, maintaining a horizontal occlusal plane. Finally, the position of the hyoid bone is determined by reconstructing the mylohyoid muscle from its origin along the mylohyoid line of the mandible to its insertion on the ventral surface of the hyoid body. The hyoid body is positioned at the level of the fourth cervical vertebra, in line with the inferior symphyseal margin and just below the gonial angle of the mandible.

This reconstruction shows the available room for the supralaryngeal tract of Kebara 2. This space is not reduced by the robusticity of the mandible, the dimensions of the hyoid, or by the

placement of the hyoid relative to the cranial base (determined here as roughly equivalent to the temporomandibular joint).

Conclusions

The new data from the Kebara 2 specimen strongly suggest that Middle Palaeolithic people shared structural relationships with modern humans in terms of their vocal tract. They appear to be equally capable of speech when hyoid positioning and supralaryngeal space are the criteria considered.

Kebara 2 does not necessarily tell us about the origin of speech. Nevertheless, the fossil provides important biological evidence pertaining to the speech capability of hominids preceding modern humans. Biological evidence pointing to similar speech capabilities and brain morphology in Middle Palaeolithic hominids (especially Neandertals) and modern humans is generally rejected because of the view that these features are the structural basis for unique modern human behaviours (Davidson and Noble, 1989; Dibble, 1989). In fact, speech limitations are often proposed as a key factor determining the Neandertal demise (Cavalli-Sforza *et al.*, 1988; A.E. Wilson, quoted in Brown 1990). Some workers, while accepting the biological evidence, still interpret it as a situation where structure evolves before function (c.f. Noble and Davidson, 1989). However, all the cultural evidence for complex behaviour at Kebara, (mortuary practices, lithic complexity, and organization of site activity areas) (Arensburg *et al.*, 1985; Meignen and Bar-Yosef, 1988; Tillier *et al.* 1988; Bar -Yosef and Vandermeersch, eds, in press) would imply that the Middle Palaeolithic inhabitants were probably making good use of their anatomical capability for speech.

Acknowledgments

This is a contribution n° 41 to the "Origin of Modern Humans in Southwest Asia" Project, supported by the LSB Leakey Foundation, the French Ministry of Foreign Affairs (DGRCSST) and the C.N.R.S. Additional support was provided by a grant to B. Arensburg from the Ecole Pratique des Hautes Etudes. We are especially grateful to M. Chech, Centre de Recherche Français de Jerusalem, for his help with the reconstruction and to A. Pinchasov, Tel Aviv University, for the photographs.

References

- ALLBROOK, D.B., 1955, The East African Vertebral Column, *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 13, pp. 489-511.
- ARAMBOURG, C., 1955, Sur l'attitude, en station verticale, des Néanderthaliens, *C.R. Ac. Sc. Paris, Serie D*, 240, pp. 804-806.
- ARENSBURG, B., 1989, New Skeletal Evidence Concerning the Anatomy of Middle Palaeolithic Populations in the Middle East : the Kebara Skeleton, in P. MELLARS and C.B. STRINGER (eds), *The Human Revolution*, Edinburgh, Edinburgh University Press, pp. 165-171.
- ARENSBURG, B., in press, The Vertebral Column, in O. BAR-YOSEF et B. VANDERMEERSCH (eds), *Le squelette moustérien de Kebara, Mont Carmel, Israël et son contexte archéologique* (Cahiers de Paléanthropologie), Paris, Editions du C.N.R.S.
- ARENSBURG, B., BAR-YOSEF, O., CHECH, M., GOLDBERG, P., LAVILLE, H., MEIGNEN, L., RAK, Y., TCHERNOV, E., TILLIER A.-M. and VANDERMEERSCH, B., 1985, Une sépulture néandertalienne dans la grotte de Kebara (Israël), *C.R. Ac. Sci. Paris, 300, Serie 11*, pp. 227-230.
- ARENSBURG, B., SCHEPARTZ, L.A., TILLIER, A.-M., VANDERMEERSCH, B. and RAK, Y., 1990, in press, A Reappraisal of the Anatomical Basis for Speech in Middle Palaeolithic Hominids, *Am. J. of Phys. Anthropol.*, 83, p. 137-146.
- ARENSBURG, B., TILLIER, A.-M., VANDERMEERSCH, B., DUDAY, H., SCHEPARTZ, L.A. and RAK, Y., 1989, A Middle Palaeolithic Human Hyoid Bone, *Nature*, 338, pp. 758-760.
- BAR-YOSEF, O. and VANDERMEERSCH, B. (eds), *Le squelette moustérien de Kebara 2 (Israël) et son contexte archéologique*, *Cahiers de Paléanthropologie*, Paris, Editions du C.N.R.S., sous presse.
- 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, pp. 63-64.
- BOULE, M., 1911-1913, L'homme fossile de la Chapelle-aux-Saints, *Annales de Paléontologie*, 6, pp. 111-172; 7, pp. 21-56 et 85-192; 8, pp. 1-70.
- BROWN, M.H., 1990, *The Search for Eve*, New York, Haper and Row.
- CAVALLI-SFORZA, L.L., PIAZZA, A., MENOZZI, P. and MOUNTAIN, J., 1988, Reconstruction of Human Evolution : Bringing Together Genetic, Archaeological, and Linguistic Data, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 85, pp. 6002-6006.
- CRELIN, E.S., 1987, *The Human Vocal Tract. Anatomy, Function, Development and Evolution*, Vantage Press.
- DAVIDSON, I. and NOBLE, W., 1989, The Archaeology of Perception : Traces of Depictions and Language, *Current Anthropology*, 30, pp. 125-136.
- DEPALMA, A.F. and ROTHMAN, R.H., 1970, *The Intervertebral Disc*, Philadelphia, W.B. Saunders Co.
- DIBBLE, H., 1989, On Depiction and Language. A Reply to Davidson and Noble, *Cur. Anthropology*, 30, pp. 330-331.
- DUDAY, H. and ARENSBURG, B., in press, Pathologie de l'homme de Kebara 2, in O. BAR-YOSEF and B. VANDERMEERSCH (eds), *Le Squelette moustérien de Kebara 2, Mont Carmel, Israël et son contexte archéologique*, (Cahiers de Paléanthropologie), Paris, Editions du C.N.R.S.
- EGGELING, H. von, 1922, Die Gebelung der Halswirbeldornen und ihre Ursachen, *Anat. Anz.*, 55, pp. 33-94.
- FALK, D., 1975, Comparative Anatomy of the Larynx in Man and Chimpanzee : Implications for Language in Neandertal, *Am. J. Phys. Anthropol.*, 43, pp. 123-132.

- FIELDING, J.W., BURSTEIN, A.H. and FRANKEL, V.H., 1976, The Nuchal Ligament, *Spine*, 1, pp. 3-14.
- FRAIPONT, J. and LOHEST, M., 1887, La race humaine de Néanderthal ou de Canstadt en Belgique, recherches ethnographiques sur des ossements découverts dans les dépôts quaternaires d'une grotte à Spy et détermination de leur âge géologique, *Archives de Biologie*, 7, pp. 587-757.
- GORJANOVIC-KRAMBERGER, D., 1906, *Der diluviale Mensch von Krapina in Kroatien : Ein Beitrag zur Paläoanthropologie*, Wiesbaden, C.W. Kreidels Verlag.
- LAITMAN, J.T., HEIMBACH, R.C. and CRELIN, E.S., 1979, The Basicranium of Fossil Hominids as an Indicator of Their Upper Respiratory Systems, *Am J. Phys. Anthropol.*, 51, pp. 15-34.
- LAITMAN, J.T., REIDENBERG, J.S., GANNON, P.J., JOHANSSON, B., LANDAHL, K. and LIEBERMAN, P., 1990, The Kebara Hyoid : What Can it Tell us about the Evolution of the Hominid Vocal Tract? *Am J. Phys. Anthropol.*, 81, p. 254.
- LIEBERMAN, P., 1984, *The Biology and Evolution of Language*, Cambridge, Harvard University Press.
- LIEBERMAN, P. and CRELIN, E.S., 1971, On the Speech of Neandertal Man, *Linguistic Inquiry*, 2, p. 203-222.
- LIEBERMAN, P., CRELIN, E.S. and KLATT, D.H., 1972, Phonetic Ability and Related Anatomy of the Newborn and Adult Human, Neanderthal Man, and the Chimpanzee, *Am. Anthropol.*, 74, pp. 287-307.
- MARTIN, H., 1923, *L'Homme fossile de La Quina*, Paris, Librairie Octave Doin.
- McCOWN, T.A. and KEITH, A., 1939, *The Stone Age of Mount Carmel II : The Fossil Human Remains from the Levallois-Mousterian*, Oxford, Clarendon Press.
- MEIGNEN, L. and BAR-YOSEF, O., 1988, Kebara et le Paléolithique moyen du Mont-Carmel, Israël, *Paléorient*, 14/2, pp. 123-130.
- NOBLE, W. and DAVIDSON, I., 1989, Reply to "On Depiction and Language", *Current Anthropologie*, 30, p. 337-340.
- PAPADOPOULOS, N., LYKAKI-ANASTOPOULOS G. and ALVANIDOU, E.L., 1989, The Shape of the Human Hyoid and a Proposal for an Alternative Classification, *Anat.*, 163, pp. 249-260.
- PATTE, E. 1955, *Les Néandertaliens*, Paris, Masson et Cie.
- PIVETEAU, J., 1966, La grotte du Regourdou (Dordogne). Paléontologie humaine, *Annales de Paléontologie (Vertébrés)*, 52, pp. 171-194.
- SCHWARCZ, H.P., BUHAY, W.M., GRUEN, R., VALLADAS, H. TCHERNOV, E. BAR-YOSEF, O. and VANDERMEERSCH, B., 1989, ESR Dating of the Neanderthal Site, Kebara Cave, Israel, *J. Arch. Sci.*, pp. 653-659.
- STEWART, T.D., 1962, Neanderthal Cervical Vertebrae with Special Attention to the Shanidar Neanderthals from Iraq, *Bibliotheca Primatologica*, 1, pp. 130-154.
- STRAUS, W.L. Jr and CAVE A.J.E., 1957, Pathology and Posture of Neanderthal Man, *Quarterly Review of Biology*, 32, pp. 348-363.
- TILLIER, A.-M., ARENSBURG, B., RAK, Y. and VANDERMEERSCH, B., 1988, Les sépultures néandertaliennes du Proche-Orient : état de la question, *Paléorient*, 14/2, pp. 130-136.
- TILLIER, A.M., ARENSBURG, B. and DUDAY, H., 1989, La mandibule et les dents du Néandertalien de Kebara (Homo 2), Mont Carmel, Israël; *Paléorient*, 15/2, pp. 39-58.
- TOERIEN, M.J., 1957, Note on the Cervical Vertebrae of the La Chapelle Man, *South African J. of Sc.*, 53, pp. 447-449.
- TRINKAUS, E., 1983, *The Shanidar Neandertals*, New York, Academic Press.
- VANDERMEERSCH, B., 1981, *Les Hommes Fossiles de Qafzeh (Israël)*, Paris, Editions CNRS, Cahiers de Paléontologie).
- VALLADAS, H., JORON, J.L., VALLADAS, G., ARENBURG, B., BAR-YOSEF, O., BELFER-COHEN, A., GOLDBERG, P., LAVILLE, H., MEIGNEN, L. RAK, Y., TCHERNOV, E., TILLIER, A.-M. and VANDERMEERSCH, B., 1987, Thermoluminescence Dates for the Neanderthal Burial Site at Kebara in Israel, *Nature*, 330, pp. 159-160.

New Discoveries of Palaeolithic Human Remains in Italy

Nouvelles découvertes de restes humains paléolithiques en Italie

Giacomo Giacobini *

Abstract

New human fossil remains have recently been discovered in Italy. There are Neandertal remains as well as two Upper Palaeolithic graves. The Neandertals are represented by rather fragmentary evidence : some few isolated teeth and some cranial elements coming from the Fumane shelter (Verona, Northern Italy), from the Ciota Ciara cave (Monte Fenara, Borgosesia, Northern Italy), from the caverna delle Fate (Finale Ligure, Northern Italy), and from Grotta Breuil (Monte Circeo, Central Italy). One of the two Upper Palaeolithic graves was discovered in the Gravettian layers of the Paglicci cave (Foggia, Southern Italy) and the other in the final Epigravettian layers of the Villabruna shelters (Val Rosna, Belluno, Northern Italy).

Résumé

De nouveaux fossiles humains ont été récemment découverts en Italie. Il s'agit de quelques restes néandertaliens et de deux sépultures du Paléolithique supérieur. Les Néandertaliens sont représentés par des documents assez fragmentaires : quelques dents isolées et quelques éléments crâniens, provenant de l'abri de Fumane (Verone, Italie du Nord), de la grotte Ciota Ciara (Monte Fenara, Borgosesia, Italie du Nord), de la caverne delle Fate (Finale Ligure, Italie du Nord) et de la grotte Breuil (Monte Circeo, Italie centrale). Les deux sépultures du Paléolithique supérieur ont été découvertes, l'une dans les niveaux gravettiens de la grotte Paglicci (Foggia, Italie du Sud) et l'autre dans l'un des couches de l'Epigravettien final des abris Villabruna (Val Rosna, Belluno, Italie du Nord).

Key words : Italy, Neandertals, *Homo sapiens sapiens*, graves.

Mots clés : Italie, Néandertaliens, Hommes modernes, sépultures.

Introduction

Inventories of Italian Lower and Middle Palaeolithic human fossils as well as new discoveries of more recent remains were communicated at the 2nd Congress of the International Association for the Study of Human Paleontology, organised in Turin in 1987 (Mallegni, 1989; Giacobini and Mallegni, 1989). This paper is intended to present some Middle and Upper

Palaeolithic remains recently discovered in Italy but not included in the above-mentioned articles. No hominid fossils associated with Lower Palaeolithic material have been discovered in Italy since the publication of Mallegni's article (1989). In 1988, Fabbri *et al.* (1988) published an up-date of the Italian Palaeolithic human remains discovered or identified since the publication of

* Giacomo Giacobini, Sezione di Paleontologia Umana, Dipartimento di Anatomia e Fisiologia Umana, Corso M. d'Azeglio, 52, 10126 Torino, Italy

the Catalogue of Fossil Hominids (Oakley *et al.*, 1971). Some of the remains presented here (e.g., the Neandertals from the Caverna delle Fate) have already been listed by Fabbri *et al.* (1988); others were discovered more recently.

Middle Palaeolithic

1. Fumane

The Mousterian deposit of the rockshelter of Fumane (Valpolicella, Verona) (fig. 1 and fig. 2) has been excavated since 1988 under the direction of A. Broglio and M. Cremaschi (Universities of Ferrara and Milan) (for references and information on previous work at this site, see Cremaschi *et al.*, 1986; some preliminary results of recent excavations are provided by Broglio *et al.*, 1987-88a and by the *Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria* bulletin, 1990). Several Mousterian layers are present in this very rich and thick deposit (which also contains some Aurignacian layers), associated with an important faunal assemblage, mainly represented by *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus* and *Capra*

ibex. Bones were highly fragmented with frequent cutmarks.

In September 1989, one isolated human tooth, indicated as Fumane 1, was discovered at the base of layer A11 (layers A1-A3 were Aurignacian; layer A4 contained Aurignacian and Uluzzian implements; layers A5 - downwards were Mousterian). Fumane 1 (fig. 3), a decidual lower molar (right lower dm2), is not significantly larger than the corresponding tooth of a modern child (dimensions : MD = 9.4 mm; BL = 10.1 mm; index of robustness = 94.94). The only other northern Italian Neandertal tooth which may be compared with Fumane 1 (one left lower dm2 from Caverna delle Fate, Finale Ligure) has an even lower index of robustness (87.72). In Fumane 1, the root is almost completely missing. The morphology (erosion surface) of its small surviving part demonstrates that the tooth was physiologically lost during change of the deci-

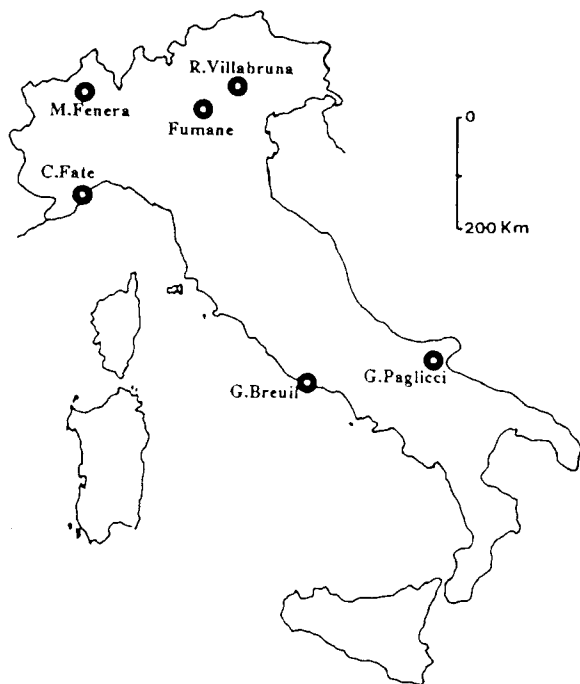


Fig. 1 Locations of Middle and Upper sites mentioned in the text.



Fig. 2 Rockshelter of Fumane (Valpolicella, Verona). Courtesy of A. Broglio.

duous dentition, at around ten years of age. Both mesial and distal interproximal facets are present and large. Wear of the occlusal surface is greatly advanced compared to modern children, with exposition of large dentine areas, mainly on the lingual side. This surface is too worn for its exact shape to be determined.

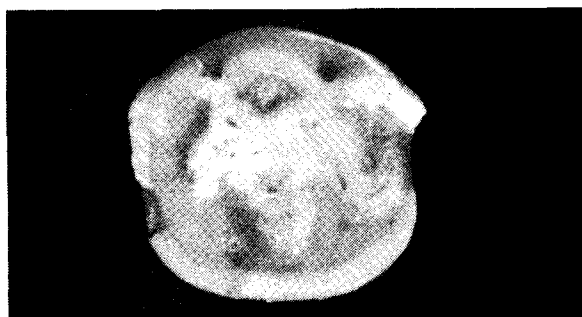


Fig. 3 Neandertal tooth (Fumane 1; second right lower decidual molar) from Layer A11 of the Fumane rockshelter. Occlusal view.

2. Monte Fenera

Several caves and shelters of Monte Fenera (Borgosesia, Vercelli) (fig. 1) contain Middle Palaeolithic deposits. Some of the caves were predominantly used as hibernation lairs by *Ursus spelaeus*, whose bones and teeth represent more than 90% of the faunal remains. Excavations were carried out from 1966 to 1977 in some of the deposits by F. Fedele (see, e.g., Fedele, 1974). In May, 1989, two human teeth were collected by P. Gallo and F. Strobino on the erosion surface of the Pleistocene deposit at the entrance of the cave "Ciota Ciara" (685 m above sea level). They are in the course of study by G. Villa and the Author of this article. Both teeth (one right lower second molar and one right upper first premolar), have been provisionally indicated, respectively as Fenera 1 and 2. They are large with robustness values outside marginal values of modern humans.

Fenera 1 (right lower M2) has a low and broad crown, showing a *cingulum* on its buccal aspect, and a deep *fovea anterior*, distally delimited by an enamel relief joining protoconid and metaconid. The occlusal surface has a complicated pattern and interproximal facets are

large and display clear, thin subvertical channels, as often observed in Neandertal molars. The horizontal dimensions of the crown are as follows: MD = 11.9; BL = 10.5 (index of robustness = 124.95), with very large roots.

Fenera 2 (right upper P1) is very large even for a Neandertal tooth (dimensions: MD = 8.2 mm; BL = 10.7 mm). Its index of robustness (87.74) approaches the maximum of the Neandertal range. A *tuberculum molare* and a double ridge are on the lingual aspect of the buccal cusp.

3. Caverna delle Fate

Several Neandertal remains were discovered in the Mousterian deposit of the Caverna delle Fate (Finale Ligure, Savona) (fig. 1), at 280 m above sea level. Some (Le Fate I-III, fig. 4, 5 and 6) were identified during revision of the bone assemblage collected by G.B. Amerano in 1887-88 (for description, see Giacobini *et al.*, 1984). Non destructive gamma-ray spectrometry indicated an early-Würm age for these fossils (Giacobini *et al.*, 1984). Other remains (Le Fate IV-XVI) were discovered during excavations carried out from 1983 to 1988 by a joint French-Italian team (Institut de Paléontologie Humaine of Paris, Laboratoire du Lazaret of Nice, Museo Civico di Finale, Dipartimento di Anatomia e Fisiologia Umana of Turin, under the direction of the Soprintendenza Archeologica della Liguria). A preliminary description of some of



Fig. 4 Neandertal juvenile frontal bone (Le Fate I) from Caverna delle Fate (Finale Ligure, Savona).

these new fossils (Le Fate IV-VIII) has already been given (Giacobini and de Lumley, 1988). A complete list of the Le Fate remains is provided in Table 1 (see also Fabbri *et al.*, 1988).

Le Fate XIV-XVI are still unpublished. Their description will be done in collaboration between the Laboratoire de Préhistoire of the Musée de l'Homme of Paris (M.A. de Lumley) and the Dipartimento di Anatomia e Fisiologia Umana of the University of Turin (G. Giacobini and G. Villa).

Le Fate XIV is a deciduous molar (left upper dm1) with an index of robustness (62.78) which is not significantly different from that of the corresponding tooth of a modern child.

One of 3 roots (bucco-mesial) is broken and the surviving roots do not show signs of resorption. Wear is relatively advanced, with exposition of dentine on buccal and lingual cusps.

Le Fate XV is a lower incisor (right lower I2) (index of robustness = 42.7). Attrition penetrated the enamel on the occlusal edge, resulting in exposition of a large area of dentine. Several oblique and subparallel striations are present on labial enamel, as frequently observed on Neandertal anterior teeth. Such striations are generally interpreted as marks by stone implements (indication of coordinated action of the hands and teeth).

Le Fate XVI is a juvenile right zygomatic bone, lacking only part of the maxillary process, and belonging to the same individual as the frontal bone Le Fate I (child, 8-10 years old). Bone surfaces present on the frontal and zygomatic, and corresponding to the fronto-zygomatic suture, are complementary.

4. Grotta Breuil

Grotta Breuil is one of several caves of Monte Circeo (Latina), 100 km south of Rome (fig. 1). Excavation of its Mousterian (Pontinian) deposit has been carried out under the direction



Fig. 5 Neandertal juvenile left half-mandible (Le Fate II) from Caverna delle Fate (Finale Ligure, Savona).

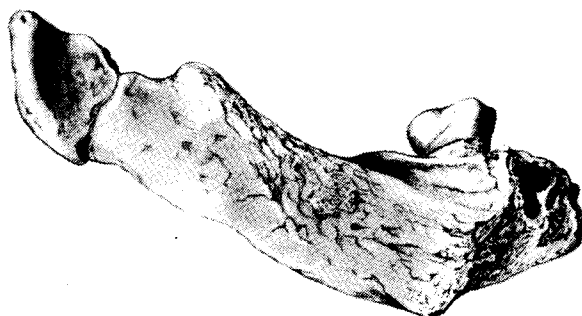


Fig. 6 Neandertal right half-mandible fragment (Le Fate III), adult individual) from Caverna delle Fate.

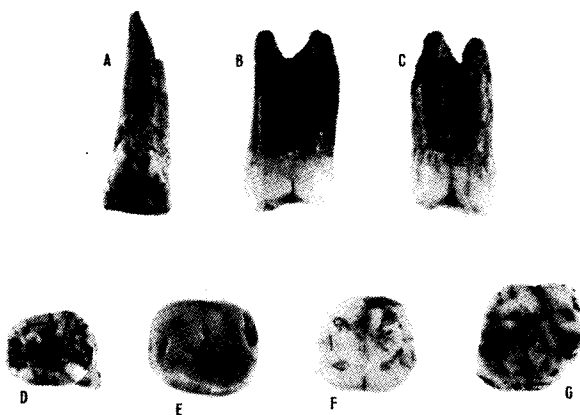


Fig. 7 Isolated Neandertal teeth (Caverna delle Fate).

of A. Bietti (University of Rome) since 1986 (Bietti *et al.*, 1988). Three human fossils were collected, one of which (Gbr. H1) is a fragment of left parietal (mastoid angle of the bone). Its outline in posterior view corresponds to the

Table 1. List of Neandertal remains from Caverna delle Fate (Finale Ligure, Savona, Northwest Italy) (i = intact; f = fragmentary; ff = very fragmentary).

LF I	child, 8-10 yrs : frontale (f).
LF II	child, 9-10 yrs : mandibula (f) with lt C, M1, M2 (P1 and P2 unerupted).
LF III	adult, mandibula (f) with rt M3.
LF IV	adult, occipitale (squama, ff).
LF V	child, 4-5 yrs, lt lower dm2 (i).
LF VI	adult, crown of rt lower M1.
LF VII	adult, rt upper P1 (i).
LF VIII	adult, lt upper P1 (i).
LF IX	adult, upper M (ff).
LF X	adult, phalanx manus, media (V?) (i).
LF XI	adult, lt upper I2 (f).
LF XII	adult, crown of lt lower M2.
LF XIII	adult, crown of rt upper M1.
LF XIV	child, 4-7 years, lt upper dm1
LF XV	adult, rt lower I2 (i).
LF XVI	child, 8-10 yrs, rt zygomaticum (f). Same individual as LF I (frontale).

globular shape of a Neandertal skull when viewed from behind. A preliminary description of this specimen was published by Bietti *et al.* (1988) and by Manzi and Passarello (1989; see also Manzi and Passarello, in press). Two other human fossils, which are in course of study by the same Authors, were found in the same deposit. They are represented by the crowns of two lower molars : (?) left M2 (Gbr. H2) and left M3 (Gbr. H3).

Broglia (University of Ferrara) (for a preliminary description of the site, see Broglia *et al.*, 1987-88b). In the lower part of the deposit of rockshelter A, a grave was discovered. The pit contained the skeleton of one male individual, approximately twenty five years old, which had been buried in supine, extended position. The skeleton was complete and in a remarkable state of preservation but for the lower limbs, which both had been truncated proximally to the knee by the excavator. The skeletal material is in the course of study by G. Alciati (University of Padova).

Upper Palaeolithic

1. Ripari Villabruna

The Villabruna rockshelters (A, B and C) (Sovramonte, Belluno) are located in the Cison Valley, near the confluence of the Rosna stream in the Venetian Dolomites at 530 m above sea level (fig. 1). The shelters came to light in 1984, when the debris cone hiding them was removed by an excavator during roadworks. The late Epigravettian deposit of the rockshelters was excavated in 1988 under the direction of A.

The individual had been buried with some rather ordinary stone and bone implements, probably representing the deceased's personal belongings rather than funeral offerings. These objects (one flint core and two blades, one sandstone retoucher, one bone point and one spheroid made out of resin) were concentrated close to the left forearm. The grave had been covered with some large pebbles, with a geometrical hyperanthropomorphous red ochre drawing on one of them.

2. Grotta Paglicci

The Upper Palaeolithic deposit of Grotta Paglicci (Rignano Garganico, Foggia, fig.1) represents one of the most important Italian Gravettian and Epigravettian sequences. In 1972, the grave of a 12-13 year old individual with rich grave goods had already been discovered in Gravettian layers dated at 24.100 ± 400 years B.P. (Mezzena and Palma di Cesnola, 1972; Mallegni F. and Parenti R., 1972-73; for description of other human remains from the same cave, see Corrain, 1965; Borgognini Tarli *et al.*, 1980). A second Gravettian grave (known since 1971) was excavated in June 1988, by a team directed by A. Palma di Cesnola (University of Siena) (for a preliminary description, see Palma di

Cesnola, 1987-88 and the *Istituto di Preistoria e Protostoria* bulletin, 1989). The grave was comprised between Gravettian layers dated at 23.470 ± 380 and 23.040 ± 380 years B.P. The skeleton of a twenty-two-year-old female (now in course of study by F. Mallegni and P.F. Fabbi, University of Pisa) lay on its back in extended position with both hands resting on the pelvis. A few flint implements, possibly representing grave goods, were found in the pit; a "diadem" of pierced deer canines lay on the cranial vault, parallel to the coronal suture. The skeleton was coloured with red ochre, mainly concentrated on the head and pelvis. The grave had been covered with earth containing two distinct layers of animal bone debris, flint implements and stones.

Acknowledgments

The author is thankful to Michel Toussaint, organizer of the symposium "Cinq millions d'années, l'aventure humaine", for his invitation. The English text was kindly revised by Jera Pecotte. This research was supported by the Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica and the Consiglio Nazionale delle Ricerche (fund 88.03672.15 and 89.05194 CT15).

References

- BIETTI, A., MANZI, G., PASSARELLO, P., SEGRE, A.G. and STINER, M.C., 1988, The 1986 Excavation Campaign at Grotta Breuil (Monte Circeo, Latina), *Archeologia Laziale*, 9, pp. 372-388.
- BORGOGNINI TARLI, S., FORNACIARI, G. et PALMA DI CESNOLA, A., 1980, Restes humains des niveaux gravettiens de la grotte Paglicci (Rignano Garganico) : contexte archéologique, étude anthropologique et notes de paléopathologie, *Bull. Mém. Soc. Anthropol. Paris*, 7, pp. 125-152.
- BROGLIO, A., CREMASCHI, M. and SALZANI L., 1987-88a, Riparo di Fumane (Fumane, prov. di Verona), *Riv. Sci. Preist.*, 41, pp. 369-370.
- BROGLIO, A., MONDINI, C. and VILLABURNA, A., 1987-88b, Ripari Villabruna (Sovramonte, prov. di Belluno), *Riv. Sci. Preist.*, 41, pp. 371-372.
- CORRAIN, C., 1965, I resti scheletrici umani della Grotta Paglicci, Rignano Garganico, *Atti X Riun. Scient. I.I.P.P.*, p. 281-300.
- FABBRI, P.F., GIACOBINI, G. and MALLEGGNI, F., 1988, Homind Remains. An Up-date, Italy, Supplément au *Bull. Soc. Roy. Belge d'Anthrop. et de Préhistoire*, 60 p.
- FEDELE, F., 1974, Monfenera 1973, Rapporto preliminare, *Bull. Et. Préhist. Alpines*, 6, pp. 53-83.
- GIACOBINI, G., LUMLEY, M-A, YOKOYAMA, Y. and NGUYEN, H.-V., 1984, Neandertal Child and Adult Remains from a Mousterian Deposit in Northern Italy (Caverna delle Fate, Finale Ligure), *J. Human Evol.*, 13, pp. 687-707.

- GIACOBINI, G. et de LUMLEY, M.-A., 1988, Les fossiles humains de la Caverna delle Fate (Finale, Ligurie Italienne) et la définition des caractères néandertaliens au début du Würm, in M. Otte (éd.), *L'Homme de Neandertal*, 3, *L'Anatomie*, pp. 53-65, ERAUL, Liège.
- GIACOBINI, G. et MALLEGNI, F., 1989, Les Néandertaliens italiens. Inventaire des restes et nouvelles découvertes, in G. Giacobini (ed.), *Hominidae. Proceeding of the 2nd International Congress of Human Paleontology*, p. 379-385, Jaca Book, Milano.
- ISTITUTO ITALIANO DI PREISTORIA E PROTOSTRIA, 1989, Grotta Paglicci (Rignano Garganico), in I.I.P.P. (ed.), *Attività del 1988*, pp. 21-24, Parenti, Firenze.
- ISTITUTO ITALIANO DI PREISTORIA E PROTOSTRIA, 1990, Riparo di Fumane (Verona), in I.I.P.P. (ed.), *Attività del 1989*, pp. 20-24, Parenti, Firenze.
- MALLEGNI, F., 1989, Les premiers habitants de la péninsule italienne, in G. Giacobini (ed.), *Hominidae. Proceeding of the 2nd International Congress of Human Paleontology*, pp. 275-281, Jaca Book, Milano.
- MALLEGNI, F. and PARENTI, R., 1972-73, Studio antropologico di uno scheletro giovanile di età gravettiana trovato nella grotta Paglicci (Rignano Gaeganico), *Riv. Antropologia*, 58, pp. 317-348.
- MANZI, G. and PASSARELLO, P., 1989, From Casal de'Pazzi to Grotta Breuil : Fossil Evidence from Latium (Central Italy) before the Appearance of Modern Humans, *Animal and Human Biology*, 1, p. 111-143.
- MANZI, G. and PASSARELLO, P., in press, Anténéandertaliens et Néandertaliens du Latium (Italie Centrale), *L'Anthropologie*.
- MEZZENA, F. and PALMA DI CESNOLA, A., 1972, Scoperta di una sepoltura gravettiana nella Grotta Paglicci (Rignano Garganico), *Riv. Sci. Preist.*, 27, pp. 27-50.
- OAKLEY, K.P., CAMBELL, B.G. and MOLLESON, T.I., 1971, *Catalogue of Fossil Hominids. Part II : Europe*, London, British Museum (Natural History).
- PALMA DI CESNOLA, A., 1987-88, Grotta Paglicci (Rignano Garganico, Prov. di Foggia), *Riv. Sci. Preist.*, 41, pp. 381-382 (Notiziario).

New Upper Palaeolithic Burials from Dolni Vestonice

Nouvelles sépultures du Paléolithique supérieur à Dolni Vestonice

Jan Jelinek *

Abstract

New excavations in the Gravettian site of Dolni Vestonice II have brought to light three very well preserved skeletons DV XIII, DV XIV and DV XV from a unique triple burial, a calotte of an adult male DV XI/XII and a skeleton of an adult male DV XVI. They have provided valuable information, not only on the physical type of South-Moravian, Gravettian hunters, but also on their life style and environment.

Résumé

Les nouvelles fouilles réalisées dans le site Gravettien de Dolni Vestonice II ont livré trois squelettes, DV XIII, DV XIV et DV XV, provenant d'une sépulture triple, ainsi qu'une calotte crânienne, DV XI/XII, et un squelette d'homme, DV XVI. L'ensemble apporte des informations déterminantes à propos de la morphologie des chasseurs gravettiens de sud de la Moravie, de leur mode de vie et de leur paléoenvironnement.

Key words : Upper Palaeolithic, Dolni Vestonice, burials, human remains.

Mots clés : Paléolithique supérieur, Dolni Vestonice, sépultures, ossements humains.

Introduction

The years 1986 and 1987 brought new significant discoveries of skeletal remains in Moravia, dating from the Upper Palaeolithic period. The finds were made on a slope above an old brickworks that was located at the eastern edge of the village of Dolni Vestonice. In the course of the excavation, loess was being mined for the construction of a reservoir on the River Thaya, near the Dolni Vestonice village. Bulldozers and scrapers had removed a layer up to 5 m thick of the youngest sterile loess, when a cultural layer came into view which contained

bits of charcoal and isolated finds of animal bones or flint stone flakes.

The finds were thus deep under today's surface and would not have been discovered during regular agricultural cultivation. This site is located between the classical site of Dolni Vestonice I, researched from 1924 to 1939 by K. Absolon and from 1948 to 1949 by B. Klima, and the village of Dolni Vestonice, and has been designated as Dolni Vestonice II (fig. 1). Although the surrounding area is known to contain a lot of

* Jan Jelinek, Anthropos Institute, Moravian museum, Brno, Czechoslovakia

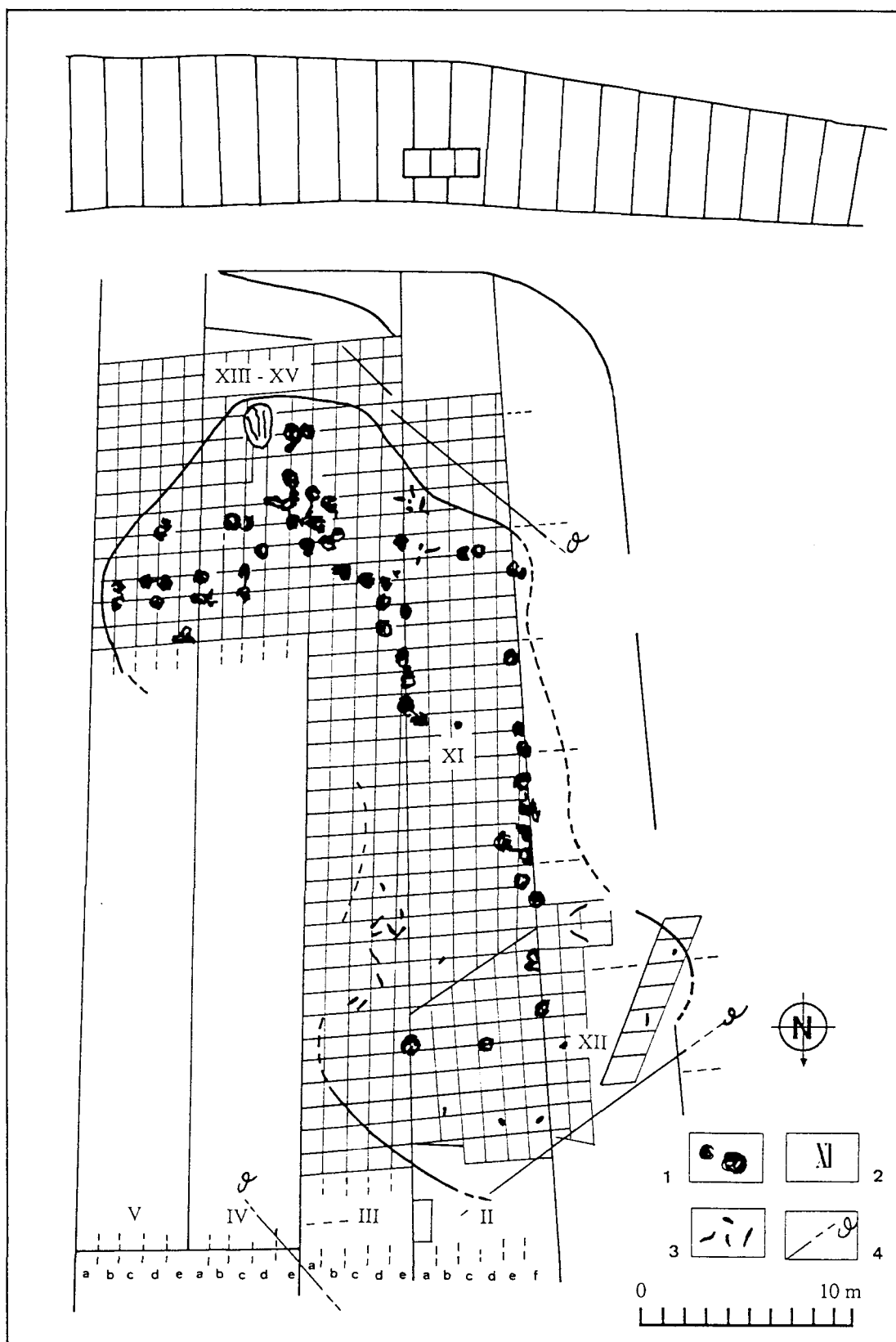


Fig. 1 Dolni vestonice II site. The excavated space with discovered remains of surface fires, mammoth bones and human remains. 1, fire; 2, human skeletal remains; 3, mammoth bones, according to Klima.

sites which have produced Palaeolithic material, generally the finds have not been very numerous and therefore these sites, although known, do not have special designations. The whole system of principal Gravettian sites is situated on the edge of the Pavlov Hills (fig. 2) and along the fringe of the flood plains of the River Thaya : Pavlov I, Pavlov II and Milovice. They were examined in the course of thorough archaeological excavations (Absolon, 1945; Klima, 1963; Oliva, 1988).

Dolni Vestonice XI-XII

On 14 June 1986, the skull-cap of an adult male with a beginning obliteration of the sagittal suture was found. Judging from this and from the exo- and endocranial condition of the other sutures, we can estimate his age at the time of death at around 40. Several days later, 15 m north of this site, a smaller bone fragment from the forehead, with a large, healed wound was uncovered. The leader of the archaeological team

designated the cranial find in agreement with numberings of earlier anthropological finds, by the number XI, and the new find of the forehead bone fragment by the number XII, because both finds are morphologically compatible. What is more, the cranium has preserved an edge of the healed injury the major part of which is on the frontal fragment. So it happened that both finds, discovered 15 m apart have different numbers, even though they belong to one and the same individual. The edges of the breaks are sharp, they have not been smoothed, nor do they bear other traces of being worked. Significantly, the cranium, unlike finds of complete burials, is not coloured with red ochre. The question arises whether or not it is a remainder of a secondarily disturbed grave.

The extensive healing of the trauma on the frontal fragment is interesting for several reasons. First of all, the wound penetrated the bone : it was probably a very complicated lesion and the bone fragments were most likely removed.

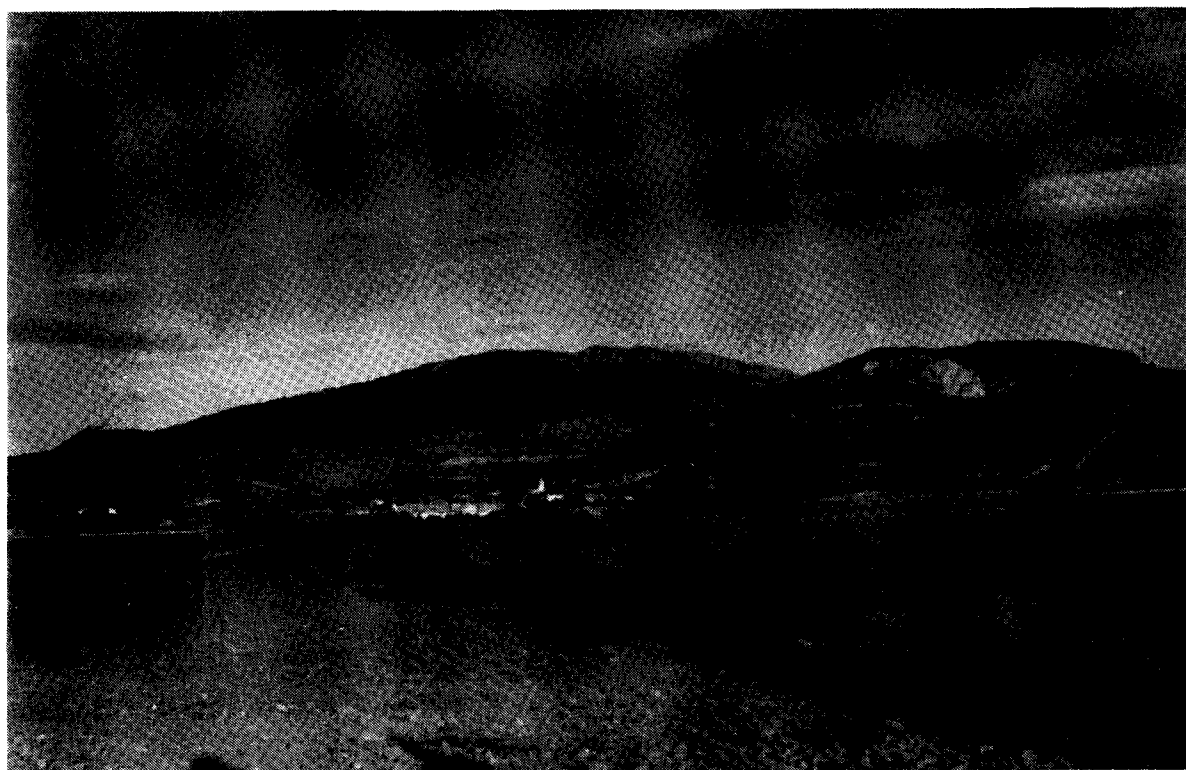


Fig. 2 Pavlov Hills. At the foot of the slope are situated Palaeolithic sites.

The healing demanded not only resistance on the part of the organism, but also knowledge and the ability to cure.

Furthermore, the location of the lesion is an interesting one. In this sense, the find Dolni Vestonice XI/XII is not a rare one among the skulls of men from the Upper Palaeolithic period. Similar, usually smaller lesions can be found on male skulls DV XIII, DV XVI, Brno II, Mladec V, VI and others. Evidently these were not chance accidents from hunting expeditions, but the results of conflicts, whether intrapopulational or interpopulational. In view of other finds, cultural development and even the social structure whose existence can be deduced from archaeological finds (Jelinek, 1987), the second alternative seems to be the more probable.

An interesting fact is the evident thinness of the skull bones, for example, in the area of frontal bosses : 0.3 cm. In an adult male, such thin skull bones are exceptional, especially if we consider that the bone relief of the superstructures is well formed. Supraorbital arches are strong and connected by the glabella. They are placed medially and merge laterally into a flat supraorbital triangle. Of the occipital bone, there is only a part of the scale surviving, with occipital plane and supreme nuchal lines, and a small beak-like external occipital protuberance. The transition into a flat nuchal plane is angled, which is clearly visible in a lateral view. The *Planum occipitale* protruded, thus creating a bun, which is a frequent feature in other Gravettian skulls. The important indication, in the case of this male, is that general robustness does not have to be connected to thickness of cranial bones.

Palaeoenvironment

The main site, Dolni Vestonice I, was dated by the C¹⁴ method $25,000 \pm 170$ BP (gro 1286). The site Pavlov I was dated at $24,800 \pm 150$ BP (gro 1325). Another dating, $27,660 \pm 80$ BP, was made at a site approximately 200 m north of Dolni Vestonice II, in the direction of an old claypit.

P. Havlicek and J. Kovanda (1985) published pollen analyses from a (timewise) near locality (Bulhary) which lies to the east of Dolni Vestonice I. This date ($25,675 \pm 2,750 - 2,045$ BP) is close to that of Dolni Vestonice I and provides us with important information on the plant life and environment. Tree pollen, namely of *Pinus*, *Picea* and *Betula* is quite abundant; then comes *Alnus*, *Ulmus* and, more rarely, *Quercus* and *Fagus*. Even though the majority of the pollen came from grasses, it is certain that trees were present, especially in river valleys and in protected gullies and ravines.

The analyses of charcoal, from wood fires in Dolni Vestonice II, further indicate that the fires were most often fed with spruce wood. Surviving charred chunks, up to 10 cm thick, indicate that the wood is from mature trees. The existence of *Quercus* and *Fagus* further indicates that the weather, although certainly cold during winter months, was not so cold as to exclude trees so typical of moderate climates.

Stratigraphically, the cultural layer is situated in the upper part of the humus layer and is of the last Interpleniglacial type.

Although not numerous, animal remains at the Dolni Vestonice II site are interesting. The numerous bones of mammoths are not the most typical. Although at 200 m east of this site a larger mass of mammoth bones was discovered, the mammoth bones of Dolni Vestonice II were rare and only found in two places. Furthermore, there were rare finds of bones of horse, wolf, reindeer, arctic fox and hare. These rare finds of food remainders and equally rare finds (in comparison with the main settlement) of stone flakes or tools, indicate that this site did not have the same role as the main settlements. This opinion is confirmed by the presence of numerous surface fires : these are not fireplaces, but loosely marked open fires. In all, more than 60 of them were discovered, their original number obviously being larger.

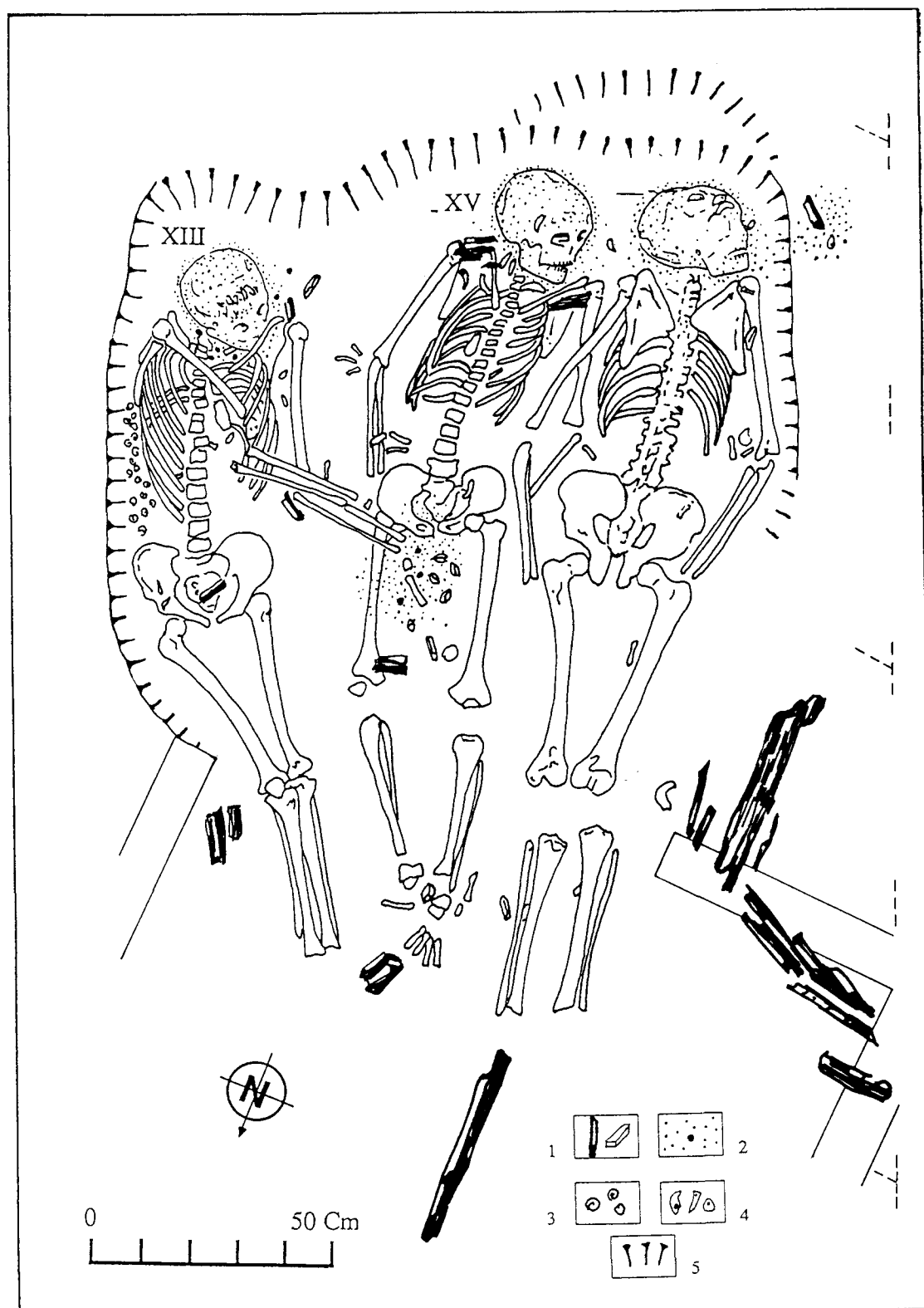


Fig. 3 The triple burial Dolni Vestonice XIII, XIV, XV. 1, charred wood and stone flakes; 2, ochre pigment and pieces of ochre; 3, snail shells; 4, human teeth, drilled animal teeth and other decorations; 5, limit of the shallow grave-bed.

In the opinion of archaeologist B. Klima, the fires were not stratigraphically simultaneous, belonging to at least three groups (verbal communication). Burned chunks of wood, branches and twigs, sometimes with traces of cuts, were frequently found. Wood charred in this way allows us to presume that the fires must have been extinguished quickly, before the wood burned through. They were probably extinguished by dumping earth on them.

Triple Grave

Higher up the slope of the site, nearer to its southern end, in proximity to the larger chunks of burned wood, a discovery of exceptional significance was made on the 13 August 1986 : a triple grave (fig. 3 and 4). Only its upper (southern) part had been slightly dug out, thus creating a kind of shallow bed. The lower parts of the skeletons were found directly on the ancient surface of a low barrow. The skeletons were undoubtedly covered up with the same earth, otherwise they would not be conserved. Stratigraphically, however, it was impossible to distinguish the earth with which the burial was covered, nor the smallest indication of a grave mound. The layer with the burial was poor in finds and the burial itself contained no grave goods. Several articles found there seem to belong to a cultural layer, but not to the burial itself. There were a fragment of marlite with several grooves and a very corroded bone awl, made from an animal ulna.

When considering the shape and fill of the grave, the only starting point for orientation is the stratigraphic situation of the cultural layer. This indicates that the cover must have been a very thin one. Nevertheless, it was largely sufficient enough to protect the burial from wild animals. In this context, it should be pointed out that the two lateral skeletons lack tarsal and metatarsal bones and phalanges of the feet. In the middle, shorter skeleton several of them survived. The situation is quite visible on pictures as well as on the drawing of the grave. The absence of small bones may be the result of scavenger activity.

All three skeletons were laid in an extended position in a south (head) - north (feet) direction. The skeleton on the west side is situated on its ventral side. The spine and shoulderblades are quite visible. The head rests on the left temple and the face, turned westward, is turned away from the other individuals. Its left arm covers the left arm of the middle skeleton. Since the arm of the eastern skeleton also covers the bones of the middle skeleton, it is clear that the first to be put into the grave was the middle individual, and afterwards the other two were laid on each side. All three individuals were buried simultaneously.

The middle and eastern skeletons are on their backs and both arms of the eastern individual are stretched towards the pubic area of the middle individual, where there is a strong concentration of red ochre. We find not only ochre coloured earth, but also tiny solid fragments of ochre and several flint chips. The dislocation of the finger phalanges in various places in the whole triple grave area points to the activity of small, earth-dwelling animals. In connection with the grave contents, the large number of shells of *Ariantha arbustorum* should be mentioned, located between the eastern edge of the grave and the spine of the eastern individual. Some shells were even found in the cultural layer in the immediate environment of the grave. It is therefore difficult to determine whether the snails had concentrated there in search of suitable food in an agreeable microclimate, or whether it is in fact a grave gift, placed there by man. If the snails were there to represent food, it would make this find a very significant one, because so far such food seems to have been unknown to the Gravettian hunters. It could be indicative of a decrease in the availability of traditional game animals. This and similar questions will be clarified by a study of palaeontological finds of game animal remains.

Let us concentrate now on the situation of the red ochre : we have mentioned its concentration in the pubic area of the middle skeleton. A smaller concentration is also to be found in front of the face of the western individual, outside the grave in fact. Finally, there is a strong concentration on all three skulls. Especially on



Fig. 4 The triple burial Dolni Vestonice XIII, XIV, XV. Note that only the upper part of the skeletons are situated in the shallow burial-bed. Note also the missing feet. The right skeleton is situated ventral side down.

the two lateral skulls (DV XIII, DV XIV) the ochre, mixed with earth, creates a kind of skin on the area of the forehead, on whose interior side, fitted to the forehead, we find ornaments that were originally part of a head cover, or part of a headband. In the case of the eastern skeleton (DV XIII), there were two rows of drilled icefox teeth; bigger ones in the upper row, smaller ones in the lower row. Besides these items, additional tiny pendants made of carved mammoth ivory were

found there, drilled to be attached or hung. In the vicinity of the middle skull (DV XIV), again in the skin of red coloured clay, there were four drilled wolf fangs. Although the ochre was sprinkled around all three skulls, the earthen skins were expressly created on the forehead areas of the two lateral skulls (DV XIII, XIV). The faces were coloured, but without the clay skin. Therefore we cannot think of any earthen masks (Klima, 1987).

The remains of carbonized wood are important. These not quite burned pieces of wood, the biggest of which is almost 10 cm thick, must have been extinguished with earth and thus prevented from burning totally. The fact that smaller chunks of wood were found under the skeletons, and specifically very close to the southwestern end of the grave, indicates that they formed the grave fill and perhaps even some kind of construction.

The interesting position of the three individuals buried there has given rise to various speculations about the symbolic significance of their positions, for example, the positions of their arms, and even about the presence of the ochre in the pubic area of the middle skeleton, where this colouring is supposed to have signalled the presence of a stillborn baby. Incidentally, there were no traces of any stillborn child with the middle skeleton. In such lime-rich earth, preserving even weak bones perfectly, and of course the germs of teeth crowns, at least minimal evidence of a stillborn would have been preserved. Moreover, the concentration of red ochre in the area of the abdomen has been confirmed even in an adult male burial DV XVI. Therefore, there is no reason to suppose that the peculiar position of the skeletons in the grave represents the reconstruction of a failed birth. Not only the placement of the skeletons, but also the situation of the arms can be easily explained by not very careful placement of dead bodies. The supposition that the western male individual (DV XIV) was holding the hand of his female companion giving birth (the middle skeleton) is not plausible if we consider that the western individual was positioned on his abdomen with his face turned away.

As far as the skeletal remains are concerned, age and sex determination is important. We know that determination of age from the condition of the teeth is more reliable than that based on skeletal ossification. We know as well that the dental age of an Upper Palaeolithic man is not substantially different from man today.

Skeleton n° XIV, i.e. the western one, had in its upper jaw both third molars, still in the

alveoli, not yet cut through. The roots of both teeth are still open. In the lower jaw, the third molars are not visible. Second molars have just reached occlusion and are slightly smoothed on top of the cusps. Even though the incisors are well worn to the dentine, it is obvious that this is due to their intensive use. In the postcranial skeleton, it is important that the edge of the hip bone is not quite completely fused in. Also the epiphyses of both tibias show traces of epiphyseal lines in the final stage of fusion. These facts indicate that the youth died at 17 - 18 years of age.

Skeleton n° XV has one third uncut molar in its upper jaw (table 1). Another third molar can be found, almost horizontally, in the alveolar process of the jaw. Its crown is slanted against the second molar. In the lower jaw, both third molars are not yet cut through and on the right side the tooth is placed almost horizontally. In the case of this individual too, the incisors are worn to the dentine. By the condition of the teeth and postcranial skeleton, where the crest of the pelvic bone, with the exception of a small trace, is well fused, we can determine the age of this individual to be between 17 - 21, probably closer to 20 years of age.

As for skeleton n° XIII, the third molar on the left of the upper jaw has cut through, but is unused, since it did not have an opposing tooth. On the right side, the third molar is almost on the occlusal level, but it is also unused, lacking the opposing tooth. In the lower jaw, the left M3 nears the occlusal level, while the right M3 is still in the alveolus, far from cutting through. All the other molars are cut through, but they bear only slight signs of being used. In the postcranial skeleton, a visible groove on the left humerus indicates that the head of the bone has practically fused with the diaphysis. All the other epiphyses of long bones, including the iliac crest, are already perfectly fused, which is indicative of an age between 20 - 21 years.

We have determined that all three individuals were of very similar age. The youngest one, a boy (n° XIV), had the tallest and most robust skeleton. The other two individuals were

Table 1 Dental dimensions of DV XV compared with modern man

		Maxilla						Mandible					
		DV XV		males		females		DV XV		males		females	
		n		X	n	X	n	n		X	n	X	n
Canine	M.-D. r.	85	1	77,7	25	74,1	21	94,1	1	69,6	24	63,5	21
	l.	80	1	s				70,0	1				
	B.-L. r.	92	1	86,6	25	78,7	21	74,0	1	80,8	24	72,4	21
First molar	l.	105	1					91,0	1				
	M.-D. r.	80	1	72,2	24	69,3	23	70,0	1	70,0	24	68,1	19
	l.	74	1					70,0	1				
Second molar	B.-L. r.	90	1	95,5	24	91,2	23	88,0	1	79,8	24	77,3	19
	l.	100	1					84,0	1				
	M.-D. r.	75	1	69,9	24	67,7	23	83,0	1	73,5	24	69,5	22
Third molar	l.	74	1					87,0	1				
	B.-L. r.	100	1	97,2	24	92,9	23	92,0	1	85,9	24	80,6	22
	l.	102	1					93,0	1				
Third molar	M.-D. r.	112	1	112,3	27	110,8	21	112,0	1	112,3	27	110,8	21
	l.	119	1					119,0	1				
	B.-L. r.	119	1	106,9	27	105,6	21	119,0	1	106,9	29	105,6	21
	l.	107	1					107,0	1				

All the investigated teeth demonstrate greater dimensions than the mean of the modern European males and far exceed the mean of the females.

roughly of the same age, around 20 years old. The determination of sex in skeleton n° XIV presents no difficulty; the great robustness of the bones is interesting and at such an early age indicates that these characteristics cannot be only the result of physical activity, but that they have a foundation in genetics.

Skeleton n° XV is still - as far as sex determination is concerned - the subject of discussion. The evaluation of the sex of this individual cannot be done apart from an evaluation of his/her pathology. What is most

marked is the changed shape of the right femur. Not only is this bone considerably shorter than the left one (table 2), but it is also bent. In its proximal part the body of the bone is flattened and the colodiaphyseal angle between the head, the neck and body of the thigh bone is remarkably changed. These changes are so obvious that they are visible at first glance. Upon more detailed study, all the long bones on the right side are slightly shorter than the average in normal individuals. The theory of porencephalia, leading to paralysis of one side of the body, which was published (Klima, 1987), is no longer seriously

Table 2 Femoral length and femoral head diameter (Dibennardo and Taylor, 1979, 1982; Pettener and Gualandi, 1979)

	DV XV		recent males		recent females	
	right	left	X	n	X	n
Max. femoral length	37,30	38,40	45,00	50	42,30	35
Vertical diameter of the femoral head	46,00	47,50	47,76	101	41,68	101

The right femur is 11 mm shorter than the left one. Both are much shorter than the mean of both recent males and females. Femoral heads are near the male mean and certainly greater than is the female mean.

discussed. Changes in the spine, in the area of lumbar vertebrae, point to changed lordosis. The thorax, according to the way it was situated in the grave, was noticeably narrow. It is possible that this could be bird chest syndrome, characteristic of rachitis, but with the effect of earth pressure being a distinct and possible element, one need approach such an evaluation with prudence. During X-Ray examination of the long bones, Harris's lines were not found. But on the first molars and on the canines, both in the upper and lower jaw, there is evidence of hypoplasia of dental enamel, pointing to a stress on the organism at an early age. Judging from the grooves in the dental enamel, it is possible to estimate that this took place between 1.5 - 2 years of age. These observations lead to the conclusion that the described changes may be consequences of rickets. It seems that the organism's metabolic disorders caused the secondary sexual characteristics of the skeleton to fail to appear clearly during adolescence. I shall mention here some of the morphological characteristics that can, despite all, help in determining the sex of this individual. On the skull the superciliar arches are of medium size, connected by a glabella (Broca IV). They are placed medially. Of course adult female morphology retains pedomorphic shapes. On the contrary, the skull of a male differs from that of a child due to the appearance of more expressive superstructures. If then, in the case of DV XV, the appearance of secondary sexual characteristics was disturbed, as a result of metabolic disorders while coming into adulthood, then the relatively prominent formation of superciliar arches can still be representative of a male individual. What is more, all known female skulls found at Vestonice have a smooth supraorbital area without arches (DV I, II, III). Mastoids on the temporal bones of DV XV are of medium strength and height. Their height is outside the limits of the average female skull and are larger in comparison with skull DV III. The right mastoid of DV XV is quite well preserved. The left one is damaged in its middle section (only the basal part and the apex have survived) and as reconstructed is somewhat shorter than on the right side. Therefore, only the size and shape of the right mastoid is original and

reliable. Along the temporal squama runs a moderately strong, short mastoid crest. Again, it is thicker than could be expected if the skull were to belong to a female. The occipital bone has a small but well represented external occipital protuberance (Broca III).

The muscular relief on the nuchal plane is well formed and points to strong neck muscles, unusual in a female. The upper part of the occipital bone (occipital plane) is clearly bun shaped. On the lower jaw, we see a slightly rocking base and a small but characteristic triangular mental prominence, small in dimensions. From the lateral view, it is clearly prominent. The dimensions of the teeth are of interest. The molars are smaller in size than those of the male skull DV XIV. None of these characteristics deviate clearly from the variational width in female individuals. Their appearance, however, concentrated in one individual, point to a male individual with only partially developed secondary male characteristics.

Concentrating on the postcranial skeleton, we can provide the following observations. The following dimensions of the humerus are of illustrative value in determining sexual dimorphism: maximal humerus length, minimal diaphysis circumference, humerus head circumference, maximal transversal diameter of the head and maximal sagittal diameter of the head.

Besides the femur, the lengths and shapes of which are pathologically changed, the right humerus is longer than the left one, meaning that the length ratio is the same as in healthy individuals. The situation is the same for the ulna and radius.

If we compare the maximal sagittal diameter of the humeral head (table 3) of DV XV with the average values of numerous samples of the recent Czech population (Cerny, Kovanda, 1980), we can then see that the dimensions of the individual Dolni Vestonice DV XV by far exceed the values of modern women from today's

population, and on the contrary, compare well with the average of today's men.

Praeauricular sulcus is not formed

(table 4). This characteristic is relatively reliable and its absence, except in rare cases, indicates a male pelvis. The sciatic notch is slightly wider in DV XV than in DV XIII or DV XIV, but even

Table 3 Humeral length and humeral head diameter

	DV XV		DV XIV		Czech Cerny X	males and n	Czech Kovanda X	females 1980 n
	right	left	right	left				
M 1 Greatest length	30,20	30,20	37,60	37,20	32,70	454	30,14	306
M 8 Head circumference		14,80	16,20		14,45	411	12,63	259
M 9 Greatest horizontal diameter of the head		44,90	51,20	49,50?	44,20	413	38,60	260
M10 Greatest saggital diameter of the head	50,00	48,00	53,90		48,10	431	42,00	282

The comparison of these dimensions demonstrate that the humeral head of DV XV was bigger than the mean of the male part of the modern Czechoslovak population, even when the stature height as represented by the humeral length was not high. The extremely long and robust humerus of young male DV XIV correspond to other long bone dimensions of this individual.

Table 4 Sex characteristics of the pelvis of DV XV skeleton / Adapted from Acsadi and Nemeskeri (1971) and Ferembach (1980)

Feature	Weight	Hyperfemale	Female	Indifferent	Male	Hypermale
Praeauricular sulcus	3	deep, well represented	more flat less represented open	slight	very week	<u>absent</u>
Sciatic notch	3	broadly open V shaped	open V shaped	<u>transitional shape</u>	U shaped	narrow, well U shaped
Symphysis pubis	2	very low	low	transitional	<u>high</u>	very high
Subpubic angle	2	100 or more	90 - 100	<u>60 - 90</u>	45 - 60	less than 45
Iliac bones	2	low, broad with stretched wings and weak tuberosities	<u>weak presentation of female charact.</u>	transitional form	weak présentation of male charact.	high, narrow with stong muscular tuberosities
Foramen obturatum	2	triangular with sharp edges	triangular	<u>transitional from</u>	oval	oval with round edges
Corpus of ischiatic bone	2	very narrow with slight ischiatic tuberosity	narrow	middle	<u>broad</u>	very broad with strong ischiadic tuberosities
Iliac crest	2	very flat S shaped	flat S shaped	middle	<u>clearly S shaped</u>	strongly S shaped
Iliac fossa	1	very low, broad	low, broad	middle high <u>middle broad</u>	high narrow	very high narrow
Pelvis major	1	very broad	<u>broad</u>	middle	narrow	very narrow
Pelvis minor	1	very broad oval	broad oval	middle rounded	<u>narrow</u> <u>heart shaped</u>	very narrow heart shaped

then it is narrower than that of the average female pelvis. This fact is further illustrated even in a composed arc (according to Novotny, 1982), connecting the ventral side of the auricular facies and the branch of the sciatic notch by a simple curve, as is the case for male pelvises. The subpubic angle is lower than 90° , and thus belongs to the indifferent angles. This angle in females is greater than 90° , in the case of the male pelvis it is less than 60° . The iliac bone is of small dimensions. This characteristic points to a female, but the size is not itself decisive in sex determination. As to the low and opened iliac wings, they point to an inexact reconstruction in the sacroiliacal joint, where even a small mistake markedly changes the position of the iliac wings. Nevertheless, even in case of proper setting of the iliac bones and the sacrum, the iliac bone is nearer to a female form. The other individual characteristics are indifferent, or else lean slightly towards those of a male. Quite marked are differences in the width of the pelvic exit which are much below the female average. Also the acetabular diameter falls within the scope of male diameters. The muscle attachments on the iliac bones are stronger than in female individuals. Thus after consideration, it is impossible to make a final decision in sexing this individual. The shape of the sacrum (table 5) is quite extraordinary. It consists of six vertebrae, but its unusually narrow shape is not caused by this circumstance. The frontal direct width is markedly smaller than in the average of female sacral bones. The difference is significant.

It is clear from the above observations that DV XV is not, due to metabolic disorders, an undeveloped female individual, nor in fact a hermaphrodite, as was suggested in some expert discussions (Novotny, 1989, verbal communication). This is incompatible with the degree of supraorbital relief and with other metric and morphological data.

Among the attempts at interpreting the triple burial, one opinion claimed that these individuals were related. (Vlcek, report to the Congress of Czechoslovakian Anthropologists in Humpolec, 1989). This opinion is based on some similarities in the morphology of the shoulderblades and the cranial sinuses. Determination of family relationship is difficult, as is well known from paternal disputes. Aside from those characteristics however rare but recurrent in compared individuals, such as epigenetic skeletal variants, only a larger number of similar characteristics point to the probability of family relationship. In the case of the Vestonice triple burial this situation does not exist. Although the lower edges of the orbits in DV XIII and DV XV are similar, and the acromions of the shoulder blades also have similar morphology, in kind and appearance other epigenetic characteristics do not point to a family relationship between those buried. The sinus cavities in the skull occur only on the left side of the frontal bone in two individuals (DV XV, DV XIII); in the case of the third individual they are, however, formed on both sides. Such a situation is certainly not proof

Table 5 Comparison of the breadth and anterior length of the DV XV sacrum with the corresponding dimensions of the modern Czech population (According to Stradalova).

		DV XV		Czech males		Czech females	
			n	X	n	X	n
M2	Ventral length of sacrum	108	1	117,25	72	114,98	56
M5	Breadth of sacrum	90	1	101,43	72	98,47	56

These dimensions demonstrate the extremely narrow sacrum of DV XV. Because this sacrum is composed of six vertebrae, its long and narrow shape is even more striking.

of kinship. The open sinus in the forehead of DV XV is not a result of pathological process because upon detailed inspection we find no traces of inflammation. Damage to the external part of the frontal bone is post-mortal.

On skulls DV XIII and DV XVI we also find other interesting characteristics. On the frontal bone of DV XIII, between the right frontal boss and the medial sagittal plane, there is an approximately 2 cm long perfectly healed depression of traumatic origin. The wound, caused by a blunt object, disturbed the upper layer of the bone, but did not penetrate into the skull cavity. Another similarly healed wound can be found on the right parietal bone, in its bregmatic angle. The bone was not broken through here either and the wound healed perfectly. Also on the forehead of skull DV XVI, there are three depressions - healed injuries. Similar finds of healed injuries in the frontal and parietal regions are not rare in male Palaeolithic skulls. In the case of skull DV XI/XII, a similar large healed injury was described over the right superciliar arch, and in the skull Brno II there are other healed lesions: a 2 cm boss in the obelion region and another small depression on the forehead.

We know therefore that injuries in the frontal and parietal part of the braincase were frequent. Undoubtedly, these are not incidental injuries, but injuries caused by man. If such frequent injuries were to be the result of life within the population, it would indicate a degree of aggressiveness which is improbable. This is in contradiction with some observations derived from the study of Palaeolithic art (Jelinek, 1990). A more plausible explanation is that they are the results of conflicts with members of other populations.

However, returning to the postcranial skeleton, attention should be paid to the shoulder blades, especially to the shape of their axial margins. In the assemblage of shoulder blades belonging to eight individuals (four from Predmosti and four from Dolni Vestonice), a variability of *sulcus dorsalis* is quite visible, to

which is attached *m. teres minor* and *sulcus ventralis*, to which is attached *m. subscapularis*. Their shapes do not correspond to the simple model proposed for *Homo sapiens sapiens* nor to the model proposed for *Homo sapiens neanderthalensis* (Trinkaus, 1979). On the contrary, they constitute a most varied transition between them.

Dolni Vestonice XVI

On 28 April 1987, another grave (DV XVI) was discovered in Vestonice II, on the western slope of the site. The cultural layer was not rich in the immediate vicinity. Some few stone flakes were found there, together with a few tools. Several shallow or surface open fires were found nearby, similar to the fires near the triple burial. The cultural layer here contained the remains of dwelling structures. There were some isolated tertiary shells and small pieces of red ochre. The skeleton was situated in a shallow bed on its right side, with contracted limbs. The top of the head was directed eastward and the legs westward. The skull and mainly the abdominal region were covered with a considerable amount of red ochre.

In the layer associated with this burial there was a circular fireplace measuring approximately 100 cm in diameter. Besides charcoal and ashes, the fireplace also contained small limestones. Another small fireplace was located farther away (approx. 110 cm). The cultural layer in the grave area was similar to the layer elsewhere on the site and there were no finds in the grave that could be designated as grave goods. As already mentioned, the skeleton was found in a crouched position (legs). The arms were alongside the body. The condition of the skeleton was relatively good, but not as good as that of the skeletons in the triple grave. The cranial sutures were open; only in the obelion was there a beginning of an obliteration. It is therefore obvious that the age of this individual at the time of death was around 40. In connection with this fact, the condition of the teeth was bad, with traces of advanced use. Both upper third

molars had, however, unworn crowns, despite the fact that they were cut through and that their crowns were higher than the crowns of the other molars. There were no opposing teeth in the lower jaw. The third molar on the right side had its crown horizontally inside the jaw. On the left side, the third molar was not established. The second upper molars in the upper jaw were heavily worn, but at least parts of heavily worn crowns remained. On the other teeth, used for mastication, only their roots remained. Buccally, under the mesial root of M1, was a large cyst, probably the result of a baring of the pulpar cavity and infection. Also, in both frontal incisors, we find traces of granuloma within the dental alveol. Although the crowns of the first and second molars in the lower jaw were heavily worn, the roots still held together. In the first molar on the right side, the pulpar cavity was opened and buccally under the distal root there were traces of a large cyst. Other teeth were so worn that mastication continued on their roots. There also, the alveoli of all four incisors bore traces of granuloma. This advanced attrition of the incisors conforms with the conditions of the teeth in the three skeletons of the triple grave. There also, even though they were young individuals, advanced use of frontal teeth appeared, unlike the teeth that had cut through later. Certainly the kind of food and the intensity in using one's teeth had played a role here. As for sex determination, it is clear at first sight that this was a robust, adult male : supraorbital relief was very well formed (superciliar arches). The glabella is somewhat lower than the superciliar arches which exceed it. From a frontal view then, the glabella created a weak depression between them. In their middle part, the arches were strongest and merged gradually and laterally into a flat supraorbital trigonum. In a lateral view, the supraorbital relief was separated from the forehead by a weak supraorbital sulcus. The forehead was well arched but not too high. The temporal lines were well formed but limited only to the frontal bones. There were none on the parietal bones. A relatively strong processus zygomaticus was continued on the temporal bone by a supramastoidal ridge which had the shape of

a short rounded mound. The mastoid process was wide and strong, characteristic of a strong male individual. The external occipital protuberance had a strong beak-like shape yet constituted a blunt boss, from which strong and rounded supreme nuchal lines ran laterally in both directions. The nuchal planum had a strong relief. On the very robust lower jaw, from a side view we see a rocking base and a rounded chin. In a frontal view this chin is relatively small, although mental tubercles are evident. All things considered, we are dealing with a very robust man with several morphological characteristics corresponding to other robust Gravettian male skulls from Predmosti III, Brno II and Pavlov.

As far as healed injuries are concerned, we find three on the forehead. The first one is a shallow healed depression of approximately 1 cm in diameter, located roughly 3 cm in front of the bregma. Two other injuries, approximately 1 cm and 1.5 cm long grooves, can be found on both sides of the right boss of the forehead. In all three cases, the exocranial bone had been only damaged, not fractured. The injuries were completely healed without complications. A fourth case of a healed injury can be found on the facial skeleton on the lower edge of the right cheek bone.

Conclusion

New excavations in the Gravettian site of Dolni Vestonice II have brought to light three very well preserved skeletons DV XIII, DV XIV and DV XV from a unique triple burial, a calotte of an adult male DV XI/XII and a skeleton of an adult male DV XVI. They have provided valuable information, not only on the physical type of South-Moravian, Gravettian hunters, but also on their life style and environment. Together with the finds from Brno and Predmosti, they make the Moravian, Gravettian population the best anthropologically documented Upper Palaeolithic population in Europe (table 6). The purpose of this preliminary study is to point out its signification.

Tab. 6 The Early Upper Palaeolithic human remains from Moravia (Gravettian / Pavlovian cultural tradition).

Find	age	year of discovery	found by	state of preservation
Predmosti I	20 - 25	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti II	7	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti III	35 - 40	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti IV	35 - 40	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti V	15 - 16	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti VI	2 - 3	1894	K. Maska	part of a skeleton
Predmosti VII	12 - 14	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti VIII	3 - 4	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti IX	20 - 25	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti X	20 - 25	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti XI	6 months	1894	K. Maska	fragments of skeleton
Predmosti XII	4 months	1894	K. Maska	fragments of skull
Predmosti XIII	2 months	1894	K. Maska	fragments of skull
Predmosti XIV	40 - 50	1894	K. Maska	well preserved skeleton
Predmosti XV	child	1894	K. Maska	mandibular fragment
Predmosti XVI	child	1894	K. Maska	cranial fragments
Predmosti XVII	child	1894	K. Maska	mandibular fragments
Predmosti XVIII	20	1894	K. Maska	cranial fragments
Predmosti XIX	adult	1894	K. Maska	mandibular part
Predmosti XX	9 - 10	1894	K. Maska	arm bones and two teeth
Predmosti XXI	25 - 30	1894	J. Wankel	mandibular half
Predmosti XXII	9 - 10	1895	M. Kriz	skeletal fragments
Predmosti XXIII	subadult	1903	M. Kriz	skeletal fragments
Predmosti XXIV	8 - 10	1903	M. Kriz	mandibular fragment
Predmosti XXV	10 - 12	1903	M. Kriz	mandibular fragment
Predmosti XXVI	adult	1903	M. Kriz	mandibular fragment
Predmosti XXVII	adult	1928	K. Absolon	postcranial skeleton
Predmosti XXVIII	adult	1903	M. Kriz	right femoral fragment
Predmosti XXIX	adult	1903	M. Kriz	left femoral fragment
Brno II	40 - 50	1891	A. Makowsky	skull and postcranial fragments
Dolni Vestonice I	20 - 30	1925	K. Absolon	skull cap
Dolni Vestonice II	20 - 30	1930	K. Absolon	skull cap
Dolni Vestonice III	30 - 40	1949	B. Klima	skeleton
Dolni Vestonice IV	child	1927	K. Absolon	cremated skull fragments
Dolni Vestonice V		1925	K. Absolon	frontal bone fragment
Dolni Vestonice VI		1925	K. Absolon	frontal and occipital fragments
Dolni Vestonice VII	adult	1927	K. Absolon	two teeth
Dolni Vestonice VIII	adult	1934	K. Absolon	incisor
Dolni Vestonice IX	adult	1949	B. Klima	two molars, canine
Dolni Vestonice X	child	1951	B. Klima	deciduous molar
Dolni Vestonice XI/XII	40 - 45	1986	B. Klima	calva
Dolni Vestonice XIII	17 - 21	1986	B. Klima	well preserved skeleton
Dolni Vestonice XIV	15 - 17	1986	B. Klima	well preserved skeleton
Dolni Vestonice XV	17 - 21	1986	B. Klima	well preserved skeleton
Dolni Vestonice XVI	40 - 45	1987	J. Svoboda	skeleton
Dolni Vestonice XVII		1986	B. Klima	two burned fragments of parietal bone
Dolni Vestonice XVIII		1986	B. Klima	fragment of humeral head
Dolni Vestonice XIX	adult	1986	B. Klima	patella
Dolni Vestonice XX	adult	1986	B. Klima	femoral head
Dolni Vestonice XXI	adult	1986	B. Klima	femoral head
Dolni Vestonice XXII	adult	1987	B. Klima	femoral shaft fragment
Dolni Vestonice XXIII		1927	K. Absolon	two burned skull fragments
Dolni Vestonice XXIV		1936	K. Absolon	parietal fragment
Dolni Vestonice XXV			K. Absolon	small cranial fragment
Dolni Vestonice XXVI	adult	1948	B. Klima	canine
Dolni Vestonice XXVII	child	1948	B. Klima	deciduous canine
Dolni Vestonice XXVIII		1924	K. Absolon	two skull fragments
Dolni Vestonice XXIX	child	1924	K. Absolon	deciduous canine
Dolni Vestonice XXX		1924	K. Absolon	skull fragment
Dolni Vestonice XXXI	adult	1974	B. Klima	two molars
Dolni Vestonice XXXII	adult	1974	B. Klima	molar
Dolni Vestonice XXXIII	adult	1987	B. Klima	premolar
Dolni Vestonice XXXIV		1987	B. Klima	phalanx

References

- ABSOLON, K., 1938, Vyzkum diluvialni stanice lovcu mamuto v Dlonich Vestonicich na Pavlovskych kopcich na Morave, *Pracovni zprava za rok 1924*, Brno.
- ABSOLON, K., 1938, Vyzkum diluvialni stanice lovcu mamuto v Dlonich Vestonicich na Pavlovskych kopcich na Morave, *Pracovni zprava za druhy rok 1925*, Brno.
- ABSOLON, K., 1945, Vyzkum diluvialni stanice lovcu mamuto v Dlonich Vestonicich na Pavlovskych kopcich na Morave. *Pracovni zprava za treti rok*. Die Erforschung der diluvialen Mammutjäger-Station von Unter-Wisternitz in den Pollauer Bergen in Mähren. Brno, 1945.
- CERNY, M. and KOVANDA, S., 1980, Sexual Diagnosis by the Measurement of Humerus and Femur, *Sbornik praci pedagogicke fakulty University Palackeho v Olomouci, Biologie*, 2, pp. 147-167.
- HAVLICEK, P. et KOVANDA, J., 1985, Nove vyzkumy kvarteru v okoli Pavlovskych kopcu, *Anthropozoikum*, 16, pp. 21-59.
- JELINEK, J., 1987, A New Palaeolithic Triple-Burial Find, *Anthropologie*, 25/2, pp. 189-190.
- JELINEK, J., 1987, New Upper Palaeolithic Human Remains in Dolni Vestonice, Czechoslovakia, *Rivista di Antropologia*, 55, pp. 421-422.
- JELINEK, J., 1987, Considérations sur l'art paléolithique mobilier de l'Europe Centrale. *L'Anthropologie* (Paris), 92, 1, pp. 203-238.
- JELINEK, J., 1990, Art in the Mirror of Ages. The Beginnings of Artistic Activities, *Anthropos*, Brno.
- KLIMA, B., 1963, *Dolni Vestonice*, Praha, Akademia.
- KLIMA, B., 1987, Mladopaleoliticky trojhrob v Dolnich Vestonicich, *Archeologicke Rozhledy*, 39, Praha, pp. 241-254, 353-357.
- KLIMA, B., 1987, Das jungpaläolithische Massengrab von Dolni Vestonice. Vorläufige Mitteilung, *Quartär*, 37/38, pp. 53-62.
- OLIVA, M., 1988, A Gravettian Site with Mammoth Bone Dwelling in Milovice, Southern Moravia, *Anthropologie*, 26/2, pp. 105-112.
- TRINKAUS, E. and HOWELLS, W.W., 1979, The Neanderthals, *Scientific American*, 241, pp. 118-133.

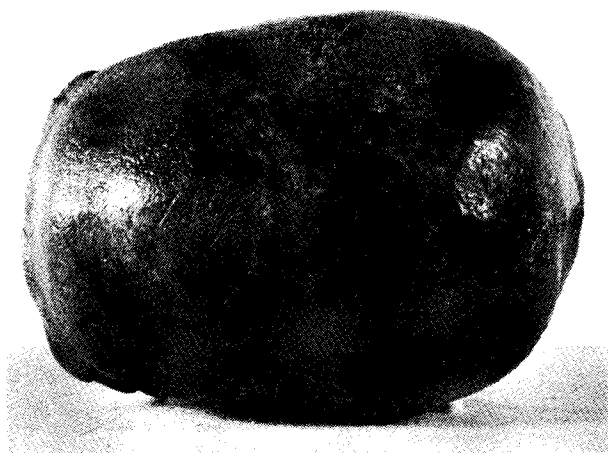


Fig. 5 The skull Dolni Vestonice XV in vertical view.



Fig. 6 The skull Dolni Vestonice XV in lateral view.



Fig. 7 Occipital view of the skull Dolni Vestonice XV.

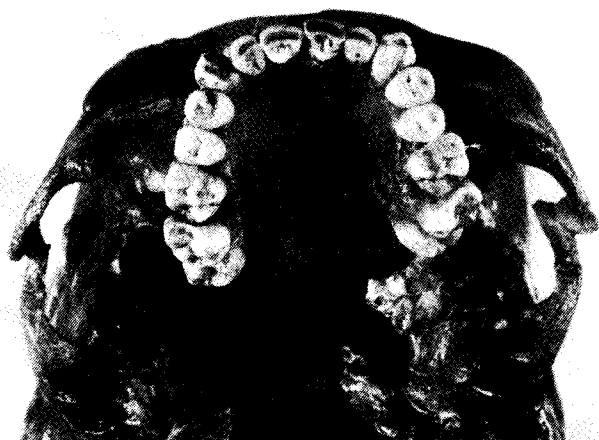


Fig. 8 Detail of the dental arch of Dolni Vestonice XV.



Fig. 9a, b Comparison of the pelvic morphology of DV XV (a) and DV XIV male (b).

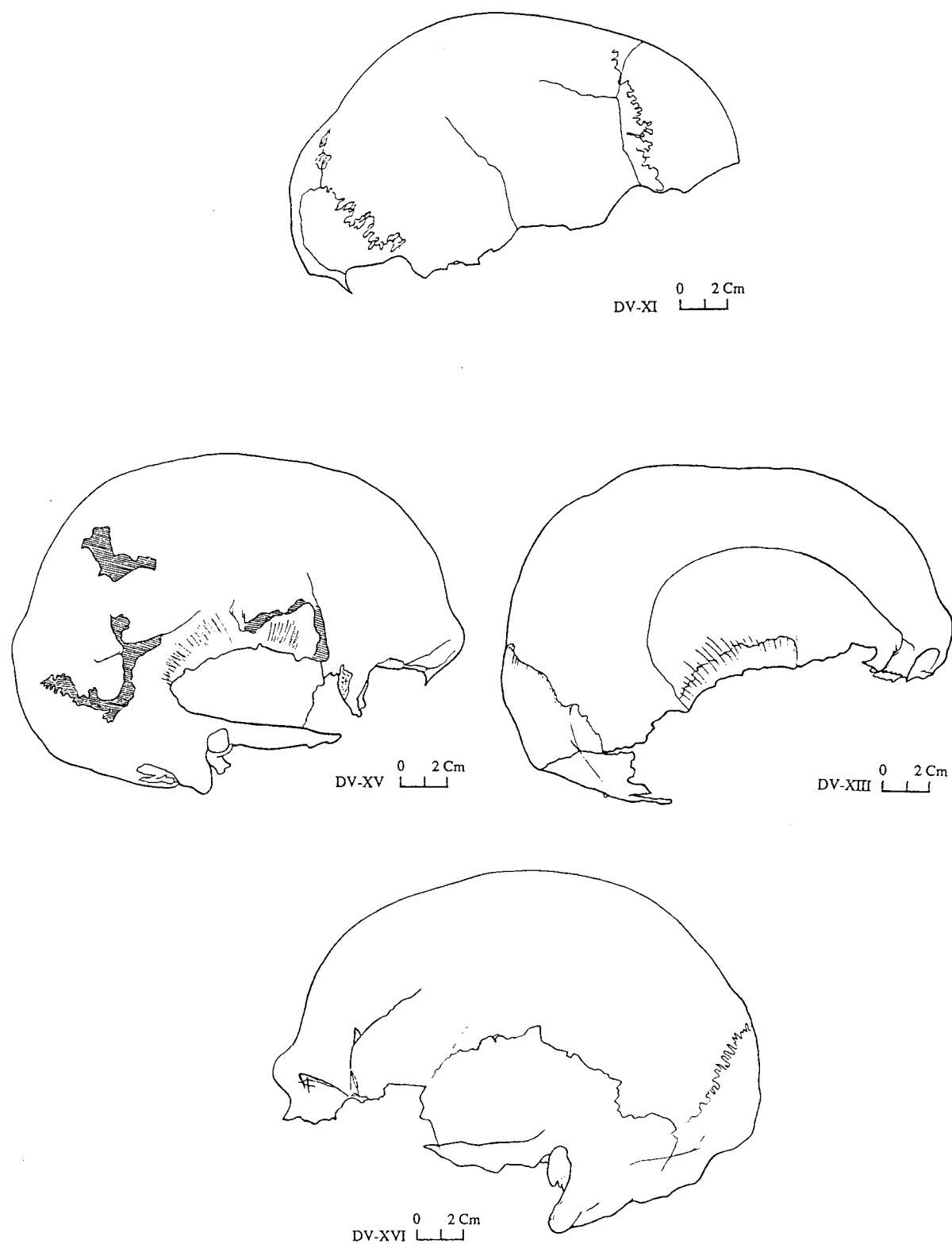


Fig. 10 Comparison of the braincases of DV XI, XIII, XV and XVI.



Fig. 11a, b Comparison of DV XV (a) and DV XIV male (b) hip bones. Compare the shape of the sciatic notch and the position of acetabula.

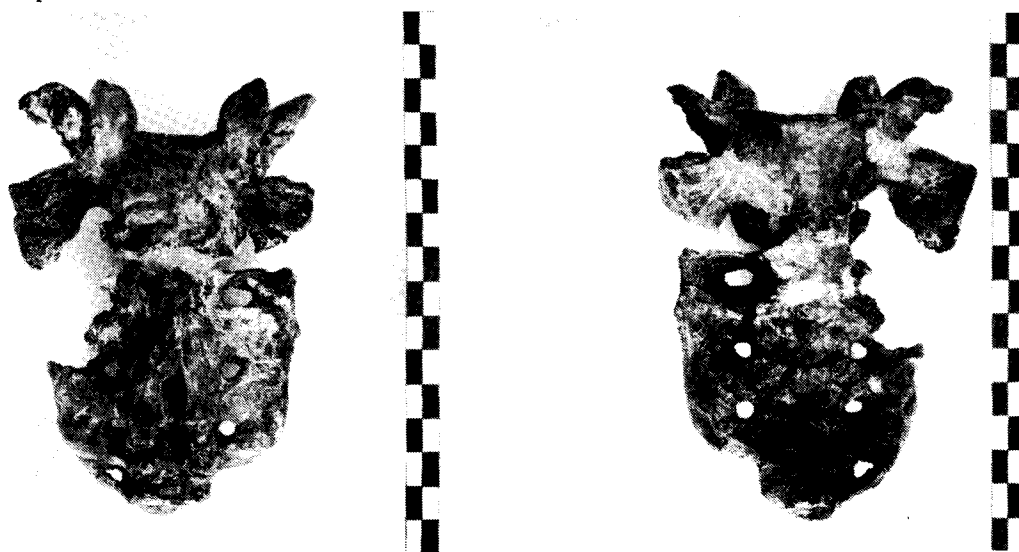


Fig. 12 a, b Dorsal and ventral side of DV XV sacrum. Compare the upper breadth with fig. 13 a, b.



Fig. 13 a, b Dorsal and ventral side of DV XIV male sacrum.

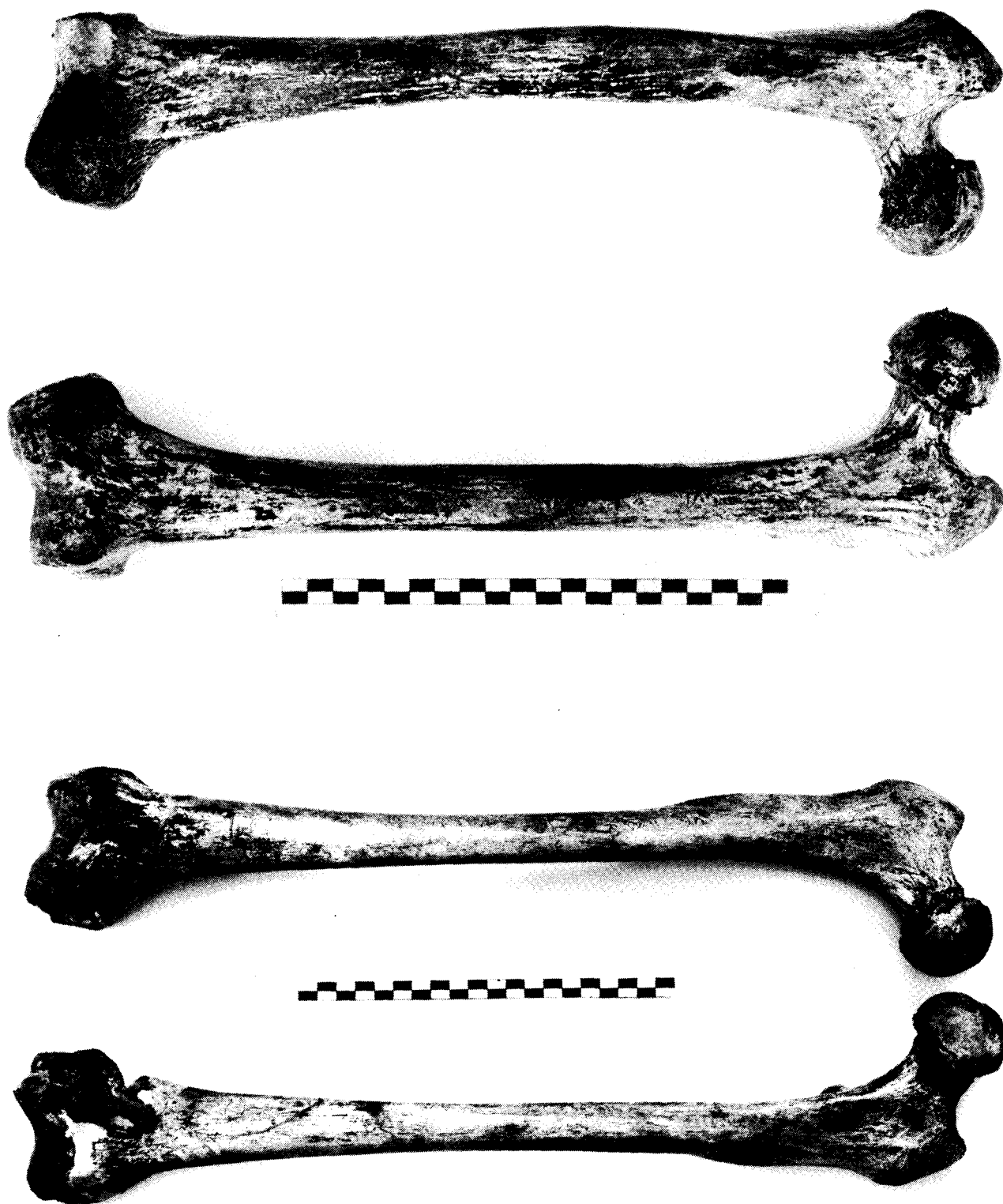


Fig. 14 a, b Comparison of DV XV (a) and DV XIV male (b) femora. Note the difference in length, in the position of trochanter major, in the shape of the subtrochanteric part of the shaft and in the collo-diaphyseal angle.

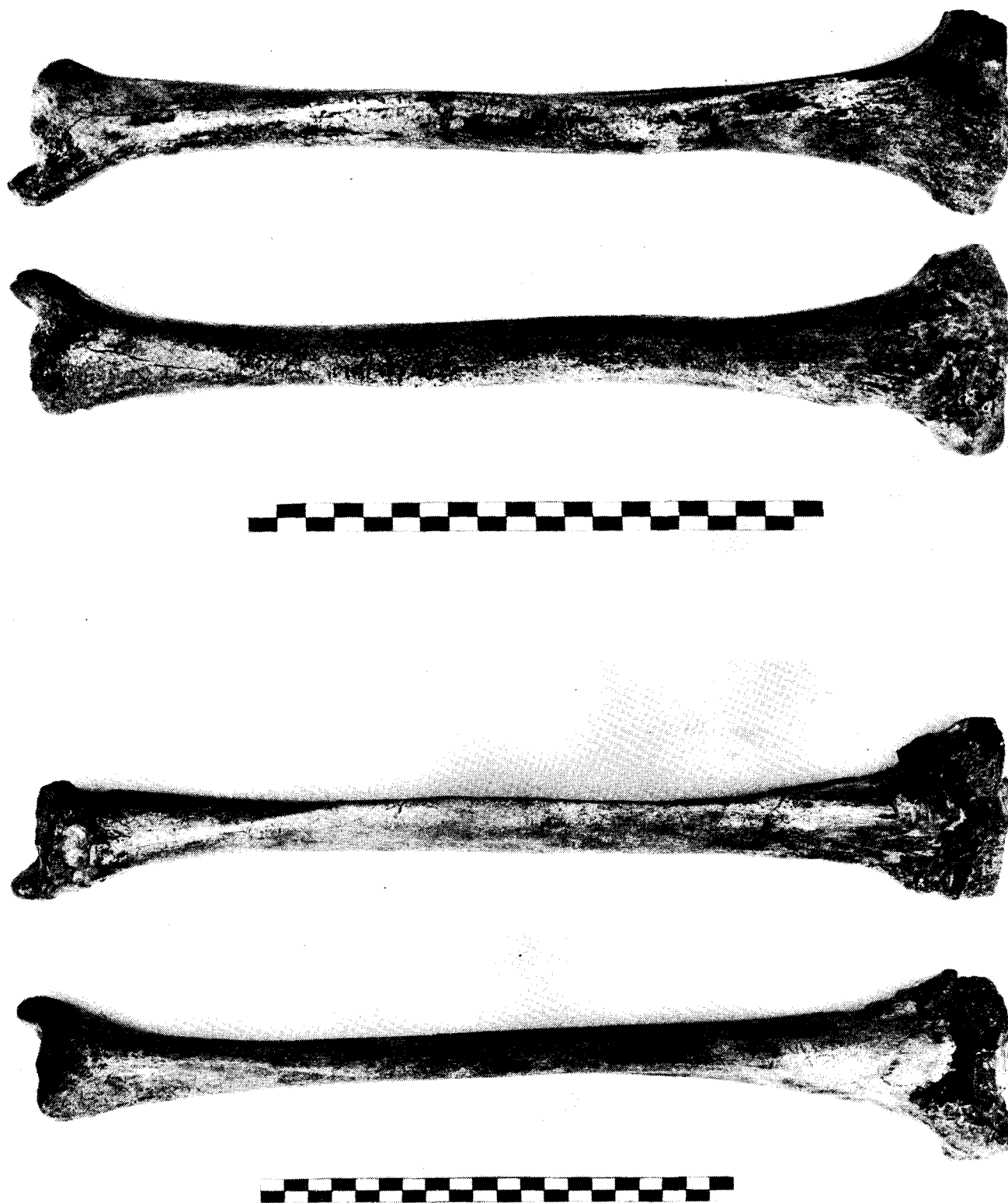


Fig. 15 a, b Frontal view (a) of right and left tibiae of DV XV compared with the frontal view of both DV XIV male tibiae (b).



Fig. 16 a, b Both humeri of DV XV : a, posterior view; b, medial view. Note the distal end of the bone.

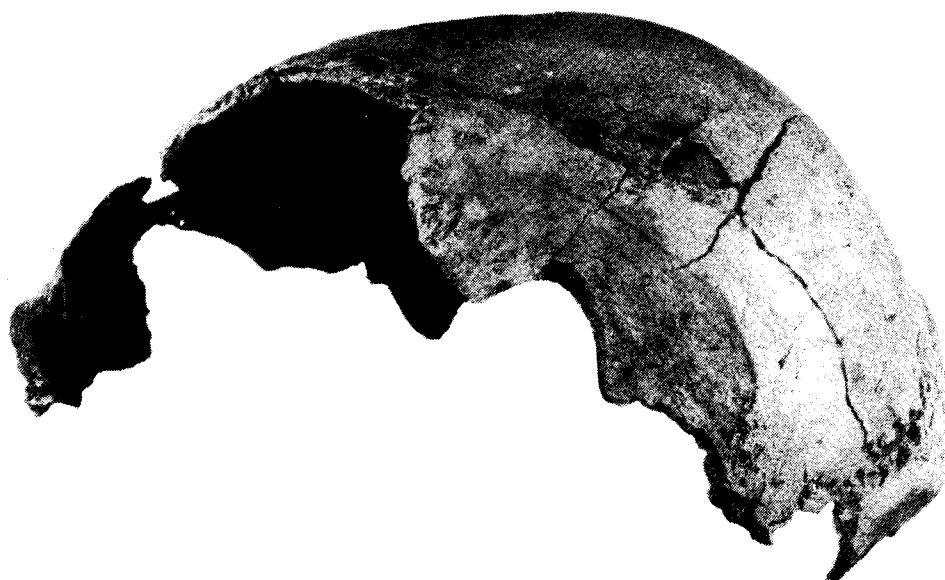


Fig. 17 Lateral view of DV XI / XII.

A Comparative Approach to the Relationships of European and non-European Late Pleistocene and Early Holocene Populations

Approche comparative des relations entre les populations fossiles européennes et non européennes au cours de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène

Winfried Henke *

Abstract

In this paper the relationship of the Late Pleistocene and Early Holocene populations of NW-Africa, the Near East and Europe is discussed. The uni- and bivariate-statistics and the discriminant analytical approaches yield only slight doubts as to the autochthonous status of the North African populations. Because the Protocromagnoids show much higher affinities to the African than does the European sample this may be an indication of common ancestorship of these groups (whether in Africa or in Western Asia remains uncertain). The exclusive orientation of the Natufians to the European sample by bivariate and discriminant function analysis has been interpreted as representing convergent adaptations in a similar socio-economic environment. There are weak or even unreasonable arguments to postulate a direct relationship of the Near East population and the Western Europeans because the geographically closer Eastern Europeans differ much more from the Natufians than the Western Europeans (for a detailed analysis of the individual affinities see Henke, 1989). The results from the principal component analysis offer no conclusive support for the above described view, but they are not in contradiction with the given interpretation either. These results seem to show less divergence between the European and non-European sample, but a detailed analysis of the regional and temporal samples, which is given in Henke (1989), allows an alignment of the interpretations of the multivariate statistics (discriminant analysis and principal component analysis).

Résumé

Ce travail analyse les relations entre les populations de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène en Europe, en Asie occidentale et à l'ouest de l'Afrique du Nord. Les méthodes statistiques univariées et bivariées ainsi que les analyses discriminantes indiquent une évolution autochtone des populations nord-africaines. Les affinités plus importantes des Protocromagnons pour les Africains que pour les Européens pourraient correspondre à la présence d'ancêtres communs, encore qu'on ne sache pas s'il faut les chercher en Afrique ou en Asie occidentale. Les rapprochements entre les échantillons de Natoufiens et d'Européens observés dans les analyses bivariées et discriminantes sont interprétés comme des convergences adaptatives dans des environnements socio-économique proches. Il n'y a guère d'arguments pour envisager une relation directe entre les populations du Proche-Orient et d'Europe occidentale, dans la mesure où les Européens de l'est, géographiquement plus proches, diffèrent davantage des Natoufiens que les populations d'Europe occidentale (voir Henke, 1989 pour une analyse détaillée). Les résultats de l'analyse multivariée en composantes principales ne confirment pas cette manière de voir, mais ne l'infirmant pas non plus. Les études semblent montrer moins de divergences entre les échantillons européens et non-européens, mais l'examen des données dans une optique spatiale et temporelle, qui est présentée ailleurs (Henke, 1989), permet d'accorder les interprétations des diverses approches statistiques multivariées.

* Winfried Henke, Institut für Anthropologie, Johannes Gutenberg-Universität, Saarstr. 21, 6500 Mainz 1, Germany

Key words : modern humans, cranium, Europe, North Africa, Western Asia.

Mots clés : hommes modernes, cranium, Europe, Afrique du Nord, Asie occidentale.

Introduction

The concern of my study is a comparative morphometrical analysis of Early Holocene and Late Pleistocene populations of Europe and the Circummediterranean Basin. Especially the relationships between the Upper Palaeolithic and Epipalaeolithic populations from NW-Africa and the contemporary populations from the Near East and Europe are under scrutiny, because of highly divergent hypotheses, due to inconsistent results from archaeology as well as anthropology. Until now a vast uni-, di- and multivariate comparison of the available cranial material has

never been attempted. For this reason I would like to make a small contribution to a much more extensive regional and diachronic comparison by descriptive-analytical and multivariate-statistical methods (see Henke, 1989, 1990), preceded by a small review of this topic.

During the past decade anthropologists, archaeologists and palaeogeneticists have yielded a broad body of new data pertinent to the origin of modern humans (review see Henke, 1989; Smith *et al.*, 1989). Based on new data and

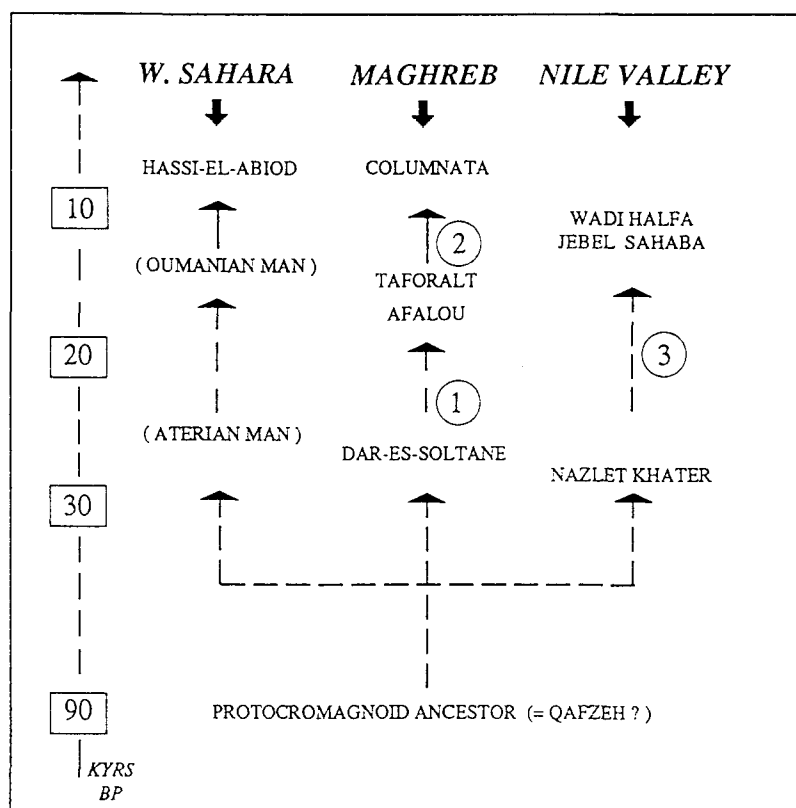


Fig. 1 Hypotheses on phyletic relationships between the 3 Mechtoid populations. According to : 1) Ferembach, 1976; 2) Chamla, 1970; 3) Thoma, 1984 (adapted from Dutour, 1989, fig. 3).

reinterpretation of older information, three models remained that describe the scenario of the origin of modern humans. Besides the well-known Afro-European sapiens hypothesis, formulated by Bräuer (1984a, b), there is Stringer and Andrew's recent African evolution model, which are both out-of-Africa-models, while Wolpoff, Wu, and Thorne's multiregional evolution model argues that there is considerable morphological and genetic continuity across the archaic/modern human boundary in regions throughout Eurasia, as well as Africa. The present state of our knowledge indicates that no model explains the available data on this subject unequivocally. Smith *et al.* (1989) add correctly: "whatever their proponents suggest". Although new paleogenetic data from the mt-DNA research and other polymorphisms (Cann *et al.*, 1987; Stoneking *et al.*, 1987; Wainscoat *et al.*, 1989; see further literature in Mellars and Stringer, 1989) are serious arguments for a replacement model, we do not yet have a real idea how the invasion of modern people into Europe took place.

Vandermeersch (1978) described the Qafzeh population from Mount Carmel, which has recently been dated at 92 k.y. B.P., as an ancestral population that gave rise to the European Cro-Magnons. There is the question whether this group (possibly together with the Skhul people) is also the "common ancestor" of the North African populations, or whether the so-called Cromagnoids from North Africa should rather be called Mechtoids, due to their separation since the end of the Riss-Würm-Glacial. Thoma (1978) proposes a nomenclature which takes an autochthonous development of the North-African populations into account and names these groups Mechtoids. Dutour (1989, S. 493) developed a relationship diagram concerning the W-Sahara, the Maghreb and Nile Valley populations which is shown in figure 1 and sees Qafzeh as a possible basic population. He comments that "the most probable hypothesis concerning the origins of these three populations is the existence of a common ancestor with local evolution particular to each area and probably included by climatic changes in the Saharan belt." J.D. Clark (1989) also interpreted the African fossil record in that way, the fossil evidence appearing to

point to the emergence of modern genotype in both South, East and probably North Africa at a time before its presence in Europe and possibly also before its presence in the Middle East. He asks whether the African evidence might be contemporaneous with the first modern humans from Qafzeh and Skhul? There is no doubt that more information is needed to solve this problem. This becomes especially evident when we recapitulate the divergent hypotheses that have been forwarded to explain the origin of the Mechta-Afalou people. We can do this very briefly since Ferembach (1985) has given an extended review.

The first hypothesis which was formulated by Balout (1954), Briggs (1955), Hooton (1949), Vallois (1969), Vandermeersch (1978) and others described an origin from the Near East. One wave of Cromagnoids was to have moved along the southern fringe of the Mediterranean Basin, while another wave reached Europe. Besançon *et al.* (1975-1977) gave numerous arguments against a Near Eastern origin besides Ferembach (1976, 1979) and Arensburg (1981) (see further Bernhard, 1984; Henke 1989). *The second hypothesis* postulates the origin of the Mechta-Afalou-populations from the Egyptian Sudan (Ferembach, 1976; Tixier, 1971), but there are many objections against this thesis from the standpoint of both archaeology and palaeoanthropology. *The third hypothesis* formulates an Iberian origin of the Iberomaurusians, which implies that the Iberomaurusians come from Spain via Gibraltar. An argument against this assumption is the expansion of the Iberomaurusians from east to west (Roche, 1976). *The fourth hypothesis* is the so-called new hypothesis by Ferembach (1985). She argues for an Italian origin via Sicily. Therefore the Iberomaurusians are probably Italian Epigravettians, who landed in Tunisia 24,000 years ago, from where they spread towards the west and east, taking the place of the Aterians.

According to Ferembach (1985) there seem to be good reasons to suppose that their ancestors were Aterians who migrated during a marine regression to the northern Mediterranean shores and replaced the Neandertals of that

region. In contrast to this position, Zampetti (1989) interprets similarities between the African and European Gravettien as convergent.

Statement of Problem

Due to the unsolved problems, I checked the relationships of the Late Pleistocene and Early Holocene populations by a morphometrical comparison of the available crania. The following questions were raised :

- 1) Which are the craniomorphological differences of the NW-African populations in comparison to the European and Near Eastern groups?
- 2) What is the degree of discrimination of the regional populations by discriminant function analysis (DFA)?
- 3) Is there an obvious pattern in the NW-African people that distinguishes them from the populations of those areas which were taken into account as places of possible origin (calculation by Principal Component Analysis, PCA)?

Material and Methods

The data of the crania or cranial fragments of the European and non-European populations was mostly taken from the available literature and is documented in the Mainz data bank (see Henke, 1989a). The total sample consists of $n = 546$ individuals. A maximum of 32 neuro- and viscerocranial variables is listed. Age, sex, geographical coordinates, region and chronological data are registered. Besides this data set - commonly referred to as DATBAMZ - a separate regression file for 15 variables (males $n = 175$; females $n = 103$) was calculated by multiple regression for males and females. This file, REGBAMZ, was the basis for the multivariate approaches. Fig. 2 - 3 show the regional distribution of the sample, which is also displayed in histogram fig. 4. The NW-African sample is relatively large, due to the representative samples of Afalou and Taforalt, while European sites which yielded a comparable number of specimens are relatively fewer, such as Vlasac and locations

in Eastern Europe. Concerning the chronological distribution, there is a steady increase in the sample size of European populations from the Middle Palaeolithic to the Late Mesolithic. The Iberomaurusian sample is nearly as large as the Early Mesolithic sample of Europe, while the Near Eastern sample is relatively small, which also holds also true for the Capsian and Columnatian material.

The anthropological and biostatistical methods have been described intensively by Henke (1989). The applied programmes for the DFA and the PCA are the SPSS/PC (Uehlinger *et al.*, 1988), while the Multiple Regression Analysis was calculated by the BMDP-programme (Bollinger *et al.*, 1983). A Turbo Pascal programme for the plotting of 95%-correlation ellipses has been written by D.F. Butz M.A. (IfA Mainz).

Results

In tab. 1 - 14, the parameters of the male and female samples of the European, Near Eastern and North African populations are given (File DATBAMZ). In comparison with the combined non-European sample, the Upper Palaeolithic and Mesolithic European populations have a significant :

- smaller cranial breadth (M8) (both sexes);
- larger smallest frontal breadth (M9) (males);
- smaller largest frontal breadth (M10) (both sexes);
- larger biauricular breadth (M11) (both sexes);
- larger biasterionic breadth (M12) (females);
- shorter parietal sagittal arcs (M27) (males);
- larger orbital breadth (M51) (males);
- smaller nasal breadth (M54) (both sexes);
- smaller internal palatal breadth (M63) (both sexes);
- smaller chin height (M69) (males);
- smaller condyloid height of the ramus (M70) (both sexes);
- smaller ramus breadth (M71) (males).

Besides the differences in the absolute measurements of the skull, there are also highly significant differences in the shape variables.

The following indices are significantly different (tab. 13 - 14). The European skulls are :

- more dolichocranic (LBI - cranial index) (both sexes);
- more acrocranic resp. less metriocranic (BHI) (both sexes);
- more metriocranic resp. less tapeinocranic (BOHI) (females);
- more eurymetopic (TFPI) (males);
- more mesenian resp. less euryenian (OGI) (both sexes);
- more mesorrhinian resp. less chamaerrhinian (NAI) (both sexes).

A comparison of the Western and Eastern European with the Near Eastern and North African populations demonstrates strong similarities between the European and the Near Eastern populations, while the North African samples differ in a lot of features: LBI, BHI, BOHI, TF(P)I, OGI and NAI in the male sample and LBI, BHI, TFPI and NAI in the female sample (Martin, labels of the abbreviations : see tab. 3).

While Ferembach (1985) claimed that the Mechta-Afalou men are Cromagnoids, distinguishing themselves from the European population by only a few features, I think there are good reasons from the morpho-metrical comparison to distinguish the Iberomaurusians from European Cromagnoids taxonomically. Besides the larger robusticity of the African population there is good evidence for climatic adaptation. The more chamaerrhinian nose of the southern sample can be explained by the Thompson-Buxton rule (Thompson and Buxton, 1923; Davies, 1929) and may be an indicator for the autochthony of the "Mechtoids", as they should be called according to Thoma (1978). As there is no space to go into a detailed univariate comparison (see Henke, 1989), we can sum up the following:

- 1) there are many more differences between the European and non-European populations than between the Western and Eastern Europeans;
- 2) the Epipalaeolithic Near East population shows mainly size differences in comparison with the European Cromagnoids, while shape differences

are very small;

3) the North African populations show numerous independent features that may be due to a long lasting separation from the European and Near Eastern populations of modern man; the comparison with the Western European Upper Palaeolithic and Mesolithic sample demonstrates clearly defined differences too;

4) there seem to be good reasons due to the cranial morphology, for a close connection by gene flow between the Near Eastern and European populations, while the North African populations seem to demonstrate a divergent local evolution.

To get more insights into the morphometrical pattern of the compared populations I used a discriminant analytical approach. The first multivariate analysis for quantifying the differences is a DFA of the male samples of the European and North African populations (GEODIS 1). The Near Eastern populations - including the Protocromagnoids and the Natufians - were taken as ungrouped cases. The results are given in tab. 15 - 17. The stepwise DA excludes five variables from the analysis. The measurements with the highest effect of discrimination are M8 and M54, followed by M9 and M51, meaning that the maximum discriminators are the cranial breadth and the nasal breadth.

As can be seen from the classification results, 87.3% of the sample are correctly classified. While all the Protocromagnoids from Qafzeh and Skhul show higher affinities to the African than the European sample, the 14 Natufians join the European population. The discrimination of the female sample (GEODIS 2, tab. 16) - especially based on M1 and M54 - with 80% is less effective, but likewise higher than expected, than the different descriptions by Ferembach (1985), who sees high affinities between the northern and southern population and even claims the origin of the Iberomaurusians by migration via Sicily - Tunisia. Even if we make a correction of the classification as proposed by Van Vark and Van der Sman (1985) the classification rate remains very high.

A further comparison (GEODIS 3, tab. 17) is based on the indices. As can be seen from tab. 17, seven shape variables are taken into account. The maximum discriminator is the nasal-index ($pw = 41\%$). The sex-mixed sample yielded a correct group classification of 74.3%, meaning that there are obvious differences in the cranial features of the regional groups which allow us to distinguish them on a medium level. Concerning the ungrouped cases, without exception we can find that every Natufian has higher affinities to the European than to the North African sample, while the Protocromagnoids are more like the Northern Africans. Based on the same dataset REGBAMZ ($p = 15$, absolute measurements, resp. $p = 7$, indices) a discrimination of the Eastern and Western European Upper Palaeolithic and Mesolithic sample was calculated and the individuals of non-European samples were included as ungrouped cases. As demonstrated in fig. 5 - 6 there is a discrimination of approximately 64% in males and a somewhat higher figure in the female group. In the non-European sample, 23 out of 38 cases of the North African group are classified as Western Europeans, while 15 show higher affinities to the Eastern European sample. Within the smaller female sample there seems to be no preference (10 : 11). Furthermore it is quite interesting that the Natufians without exception have higher affinities to the Western European sample; this is true in the males as well as the females.

If the comparison is based on the indices, the described trend even intensifies. There seem to be fewer affinities between the non-European sample and the Eastern European groups than between the Western Upper Palaeolithic and Mesolithic populations. This will be interpreted later on after the comparison of time-specific samples.

The comparison of the Upper Palaeolithic, Early and Late Mesolithic as well as Iberomaurusian samples is demonstrated by 4-group-analyses (ZEITDIS 1 to 3, tab. 18-20) for both sexes and the mixed sample. Within the male sample there is a selection of 13 variables out of 15, which participate in the discrimina-

tion. Main discriminators are - not unexpectedly - the breadth measurements M54, M8 and M9 (last one negative). When we take the heterogeneous distributions into account, 68.2% of the sample is correctly classified, which is - in comparison with a random rate of 25% - an indication of an intensive diachronic differentiation. As demonstrated by the classification table, beside the Iberomaurusians the Upper Palaeolithic group has the highest rate of correct classifications (85.7 to 84.8%), while the Early Mesolithic population shows relatively high affinities to the other European samples. The Late Mesolithic sample is correctly classified by 71.2% and shows the highest rate of misclassification in the Early Mesolithic sample.

If we look at the same analysis of the females, we can see that the Iberomaurusians have less affinities to the other groups than these amongst each other. The total of correct classification is only 55.2%, which implies that the females are more similar to each other than the males. The measurement which has the highest impact by far for discrimination is the nasal breadth (M54).

That the shape of the nose is the most effective discriminator can also be seen from the discriminant analysis ZEITDIS 3 which is based on the total sample and the indices. The discrimination rate is "only" 55.7%, and, beside the Upper Palaeolithic sample, the Iberomaurusians are by far the most separated group. That the Iberomaurusians are very different from the European samples and that the Upper Palaeolithics are not very similar to the Mesolithic samples, which show a broad overlapping, can be demonstrated by the diagrams fig. 7 - 9. They show the 95%-correlation ellipses of the discriminant scores of the discriminant functions one and two. In all three diagrams there is a separation of the ellipse of the Iberomaurusians due to higher scores on the x-axis.

The univariate and discriminant analytical results show that the non-European populations are in many features significantly different from their European contemporaries. We have seen that the Near Eastern sample has much more affinities to the European sample than the

North African groups. This is evident from the univariate comparison as well as from the DFA. The Mechta-Afalou population is separated from the Eurasian samples by those features depending on climatic adaptation and show a tendency to broader and in general more robust skulls. Both quantitative analyses give good reasons to describe the North African population as an autochthonous population (see Thoma, 1978). Especially using the discriminant analytical results presented we can judge that the "new hypothesis" of Ferembach (1985) has only slight credibility. Although there are higher affinities between the North African and the Western European Late Pleistocene and Holocene populations than to the Eastern groups, the discrimination is too marked to take an intensive gene flow into account. Although the Natufians also have greater similarities with the Western than the geographically closer Eastern Europeans, there are well-founded doubts that this is due to gene flow. If we look at the diachronic trends within the sample, the greater similarity between the Near Eastern populations and the Western Europeans is due to a lesser size, which may be the result of convergent adaptations in a similar socio-economic field.

The high affinities of the Protocromagnoids to the African sample may be proof of a common ancestorship of these populations together with the persistence of some archaic features in the Mechta-Afalou population as an early divergence from a single stock, while the European populations passed through a special adaptation process.

Besides the DFA, sex-specific principal component analyses (PCA) have been calculated. The varimax-rotated factor matrices are given in tabs 21a/b. The percentage of explained variation is somewhat less than 70% for four factors, while the first and second factor together explain roughly 50% (for further information see Henke, 1989a).

As can be seen from the scattergram (fig. 10, male sample) of the individual scores (PC I and PC II), there is no clear separation of special

groups in the plot. Concerning the cases Cro-Magnon I (n° 10) and Combe Capelle (n° 9) there is an obvious polarity. The CC-skull is situated at the right horizontal axis, which signals higher values of the variables M48 (facial height), M55 (nasal height), M52 (orbital height) and M51 (Orbital breadth). Differences between CM and CC in the y-axis are missing, meaning that they do not differ much in the height measurements M20 and M17 and in the nasion-basion-length (M5), which show high loading on the PC II. Within the plot the so-called Protocromagnoids from Qafzeh and Skhul (n° 1 to 4; indicated by a black bar at the right side of a circle) do not have an isolated position, but lie without exception in the fourth quadrant (see fig. 10). Of special interest are the non-European individuals in comparison to the European ones. The North African series (Afalou, Taforalt etc.) are indicated by a bar at the left side of the circles, while the Epipalaeolithics from the Near East are marked by a bar at the top. At first we can see that the Iberomaurusians and Capsians accumulate mostly in between the Cro-Magnon and the Combe-Capelle type, with some more affinities to the first one. The Natufians are also integrated into the whole sample, although some cases are marginal with very low scores at the PC II. The total structure shows the tendency of the Afalou-Mechta people being more "robust" concerning the cranium, while the Near Eastern Epipalaeolithics tend to be more gracile. Concerning the PC I there is a slight tendency to more euryenian, chamaerhinian faces with smaller orbits. From these results, we cannot see a clear-cut separation of the European and non-European population; in contrast, there is no contradiction to a common ancestry and even a gene flow between the populations.

If we look at the female sample (fig. 11), it can be seen that Qafzeh 9 is situated at a marginal if not even unique position in the first quadrant, which indicates an individual with more than average height and length of skull (M1, M5, M17, M20, M27) and also with very high measurements in the breadth dimension (M8, M9, M10, M45 and M54). In comparison to the other subsamples, the Mechta-Afalou sample can be described as having high scores on

the PC I, while there is no preference in the PC II. Both skulls from Mugharet el-Wad are very different from each other. While M.e.W. 2 is found in the plot of the African sample, n° 10 is clearly separated by the second quadrant.

Contrary to the results derived from the DFA, the comparison of the cranial samples by PCA demonstrates no clear-cut differentiation because of an overlap of European and non-European individual scores. If we look at the distribution of the regional and time-specific

groups, there is some sort of accumulation of the archaic group of Protocromagnoids apart from the others, underlining the distinct status of this Middle Palaeolithic sample. The non-European individuals show a tendency to somewhat broader skulls in the African series and somewhat more gracile skulls in the Natufians. As there is no clear distinction, there are no arguments from the PCA to exclude gene flow between the African and non-African populations although the regional and temporal subsamples show less overlap than would randomly be expected.

References

- ANDERSON, J.E., 1968, Late Paleolithic Skeletal Remains from Nubia, in F. WENDORF (ed.), *Prehistory in Nubia*, Dallas, Texas, pp. 996-1040.
- ARENSBURG, B., 1973, *The People in the Land of Israel from the Epipaleolithic to Present Times*, Ph. D. thesis, Tel Aviv University.
- BALOUT, L., 1955, *Préhistoire de l'Afrique du Nord*, Paris, Arts et Métiers Graphiques.
- BEALS, K.L., SMITH, C.S. and DODD, S.M., 1984, Brain Size, Cranial Morphology, Climate, and Time Machines, *Current Anthropology*, 25, 2, pp. 301-330.
- BERNHARD, W., 1984, Gegenwärtiger Stand und aktuelle Fragestellungen anthropologischer Forschungen im Nahen Osten unter besonderer Berücksichtigung des Epipaläolithikums (Natufium), *Homo*, 35, pp. 149-161.
- BESANCON, J., COPELAND, L. and HOURS, F., 1975-77, Tableaux de préhistoire libanaise, *Paléorient*, 3, pp. 5-46.
- BIANCHI, F., BORGOGNINI TARLI, S.M., MARCHI, M. and PAOLI, G., 1980, An Attempt of Application of Multivariate Statistics to the Problems of the Italian Mesolithic Sample, *Homo*, 31, pp. 153-166.
- BOLLINGER, G., HERRMANN, A. and MÖNTMANN, M., 1983, *BMDP, Statistikprogramme für die Bio-, Human- und Sozialwissenschaften*, Stuttgart - New York, G. Fischer Verlag.
- BOULE, M. and VALLOIS, H.V., 1952, *Les hommes fossiles*, Paris, Masson.
- BRÄUER, G., 1984a, A Craniological Approach to the Origin of Anatomically Modern *Homo sapiens* in Africa and Implications for the Appearance of Modern Europeans, in F.H. SMITH and F. SPENCER (eds), *The Origins of Modern Humans: A World Survey of the Fossil Evidence*, New York, Alan R. Liss, Inc., pp. 327-410.
- BRÄUER, G., 1984b, The "Afro-European Sapiens Hypothesis", and Hominid Evolution in East Asia During the late Middle and Upper Pleistocene, in P. ANDREWS and J.L. FRANZEN (eds), *The Early Evolution of Man, with Special Emphasis on Southeast Asia and Africa. A Memorial Symposium, in honour of G.H.R. v. KOENIGSWALD*, Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg (Frankfurt), 69, pp. 145-165.
- BRÄUER, G., 1985, Prä sapiens-Hypothese and Afro-europäische Sapiens-Hypothese, *Z. Morph. Anthr.*, 75, pp. 1-25.
- BRÄUER, G., 1989, The Evolution of Modern Humans: a Comparison of the African and non-African Evidence, in P. MELLARS and C. STRINGER (eds), *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh University Press, pp. 123-154.

- BRIGGS, L.C., 1955, The Stone Ages of Northwest Africa, *Bulletin of the American School of Prehistoric Research*, 18, Cambridge, Peabody Museum, Harvard University.
- CALGANO, J.M., 1986, Dental Reduction in Post-pleistocene Nubia, *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 70, pp. 349-363.
- CAMPS, G., 1974, *Les Civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara*, Paris, Doin.
- CAMPS, G., 1976, Navigations et relations interméditerranéennes préhistoriques, in *IX Congrès de l'Union Internationale des Sciences préhistoriques et protohistoriques Nice, Colloque II. Chronologie et synchronisme dans la Préhistoire CircumMéditerranéenne*, Université de Nice, pp. 168-179.
- CANN, R., STONEKING, M. and WILSON, A.C., 1987, Mitochondrial DNA and Human Evolution, *Nature*, 325, pp. 31-36.
- CHAMLA, M.-Cl., 1978, Le peuplement de l'Afrique du Nord de l'Épipaléolithique à l'époque actuelle, *L'Anthropologie*, 82, pp. 385-430.
- CHAMLA, M.-Cl., 1980a, The Settlement of Non-Saharan Algeria from the Epipaleolithic to Modern Times, in I. SCHWIDETZKY, B. CHIARELLI and O. NECRASOV (eds), *The Physical Anthropology of European Populations*, Paris, Mouton, pp. 257-270.
- CHAMLA, M.-C., 1980b, Étude des variations métriques des couronnes dentaires des Nord-Africains de l'Épipaléolithique à l'époque actuelle, *L'Anthropologie*, 84, pp. 254-271.
- CLARK, G.A. and LINDLEY, J.M., 1989, The Case of Continuity: Observation on the Biocultural Transition in Europe and Western Asia, in P. MELLARS and C. STRINGER (eds), *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh University Press, pp. 626-676.
- CLARK, J.D., 1980, Human Populations and Cultural Adaptations in the Sahara and Nile During Prehistoric Times, in M.A.J. WILLIAMS and H. FAURÉ (eds), *The Sahara and the Nile*, Balkema, Rotterdam, pp. 527-582.
- CLARK, J.D., 1989, *The Origins and Spread of Modern Humans: a Broad Perspective of the African Evidence*, in P. MELLARS and C. STRINGER (eds), *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh University Press, pp. 565-588.
- COON, C.S., 1939, *The Races of Europe*, New York, Random.
- DAVIES, A., 1929, Man's Nasal Index in Relation to Climate, *Man*, 29, pp. 8-13.
- DUTOIR, O., 1984, Extension saharienne du type anthropologique Mechta-Afalou, *C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. II*, 348, pp. 209-211.
- DUTOIR, O., 1989, Connections between North Africa and Saharan Cromagnoids: New Data and Hypotheses, in I. HERSHKOVITZ (ed.), *People and Culture in Change, B.A.R. International Series 508 (II)*, pp. 489-494.
- FEREMBACH, D., 1976, Les Cromagnoïdes circumméditerranéens (particulièrement en Orient) et l'origine des types méditerranéen, in *IXe Congrès de l'Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques Nice. Colloque II. Chronologie et synchronisme dans la Préhistoire circumméditerranéenne*, Univ. Nice, pp. 128-143.
- FEREMBACH, D., 1979, Les Natoufiens et l'homme de Combe Capelle, *Bull. et Mém. Soc. d'Anthrop.*, Paris 5 (XIII), pp. 131-136.
- FEREMBACH, D., 1985, On the Origin of the Iberomaurusians (Upper Palaeolithic: North Africa). A New Hypothesis, *J. Hum. Evol.*, 14, pp. 393-397.
- FEREMBACH, D., 1986, Les Hommes de l'Holocène. - *Homo sapiens sapiens* en Asie jusqu'au Néolithique. - *Homo sapiens sapiens* en Afrique: des origines au Néolithique, in D. FEREMBACH, Ch. SUSANNE and M.-Cl. CHAMLA (eds), *L'homme, son évolution, sa diversité*, Paris, Éditions du C.N.R.S., pp. 225-232, 239-244, 245-256.
- HENKE, W., 1987, Application of Multivariate Statistics to the Problems of Upper Palaeolithic and Mesolithic Samples, *Human Evolution*, 2, pp. 149-167.

- HENKE, W., 1988, Die Menschen der letzten Eiszeit. Zur Frage der Differenzierung der endpleistozänen Hominiden Europas, *Anthrop. Anz.*, 46, pp. 289-316.
- HENKE, W., 1989, *Jungpaläolithiker und Mesolithiker. Beiträge zur Anthropologie*, Habilitationsschrift Univ. Mainz, 1701 p.
- HENKE, W., (in press.), Die morphometrischen Affinitäten der Epipaläolithiker Nordafrikas zu Populationen Europas und des Vorderen Orients. (I Deskriptive Statistik und diskriminanzanalytische Befunde), *Homo*, 41, (1990).
- HOOTON, E.A., 1949, *Up from the Ape*, New York, 3rd ed., Macmillan Company.
- LUBELL, D., SHEPPARD, P. and JACKES, M., 1984, Continuity in the Epipaleolithic of Northern Africa with Emphasis on the Maghreb, in F. WENDORF and A.E. CLOSE (eds), *Advances in World Archaeology*, 3, Academic Press, pp. 143-191.
- MARTIN, R., 1928, *Lehrbuch der Anthropologie*, G. Fischer, Jena.
- MELLARS, P., 1989, *Major Issues in the Emergence of Modern Humans*, in *Current Anthropology*, 30, 3, pp. 349-385.
- MELLARS, P. and STRINGER, C. (eds), 1989, *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- NIELSEN, O.V., 1970, The Nubian Skeleton through 4000 Years, *Andelsbogtrykkeriet i Odense*, Copenhagen.
- PALMA DI CESNOLA, A. and BIETTI, A., 1983, Le Gravettien et l'Épigravettien en Italie. La position taxonomique et chronologique des industries à pointes à dos autour de la Méditerranée européenne, *Colloque International Siena 3-6 novembre 1983*, Università di Siena. Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti., pp. 121-174 (preprint Università di Siena).
- ROCHE, J., 1976, Cadre chronologique de l'Épipaléolithique Marocain, in *IXe congrès de l'Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques Nice, Colloque II. Chronologie et synchronisme dans la Préhistoire Circum-Méditerranéenne*, Université de Nice, pp. 153-167.
- SMITH, P., 1988, Evolutionary Trends in Pre-agricultural Populations, *Rivista di Antropologia (Roma)*, Supplemento del Vol. LXVI, p. 281-294.
- SMITH, P., 1989, Paleonutrition and Subsistence Patterns in the Natufians, in I. HERSHKOVITZ (ed.), *People and Culture in Change. B.A.R. International Series 508 (II)*, pp. 375-384.
- STONEKING, M. and CANN, R.L., 1989, African Origin of Human Mitochondrial DNA, in P. MELLARS and C. STRINGER (eds), *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh University Press, pp. 18-30.
- STRINGER, C., 1989, The Origin of Early Modern Humans: a Comparison of the European and Non-European Evidence, in P. MELLARS and C. STRINGER (eds), *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh University Press, pp. 232-244.
- THOMA, A., 1973, New Evidence of the Polycentric Evolution of *Homo sapiens*, *J. Human Evolution*, 2, pp. 529-536.
- THOMA, A., 1978, L'origine des Cromagnoïdes, in J. PIVETEAU (ed.), *Les Origines humaines et les époques de l'intelligence*, Paris, Masson, p. 261-282.
- THOMA, A., 1984, Morphology and Affinities of the Nazlet Khater Man, *J. Human Evolution*, 13, pp. 287-296.
- THOMA, A., 1985, *Éléments de Paléanthropologie*, Institut supérieur d'Archéologie et d'Histoire de l'Art, document de travail, 18, Louvain-la-Neuve.
- THOMPSON, A. and BUXTON, L.H.D., 1923, Man's Nasal Index in Relation to Certain Climatic Conditions, *J. Roy. Anthropol. Inst.*, 53, pp. 92-122.

- TIXIER, J., 1971, Les apports de la stratigraphie et de la typologie au problème des origines de l'homme moderne, in *Origine de l'Homme Moderne*, Paris, U.N.E.S.C.O., pp. 121-127.
- UEHLINGER, H.M. (unter Mitwirkung von G. BAUER und D. OLBERG, 1988), SPSS/PC+, *Benutzerhandbuch Band I*, Stuttgart - New York, G. Fischer Verlag.
- VANDERMEERSCH, B., 1978, *Quelques aspects du problème de l'origine de l'homme moderne*, in J. PIVETEAU (ed.), *Les Origines humaines et les époques de l'intelligence*, Masson, Paris, pp. 251-260.
- VAN VARK, G.N. and VAN DER SMAN, P.G.M., 1982, New Discrimination and Classification Techniques in Anthropological Practice, *Z. Morph. Anthropol.*, 73, pp. 21-36.
- WAINSCOT, J.S., HILL, A.V.S., THEIN, S.L., FLINT, J., CHAPMAN, J.C., WEATHERALL, D.J., CLEGG, J. B. and HIGGS, R., 1989, Geographic Distribution of Alpha- and Beta-Globin Gene Cluster Polymorphisms, in P. MELLARS and C. STRINGER (eds), *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh University Press, pp. 31-38.
- WOLPOFF, M.H., WU XINZHI and THORNE, A.G., 1984, Modern *Homo sapiens* Origins: a General Theory of Hominid Evolution Involving the Fossil Evidence from East Asia, in F. H. SMITH and F. SPENCER (eds), *The Origins of Modern Humans: A World Survey of the Fossil Evidence*, New York, Alan R. Liss, Inc., pp. 411-483.
- WOLPOFF, M., 1989, Multiregional Evolution : The Fossil Alternative to Eden, in P. MELLARS and C. STRINGER (eds), *The Human Revolution. Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh University Press, pp. 62-108.
- ZAMPETTI, D., 1989, La question des rapports entre la Sicile et l'Afrique du Nord pendant le paléolithique supérieur final : la contribution de l'archéologie, in I. HERSHKOVITZ (ed.), *People and Culture in Change. B.A.R. International Series 508 (II)*, pp. 459-476.

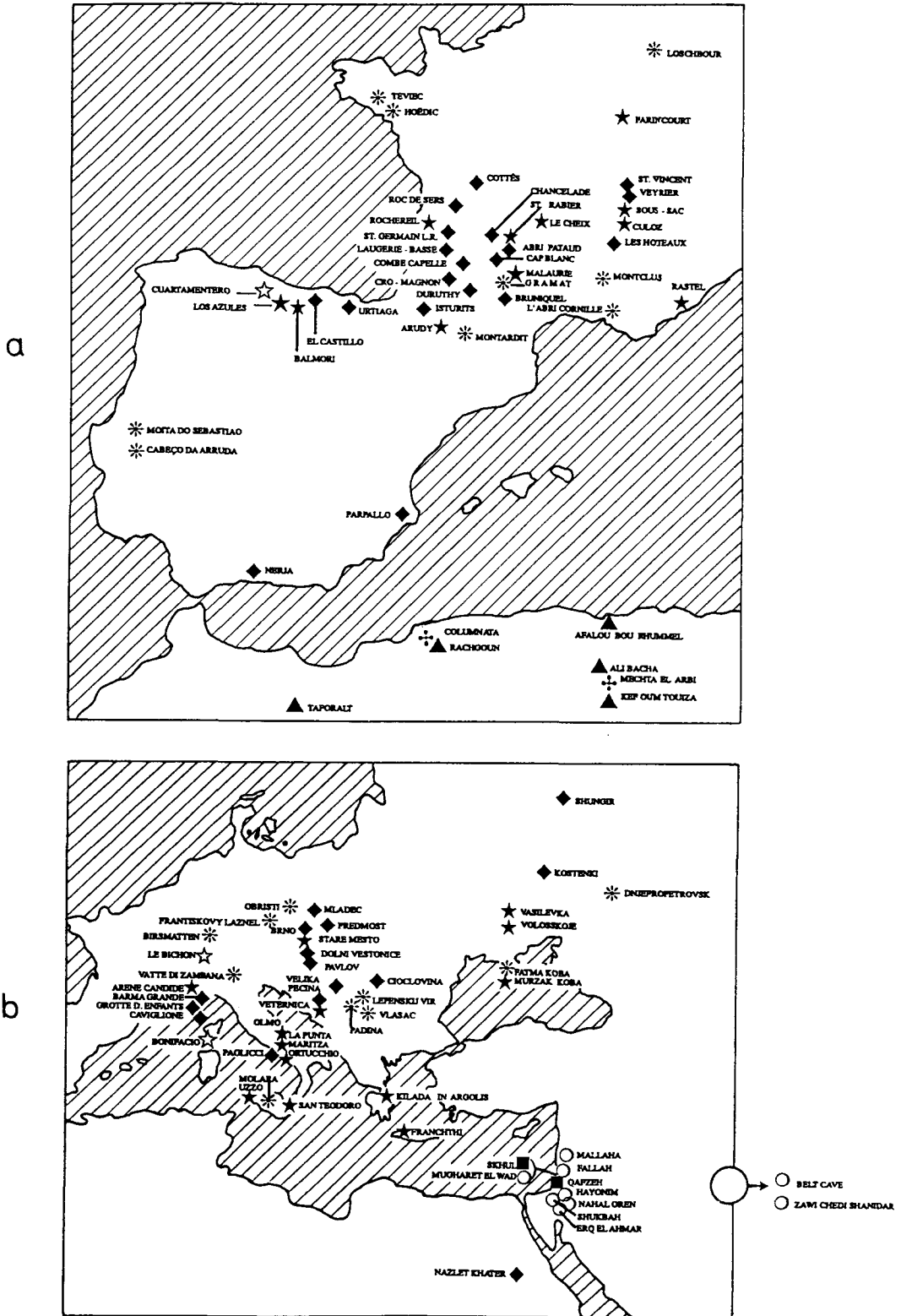
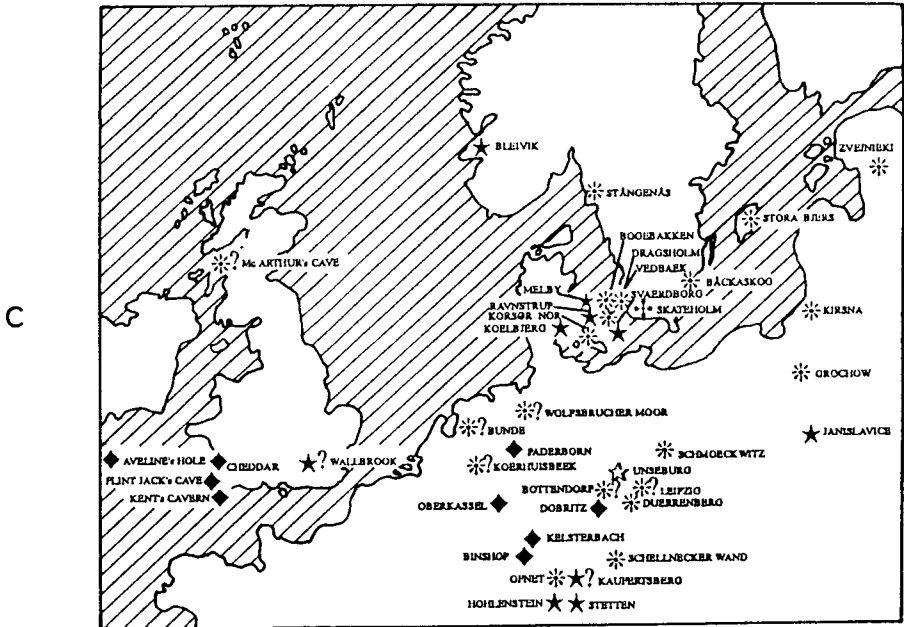


Fig. 2a-c Regional distribution of Late Pleistocene and Early Holocene Man; comments in Henke (1989a).



- "PROTO-CROMAGNOID"
- ◆ UPPER PALAEOLITHIC
- ☆ UPPER PALAEOLITHIC TO MESOLITHIC
- ★ EARLY MESOLITHIC
- ✱ LATE MESOLITHIC
- EPIPALAEOLITHIC (NATUFANS S.L.)
- ▲ IBEROMAUROSIAN
- ✚ CAPSIAN - COLUMNATIEN
- ? UNCERTAIN DATING

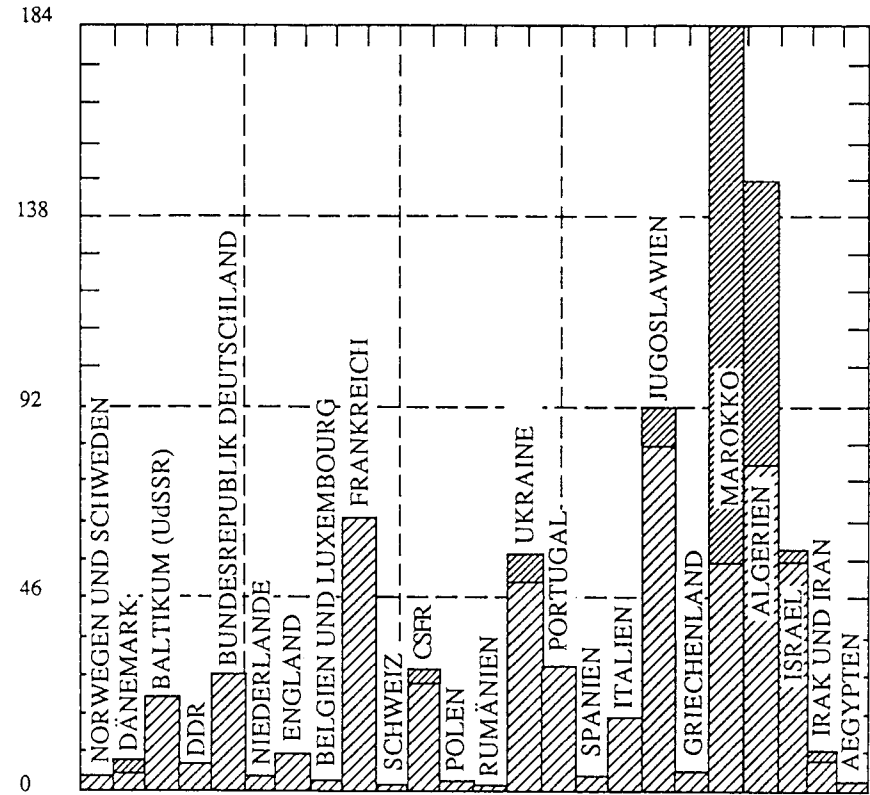


Fig. 3 Regional distribution of Late Pleistocene and Early Holocene Man in Europe, the Near East and North Africa; cranial sample light striped - n = 546; black striped bars indicate postcranial material which was not taken into consideration in this study.

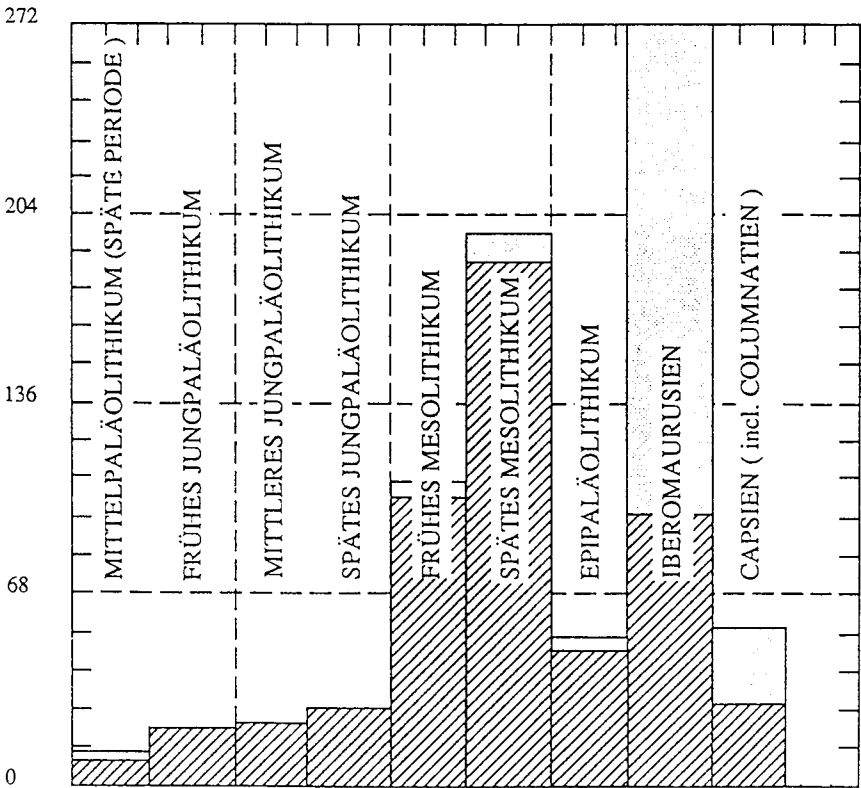


Fig. 4 Temporal distribution of Late Pleistocene and Early Holocene Man in Europe, the Near East and North Africa.

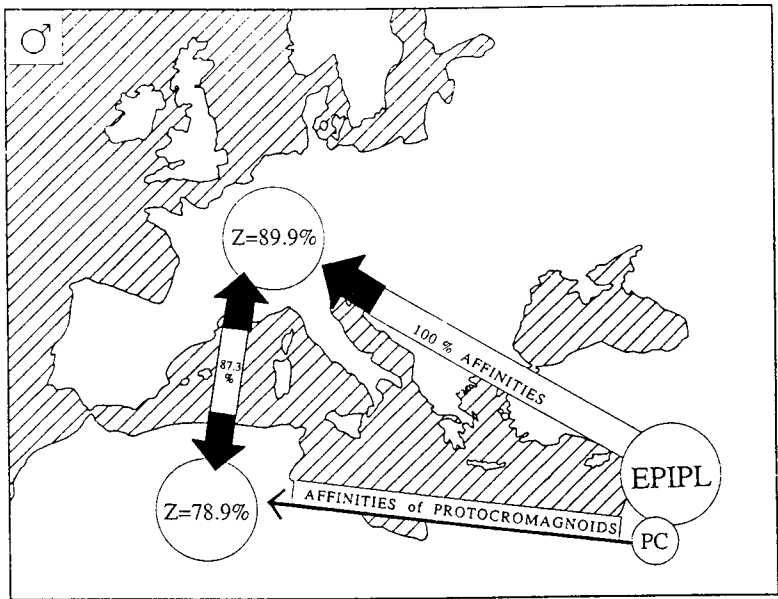


Fig. 5a Correct classification of "grouped cases" (Z) and affinities of "ungrouped cases" from the Near East (Protocromagnoid and Epipalaeolithic sample; Geodis 1, male, $n = 175$; $p = 15$).

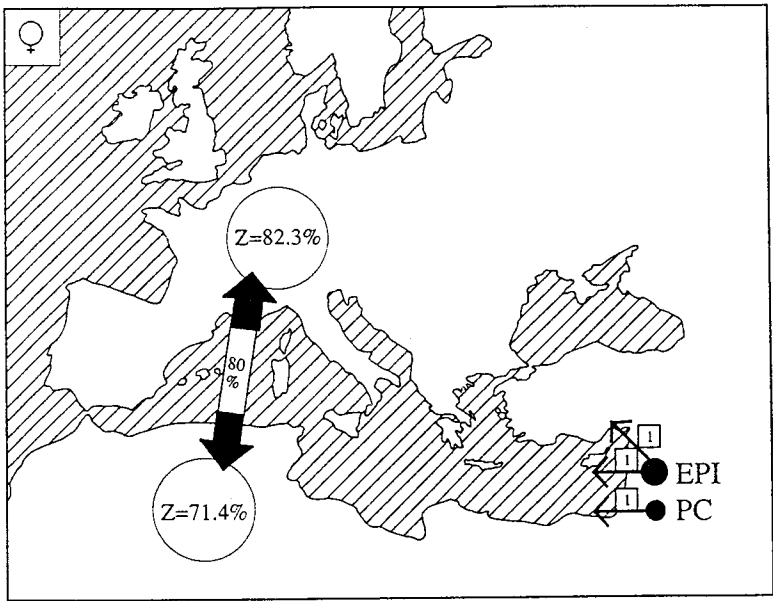


Fig. 5b Correct classification of "grouped cases" (Z) and affinities of "ungrouped cases" from the Near East (Protocromagnoid and Epipalaeolithic sample; Geodis 2, female, $n = 103$; $p = 15$).

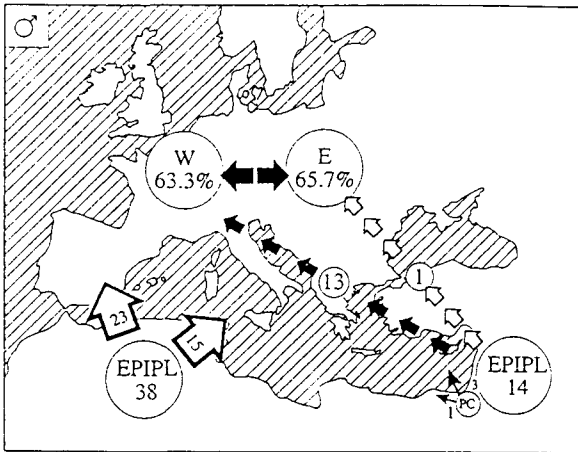


Fig. 6a Stepwise DFA (Geodis 4) : discrimination of the regional samples from Western Europe and Eastern Europe; the Near East and North Africa "ungrouped"; male sample (n = 175, p = 15 absolute measures, file REGBAMZ).

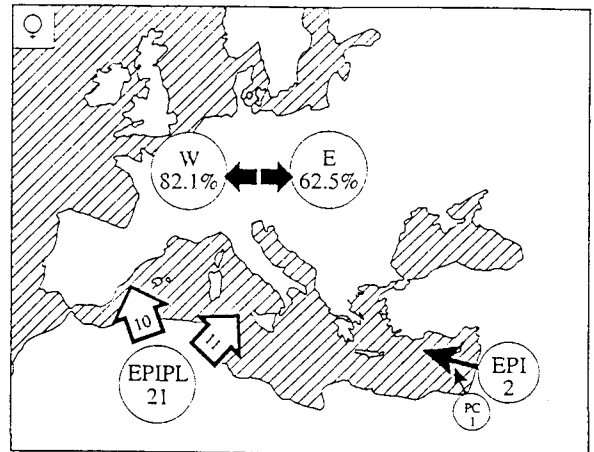


Fig. 6b Stepwise DFA (Geodis 5) : discrimination of the regional samples from Western Europe and Eastern Europe; the Near East and North Africa "ungrouped"; female (n = 103, p = 15 absolute measures, file REGBAMZ).

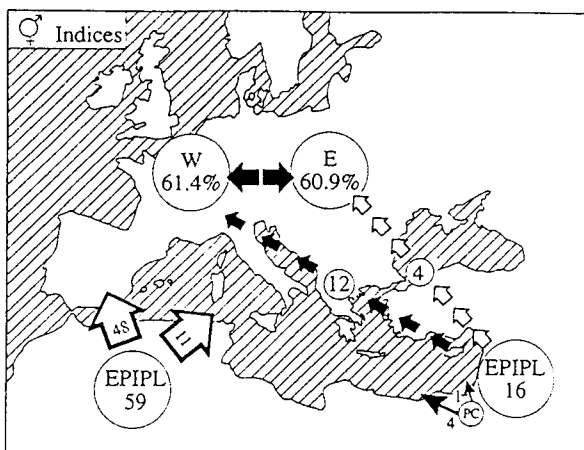
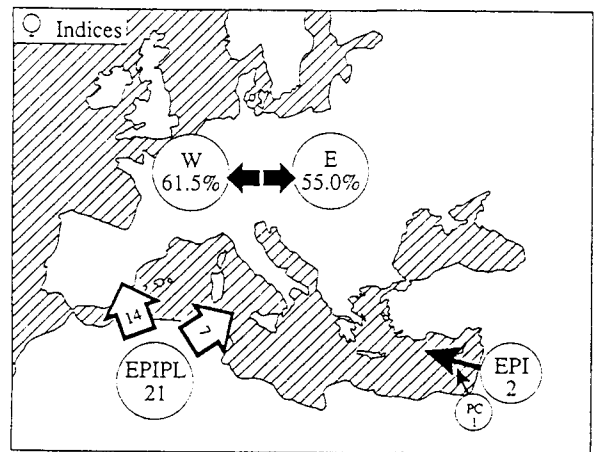
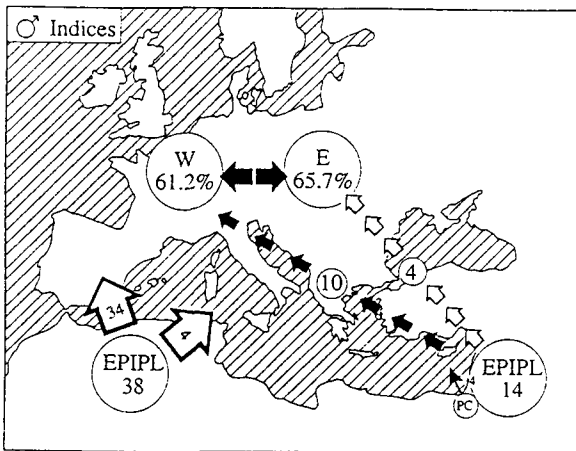


Fig. 6c-e Stepwise DFA (Geodis 6-8) : discrimination of the regional samples from Western Europe and Eastern Europe; the Near East and North Africa "ungrouped"
c) male sample (n = 175, p = 7 indices)
d) female sample (n = 103, p = 7 indices)
e) sex-mixed sample (n = 278, p = 7 indices).

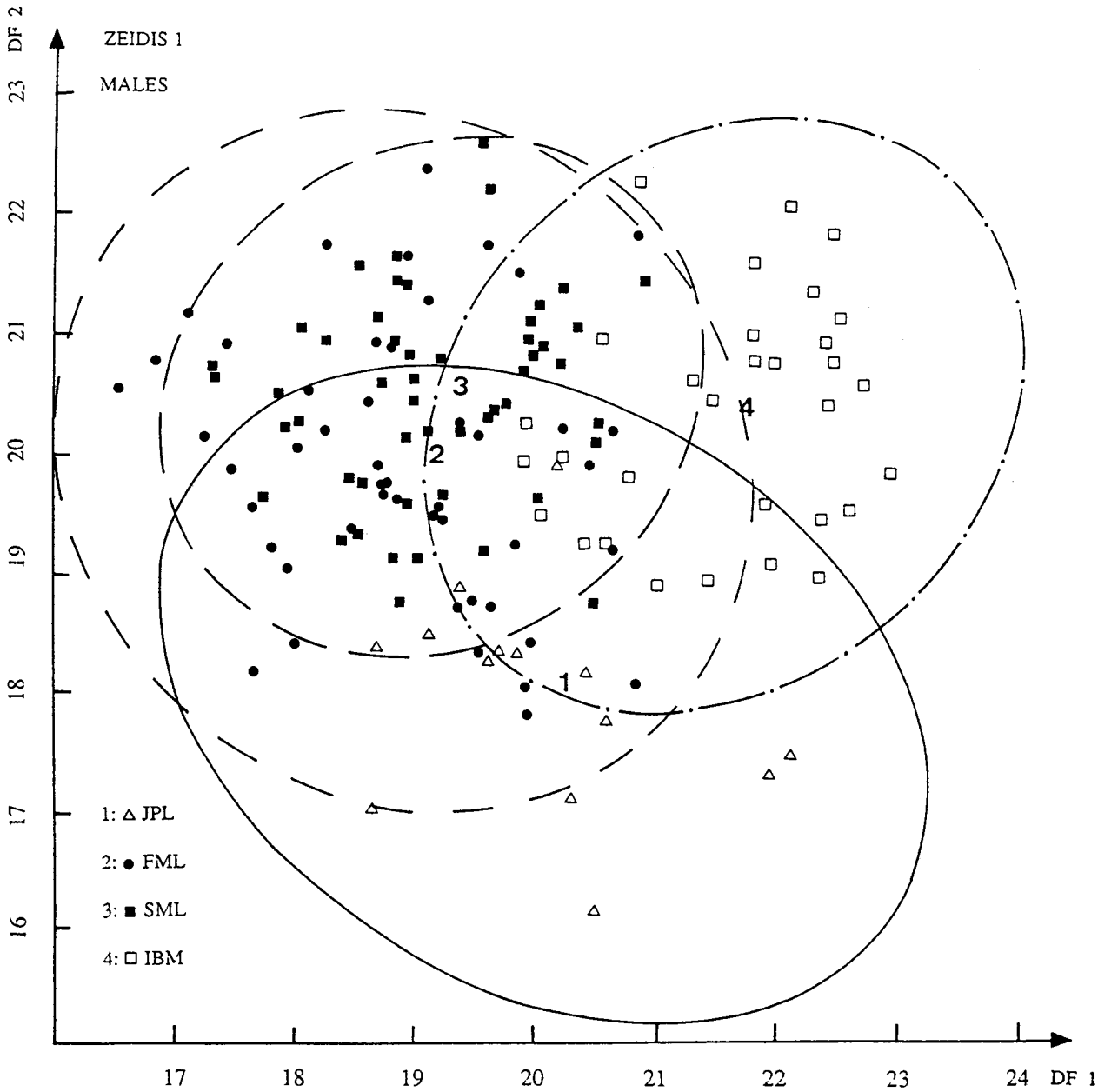


Fig. 7 Diachronic comparison of the male samples by 95% correlation ellipses of the discriminant function scores of the discriminant function n° 1 and 2 (ZEITDIS 1; variables p = 15 absolute measures; n = 148).

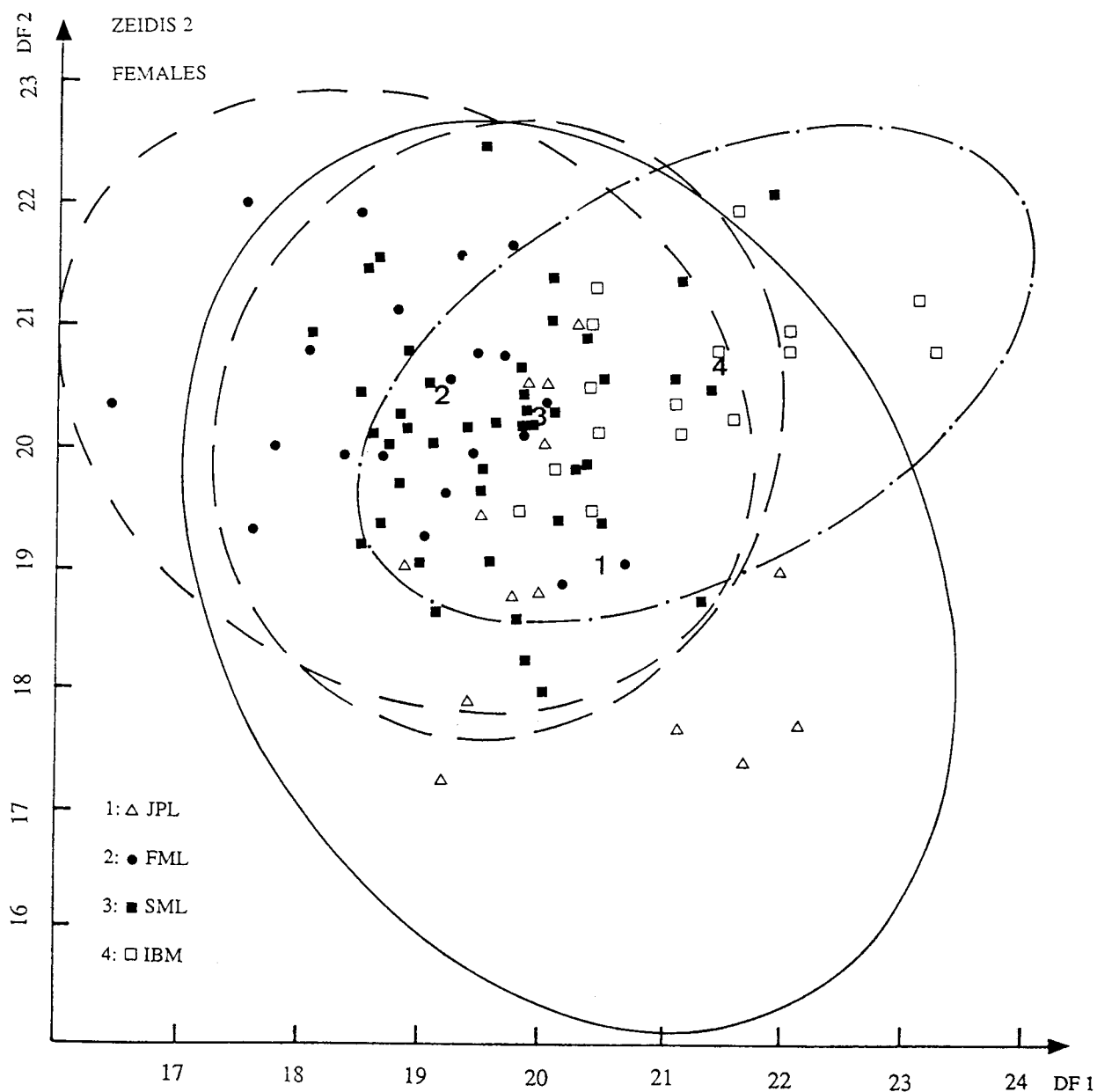


Fig. 8 Diachronic comparison of the female samples by 95% correlation ellipses of the discriminant function scores of the discriminant function n° 1 and 2 (ZEITDIS 2; variables $p = 15$ absolute measures; $n = 96$).

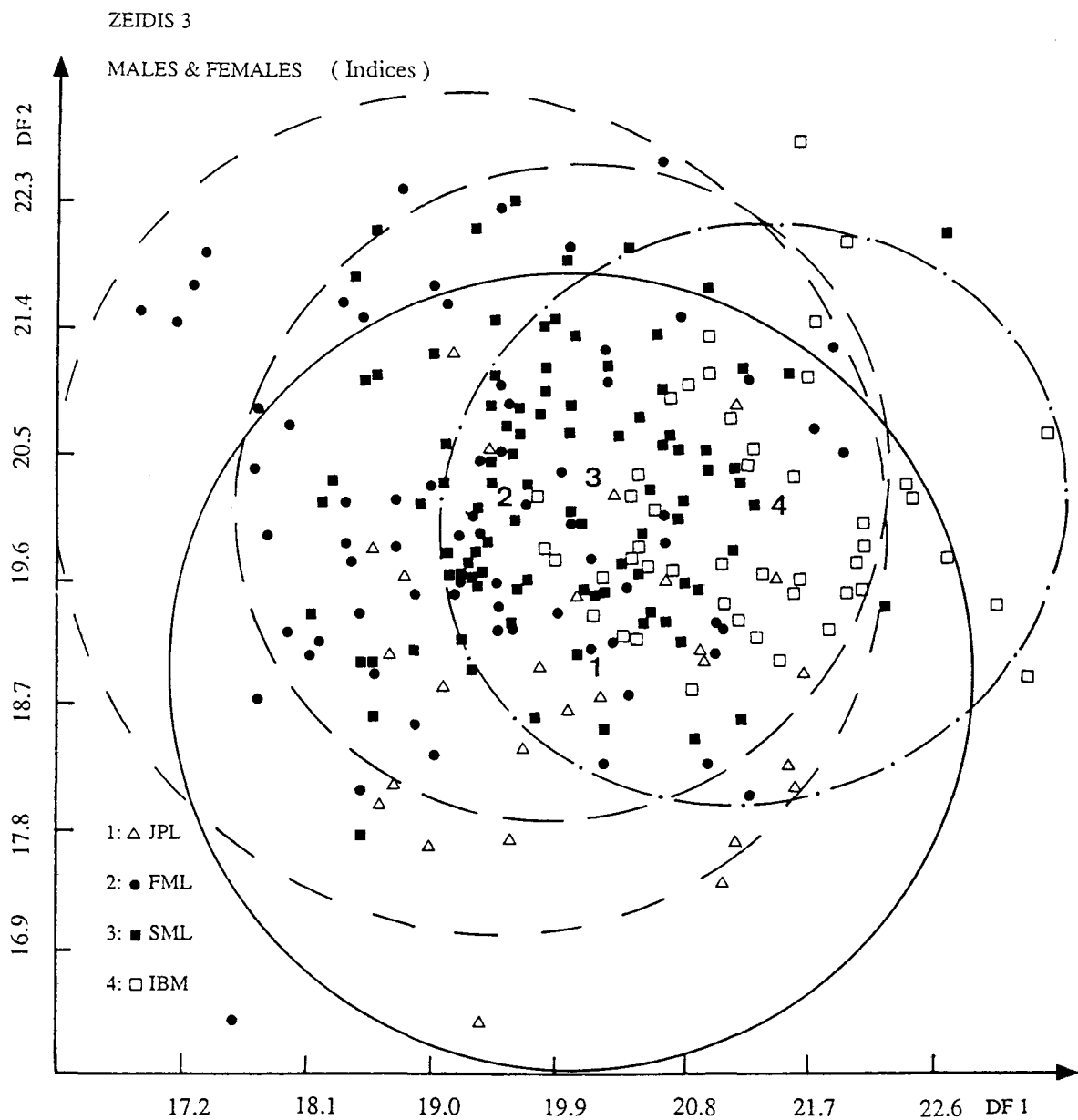


Fig. 9 Diachronic comparison of the sex-mixed samples by 95% correlation ellipses of the discriminant function scores of the discriminant function n° 1 and 2 (ZEITDIS 3; variables p = 8 indices; n = 244).

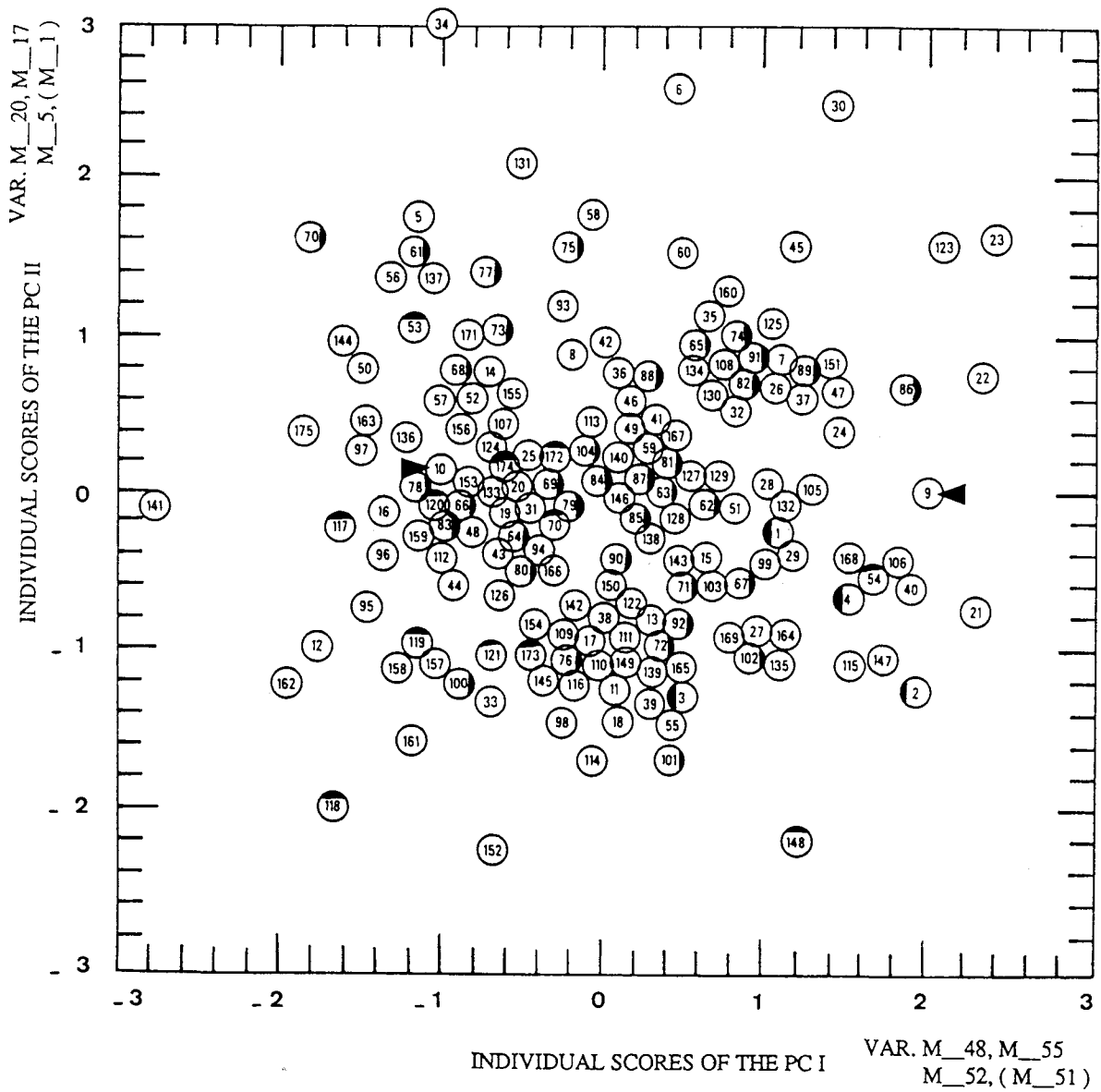


Fig. 10 Scattergram of the individual factor scores of the PC I (horizontal) and PC II (vertical); male sample ($n = 175$); n° , see tab. 15. Combe Capelle = 9; Cro-Magnon = 10; Iberomaurusians, Capsians and Columnnations with black sign at the right; Protocromagnoids ($n^\circ 1-4$) and Near Eastern Epipalaeolithic sample with black sign at the top.

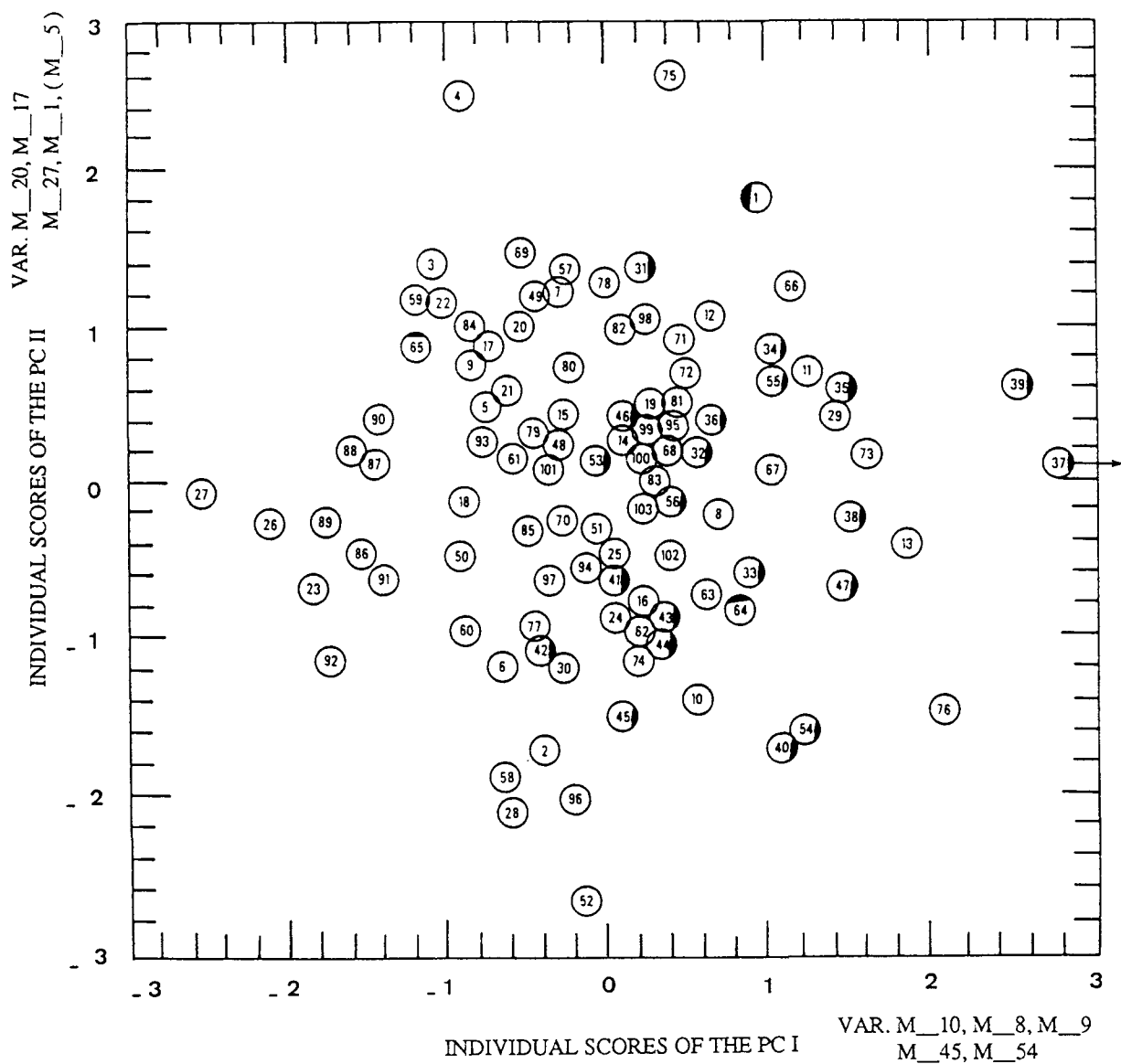


Fig. 11 Scattergram of the individual factor scores of the PC I (horizontal) and PC II (vertical); female sample (n = 103); n°: see tab. 16. Iberomaurusians, Capsians and Columnatians with black sign at the right; Protocromagnoids (n°1) and Near Eastern Epipalaeolithic sample with black sign at the top.

Table 1 Statistics of the Upper Palaeolithic and Mesolithic skull sample from Europe; males (file DATBAMZ).

	VARIABLE	MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
M1	GLOP	192,49	0,61	7,57	57,25	-0,315	-0,006	39,0	172	211	152
M8	EUEU	138,67	0,51	6,27	39,32	0,153	0,342	35,0	122	157	153
M9	FTFT	98,93	0,45	5,52	30,43	1,463	0,708	33,0	87	120	149
M17	BABR	140,44	0,75	7,36	54,23	0,040	0,167	38,0	122	160	96
M20	POBR	120,57	0,68	6,40	41,01	3,969	1,153	42,0	108	150	88
M45	ZYZY	138,63	0,72	7,68	58,91	0,395	0,060	42,0	120	162	113
M48	NAPR	70,37	0,49	5,16	26,62	-0,455	0,240	23,0	60	83	111
M51	MFEC	42,99	0,26	2,71	7,34	0,498	0,272	16,0	36	52	107
M52	PERMFEC	31,77	0,27	2,84	8,09	-0,124	-0,169	14,9	23	38	110
M54	ALAL	25,31	0,23	2,40	5,77	-0,419	0,535	12,0	20	32	106
M55	NANS	52,15	0,36	3,70	13,67	0,255	0,118	20,0	43	63	106
M66	GOGO	102,67	0,94	8,99	80,77	0,721	0,387	49,0	82	131	92
M5	BANA	105,93	0,89	8,10	65,60	0,984	0,788	44,0	88	132	82
M7	BAO	38,48	0,46	3,00	8,98	0,065	0,454	13,3	34	47	42
M10	COCO	117,58	0,55	6,20	38,44	0,306	0,032	35,0	100	135	127
M11	AUAU	124,79	0,65	6,58	43,29	0,708	0,006	38,0	103	141	102
M12	ASTAST	111,79	0,59	6,10	37,20	-0,190	0,318	29,0	99	128	106
M23	HORUMF	534,83	2,29	20,25	410,14	8,005	-1,386	158,0	432	590	78
M27	BRLARC	132,37	0,70	7,69	59,09	1,109	0,429	49,0	111	160	120
M28	LAOARC	120,8	0,76	7,43	55,20	0,046	0,151	37,0	105	142	95
M40	BAPR	101,41	1,05	8,80	77,49	1,016	0,759	47,0	85	132	70
M42	BAGN	114,33	1,79	7,61	57,88	-0,347	-0,046	30,0	99	129	18
M43	FMTFMT	109,61	0,53	5,70	32,50	1,002	0,468	36,0	93	129	115
M44	EKEK	103,06	1,39	5,92	35,00	0,833	0,866	23,0	95	118	18
M47	NAGN	117,27	0,86	7,61	57,84	0,139	-0,252	38,0	96	134	79
M62	OLSTA	47,35	0,88	5,59	31,27	3,151	1,601	26,0	40	66	51
M63	MAPABR	38,98	0,56	3,95	15,61	0,457	0,237	19,0	30	49	50
M65	KDLKDL	121,88	0,90	7,71	59,39	0,232	0,253	38,0	106	144	73
M69	IDGN	33,65	0,41	3,74	12,01	0,657	-0,196	18,0	24	42	72
M70	CONDHT	64,08	0,73	6,48	42,02	-0,354	0,131	28,0	51	79	79
M71	PERCONDH	34,44	0,78	3,12	9,73	2,267	-1,235	12,0	26	38	16
M38	CC	1560,93	14,04	88,80	7885,	0,835	0,266	438,0	1389	1827	40

Table 3 Statistics of the Upper Palaeolithic and Mesolithic skull samples from Europe; indices and CC; males (file DATBAMZ).

	VARIABLE	MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
LBI	M8/M1x100	72,18	0,35	4,16	17,28	-0,398	-0,289	24,4	58,9	83,3	144
LHI	M17/M1x100	72,87	0,41	3,86	14,90	-0,531	-0,145	16,2	64,2	80,4	91
BHI	M17/M8x100	100,95	0,72	6,97	48,51	-0,051	-0,175	35,0	81,8	116,8	93
LOHI	M20/M1x100	62,44	0,33	2,94	8,62	0,945	0,523	16,3	55,8	72,1	81
BOHI	M20/M8x100	87,20	0,65	5,89	34,74	1,513	0,875	32,5	74,7	107,1	83
TFI	M9/M8x100	71,46	0,33	3,79	14,32	0,405	0,466	20,8	63,2	83,9	135
OGI	M48/M45x100	51,04	0,42	4,15	17,19	1,464	0,904	22,3	44,1	66,4	97
JFI	M9/M45x100	71,26	0,41	4,31	18,54	0,070	0,216	23,1	60,0	83,1	108
NAI	M54/55x100	48,47	0,55	5,29	27,96	2,394	0,899	33,4	36,4	69,8	92
ORI	M52/M51x100	74,03	0,68	6,96	48,49	0,200	-0,035	35,9	57,5	93,3	105
GAI	M63/M62x100	83,31	2,25	11,26	126,79	-0,533	-0,296	45,1	59,1	104,3	25
CM	MARTIN 38	1535,81	12,67	112,6	12.673	1,982	0,818	652	1302	1954	79

Table 2 Statistics of the Upper Palaeolithic and Mesolithic skull sample from Europe; females (file DATBAMZ).

	VARIABLE	MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
M1	GLOP	182,82	0,63	6,55	42,92	-0,259	0,196	30,0	170	200	110
M8	EUEU	136,24	0,59	6,18	38,13	-0,098	-0,027	34,0	119	153	111
M9	FTFT	94,82	0,51	5,25	27,59	1,576	0,534	35,0	81	116	108
M17	BABR	134,86	0,89	7,08	50,19	0,968	0,495	36,0	120	156	63
M20	POBR	116,39	0,84	5,59	31,22	-0,277	-0,128	24,0	104	128	44
M45	ZYZY	130,45	0,82	6,58	43,35	-0,528	-0,254	28,0	115	143	65
M48	NAPR	65,51	0,56	4,63	21,43	0,369	0,290	24,0	54	78	69
M51	MFEC	40,63	0,28	2,32	5,37	-0,590	0,166	10,0	36	46	70
M52	PERMFEC	30,77	0,33	2,73	7,47	-0,547	0,227	11,6	25	37	69
M54	ALAL	24,05	0,30	2,43	5,89	11,903	2,420	17,0	20	37	64
M55	NANS	49,32	0,45	3,80	14,45	2,128	0,786	23,0	41	64	70
M66	GOGO	94,95	1,00	7,52	56,56	-0,131	-0,200	34,0	76	110	56
M5	BANA	99,06	0,77	6,03	36,32	0,380	0,619	28,0	88	116	62
M7	BAO	36,96	0,52	2,93	8,57	5,635	2,024	14,1	34	48	32
M10	COCO	113,94	0,64	5,99	35,85	-0,099	-0,064	30,0	98	128	88
M11	AUAU	119,76	0,85	7,07	49,93	0,034	-0,087	35,0	100	135	70
M12	ASTAST	108,77	0,61	5,36	28,76	0,093	-0,051	28,0	95	123	77
M23	HORUMF	515,51	2,18	13,93	194,11	1,858	0,637	75,0	487	562	41
M27	BRLARC	129,42	0,97	9,12	83,14	-0,628	0,124	40,0	111	151	88
M28	LAOARC	116,64	0,98	7,98	63,63	0,454	0,216	42,0	97	139	67
M40	BAPR	95,71	0,95	6,30	39,66	0,336	-0,366	30,0	79	109	44
M42	BAGN	106,07	1,56	6,03	36,35	-1,016	0,321	18,0	98	116	15
M43	FMTFMT	103,00	0,63	5,38	28,90	-0,103	-0,340	24,0	89	113	74
M44	EKEK	100,58	1,36	4,70	22,08	2,169	1,274	17,0	95	112	12
M47	NAGN	108,28	0,87	6,36	40,39	0,469	-0,587	31,0	90	121	54
M62	OLSTA	44,83	0,72	4,32	18,66	6,354	1,648	25,0	37	62	36
M63	MAPABR	37,63	0,61	3,36	11,28	-0,306	0,195	14,0	30	44	30
M65	KDLKDL	116,36	1,12	7,00	48,97	-0,220	0,008	27,0	103	130	39
M69	IDGN	32,36	0,81	4,28	18,31	2,340	0,288	23,0	22	45	28
M70	CONDHT	57,09	0,90	6,01	36,08	0,166	-0,883	25,0	41	66	45
M71	PERCONDHT	38,00	2,00	2,83	8,00	..	..	4,0	36	40	2
M38	CC	1455,43	20,10	96,41	9294,00	-0,323	0,124	374,0	1275	1649	23

Table 4 Statistics of the Upper Palaeolithic and Mesolithic skull sample from Europe; indices and CC; females (file DATBAMZ)

	VARIABLE	MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
LBI	M8/M1x100	74,47	0,35	3,58	12,82	1,340	0,533	21,3	66,1	87,4	105
LHI	M17/M1x100	73,81	0,41	3,29	10,81	0,523	0,662	16,0	67,4	83,4	63
BHI	M17/M8x100	99,27	0,74	5,83	34,00	0,319	0,366	26,6	87,3	114,0	61
LOHI	M20/M1x100	63,10	0,40	2,63	6,90	-0,565	0,343	10,7	58,7	69,4	43
BOHI	M20/M8x100	85,41	0,91	5,93	35,20	-0,942	0,179	23,7	73,9	97,6	43
TFI	M9/M8x100	69,78	0,38	3,82	14,58	0,653	0,474	20,1	61,0	81,1	102
OGI	M48/M45x100	51,12	0,50	3,58	12,84	-0,388	0,477	15,1	43,9	59,0	51
JFI	M9/M45x100	72,64	0,45	3,62	13,10	-0,255	0,163	15,9	62,9	81,8	65
NAI	M54/55x100	48,60	0,55	4,29	18,43	-0,053	-0,479	19,2	37,0	56,3	61
ORI	M52/M51x100	75,80	0,82	6,70	44,93	0,070	0,106	35,1	60,0	95,1	67
GAI	M63/M62x100	85,71	1,85	8,05	64,85	0,398	1,053	28,8	76,1	104,9	19
CF	MARTIN 38	1397,28	15,89	103,00	10604	-3362	0,022	476	1172	1649	42

Table 5 Statistics of the Epipalaeolithic skull sample from the Near East; males (file DATBAMZ).

VARIABLE		MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
M1	GLOP	189,33	1,36	6,32	38,83	0,605	0,152	26,0	175	201	21
M8	EUEU	136,20	1,38	6,18	38,17	-1,066	0,393	20,0	128	148	20
M9	FTFT	97,89	1,45	6,15	37,87	-1,046	-0,384	20,0	86	106	18
M17	BABR	134,30	2,83	8,95	80,01	-2,071	-0,089	22,0	123	145	10
M20	POBR	119,10	1,37	6,10	37,25	1,052	-0,886	24,0	103	127	20
M45	ZYZY	135,00	1,45	5,62	31,57	-1,069	0,195	19,0	126	145	15
M48	NAPR	67,60	1,75	5,52	30,49	0,576	1,110	17,0	62	79	10
M51	MFEC	41,38	0,40	1,59	2,52	0,315	-0,712	6,0	38	44	16
M52	PERMFEC	30,71	0,43	1,76	3,10	2,178	0,275	8,0	27	35	17
M54	ALAL	25,58	0,78	2,71	7,36	0,247	0,301	10,0	21	31	12
M55	NANS	51,64	1,33	4,41	19,46	0,351	0,972	14,0	47	61	11
M66	GOGO	96,07	2,52	9,44	89,15	-1,085	0,505	27,0	84	111	14
M5	BANA	97,20	3,15	7,05	49,70	3,185	1,493	19,0	90	109	5
M7	BAO	36,80	0,49	1,10	1,20	-3,333	0,609	2,0	36	38	5
M10	COCO	121,33	2,18	7,56	57,15	-1,457	0,288	22,0	112	134	12
M12	ASTAST	106,00	3,00	4,24	18,00	....	....	6,0	103	109	2
M23	HORUMF	526,89	3,76	11,27	127,11	4,641	-1,932	40,0	500	540	9
M27	BRLARC	138,71	1,84	6,90	47,60	1,808	1,119	26,0	130	156	14
M28	LAOARC	117,31	1,69	6,07	36,90	0,092	0,505	21,0	109	130	13
M40	BAPR	95,86	3,11	8,24	67,81	2,199	-1,154	26,0	80	106	7
M44	EKEK	104,50	13,50	19,09	....	....	....	27,0	91	118	2
M47	NAGN	112,83	1,42	3,49	12,17	-2,020	0,420	8,0	109	117	6
M62	OLSTA	47,50	1,19	2,38	5,67	-4,339	0,000	5,0	45	50	4
M63	MAPABR	38,00	1,58	3,54	12,50	3,152	1,697	9,0	35	44	5
M65	KDLKDL	122,71	3,01	7,95	63,24	-1,110	-0,657	21,0	111	132	7
M69	IDGN	35,06	0,76	3,11	9,68	-0,715	0,023	11,0	27	38	17
M70	CONDHT	51,00	....	....	....	....	....	....	....	....	1
M71	PERCONDHT	36,00	....	....	....	....	....	....	....	....	1
M38	CC	1476,10	32,73	103,49	10710	0,488	0,730	349,0	1336	1685	10

Table 7 Statistics of the Epipalaeolithic skull samples from the Near East; males; indices and CC (file DATBAMZ).

VARIABLE		MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
LBI	M8/M1x100	72,01	0,98	4,39	19,29	-0,788	0,276	15,3	64,7	80	20
LHI	M17/M1x100	71,96	1,71	5,14	26,42	-1,449	-0,037	14,8	64,4	79,2	9
BHI	M17/M8x100	99,16	2,07	6,22	38,70	-1,117	0,245	18,7	90,4	109,1	9
LOHI	M20/M1x100	62,65	0,83	3,62	13,09	0,514	-0,601	14,4	53,9	68,3	19
BOHI	M20/M8x100	86,97	1,19	5,05	25,46	0,587	0,167	21,2	75,7	96,9	18
TFI	M9/M8x100	71,55	1,50	5,99	35,82	0,168	-0,542	22,7	58,1	80,8	16
OGI	M48/M45x100	49,60	1,14	3,61	13,01	-0,215	0,898	10,1	45,5	55,6	10
JFI	M9/M45x100	73,41	1,45	5,03	25,34	-1,290	0,496	14,6	66,9	81,5	12
NAI	M54/M55x100	49,82	1,73	5,47	29,93	2,290	-1,174	19,9	37,5	57,4	10
ORI	M52/M51x100	73,97	1,42	5,49	30,08	4,487	1,616	23,1	66,7	89,7	15
GAI	M63/M62x100	76,91	1,26	2,52	6,37	-0,060	0,191	6,0	74	80,0	4
CM	MARTIN 38	1479,82	23,60	100,1	10027	0,053	0,725	349,	1335,	1685,	18

Table 6 Statistics of the Epipalaeolithic skull samples from the Near East; females (file DATBAMZ).

VARIABLE		MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
M1	GLOP	182,88	3,31	9,37	87,84	-0,851	0,281	28,0	170	198	8
M8	EUEU	138,50	2,43	6,87	47,14	-1,641	0,297	18,0	131	149	8
M9	FTFT	94,50	1,13	3,21	10,29	1,658	1,195	10,0	91	101	8
M17	BABR	133,00	....	....	....	....	....	....	....	....	1
M20	POBR	116,56	1,45	4,36	19,03	0,111	0,793	13,0	112	125	9
M45	ZYZY	130,00	6,00	8,49	72,00	....	....	12,0	124	136	2
M48	NAPR	62,75	2,59	5,19	26,92	-3,110	0,457	11,0	58	69	4
M51	MFEC	40,30	1,46	3,27	10,70	-1,657	-0,357	8,0	36	44	4
M52	PERMFEC	28,43	0,72	1,90	3,62	1,306	-0,660	6,0	25	31	7
M54	ALAL	27,75	1,55	3,10	9,58	0,758	1,138	7,0	25	32	4
M55	NANS	46,75	1,38	2,75	7,58	-3,033	0,323	6,0	44	50	4
M66	GOGO	89,00	2,84	6,96	48,40	-0,785	0,011	18,0	81	99	6
M7	BAO	35,00	....	....	....	....	....	....	....	....	1
M10	COCO	117,67	5,60	13,71	188,27	2,618	1,011	42,0	100	142	6
M12	ASTAST	112,00	....	....	....	....	....	....	....	....	1
M23	HORUMF	495,00	5,00	8,66	75,00	....	-1,732	15,0	485	500	3
M27	BRLARC	125,50	3,52	7,05	49,67	1,789	0,823	17,0	118	135	4
M28	LAOARC	116,00	5,00	7,07	50,00	....	....	10,0	111	121	2
M47	NAGN	110,33	4,06	7,02	49,33	....	-0,423	14,0	103	117	3
M62	OLSTA	44,00	....	....	....	....	....	....	....	....	1
M65	KDLKDL	112,50	1,50	2,12	4,50	....	....	3,0	111	114	2
M69	IDGN	31,67	1,41	3,45	11,87	0,814	-0,678	10,0	26	36	6
M38	CC	1336,67	23,51	40,70	1658	....	-1,615	75,0	1290	1365	3

Table 8 Statistics of the Epipalaeolithic skull sample from the Near East; females; indices and CC (file DATBAMZ).

VARIABLE		MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
LBI	M8/M1x100	75,92	1,96	5,55	30,83	-1,220	-0,220	15,4	68,2	83,5	8
LHI	M17/M1x100	70,00	....	....	....	....	....	....	....	....	1
BHI	M17/M8x100	89,26	....	....	....	....	....	....	....	....	1
LOHI	M20/M1x100	63,88	1,18	3,33	11,10	-0,869	-0,801	8,5	59,0	67,4	8
BOHI	M20/M8x100	84,41	2,03	5,73	32,88	-0,410	-0,087	17,4	75,2	92,6	8
TFI	M9/M8x100	70,45	1,09	2,68	7,18	-0,671	-0,976	6,5	66,2	72,7	6
OGI	M48/M45x100	50,74	....	....	....	....	....	....	....	....	1
JFI	M9/M45x100	72,53	4,89	6,91	47,75	....	....	9,77	67,7	77,4	2
NAI	M54/M55x100	57,64	0,44	0,77	0,59	....	....	1,52	56,8	58,3	3
ORI	M52/M51x100	70,51	1,17	2,62	6,87	-2,923	0,503	5,50	68,2	73,7	5
CF	MARTIN 38	1404,26	32,82	92,83	8617,	-1,316	0,413	259,	1289,	1549,	8

Table 9 Statistics of the Iberomaurusian, Capsian and Columnatian skull sample from North Africa; males (file DATBANZ).

	VARIABLE	MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
M1	GLOP	193,72	0,90	6,17	38,07	0,334	0,158	29,0	178	207	47
M8	EUEU	145,21	0,78	5,42	29,36	0,081	-0,187	26,0	133	159	48
M9	FTFT	96,30	1,04	6,90	47,66	0,029	0,195	34,0	80	114	44
M17	BABR	142,35	1,14	5,46	29,78	0,924	-0,770	23,0	128	151	23
M20	POBR	119,27	0,78	5,20	29,99	-0,204	-0,161	22,0	107	129	44
M45	ZYZY	143,18	1,02	6,45	41,54	0,106	-0,712	25,0	127	152	24
M48	NAPR	69,50	0,62	3,83	14,69	0,304	-0,351	17,0	60	77	38
M51	MFEC	42,31	0,34	2,00	3,99	-0,560	-0,112	8,0	38	46	35
M52	PERMFEC	31,54	0,34	1,97	3,88	-0,339	0,246	8,5	28	36	34
M54	ALAL	28,11	0,34	2,01	4,04	1,170	-0,668	9,5	22	32	35
M55	NANS	52,99	0,45	2,66	7,05	0,080	0,088	12,0	47	59	35
M66	GOGO	114,44	1,34	5,35	28,66	-0,432	-0,674	17,0	104	121	16
M5	BANA	107,30	1,33	6,38	40,68	0,865	-0,288	29,0	91	120	23
M7	BAO	37,38	0,98	3,09	9,53	0,476	-0,449	10,7	31	42	10
M10	COCO	121,42	0,94	5,62	31,62	-0,126	-0,181	25,0	109	134	36
M11	AUUA	120,60	1,68	6,49	42,11	1,684	-1,176	24,0	104	128	15
M12	ASTAST	112,07	0,98	3,65	13,30	-0,850	0,011	12,0	106	118	14
M23	HORUMF	543,87	2,67	16,44	270,33	0,733	-0,673	76,0	500	576	38
M27	BRLARC	133,87	1,08	7,25	52,53	0,452	0,468	33,0	120	153	45
M28	LAOARC	123,08	1,08	6,84	46,74	0,048	0,406	32,0	108	140	40
M40	BAPR	101,37	1,54	6,71	45,02	-0,282	0,018	26,0	88	114	19
M44	EKEK	105,22	1,26	3,77	14,19	-0,520	-0,294	12,0	99	111	9
M47	NAGN	119,87	1,32	5,13	26,27	-0,540	-0,661	16,0	110	126	15
M62	OLSTA	48,14	0,55	1,46	2,14	-1,544	-0,337	04,0	46	50	7
M63	MAPABR	45,91	0,86	3,11	9,64	-0,863	0,321	10,3	41	51	13
M65	KDLKDL	126,67	1,87	6,49	42,06	-0,494	0,232	21,0	117	138	12
M69	IDGN	37,00	0,87	4,06	16,48	-0,250	-0,254	16,0	28	44	22
M70	CONDHT	68,26	1,00	4,37	19,09	0,001	0,596	16,0	62	78	19
M71	PERCONDHT	39,39	0,76	3,24	10,49	-0,218	0,623	11,0	35	46	18
M38	CC	1601,64	16,05	96,29	9272,	-0,978	-0,288	354,0	1420	1774	36

Table 11 Statistics of the Iberomaurusian, Capsian and Columnatian skull sample from North Africa; males; indices and CC.

	VARIABLE	MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
LBI	M8/M1x100	75,06	0,48	3,26	10,61	0,800	-0,411	16,8	65,2	82	46
LMI	M17/M1x100	74,02	0,46	2,19	4,790	-0,704	-0,288	7,7	70,0	77,6	23
BHI	M17//M8x100	96,92	0,99	4,65	21,58	-0,312	0,483	16,8	89,,5	106,3	22
LOHI	M20/M1x100	61,78	0,42	2,78	7,70	0,309	-0,262	13,2	55,1	68,3	43
BOHI	M20/M8x100	82,38	0,647	4,29	18,40	-0,136	-0,228	19,8	73,0	92,8	44
TFI	M9/M8x100	66,60	0,70	4,57	20,90	0,020	-0,030	20,7	54,8	75,5	43
OGI	M48/M45x100	48,58	0,58	3,25	10,58	-0,004	-0,100	14,3	40,8	55,1	32
JFI	M9/M45x100M	68,32	1,00	5,72	32,66	0,177	0,281	25,4	57,2	82,7	33
NAI	M54/55x100	53,13	0,62	3,52	12,38	-1,068	0,126	12	46,8	58,8	32
ORI	M52/M51x100	74,79	0,87	5,09	25,91	-0,533	0,406	19,4	65,9	85,4	34
GAI	M63/M62x100	96,85	3,15	7,71	59,50	-1,941	0,291	18,6	87,8	18,6	6
CM	MARTIN 38	1583,71	13,27	87,0	7566,	0,127	0,082	396,	1420,	1816,	43

Table 10 Statistics of the Iberomaurusian, Capsian and Columnatian skull sample from North Africa; females (file DATBAMZ).

	VARIABLE	MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
M1	GLOP	182,53	1,36	7,68	59,03	5,060	-1,620	42,0	154	196	32
M8	EUEU	140,73	0,92	5,01	25,10	0,377	0,380	22,0	132	154	30
M9	FTFT	96,23	1,13	6,17	38,12	0,414	0,094	29,0	82	111	30
M17	BABR	134,81	2,03	8,13	66,16	-0,376	-0,190	30,0	118	148	16
M20	POBR	114,48	1,01	4,85	23,53	-0,607	-0,069	18,0	105	123	23
M45	ZYZY	131,76	1,80	8,23	67,69	0,196	-0,611	32,0	113	145	21
M48	NAPR	64,42	1,25	5,45	29,70	-0,414	0,176	21,0	54	75	19
M51	MFEC	40,71	0,53	2,33	5,43	-0,107	-0,247	9,0	36	45	19
M52	PERMFEC	30,79	0,52	2,38	5,64	-0,777	0,497	8,0	28	36	21
M54	ALAL	26,55	0,64	2,80	7,85	0,576	-1,010	10,0	20	30	19
M55	NANS	49,28	0,97	4,13	17,04	-0,344	-0,731	14,0	40	54	18
M66	GOGO	100,35	2,43	10,01	100,24	2,493	1,255	42,0	86	128	17
M5	BANA	98,07	2,43	9,39	88,21	-0,820	-0,113	33,0	82	115	15
M7	BAO	35,58	1,12	2,23	4,99	3,104	-1,751	4,7	32	37	4
M10	COCO	119,39	1,10	5,63	31,69	1,461	0,347	26,0	107	133	26
M11	AUAU	112,57	1,51	3,99	15,95	1,285	-1,294	11,0	105	116	7
M12	ASTAST	103,57	0,87	2,30	5,29	2,619	-1,453	7,0	99	106	7
M23	HORUMF	517,64	3,58	16,78	281,67	1,530	-0,730	73,0	471	544	22
M27	BRLARC	129,21	1,15	6,06	36,77	-0,492	0,030	24,0	119	143	28
M28	LAOARC	117,75	1,97	8,81	77,57	0,210	0,457	36,0	102	138	20
M40	BAPR	93,54	2,52	9,07	82,27	1,497	-0,747	36,0	74	110	13
M44	EKEK	98,40	1,40	3,13	9,80	0,002	0,606	8,0	95	103	5
M47	NAGN	112,50	3,52	9,96	99,14	-0,980	0,507	28,0	101	129	8
M62	OLSTA	42,25	1,25	2,50	6,25	4,000	2,000	5,0	44	49	4
M63	MAPABR	42,00	1,20	3,18	10,08	-0,608	-0,437	9,00	37	46	7
M65	KDLKDL	119,23	1,61	5,82	33,86	2,579	1,498	22,0	112	134	13
M69	IDGN	33,58	0,90	3,91	15,31	2,287	0,847	18,0	27	45	19
M70	CONDHT	60,53	1,32	5,42	29,39	1,576	1,034	22,0	52	74	17
M71	PERCONDHT	34,80	0,71	3,32	11,02	1,732	1,019	15,0	29	44	22
M38	CC	1391,85	34,72	155,25	24102,	-0,348	0,263	285,0	1112	1697	20

Table 12 Statistics of the Iberomaurusian, Capsian and Columnatian skull sample from North Africa; females; indices and CC.

	VARIABLE	MEAN	STDERR	STDDEV	VARIA	KURT	SKEW	RANGE	MIN	MAX	n
LB1	M8/M1x100	77,37	0,78	4,17	17,42	-0,321	0,445	16,4	70,6	87,0	29
LMI	M17/M1x100	74,67	1,14	4,57	20,85	1,060	0,952	17,5	68,2	85,7	16
BHI	M17/M8x100	95,15	1,13	4,51	20,29	-0,058	-0,524	16,6	85,5	102,1	16
LOHI	M20/M1x100	62,70	0,57	2,68	7,16	-0,534	0,161	10,3	57,8	68,2	22
BOHI	M20/M8x100	80,98	0,79	3,70	13,70	-0,815	0,266	13,0	74,8	87,9	22
TFI	M9/M8x100	68,46	0,78	4,13	17,01	-0,528	0,231	16,0	60,6	76,5	28
OGI	M48/M45x100	48,78	0,63	2,66	7,09	0,629	0,991	9,9	45,5	55,4	18
JFI	M9/M45x100M	74,29	1,25	5,72	32,70	-0,482	0,374	20,4	65,0	85,4	21
NAI	M54/55x100	54,79	1,15	4,87	23,69	0,132	0,443	19,8	46,2	65,9	18
ORI	M52/M51x100	75,58	1,29	5,60	31,41	0,026	-0,765	19,6	63,3	82,9	19
GAI	M63/M62x100	88,70	2,12	4,23	17,90	1,565	0,691	10,23	84,1	94,3	4
CF	MARTIN 38	1405,31	20,64	94,56	8942,	-1,299	0,117	298,	1251,	1549,	21

Table 13 Comparison of the classifications of indices (means) of the male skulls from Europe, the Near East and North Africa.

INDEX	WESTEUROPA	OSTEUROPA	NAHER OSTEN	NORDAFRIKA
LBI	dolichocran	dolichocran	dolichocran	----> mesocran
LHI	orthocran	orthocran	orthocran	orthocran
BHI	akrocran	akrocran	akrocran	----> metriocran
LOHI	orthocran	orthocran	orthocran	orthocran
BOHI	akrocran	akrocran	akrocran	----> metriocran
TF(P)I	eurymetop	eurymetop	eurymetop	----> metriometop
OGI	mesen	mesen	----> euryen	----> euryen
NAI	mesorrhin	mesorrhin	mesorrhin	----> chamaerrhin
ORI	chamaeconch	chamaeconch	chamaeconch	chamaeconch
GAI	brachystaphylin	(mesostaphylin)	(leptostaphylin)	(brachystaphylin)

Table 14 Comparison of the classifications of indices (means) of the female skull from Europe, the Near East and North Africa.

INDEX	WESTEUROPA	OSTEUROPA	NAHER OSTEN	NORDAFRIKA
LBI	dolichocran	dolichocran	---->mesocran	----> mesocran
LHI	orthocran	orthocran	....	orthocran
BHI	akrocran	akrocran	....	----> metriocran
LOHI	orthocran	---->hypsicran	---->hypsicran	orthocran
BOHI	metriocran	metriocran	metriocran	metriocran
TF(P)I	eurymetop	eurymetop	eurymetop	----> metriometop
OGI	euryen	---->mesen	....	euryen
NAI	mesorrhin	mesorrhin	(chamaerrhin)	----> chamaerrhin
ORI	chamaeconch	chamaeconch	(chamaeconch)	chamaeconch
GAI	(mesostaphylin)	(brachystaphylin)	....	(brachystaphylin)

Table 15 Stepwise DFA (GEODIS-1): discrimination of the regional samples from Europe and North Africa (Near East "ungrouped"); male sample (n = 175, p = 15; file REGBAMZ)

Means																
Sample	n	M1	M8	M9	M17	M20	M45	M48	M51	M52	M54	M55	M5	M10	M27	M28
Europe	119	192,70	138,10	98,56	140,53	119,55	138,35	70,45	42,94	31,83	25,47	52,37	106,4	117,2	132,7	121,00
N-Africa	38	193,95	145,08	97,34	141,53	119,92	143,18	70,08	42,33	31,62	27,93	53,09	107,7	122,1	133,00	122,8
Total	157	193,00	139,79	98,27	140,77	119,64	139,52	70,36	42,79	31,72	26,07	52,54	106,7	118,4	132,80	121,4

Standard dev.																
Sample		M1	M8	M9	M17	M20	M45	M48	M51	M52	M54	M55	M5	M10	M27	M28
Europe		7,27	6,18	5,48	6,60	5,57	7,18	4,94	2,63	2,74	2,27	3,55	7,39	6,03	7,30	6,25
N-Africa		5,17	4,98	6,58	4,52	5,04	6,11	3,61	1,92	1,90	1,96	2,61	5,32	5,11	6,30	6,07
Total		6,83	6,61	5,76	6,16	5,44	7,22	4,65	2,49	2,56	2,43	3,36	6,95	6,17	7,05	6,23

PARAMETERS of the Fcn

Fcn	Eigenvalue	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chisquare	DF	Sig.
1*	.9881	100.00	100.00	0.7050	0	0,503	103,076	10	0.000

STANDARDIZED and UNSTANDARDIZED DISCRIMINANT FUNCTION COEFFICIENTS			
M8	.74085	M8	.1252901
M9	-.59963	M9	-.1041293
M17	.29390	M17	.4767304E--01
M20	-.42180	M20	-.7739117E--01
M45	.29412	M45	.4238787E-01
M48	-.37451	M48	-.8038636E-01
M51	-.47018	M51	-.1894346
M54	.70958	M54	.3225712
M5	.31605	M5	.4544345E-01
M28	.30512	M28	.4914360E--01
		(constant)	-16.11125

ACTUAL GROUP	N° of cases	PREDICTION	
		Europe	North africa
EUROPE	119	107 89.9%	12 10.1%
NORTH AFRICA	38	8 21.1%	30 78.9%
"UNGROUPED CASES" PROTOCOLMAG./NATUFIANS	18	14 (Nat.) 77.8%	4 (PC) 22.2%
CORRECT CLASSIFIED "GROUPED CASES"			87.3%

Table 15 (continued), Stepwise DFA (GEODIS-1) : discrimination of the regional samples from Europe and North Africa (Near East "ungrouped"); male sample (n=175, p=15; file REGBAMZ)
 Classification of the individuals : Europe=1; North Africa= 2.

Case Number	Mis Val Sel	Actual Group	Highest Group	Probability P(D/G) P(G/D)		2nd Highest Group P (G/D)	Discrim Scores
1	QAFZEH 6	Ungrp	2	.3107	.5795	1 .4205	.7340
2	SKHUL IV	Ungrp	2	.8795	.9096	1 .0904	1.5962
3	SKHUL V	Ungrp	2	.5034	.7532	1 .2468	1.0786
4	SKHUL IX	Ungrp	2	.5111	.9848	1 .0152	2.4050
5	ARENE CANDIDE 1	1	1	.9266	.9464	2 .0536	-.6502
6	BARMA GRANDE 5	1	1	.3604	.9916	2 .0084	-1.4728
7	CHANCELADE 1	1	1	.4995	.7506	2 .2494	.1171
8	CHEDDAR	1	1	.4753	.7335	2 .2665	.1557
9	COMBE CAPELLE	1	1	.7037	.8559	2 .1441	-.1778
10	CRO-MAGNON 1	1	1	.7843	.8836	2 .1164	-.2844
11	GROTTE D. ENF.	1**	2	.6277	.8235	1 .1765	1.2628
12	KOSTENKI 2	1	1	.3394	.9923	2 .0077	-1.5135
13	OBERKASSEL 1	1	1	.8873	.9519	2 .0481	-.6998
14	PAVLOV 1	1	1	.5825	.8008	2 .1992	-.0084
15	PREDMOST 3	1	1	.7535	.8738	2 .1262	-.2442
16	PREDMOST 9	1	1	.5578	.7871	2 .2129	.0279
17	URTIAGA 1	1	1	.1802	.9968	2 .0032	-1.8982
18	PADERBORN	1**	2	.9835	.9374	1 .0626	1.7685
19	VOLOSSKOJE 1	1	1	.7206	.9702	2 .0298	-.9157
20	VOLOSSKOJE 2	1	1	.6035	.9793	2 .0207	-1.0775
21	VOLOSSKOJE 3	1	1	.1529	.9974	2 .0026	-1.9875
22	VOLOSSKOJE 4	1	1	.829	.9987	2 .0013	-2.2922
23	VOLOSSKOJE 5	1	1	.2004	.9964	2 .0036	-1.8387
24	VOLOSSKOJE 6	1**	2	.6661	.8407	1 .1593	1.3163
25	VASILEVKA 1 3	1	1	.8500	.9023	2 .0977	-.3690
26	VASILEVKA 1 4	1**	2	.5679	.7928	1 .2072	1.1767
27	VASILEVKA 1 6	1	1	.8810	.9100	2 .0900	-.4084
28	VASILEVKA 1 5	1	1	.4948	.7473	2 .2527	.1246
29	VASILEVKA 1 10	1	1	.2664	.9946	2 .0054	-1.6694
30	VASILEVKA 1 17	1	1	.8905	.9122	2 .0878	-.4205
31	VASILEVKA 1 2	1**	2	.2562	.5101	1 .4899	.6124
32	VASILEVKA 1 13	1	1	.6074	.9790	2 .0210	-1.8387
33	VASILEVKA 3 8	1	1	.3740	.9911	2 .0089	-1.4471
34	VASILEVKA 3 12	1	1	.7945	.8868	2 .1132	-.2977
35	VASILEVKA 3 23	1	1	.9738	.9390	2 .0610	-.5910
36	VASILEVKA 3 24	1	1	.2461	.9952	2 .0048	-1.7179
37	VASILEVKA 3 25	1**	2	.8674	.9067	1 .0933	1.5809
38	VASILEVKA 3 26	1	1	.4125	.9895	2 .0105	-1.3776
39	VASILEVKA 3 28	1	1	.6035	.8117	2 .1883	-.0388
40	VASILEVKA 3 31	1	1	.9275	.9463	2 .0537	-.6491
41	VASILEVKA 3 33	1	1	.0518	.9992	2 .0008	-2.5029
42	VASILEVKA 3 34	1**	2	.3470	.6202	1 .3798	.8074
43	VASILEVKA 3 35	1	1	.6645	.8400	2 .1600	-.1244
44	VASILEVKA 3 36	1	1	.1031	.9984	2 .0016	-2.1879
45	VASILEVKA 3 37	1	1	.0813	.9987	2 .0013	-2.3012
46	VASILEVKA 3 38	1	1	.3840	.9907	2 .0093	-1.4286
47	VASILEVKA 3 42	1	1	.3952	.6677	2 .3323	-.2922
48	VASILEVKA 3 1953	1	1	.6744	.9741	2 .0259	-.9783
49	MURZAK KOB 2	1	1	.8707	.9075	2 .0925	-.3953
50	FATMA KOB 1	1	1	.3285	.6000	2 .4000	.4191
51	KIRSNA 1	1	1	.8727	.9080	2 .0920	-.3979
52	BOTTENDORF 1	1	1	.8538	.9562	2 .0438	-.7424
53	FALLAH 14	Ungrp	1	.3162	.5860	2 .4140	.4442
54	MALLAHA 37	Ungrp	1	.7606	.8761	2 .1239	-.2535
55	ERG. EL AHMAR	Ungrp	1	.3236	.9929	2 .0071	-1.5452
56	SAN TEODORO 1	1	1	.6778	.9738	2 .0262	-.5289
57	SAN TEODORO 2	1	1	.9767	.9303	2 .0697	-.9736
58	SAN TEODORO 3	1	1	.5140	.9847	2 .0153	-1.2108
59	LE RASTEL 1	1	1	.8738	.9537	2 .0463	-.7169

Table 15 (continued)

Case Number	Mis Val Sel	Actual Group	Highest Group	Probability P(D/G) P(G/D)		2nd Highest Group P (G/D)	Discrim Scores
60	GRAMAT 1	1	1	.7771	.8814	2 .1186	-.2750
61	AFALOU 1	2	2	.5130	.7596	1 .2404	1.0937
62	AFALOU 2	2	2	.4582	.9875	1 .0125	2.4896
63	AFALOU 5	2	2	.1252	.9980	1 .0020	3.2813
64	AFALOU 9	2**	1	.3170	.5870	2 .4130	.4424
65	AFALOU 10	2	2	.3757	.9910	1 .0090	2.6336
66	AFALOU 11	2	2	.2306	.9956	1 .0044	2.9467
67	AFALOU 12	2	2	.5799	.9808	1 .0192	2.3013
68	AFALOU 14	2	2	.2853	.9941	1 .0059	2.8162
69	AFALOU 15	2	2	.5544	.7851	1 .2149	1.1566
70	AFALOU 17	2	2	.4055	.9898	1 .0102	2.5796
71	AFALOU 20	2**	1	.3385	.6111	2 .3889	.3989
72	AFALOU 23	2**	1	.3527	.6262	2 .3738	.3712
73	AFALOU 25	2	2	.2609	.5166	1 .4834	.6236
74	AFALOU 31	2	2	.4384	.7051	1 .2949	.9730
75	AFALOU 36	2	2	.8509	.9025	1 .0975	1.5598
76	AFALOU 40	2	2	.5263	.9840	1 .0160	2.3814
77	AFALOU 43	2**	1	.5084	.7565	2 .2435	.1031
78	AFALOU 46	2**	1	.5663	.7918	2 .2082	.0155
79	AFALOU 47	2	2	.1992	.9964	1 .0036	3.0317
80	AFALOU 48	2	2	.4827	.9863	1 .0137	2.4498
81	AFALOU 28	2	2	.7413	.9683	1 .0317	2.0779
82	AFALOU 24	2	2	.3612	.6348	1 .3652	.8347
83	TAFORALT 1	2	2	.3131	.9932	1 .0068	2.7565
84	TAFORALT 9	2	2	.2866	.9940	1 .0060	2.8133
85	TAFORALT 14	2	2	.4505	.9879	1 .0121	2.5024
86	TAFORALT 11	2	2	.4378	.9884	1 .0116	2.5237
87	TAFORALT 12	2**	1	.4643	.7253	2 .2747	.1737
88	TAFORALT 121	2	2	.5721	.9813	1 .0187	2.3128
89	TAFORALT 15	2	2	.5701	.9814	1 .0186	2.3157
90	TAFORALT 151	2	2	.1576	.9973	1 .0027	3.1608
91	TAFORALT 152	2	2	.2054	.9962	1 .0038	3.0141
92	TAFORALT 20	2**	1	.4737	.7324	2 .2676	.1583
93	HOEDIC 6	1**	2	.3411	.6139	1 .3861	.7959
94	HOEDIC 9	1	1	.5840	.9806	2 .0194	-1.1057
95	BIRSMATTEN-B. 1	1	1	.3547	.9918	2 .0082	-1.4835
96	KAUFERTSBERG	1	1	.6646	.8401	2 .1599	-.1246
97	HOHLENSTEIN 1	1**	2	.8811	.9100	1 .0900	1.5982
98	URTIAGA ML.	1	1	.7105	.8585	2 .1415	-.1870
99	MECHTA EL ARBI	2	2	.8501	.9023	1 .0977	1.5588
100	COLUMNATA A	2	2	.2194	.9959	1 .0041	2.9759
101	COLUMNATA B	2	2	.3142	.5837	1 .4163	.7414
102	COLUMNATA C	2	2	.6317	.9773	1 .0227	2.2271
103	COLUMNATA D	2**	1	.7953	.8870	2 .1130	-.2987
104	KEF OUM TOUIZA	2	2	.4075	.6789	1 .3211	.9195
105	DNJEPOPETROVSK	1	1	.4165	.6868	2 .3132	.2544
106	ZVEJNIEKI 2	1	1	.6374	.9769	2 .0231	-1.0295
107	ZVEJNIEKI 17	1	1	.8763	.9534	2 .0466	-.7137
108	ZVEJNIEKI 35	1	1	.2408	.9953	2 .0047	-1.7312
109	ZVEJNIEKI 37	1	1	.9781	.9383	2 .0617	-.5856
110	ZVEJNIEKI 71	1	1	.3298	.9927	2 .0073	-1.5327
111	ZVEJNIEKI 74	1	1	.1978	.9964	2 -.0036	-1.8461
112	ZVEJNIEKI 122	1	1	.3729	.6466	2 .3534	.3329
113	ZVEJNIEKI 154	1	1	.7504	.9675	2 .0325	-.8763
114	ZVEJNIEKI 165	1	1	.6172	.9784	2 .0216	-1.0580
115	ZVEJNIEKI 170	1	1	.2206	.9959	2 .0041	-1.7829
116	ZVEJNIEKI 0	1	1	.3055	.9935	2 .0065	-1.5829
117	M. EL WAD 1	Ungrpd	1	.2578	.9949	2 .0051	-1.6897
118	M. EL WAD 4	Ungrpd	1	.7311	.9643	2 .0307	-.9018

Table 15 (continued)

Case Number	Mis Val Sel	Actual Group	Highest Group	Probability P(D/G) P(G/D)		2nd Highest Group P (G/D)	Discrim Scores
119	M. EL WAD 7	Ungrp	1	.5597	.7881	2 .2119	.0252
120	M. EL WAD 8	Ungrp	1	.9411	.9442	2 .0558	-.6320
121	M. EL WAD 35	Ungrp	1	.8993	.9143	2 .0857	-.4316
122	VLASAC 4A	1**	2	.4289	.6973	1 .3027	-.9568
123	VLASAC 6	1	1	.1703	.9970	2 .0030	-1.9295
124	VLASAC 14	1	1	.7041	.8560	2 .1440	-.1783
125	VLASAC 17	1	1	.2536	.5066	2 .4934	.5834
126	VLASAC 27	1	1	.9978	.9342	2 .0658	-.5554
127	VLASAC 31	1	1	.2599	.5152	2 .4848	.5685
128	VLASAC 41	1	1	.5762	.9811	2 .0189	-1.1170
129	VLASAC 43	1	1	.9645	.9280	2 .0720	-.5137
130	VLASAC 45	1	1	.3412	.6139	2 .3861	.3937
131	VLASAC 56	1	1	.6848	.9733	2 .0267	-.9640
132	VLASAC 60	1	1	.7051	.8564	2 .1436	-.1797
133	VLASAC 69	1	1	.9137	.9175	2 .0825	-.4497
134	VLASAC 69A	1**	2	.3744	.6481	1 .3519	.8596
135	VLASAC 78A	1**	2	.9882	.9366	1 .0634	1.7626
136	VLASAC 79	1	1	.2361	.9955	2 .0045	-1.7429
137	VLASAC 82	1	1	.3663	.6400	2 .3600	.3453
138	BLEIVIK	1	1	.6166	.8182	2 .1818	-.0574
139	MELBY	1	1	.9667	.9402	2 .0598	-.5999
140	CULOZ 1	1	1	.4744	.7328	2 .2672	.1573
141	CULOZ 2	1	1	.0533	.9992	2 .0008	-2.4905
142	ROCHEREIL	1	1	.8727	.9538	2 .0462	-.7183
143	STORA BJERS	1	1	.1682	.9971	2 .0029	-1.9362
144	LOSCHBOUR	1	1	.2514	.5035	2 .4965	.5888
145	ST. RABIER	1	1	.7983	.8879	2 .1121	-.3025
146	VEDBAEK 3	1	1	.4095	.6806	2 .3194	.2667
147	KORSOR NOR	1	1	.9317	.9214	2 .0786	-.4724
148	ZAWI CHEMI	Ungrp	1	.0379	.9994	2 .0006	-2.6340
149	KILADA IN ARGO	1	1	.8566	.9040	2 .0960	-.3774
150	ARENE CANDIDE 4	1	1	.1683	.9971	2 .0029	-1.9357
151	ARENE CANDIDE 5	1	1	.8844	.9523	2 .0477	-.7035
152	LE BICHON 1	1	1	.7488	.8722	2 .1278	-.4724
153	FRANCHTHI 1	1	1	.7557	.8745	2 .1255	-.2470
154	FRANCHTHI 2	1	1	.0788	.9988	2 .0012	-2.3157
155	McARTHUR's C.216	1	1	.9204	.9189	2 .0811	-.2470
156	MARITZA 2	1	1	.1787	.9969	2 .0031	-1.9029
157	ARRUDA 2	1	1	.2113	.9961	2 .0039	-1.8082
158	ARRUDA 6	1	1	.4845	.9862	2 .0138	-1.2571
159	OFNET 2484	1	1	.2649	.5219	2 .4781	.5568
160	OFNET 2493	1	1	.8232	.9598	2 .0402	-.7815
161	OFNET 2596	1	1	.4958	.7480	2 .2520	.1230
162	TEVIEC 2	1	1	.9615	.9410	2 .0590	-.6064
163	TEVIEC 4	1	1	.7079	.9713	2 .0287	-.9328
164	TEVIEC 7	1	1	.5566	.7864	2 .2136	.0297
165	TEVIEC 8	1	1	.5640	.7906	2 .2094	.0187
166	TEVIEC 9	1	1	.7421	.9682	2 .0318	-.8872
167	TEVIEC 11	1	1	.3080	.5763	2 .4237	.4614
168	TEVIEC 13	1	1	.8786	.9531	2 .0469	-.7109
169	TEVIEC 16	1	1	.8807	.9528	2 .0472	-.7082
170	HAYONIM H4	Ungrp	1	.5976	.8087	2 .1913	-.0303
171	HAYONIM H19	Ungrp	1	.5540	.7848	2 .2152	.0337
172	HAYONIM H20	Ungrp	1	.8391	.9884	2 .1006	-.3551
173	NAHAL OREN	Ungrp	1	.4567	.9876	2 .0124	-1.3024
174	NAHAL OREN	Ungrp	1	.7997	.9625	2 .0375	-.8119
175	PADINA	1	1	.5667	.9817	2 .0183	-1.1311

Table 16 Stepwise DFA (GEODIS-2) : discrimination of the regional samples from Europe and North Africa (Near East "ungrouped"); female sample (n = 103, p = 15; file REGBAMZ)

Means																
Sample	n	M1	M8	M9	M17	M20	M45	M48	M51	M52	M54	M55	M5	M10	M27	M28
Europe	79	182.08	135.53	94.41	134.19	115.11	129.58	65.61	40.77	30.76	24.06	49.39	98.72	113.23	128.96	117.05
N-Africa	38	181.52	140.86	96.76	135.00	114.24	131.62	64.62	41.01	30.78	26.67	49.21	98.29	119.62	129.14	116.52
Total	100	181.96	136.65	94.90	134.36	114.93	130.01	65.40	40.82	30.76	24.61	49.35	98.63	114.57	129.00	116.94

Standard dev.																
Sample		M1	M8	M9	M17	M20	M45	M48	M51	M52	M54	M55	M5	M10	M27	M28
Europe		6.55	6.30	5.46	7.21	4.30	6.03	4.36	2.32	2.53	1.71	3.57	5.75	5.73	8.54	6.39
N-Africa		8.83	5.69	5.86	7.84	5.08	7.56	5.16	2.05	2.35	2.27	3.83	8.02	5.52	6.33	7.29
Total		7.04	6.53	5.60	7.32	4.48	6.39	4.53	2.26	2.48	2.12	3.61	6.25	6.23	8.10	6.55

PARAMETERS of the Fcn

Fcn	Eigenvalue	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chisquare	DF	Sig.
1*	.5962	100.00	100.00	.6111	0	.6265	44.422	6	.0000

STANDARDIZED and UNSTANDARDIZED DISCRIMINANT FUNCTION COEFFICIENTS			
M1	-.50319	M1	-.7112769E-01
M17	.25681	M17	.3496057E-01
M20	-.54105	M20	-.1205600
M54	.83336	M54	.4532078
M10	.45469	M10	.7993606E-01
M27	.31752	M27	.3902594E-01
		(constant)	-3.242740

ACTUAL GROUP	N° of cases	PREDICTION	
		Europe	North Africa
EUROPE	79	65 82.3%	14 17.7%
NORTH AFRICA	21	6 28.6%	15 71.4%
"UNGROUPED CASES" PROTOCOLMAG./NATUFUANS 1 2	3	1 (Nat.) 33.3%	2 (nat./PC) 66.7%
CORRECT CLASSIFIED "GROUPED CASES"			80.0%

Table 16 (continued)

Case Number	Mis Val Sel	Actual Group	Highest Group	Probability P(D/G) P(G/D)		2nd Highest Group P (G/D)	Discrim Scores
176	QAFZEH 9	Ungprd	2	.9171	.8271	1 .1729	1.3784
177	AVELINE's HOLE 9	1	1	.9749	.8605	2 .1395	-.4225
178	BRNO 3	1	1	.8764	.8862	2 .1138	-.5496
179	BRUNIQUEL 24	1	1	.0449	.9960	2 .0040	-2.3992
180	DOLNI VESTONICE 3	1	1	.3763	.5251	2 .4749	.4907
181	DURUTHY	1	1	.5506	.9469	2 .0531	-.9910
182	GR. D. ENFANTS 5	1**	2	.4264	.5666	1 .4334	.6871
183	MLADEC 1	1	1	.8114	.9010	2 .0990	-.6327
184	OBERKASSEL 2	1	1	.5936	.6813	2 .3187	.1395
185	ABRI PATAUD	1	1	.5967	.6831	2 .3169	.1350
186	PREDMOST 4	1**	2	.6296	.7018	1 .2982	1.0002
187	PREDMOST 5	1**	2	.4994	.6209	1 .3791	.8071
188	PREDMOST 10	1**	2	.8421	.8942	1 .1058	1.6817
189	ST GERMAIN 4	1	1	.1964	.9850	2 .0150	-1.6859
190	DOEBRITZ 1	1	1	.9972	.8525	2 .1475	-.3906
191	BINSHOF/SPEYER	1**	2	.4763	.6045	1 .3955	.7703
192	VOLOSSKOJE 7	1	1	.4117	.9645	2 .0355	-1.2151
193	VOLOSSKOJE 8	1	1	.4821	.9561	2 .0439	-1.0971
194	VOLOSSKOJE 9	1	1	.8011	.7838	2 .2162	-.1421
195	VASILEVKA 1 11	1	1	.5205	.9510	2 .0490	-1.0367
196	VASILEVKA 1 20	1	1	.8729	.8116	2 .1884	-.2341
197	VASILEVKA 3 10	1	1	.8381	.8951	2 .1049	-.5985
198	VASILEVKA 3 14	1	1	.4462	.5821	2 .4179	.3676
199	VASILEVKA 3 16	1	1	.3767	.9683	2 .0317	-1.2781
200	VASILEVKA 3 18	1	1	.4234	.9631	2 .0369	-1.1946
201	VASILEVKA 3 19	1	1	.0269	.9973	2 .0027	-2.6072
202	VASILEVKA 3 22	1	1	.0446	.9961	2 .0039	-2.4028
203	VASILEVKA 4 1	1	1	.6929	.9243	2 .0757	-.7890
204	MURZAK KOBÁ 1	1	1	.6557	.7159	2 .2841	.0518
205	ORTUCCHIO 1	1	1	.6238	.6986	2 .3014	.0963
206	AFALOU 3	2	2	.5717	.6681	1 .3319	.9169
207	AFALOU 18	2**	1	.5228	.6368	2 .3632	.2450
208	AFALOU 29	2	2	.6322	.9346	1 .0654	1.9611
209	AFALOU 30	2	2	.7201	.9193	1 .0807	1.8408
210	AFALOU 32	2	2	.9017	.8219	1 .1781	1.3590
211	AFALOU 13	2**	1	.4239	.5647	2 .4353	.4055
212	AFALOU 27	2	2	.0059	.9990	1 .0010	4.2334
213	AFALOU 34	2	2	.5638	.9450	1 .0550	2.0598
214	AFALOU 37	2	2	.5596	.9456	1 .0544	2.0659
215	AFALOU 38	2	2	.2106	.9839	1 .0161	2.7344
216	AFALOU 44	2**	1	.6791	.7280	2 .2720	.0196
217	AFALOU 8	2	2	.4137	.5565	1 .4435	.6651
218	TAFORALT 83	2**	1	.4152	.5577	2 .4423	.4206
219	TAFORALT 17	2	2	.2905	.9769	1 .0231	2.5396
220	TAFORALT 20	2	2	.9063	.8789	1 .1211	1.6002
221	TAFORALT 24	2**	1	.5875	.6776	2 .3224	.1484
222	TAFORALT 2500	2	2	.0923	.9928	1 .0072	3.1658
223	HOEDIC 1	1	1	.2993	.9761	2 .0239	-1.4320
224	HOEDIC 8	1	1	.8754	.8865	2 .1135	-.5509

Table 16 (continued)

Case Number	Mis Val Sel	Actual Group	Highest Group	Probability P(D/G) P(G/D)		2nd Highest Group P (G/D)	Discrim Scores
225	HOHLENSTEIN 2	1	1	.2855	.9774	2 .0226	-1.4621
226	DUERRENBURG 1	1	1	.9678	.8436	2 .1564	-.3537
227	URTIAGA 2	1**	2	.3823	.5303	1 .4697	.6089
228	MECHTA E. A. 332	2	2	.6892	.7331	1 .2669	1.0826
229	COLUMNATA 999E	2	2	.9964	.8523	1 .1477	1.478
230	COLUMNATA 922	2	2	.7287	.9177	1 .0823	1.8293
231	RACHGOUN	2**	1	.4497	.5847	2 .4153	.3619
232	LE CHEIX 1	1	1	.6530	.9312	2 .0688	-.8437
233	ZVEJNIEKI 9	1	1	.6319	.9346	2 .0654	-.8731
234	ZVEJNIEKI 16	1	1	.9295	.8313	2 .1687	-.3056
235	ZVEJNIEKI 57	1	1	.4232	.9632	2 .0368	-1.1950
236	ZVEJNIEKI 76	1	1	.5130	.9520	2 .0480	-1.0482
237	ZVEJNIEKI 121	1	1	.9224	.8747	2 .1253	-.4915
238	ZVEJNIEKI 140	1**	2	.4040	.5485	1 .4515	.6479
239	M. EL WAD 2	Unggrp	2	.9322	.8722	1 .1278	1.5676
240	M. EL WAD 10	Unggrp	1	.0422	.9962	2 .0038	-2.4253
241	VLASAC 2	1	1	.9653	.8428	2 .1572	-.3506
242	VLASAC 9	1**	2	.8410	.8945	1 .1055	1.6832
243	VLASAC 29	1**	2	.3542	.5055	1 .4945	.5560
244	VLASAC 36	1	1	.6719	.9279	2 .0721	-.8176
245	VLASAC 38	1	1	.9386	.8343	2 .1657	-.3170
246	VLASAC 40	1	1	.1111	.9914	2 .0086	-1.9874
247	VLASAC 46	1	1	.6007	.6854	2 .3146	.1293
248	VLASAC 48	1**	2	.8589	.8904	1 .1096	1.6603
249	VLASAC 55	1	1	.8112	.7879	2 .2121	-.1551
250	VLASAC 67	1	1	.7719	.7715	2 .2285	-.1042
251	VLASAC 70	1**	2	.6023	.9393	1 .0607	2.0036
252	VLASAC 77	1	1	.9999	.8533	2 .1467	-.3942
253	VLASAC 83	1	1	.8785	.8857	2 .1143	-.5470
254	BAEKASKOG	1	1	.9018	.8800	2 .1200	-.5174
255	KOELBJERG 1	1	1	.0619	.9949	2 .0051	-2.2614
256	RAVNSTRUP 2	1	1	.4375	.5754	2 .4246	.3823
257	MONTCLUS 1	1	1	.9942	.8550	2 .1450	-.4014
258	ARENE CANDIDE 3	1**	2	.5493	.6541	1 .3459	.8837
259	McARTHUR's C.215	1	1	.7764	.9084	2 .0916	-.6781
260	MALAURIE	1	1	.7194	.9195	2 .0805	-.7534
261	ARRUDA 5	1	1	.3508	.9710	2 .0290	-1.3272
262	ARRUDA 908	1	1	.1421	.9892	2 .0108	-1.8619
263	MOITA 4	1	1	.4642	.9583	2 .0417	-1.1260
264	MOITA 7	1	1	.3746	.9685	2 .0315	-1.2820
265	MOITA 16	1	1	.7261	.7509	2 .2491	-.0437
266	MOITA 17	1	1	.9416	.8353	2 .1647	-.3208
267	MOITA 18	1	1	.4643	.9583	2 .0417	-1.1258
268	MOITA 19	1	1	.6038	.9390	2 .0610	-.9131
269	OFNET 2497	1	1	.7963	.9042	2 .0958	-.6522
270	OFNET 2488	1**	2	.8228	.7926	1 .2074	1.2586
271	OFNET 2501	1	1	.6468	.7112	2 .2888	.0641
272	OFNET 2504	1	1	.8732	.8870	2 .1130	-.5536
273	TEVIEC 1	1	1	.7050	.7409	2 .2591	-.0155
274	TEVIEC 3	1	1	.9507	.8672	2 .1328	-.4559
275	TEVIEC 6	1	1	.4077	.5516	2 .4484	.4338
276	TEVIEC 14	1	1	.2681	.9789	2 .0211	-1.5016
277	TEVIEC 15	1	1	.6847	.7308	2 .2692	.0119
278	TEVIEC 18	1**	2	.6338	.7041	1 .2959	1.0061

Table 17 Stepwise DFA (GEODIS 3) : discrimination of the regional samples from Europe and North Africa (Near East "ungrouped"); male and female sample (n = 278, p = 7 indices, file REGBAMZ).

MEANS OF THE INDICES								
SAMPLE/VARIABLE	n	LBI	BHI	TFI	JFI	OGI	NAI	ORI
EUROPE	198	72,9	86,1	70,8	72,0	50,9	48,8	74,8
N-AFRICA	59	75,9	82,2	67,7	70,1	49,1	53,3	74,9
TOTAL	257	73,6	85,2	70,1	71,6	50,5	49,9	74,8

STANDARD DEVIATIONS								
SAMPLE/VARIABLE	n	LBI	BHI	TFI	JFI	OGI	NAI	ORI
EUROPE	198	4,14	5,46	3,86	4,18	3,65	4,57	6,50
N-AFRICA	59	3,91	3,95	4,36	6,27	3,03	4,04	5,16
TOTAL	257	4,27	5,40	4,18	4,79	3,59	4,82	6,21

PARAMETERS OF THE DISCRIMINANT FUNCTION

Fnc	Eigenval.	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chisquare	DF	Sig
1*	0,4118	100,00	100,00	.5401	0	0.7083	87.085	5	.0000

STANDARDIZED and UNSTANDARDIZED
DISCRIMINANT FUNCTION COEFFICIENTS

BHI	-.41645	BHI	-.8080842E-01
TFI	-.37951	TFI	-.9531835E-01
JFI	-.19125	JFI	-.4035796E-01
NAI	.84032	NAI	.1884754
ORI	.22824	ORI	.3669840E-01
		(constant)	4.307805

CLASSIFICATION RESULTS

ACTUAL GROUP	N° of cases	PREDICTION	
		Europe	North Africa
EUROPE	198	146 73.7%	52 26.3%
NORTH AFRICA	59	14 23.7%	45 76.3%
"UNGROUPED CASES"			
PROTOCOLMAG. / NATUFIANS (5) (16)	21	15 (Nat.) 71.4%	6 (Nat./PC) 28.6 %
CORRECT CLASSIFIED "GROUPED CASES"			74.32

Table 18 Stepwise DFA : discrimination of the temporal samples from Europe, North Africa and the Near East
Upper Palaeolithic (JPL) vs. Early Mesolithic (FML) vs. Late Mesolithic (SML) vs. Iberomaurusian (IBM)
Ungrouped : Protocromagnoids, Natufians, Capsians and Columnnians;
male sample (n = 175, p = 15 indices, file REGBAMZ)

PARAMETERS OF THE DISCRIMINANT FUNCTIONS

Fcn	Eigenvalue	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chisquare	Df	Sig
					0	.2696	181.531	39	.0000
1*	1.1174	26.58	62.58	.7264	1	.5709	77.630	24	.0000
2*	.5016	28.09	90.68	.5780	2	.8573	21.329	11	.0301
3*	.1665	9.32	100.00	.3378					

* marks the 3 canonical discriminant functions remaining in the analysis

STANDARDIZED
DISCRIMINANT FUNCTION COEFFICIENTS

VARIABLE	FUNCTION 1	FUNCTION 2	FUNCTION 3
M1	.08947	-.65852	-.10270
M8	.60935	.20196	-.36554
M9	-.58857	.12816	-.56088
M17	.11343	1.12446	-.73572
M20	-.34378	-.39165	.93839
M45	.19961	.01539	.63332
M48	-.35272	-.08377	.02013
M51	-.23736	-.67630	-.27028
M52	-.19202	.43497	.36718
M54	.65060	.39691	-.17347
M5	.28566	-.15869	.46576
M10	.33368	-.49050	.20746
M28	.14086	.58809	.20188

CLASSIFICATION RESULTS

ACTUAL GROUP	N° of cases	PREDICTION			
		JPL	FML	SML	IBM
UPPER PALAEOLITHIC	14	85.7%	7.1%	0%	7.1%
EARLY MESOLITHIC	49	16.3%	49.0%	26.5%	8.2%
LATE MESOLITHIC	52	5.8%	17.3%	71.2%	5.8%
IBEROMAUROSIAN	33	6.1%	3.0%	6.1%	84.8%
UNGROUPE CASES	26	15.4%	26.9%	38.5%	19.2%
CORRECT CLASSIFIED "GROUPED CASES" :					68.2%

Table 19 Stepwise DFA : discrimination of the temporal samples from Europe, North Africa and the Near East
 Upper Palaeolithic (JPL) vs. Early Mesolithic (FML) vs. Late Mesolithic (SML) vs. Iberomaurusian (IBM)
 Ungrouped : Protocromagnoids, Natufians, Capsians and Columnnarians
 female sample (n = 103, p = 15, file REGBAMZ)

PARAMETERS OF THE DISCRIMINANT FUNCTIONS

Fcn	Eigenvalue	PCT of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks Lambda	Chisquare	DF	Sig
					0	.4299	75.561	21	.0000
1*	.6667	64.16	64.16	.6325	1	.7165	29.839	12	.0030
2*	.2929	28.19	92.35	.4760	2	.9263	6.849	5	.2321
3*	.0795	7.65	100.00	.2714					

* marks the 3 canonical discriminant functions remaining in the analysis

STANDARDIZED
 DISCRIMINANT FUNCTION COEFFICIENTS

VARIABLE	FUNCTION 1	FUNCTION 2	FUNCTION 3
M1	-.12806	-.75250	.27543
M8	.23714	.36566	-1.19158
M51	-.36884	.57440	.45164
M52	-.04019	.88715	-.209696
M54	.80063	.39558	-.20893
M55	-.32205	-.31020	.08867
M10	.36109	-.35250	1.19678

CLASSIFICATION RESULTS

ACTUAL GROUP	N° of cases	PREDICTION			
		JPL	FML	SML	IBM
UPPER PALAEOLITHIC	14	64.3%	7.1%	14.3%	14.3%
EARLY MESOLITHIC	21	9.5%	61.9%	28.6%	0%
LATE MESOLITHIC	43	14.0%	30.2%	39.5%	16.3%
IBEROMAUROSIA	18	11.1%	5.6%	5.6%	77.8%
UNGROUPED CASES	8	25.0%	0%	37.5%	37.5%
CORRECT CLASSIFIED "GROUPED CASES" :					55.2%

Table 20 Stepwise DFA : discrimination of the temporal samples from Europe, North Africa and the Near East
Upper Palaeolithic (JPL) vs. Early Mesolithic (FML) vs. Late Mesolithic (SML) vs. Iberomaurusian (IBM)
Ungrouped : Protocromagnoids, Natufians, Capsians and Columnnarians
male and female sample (n = 278, p = 8 indices, file REGBAMZ)

PARAMETERS OF THE DISCRIMINANT FUNCTIONS

Fcn	Eigenvalue	Pct of Variance	Cum Pct	Canonical Corr	After Fcn	Wilks' Lambda	Chisquare	Df	Sig
					0	.5529	140.437	24	.0000
1*	.4753	68.66	68.66	.5676	1	.8157	48.276	14	.00000
2*	.1619	23.38	92.03	.3732	2	.9477	12.721	6	.0477
3*	.0551	7.97	100.00	.2286					

* marks the 3 canonical discriminant functions remaining in the analysis

STANDARDIZED
DISCRIMINANT FUNCTION COEFFICIENTS

VARIABLE	FUNCTION 1	FUNCTION 2	FUNCTION 3
LBI	.30967	1.04874	.38815
BHI	.31757	.99608	.37707
BOHI	-.50706	-.20124	-.38897
TFI	-.35260	.34328	.07326
JFI	-.03446	-.41165	.80251
OGI	.09391	.42426	-.09474
ORI	.05286	.58064	-.23103
NAI	.87160	.11341	-.28526

CLASSIFICATION RESULTS

ACTUAL GROUP	N° of cases	PREDICTION			
		JPL	FML	SML	IBM
UPPER PALAEOLITHIC	28	64.3%	7.1%	17.9%	10.7%
EARLY MESOLITHIC	70	21.4%	45.7%	22.9%	10.0%
LATE MESOLITHIC	95	16.8%	12.6%	50.5%	20.0%
IBEROMAUROSIAN	51	5.9%	0%	19.6%	74.5%
UNGROUPE CASES	29	20.7%	17.2%	24.1%	37.9%
CORRECT CLASSIFIED "GROUPED CASES" :					55.7%

Table 21a Varimax-rotated factor matrix of the male sample of the Late Pleistocene and Early Holocene (file REGBAMZ n = 175)

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
M1	0,36861	0,55657	0,20133	0,43687
M8	0,01543	-0,11811	0,77262	0,06654
M9	-0,02486	0,07178	0,64890	0,19217
M17	0,14705	0,83154	0,00953	-0,11718
M20	-0,11475	0,90056	0,08425	-0,07367
M45	0,40832	-0,00194	0,58125	0,02439
M48	0,84789	0,07928	0,05677	0,15395
M51	0,52426	0,12218	0,30675	0,22410
M52	0,72457	-0,01462	-0,18200	-0,01669
M54	0,27555	0,25377	0,49461	0,01322
M55	0,80358	0,16133	0,13080	-0,07433
M5	0,45384	0,70415	-0,01758	0,26322
M10	-0,12939	0,12405	0,81195	-0,13314
M27	-0,02384	0,38277	0,31720	-0,59060
M28	0,09437	0,09617	0,22864	0,77671

Table 21 b Varimax-rotated factor matrix of the female sample of the Late Pleistocene and Early Holocene (file REGBAMZ n = 103).

VARIABLE	FACTOR 1	FACTOR 2	FACTOR 3	FACTOR 4
M1	0,24895	0,61235	0,33136	0,41586
M8	0,85787	0,02920	-0,14047	-0,09688
M9	0,66432	0,29781	-0,00735	0,13609
M17	0,25740	0,61144	0,16028	0,47495
M20	0,13437	0,81108	0,14987	0,06545
M45	0,63903	0,30547	0,37175	0,13747
M48	0,08556	0,34913	0,81762	0,15228
M51	0,34622	-0,11306	0,53339	0,34500
M52	0,00292	-0,01610	0,83356	-0,00128
M54	0,62817	0,12927	-0,08808	0,22702
M55	0,13134	0,27509	0,75409	0,21560
M5	0,07746	0,54172	0,31472	0,56101
M10	0,88453	0,02790	0,18618	-0,03018
M27	0,11413	0,79489	0,02045	-0,31289
M28	0,04817	-0,05135	0,16482	0,87056

Origine de l'homme moderne en Europe : comparaison des données crâniennes en Europe centrale et occidentale

The Origin of Modern Man in Europe : A Comparison of Cranial Data in Central and Western Europe

Dominique Gambier *

Résumé

L'origine de l'homme moderne en Europe est l'objet de discussions autour de deux hypothèses. La première admet que l'homme moderne a remplacé les Néandertaliens au cours de la transition du Paléolithique moyen au Paléolithique supérieur. Selon la seconde, la "contribution génétique" des Néandertaliens au "pool génique" des premières populations modernes aurait été relativement importante, en particulier en Europe centrale. Dans cette région, la morphologie des derniers Néandertaliens et des Aurignaciens en porterait des témoignages.

La présente étude comparative des hommes de l'Aurignacien des deux régions montre que la composante majeure du peuplement moderne paraît être intrusive et le groupe Qafzeh-Skhul donne sans doute une image correcte de la population source. Les échanges génétiques entre Néandertaliens et hommes modernes ne peuvent cependant être exclus, encore qu'aucun argument anthropologique décisif ne puisse être avancé.

Abstract

The origin of modern man in Europe has been the object of discussions centred around two hypotheses. The first admits that modern man replaced the Neandertals during the transition from the Middle Palaeolithic to the Upper Palaeolithic. According to the second hypothesis, the "genetic contribution" of Neandertals to the "genetic pool" of the first modern populations is held to be rather important, particularly in central Europe. In this region, the morphology of the last Neandertals and the Aurignacians bears witness to this.

The present comparative study of man from the Aurignacian period from the two regions shows that the major component of the modern populating appears to be intrusive and the Qafzeh-Skhul group undoubtedly gives a correct image of the original population. Genetic exchanges between Neandertals and *Homo sapiens sapiens* can nonetheless not be excluded, although no decisive anthropological argument can be advanced.

Mots clés : homme moderne, Aurignacien, transition.

Key words : modern man, Aurignacian, transition.

* Dominique Gambier, U.A. 376. C.N.R.S., Laboratoire d'Anthropologie, Université Bordeaux I, Avenue des Facultés, 33405 Talence, France

Introduction

Les modalités de l'expansion de l'homme moderne en Europe, qui coïncide avec le développement de la culture aurignacienne et la "disparition" des Néandertaliens, restent l'objet d'un débat.

Plusieurs auteurs (Thoma, 1978; Stringer, Hublin et Vandermeersch, 1984) considèrent que l'homme moderne a remplacé les populations néandertaliennes au cours de cette phase de transition. D'autres (Brace, 1964; Brose et Wolpoff, 1971; Smith, 1982, 1985; Trinkaus, 1986) admettent au contraire une continuité entre les deux populations.

La découverte d'un Néandertalien à Saint-Césaire (France) dans un contexte châtelperronien et la preuve de l'existence d'hommes modernes dès 90.000 ans au Proche-Orient (Valladas *et al.*, 1988), et peut-être dès 100.000 ans en Afrique (Bräuer, 1984), ont contribué à nuancer l'hypothèse de la continuité. Celle-ci (Hublin, 1990) n'est plus comprise comme une évolution des Néandertaliens vers les premiers hommes modernes sans apport génétique extérieur mais comme une contribution significative des Néandertaliens au pool génique des populations modernes. Cette contribution significative des Néandertaliens aurait eu pour champ l'Europe centrale où des Néandertaliens (Vindija) montreraient des tendances annonçant l'homme moderne tandis que les plus anciens fossiles d'hommes modernes (Velika-Pecina, Mladec, Zlaty-Kun) conserveraient des traits de la morphologie néandertalienne. En Europe occidentale, l'hypothèse du remplacement serait plus en accord avec les données anthropologiques et culturelles. L'écart entre hommes modernes et Néandertaliens serait plus net. Cette hypothèse est donc fondée sur l'existence de différences morphologiques et métriques relativement importantes entre les spécimens modernes d'Europe occidentale et centrale.

L'objet de cette étude est de préciser les différences morphologiques entre les hommes modernes aurignaciens d'Europe occidentale et centrale afin d'examiner dans quelle mesure ces

différences justifient des schémas distincts pour l'émergence de l'homme moderne dans ces régions d'Europe. Elle sera limitée à l'analyse du crâne des adultes.

Echantillon

Les plus anciens fossiles dont la morphologie est indiscutablement moderne proviennent de sept gisements et étaient associés à des industries aurignaciennes. D'autres sites sont connus pour avoir livré, dans un contexte aurignacien, des vestiges assez bien conservés, mais leur ancienneté est incertaine. Les doutes sur leur position stratigraphique sont tels qu'il paraît raisonnable de les exclure, au moins provisoirement, des échantillons (Gambier, 1989a). Il s'agit notamment de Combe-Capelle, La Rochette, Roche-Courbon, Les Cottés, en France, et Cioclovina en Roumanie.

L'échantillon comprend les fossiles suivants :

1. Velika-Pecina (Yougoslavie) : un hémifrontal d'adulte. Découvert par Malez dans un contexte aurignacien (Malez, 1967), il est issu d'une couche (j) corrélée avec l'une des phases de l'interstade de Podhradem. La couche sus-jacente (i) est datée de 33.850 ± 520 BP. Un âge de 34.000 ans peut être admis pour ce frontal (Smith, 1976b).
2. Mladec (Tchécoslovaquie) : un crâne complet (Mladec 1) et quatre calottes (Mladec 2, 4, 5, 6) d'adultes. Ces ossements proviennent de deux grottes voisines, fouillées successivement par Szombathy, Knies et Smycka, de 1881 à 1904 (Jelinek, 1983). Décrits brièvement par Szombathy (1925), ils ont été révisés récemment (Jelinek, 1976 et 1983; Smith, 1982, 1985; Frayer, 1986). Ils étaient épars et mélangés à la faune et au matériel archéologique. Les dépôts des deux grottes seraient contemporains (Jelinek, 1976, 1983) et dateraient de l'interstade de Podhradem, soit 33.000 BP à 28.100 BP selon Allsworth-Jones (1982). Svoboda (1984) propose un âge de 30.000 BP. Si la contemporanéité des vestiges

humains, de la faune interstadiale et des pointes aurignaciennes est réelle, cet âge est acceptable.

3. Zlaty-Kun (Tchécoslovaquie) : une calotte crânienne et un hémimaxillaire d'adulte. Découvert par Prosek dans les années 1950 (Vlcek, 1957), le squelette était associé à une industrie pauvre décrite comme "industrie du Paléolithique supérieur à caractère moustérien" ou comme Szélétien (Prosek *et al.*, 1952). Non homogène, elle serait finalement rapportable à un Aurignacien ancien (Fridrich et Sklenar, 1976). Allsworth-Jones (1982) met en doute son association directe avec le squelette.

4. Hahnöfersand (R.F.A.) : un frontal incomplet d'adulte. Trouvé en 1973 sans matériel archéologique, il serait daté de 36.300 ± 600 BP (Bräuer, 1980 et 1981).

5. Stetten 1 (R.F.A.) : un crâne sans face d'adulte. Il serait issu d'un contexte aurignacien (Riek, 1932; Gieseler, 1937). Hahn (1986) propose un âge de 30.000 ans.

6. Cro-Magnon (France) : deux crânes presque complets (Cro-Magnon 1 et 2), une calotte (Cro-Magnon 3) et divers fragments crâniens (Cro-Magnon 4). Découverts fortuitement en 1868, dans la partie supérieure (couches J/K) du remplissage (Lartet, 1868) ils étaient associés à un Aurignacien évolué (de Sonnevile-Bordes, 1960; Movius, 1969). Par comparaison avec la séquence de l'abri Pataud, Movius (1969) propose une datation absolue de 30.000 BP. La datation précise de ces fossiles et leur stricte contemporanéité mériteraient cependant d'être vérifiées.

7. La Crouzade (France) : un frontal et un hémimaxillaire droit d'adulte jeune. Découverts en 1918 par Ph. Helena (1926-1927), ils sont issus de la couche (F) aurignacienne. Il s'agit probablement d'un stade ancien de l'Aurignacien (Sacchi, 1973).

L'échantillon traité comprend 14 sujets. L'état de conservation des fossiles est comparable dans les deux régions. Il rend impossible certaines mesures et entraîne pour d'autres une incertitude

sur les valeurs. Deux individus sont sexués sur la morphologie de l'os coxal (Cro-Magnon 1 et Cro-Magnon 2). Le sexe des autres individus est déterminé à partir du degré de robustesse du crâne, avec tous les risques que cette méthode comporte (Tableau 1)!

Cette documentation représente un ensemble chronologique étendu et d'effectif faible qui ne donne qu'une image très partielle et biaisée (8 individus sont issus de deux sites) de la variabilité de ces populations modernes du début du Paléolithique supérieur.

Analyse comparative

1. Données métriques

L'examen des dimensions et des indices (Tableau 1) montre que, quelles que soient les dimensions choisies, les valeurs sont très proches. La même remarque vaut pour les moyennes de chaque groupe. Les intervalles de variation se recouvrent très largement. Dans les deux groupes, les crânes sont à la fois longs et larges, avec néanmoins des variations.

La voûte est basse sur Mladec 5. Zlaty-Kun et Cro-Magnon 2 ont un crâne plus étroit par rapport à la largeur. La largeur biastérique est forte sur Mladec 2, 5 et 6. Le degré de convexité de l'écaille frontale va de 81,8 à 93,8. Mladec 5 et La Crouzade se distinguent par une convexité élevée et Hahnöfersand par une faible convexité. L'amplitude de variation de la convexité de la voûte au niveau du pariétal et de l'occipital est moindre.

Peu de données métriques sont disponibles pour la face. Elle est particulièrement basse et large sur Cro-Magnon 1, plus étroite sur Mladec 1 et Cro-Magnon 2 (et probablement Mladec 2). Cro-Magnon 1 est le seul individu dont les orbites soient aussi basses. L'orifice nasal est proportionnellement plus étroit sur Cro-Magnon 1 et 2 que sur Mladec 1.

La faiblesse des échantillons ne permet pas de tester l'écart entre les moyennes; toutefois,

il semble que les mêmes "tendances" de variation existent dans les deux groupes et que les données métriques ne sont guère discriminantes.

2. Données morphologiques

2.1. Région frontale et sus-orbitaire

L'écaille frontale est verticale au-dessus des orbites pour Mladec 1 et 2, Cro-Magnon 1 et 2, Zlaty-Kun et Stetten 1. Elle est plus oblique sur Mladec 5 et 6. Mais elle est toujours en continuité avec la région sus-orbitaire.

Les apophyses zygomatiques du frontal sont robustes, en particulier sur Cro-Magnon 3, Zlaty-Kun, Mladec 5 et 6.

Aucun sujet ne présente de torus sus-orbitaire continu. Les constituants de la région sus-orbitaire (*arcus superciliaris* et *arcus supraorbitalis*) sont nettement séparés par un sillon.

La variation porte sur deux points : - la robustesse des reliefs; - la disposition des arcs sourciliers dans la région glabellaire. Ces derniers sont fusionnés ou séparés par une surface plus ou moins déprimée. La Crouzade, Mladec 1 et 2 ont des arcs sourciliers non fusionnés et faibles. Zlaty-Kun et Velika-Pecina (Smith, 1976 et observations personnelles sur moulage) ont la même disposition, mais les reliefs sont plus accusés. Cro-Magnon 1 et 2 présentent des arcs sourciliers fusionnés et peu marqués. Cro-Magnon 3 ainsi que Mladec 5 et 6 sont très voisins par la robustesse de l'*arcus superciliaris* et de l'*arcus supraorbitalis*. Sur Cro-Magnon 3 les extrémités médiales des arcs sourciliers sont fusionnées, tandis que sur Mladec 5 et 6 elles sont séparées par une surface concave. Hahnöfersand (Bräuer, 1980) se caractérise par des reliefs sus-orbitaires très épais, en particulier dans la région médiane.

2.2. Face et région maxillo-malaire

La face est orthognathe, élargie transversalement et basse. Cette dernière disposition est particulièrement affirmée sur Cro-

Magnon 1. Un prognathisme alvéolaire est visible sur Cro-Magnon 1 et Mladec 1. L'apophyse frontale de l'os zygomatique est assez robuste. Sur le corps orienté selon un plan frontal, les insertions musculaires sont, en général, accusées.

Les orbites à grand axe oblique en bas et en dehors sont rectangulaires (Cro-Magnon 1 et 2, Mladec 1 et 2). Sur les autres spécimens, l'orientation et la morphologie du bord sus-orbitaire suggèrent des orbites quadrangulaires plutôt qu'arrondies.

Sur Cro-Magnon 1 et 2 et sur Mladec 1 et 2, les trois incurvations du maxillaire sont repérables. Il existe une fosse canine plus ou moins accentuée.

L'hémimaxillaire de Zlaty-Kun, très incomplet, montre le départ de deux des incurvations (*i. horizontalis* et *i.i. frontalis*) indiquant une fosse canine probable. Les maxillaires de La Crouzade et de Cro-Magnon 4, trop partiels, ne se prêtent pas à l'observation de ce caractère. Le maxillaire isolé de Mladec est aussi incomplet, mais l'orientation de la région qui encadre la base de l'orifice nasal indique la présence d'une concavité transversale (*i. horizontalis*). Comme l'a souligné Jelinek (1983), le palais est plus long que celui des autres individus et l'arcade dentaire tend vers une forme "upsiloïde" de telle sorte que les canines et les incisives sont alignées dans un plan frontal. Les autres sujets ont une arcade dentaire parabolique.

2.3. Région occipitale

En vue postérieure, le contour transversal de Cro-Magnon 1 et 2, de Mladec 1 et 5, de Zlaty-Kun et de Stetten 1 est élevé et "en maison", avec des bosses pariétales hautes. Sur Mladec 5 et Zlaty-Kun, les parois latérales du crâne sont très légèrement convergentes en bas et en dedans. Mladec 6 se distingue par une largeur maximale en position très basse et les parois latérales sont légèrement divergentes vers le bas.

En vue latérale, l'écaille occipitale est convexe, avec une région sous-iniaque aplatie (Cro-Magnon 1 et probablement Mladec 5 et 6)

ou bombée (Cro-Magnon 2). Le plan nuchal de Mladec 5 et 6 est en partie détruit.

Un méplat lambdatique plus ou moins net existe sur la plupart des crânes. Il contribue à individualiser un chignon occipital d'importance variable. Absent sur Cro-Magnon 2, le chignon est accusé sur Cro-Magnon 3, Mladec 5 et 6 et atténué sur Cro-Magnon 1, Mladec 1 et Zlaty-Kun. Sur Cro-Magnon 3, Mladec 6 et Zlaty-Kun, une légère constriction bilatérale accentue l'effet de chignon.

Les reliefs de l'écaille occipitale sont assez marqués, en particulier ceux du plan nuchal, et témoignent, sur Mladec 5 et 6 (Frayer, 1986), Cro-Magnon 1 et Zlaty-Kun, d'une musculature nuchale puissante. Ils sont plus faibles sur Cro-Magnon 2 et Mladec 1. Le dessin de ces reliefs varie :

- Mladec 1 et 5 : les lignes courbes occipitales suprêmes et supérieures s'infléchissent dans la région médiane. La protubérance occipitale externe et le *tuberculum linearum* sont peu saillants. Sur Mladec 5, les deux systèmes de lignes sont plus accentués et la région sus-iniaque surplombe fortement la zone sous-iniaque.

- Mladec 6 : les lignes courbes occipitales suprêmes sont nettes. Elles ne s'abaissent pas dans la région médiane. Il n'y a pas de protubérance occipitale externe. Les lignes courbes occipitales supérieures, plus fortes, se développent parallèlement à 25 mm environ des précédentes. Un relief diffus situé à leur jonction correspond probablement au *tuberculum linearum*. La zone comprise entre les lignes suprêmes et supérieures est en légère saillie par rapport au reste de la surface de l'écaille. Ce relief qui atteint la structure occipito-mastoïdienne est interprété par Frayer (1986) comme une ébauche de torus occipital transverse.

- Zlaty-Kun : les lignes courbes occipitales suprêmes sont doubles, les plus basses plongent fortement dans la région médiane. Au-dessus de la protubérance occipitale externe peu saillante et étalée existe une dépression limitée en haut par les lignes courbes occipitales suprêmes les plus

hautes. Les lignes courbes occipitales supérieures rejoignent la crête mastoïdienne. Le *tuberculum linearum* est très faible. Entre les deux systèmes de lignes, un léger renflement, dont la hauteur diminue latéralement, est observable.

- Cro-Magnon 1 : les lignes courbes occipitales suprêmes paraissent doubles. La protubérance occipitale externe étalée est peu importante. Les lignes courbes occipitales supérieures, en continuité avec la crête mastoïdienne, surplombent assez nettement le plan nuchal. Le *tuberculum linearum* est petit. Entre les lignes courbes suprêmes et supérieures, l'os est légèrement renflé.

- Cro-Magnon 2 : les lignes courbes occipitales supérieures et suprêmes, observables uniquement à gauche, sont peu accusées. La région sagittale est détruite.

- Cro-Magnon 3 : les lignes courbes occipitales suprêmes s'infléchissent légèrement dans la région médiane où une protubérance occipitale externe peu développée s'individualise. La zone du *tuberculum linearum* est détruite. Entre les deux systèmes de lignes, nous retrouvons un léger épaissement de l'os.

- Cro-Magnon 4 : sur ce fragment d'écaille occipitale (n° 4259 ter) se développe une protubérance occipitale externe très forte qui descend en goutte sur le *tuberculum linearum*.

2.4. Région temporale

La morphologie de l'écaille temporale et celle de la fosse glénoïde sont analogues à celles des hommes actuels. Le trou auditif externe s'ouvre sous la racine de l'arcade zygomatique.

Mladec 1 et 2 ont des processus mastoïdiens graciles (11 mm - 5,2 mm), mais dégagés du massif pétreux. Sur Mladec 2, l'apophyse mastoïdienne arrive au même niveau que l'éminence juxtamastoïdienne. La crête mastoïdienne et la crête sus-mastoïdienne sont peu marquées. Il n'y a pas de tubercule sur leur trajet. Le sillon sus-mastoïdien peu profond est évasé aux deux extrémités.

Tableau 1 Dimensions et indices crâniens des hommes modernes de l'Aurignacien d'Europe centrale et occident. Mesures en mm. Méthode Martin et Saller (1956-66); X = moyenne; S = écart-type.

Europe centrale											
Sexe	ML1 F?	ML2 F?	ML5 M?	ML6 M?	ZLAK ?	STET1 ?	HA ?	X	S	min.	max.
1	198,0		203,0	199,0	196,5	190,0		197,3	4,7	190,0	203,0
8	142,0	141,0	152,0	157,0	137,0	140,0		144,8	7,8	137,0	157,0
8 / 1	71,7		74,9	78,9	69,7	73,7		73,5	1,4	71,9	74,5
20	116,4	108,5	112,0					112,3	4,0	108,5	116,4
20 / 1	58,8		55,2								
20 / 8	82,0	77,0	73,7					77,5	4,1	73,7	82,0
12	111,0	117,0	117,0	128,0				118,3	7,0	111,0	128,0
12 / 8	78,2	83,0	77,0	81,5				79,9	2,8	77,0	83,0
12 / 1	56,1		57,6	64,3				59,3	4,4	56,1	64,0
26	133,0	118,0	143,0	140,0	136,0		121,5	131,9	10,0	118,0	143,0
29	113,0	103,0	117,0	120,0	115,7		114,0	113,8	5,8	103,0	120,0
IFC	85,0	87,3	81,8	85,7	85,1		93,8	86,4	4,0	81,8	93,8
27	126,0	130,0	130,0	135,0	138,0			131,8	4,7	126,0	138,0
30	116,0	112,8	117,0	118,9	124,5			117,8	4,3	112,8	124,5
ICP	92,1	86,8	90,0	88,1	90,2			89,4	2,0	86,8	92,1
28	134,0				129,0						
31	106,0				101,0						
ICO	79,1				78,3						
48	69,0										
45	130,0										
IFS	53,1										
51	42,0										
52	32,0										
IO	76,2										
54	27,0										
55	50,0										
IN	54,0										

Europe occidentale								
Sexe	CM 1 M	CM 2 F	CM 3 M (?)	LCZ ?	X	S	min.	max.
1	202,0	192,0	204,0		199,3	6,4	192,0	204,0
8	149,5	138,0	152,0		146,5	7,5	138,0	152,0
8 / 1	74,0	71,9	74,5		73,5	1,4	71,9	74,5
20	122,5	115,0						
20 / 1	60,6	59,9						
20 / 8	81,9	83,3						
12	112,0							
12 / 8	74,9							
12 / 1	55,4							
	147,0	132,0	148,0	141,0	142,0	7,4	132,0	148,0
29	125,0	115,0	126,0	116,2	120,6	5,8	115,0	126,0
IFC	85,0	87,1	85,1	82,4	84,9	1,9	82,4	87,1
27	130,0	133,0	132,0		131,7	1,5	130,0	133,0
30	118,5	122,0	121,0		120,5	1,8	118,5	122,0
ICP	91,2	91,7	91,7		91,5	0,3	91,2	91,7
28	126,0							
31	100,9							
ICO	80,1							
48	69,0	71,7						
45	142,0							
IFS	48,6							
51	46,0	43,9						
52	27,5	34,9						
IO	59,8	79,5						
54	24,0	26,0						
55	51,0	54,0						
IN	47,0	48,1						

Tableau 2 Moyennes des dimensions et indices crâniens des Néandertaliens d'Europe occidentale, de l'ensemble des Néandertaliens, des Néandertaliens de Krapina et des hommes modernes aurignaciens d'Europe et du Proche-Orient. Mesures en mm; X = moyenne; S = écart type; mesures : a (Vandermeersch, 1981 et Mac Cown et Keith, 1939), b (Smith, 1976), c (Trinkaus, 1983 et Suzuki et Takai, 1970).

Sexe	Néandertaliens d'Europe occidentale (a)					Ensemble des Néandertaliens (a, b, c)					Néandertaliens de Karpina (c)			
	N	X	S	min.	Max.	N	X	S	min	Max.	N	X	min.	Max.
1	7	203,10	4,10	198,00	209,00	13	199,80	10,70	176,00	215,00	3	142,50	132,00	150,00
8	7	150,50	7,00	139,00	158,00	13	148,40	7,70	132,50	158,00	3	75,00	71,80	77,90
8 / 1	7	74,10	3,00	68,50	74,40	13	74,30	2,80	68,50	77,90	3	190,20	176,00	202,00
20	6	112,10	1,50	111,00	114,00	9	112,00	6,00	98,00	121,00				
20 / 1	6	55,00	1,50	53,10	57,60	9	55,10	1,40	53,10	57,60				
20 / 8	6	74,40	3,60	71,20	80,20	9	74,40	3,70	69,50	80,20	1		125,00	
12	6	121,90	7,00	109,50	131,20	10	122,90	6,80	109,50	134,00	1		86,20	
12 / 8	6	80,80	3,30	77,20	85,60	10	82,00	4,00	76,80	87,00	1		61,90	
12 / 1	6	59,90	4,00	53,90	66,30	10	60,60	3,80	53,90	66,30				
26	6	125,00	9,70	110,00	135,00	10	124,00	10,20	107,00	135,00				
29	6	111,60	6,10	102,80	117,40	10	111,50	8,00	96,00	120,00				
IFC	6	89,40	2,60	85,90	93,50	10	90,00	2,40	85,90	93,50	3	114,60	109,50	117,30
27	7	117,30	5,60	109,80	126,00	14	118,50	6,00	109,50	131,00	3	106,50	101,00	109,50
30	7	108,80	4,50	102,90	114,90	14	109,90	5,00	101,00	118,80	3	92,90	92,20	93,40
ICP	7	92,80	1,30	91,20	94,80	14	92,80	1,90	89,30	97,40				
28	3	113,30	1,50	112,00	115,00	6	118,50	10,40	108,00	133,00				
31	3	92,10	4,60	88,00	97,00	6	95,40	7,00	88,00	105,00				
ICO	3	81,30	4,70	77,90	86,60	6	80,70	3,80	76,20	86,80				
48	3	87,00	1,00	86,00	88,00	7	85,70	3,20	79,00	89,00				
45	3	149,50	3,10	147,00	153,00	8	145,90	9,20	130,00	160,00				
IFS	3	58,20	1,70	56,20	59,30	7	58,50	2,90	53,10	61,40	1		39,00	
51	2	45,30		43,00	47,50	6	44,10	3,70	39,00	49,00	1		37,50	
52	3	37,30	1,50	36,00	39,00	8	36,80	1,80	33,00	39,00	1		96,20	
IO	2	82,90		82,10	83,70	6	83,80	9,70	67,30	96,20				
54	3	34,70	1,10	34,00	36,00	6	34,60	2,50	31,00	38,50				
55	3	63,00	2,60	61,00	66,00	5	61,40	2,90	58,00	66,00				
IN	3	55,00	0,60	54,50	55,70	5	55,10	2,50	51,70	58,60				

Sexe	H.s.s. Europe					H.s.s. Proche-Orient (a)				
	N	X	S	min.	Max.	N	X	S	min.	Max.
1	8	198,10	5,10	190,00	204,00	5	201,00	8,40	192,00	213,00
8	9	145,40	7,30	137,00	157,00	6	144,60	2,90	140,00	148,00
8 / 1	8	73,70	2,70	69,70	78,90	5	71,80	2,60	68,10	74,50
20	5	114,90	5,20	108,50	122,50	5	116,00	3,60	112,00	121,00
20 / 1	4	58,60	2,40	55,20	60,60	5	57,80	3,80	53,10	61,10
20 / 8	5	79,60	4,00	73,70	83,30	5	80,60	4,00	75,70	86,40
12	5	117,00	6,70	111,00	128,00	6	121,70	6,80	111,00	132,00
12 / 8	5	78,90	3,30	74,90	83,00	6	84,10	3,40	79,30	89,20
12 / 1	4	58,40	4,00	55,40	64,30	5	60,70	4,00	56,10	64,10
26	10	136,00	10,00	118,00	148,00	5	128,60	6,00	118,00	133,00
29	10	116,50	6,50	103,00	126,00	5	113,40	4,50	106,00	118,00
IFC	10	85,80	3,30	81,80	93,80	5	88,20	1,60	85,70	89,80
27	8	131,80	3,60	126,00	138,00	4	132,50	10,30	120,00	145,00
30	8	118,80	3,70	112,80	124,50	5	123,20	3,60	120,00	129,00
ICP	8	90,20	1,90	86,80	92,10	4	94,00	10,30	82,80	107,50
28	3	129,70		126,00	134,00	4	120,80	7,00	112,00	129,00
31	3	102,60		100,90	106,00	5	94,60	5,70	86,00	101,00
ICO	3	79,20		78,30	80,10	4	78,80	6,10	70,50	84,80
48	3	69,90		69,00	71,70	5	74,60	2,70	72,00	79,00
45	2			130,00	142,00	4	147,50	8,70	140,00	160,00
IFS	2			48,60	53,10	4	51,10	1,50	49,40	52,90
51	3	44,00		42,00	46,00	5	44,60	1,90	42,10	47,00
52	3	31,50		27,50	34,90	5	32,50	3,10	29,40	37,00
IO	3	71,80		59,80	79,50	5	72,90	7,70	65,20	84,10
54	3	25,70		24,00	27,00	5	30,00	1,40	28,00	32,00
55	3	51,70		50,00	54,00	5	53,80	1,30	52,00	55,00
IN	3	49,80		48,10	54,00	5	55,80	3,30	52,80	61,50

Sur Mladec 5, la pointe de l'apophyse mastoïde est endommagée (8,7 mm ?), mais l'apophyse devait être robuste et bien individualisée. Il est impossible d'estimer la hauteur de l'éminence juxtamastoïdienne. La crête sus-mastoïdienne est large. La crête mastoïdienne est puissante et haute. Elle se coude antérieurement et descend le long du bord antérieur de l'apophyse mastoïde. Le sillon sus-mastoïdien, profond et aussi large en avant qu'en arrière à gauche, est étroit et de largeur constante à droite.

Le temporal de Mladec 6 est incomplet et limité à une partie de l'apophyse mastoïde et à la région de l'écaille attenante. Le sommet de l'apophyse mastoïde est érodé et l'éminence juxtamastoïdienne est en partie détruite. Les crêtes mastoïdiennes et sus-mastoïdiennes sont puissantes. La première se coude brutalement et descend le long du bord antérieur de l'apophyse mastoïde. Le segment postérieur du sillon sus-mastoïdien est profond et large.

Zlaty-Kun présente un processus mastoïdien très petit (5 mm), arrondi et mal dégagé du massif pétreux. Elle descend un peu plus bas que l'éminence juxtamastoïdienne. Les crêtes sus-mastoïdiennes et mastoïdiennes sont marquées. La crête mastoïdienne se coude antérieurement et descend en arrière du bord antérieur de l'apophyse. Le sillon mastoïdien est large et très ouvert antérieurement.

Cro-Magnon 1 se caractérise par des apophyses mastoïdes robustes et hautes (14,3 mm) qui dépassent nettement l'éminence juxtamastoïdienne. Les crêtes mastoïdiennes et sus-mastoïdiennes sont puissantes. Le sillon sus-mastoïdien est élargi antérieurement.

Cro-Magnon 2 offre un processus mastoïdien gracile (9,2 mm) et bien individualisé. L'éminence juxtamastoïdienne n'est pas conservée. La crête sus-mastoïdienne, importante, descend obliquement sur la face latérale de l'apophyse mastoïde. Le sillon est profond et large antérieurement.

La région temporale est détruite sur Cro-Magnon 3.

Les apophyses mastoïdes de Stetten 1 sont en partie abrasées (Gieseler, 1937). Elles paraissent avoir été hautes et bien dégagées du massif pétreux.

Cette description montre que de nombreux caractères sont communs à tous les individus :

- forme et architecture du crâne;
- robustesse attestée par l'intensité des reliefs crâniens;
- région frontale redressée;
- absence de torus sus-orbitaire continu;
- face orthognathe et maxillaire de type à inflexion;
- robustesse et orientation frontale du corps de l'os zygomatique;
- orbites rectangulaires et basses.

Il existe cependant une variabilité non négligeable. Elle porte notamment sur les dimensions générales, la position de la largeur maximale, le degré de convexité sagittale des os de la voûte, l'étirement en chignon de l'arrière crâne, l'intensité et la structure des reliefs sus-orbitaires, la disposition et les relations des lignes courbes occipitales, le développement de la protubérance occipitale externe et celui de l'apophyse mastoïde.

A côté des caractères indiscutablement modernes qui sont présents chez tous et sur lesquels nous n'insisterons pas, persistent, dans les deux groupes, des traits archaïques tels que :

- la robustesse générale;
- le développement des reliefs sus-orbitaires (Cro-Magnon 3, Zlaty-Kun, Mladec 5 et 6);
- le chignon occipital (Cro-Magnon 1, 2, 3, Mladec 1, 5, 6, Zlaty-Kun);
- l'ébauche de torus occipital (Cro-Magnon 1, 2, 3, Mladec 5, 6, Zlaty Kun);
- la position basse de la largeur maximale (Mladec 6);
- la faible convexité de l'écaille frontale (Hahnöfersand);
- l'absence de protubérance occipitale externe (Mladec 6);
- la morphologie des lignes courbes occipitales (Mladec 6);
- la forme "upsiloïde" du palais (maxillaire isolé de Mladec).

Mais les mêmes types de variations s'observent dans les deux groupes opposant notamment des sujets plus graciles à des sujets plus robustes, souvent plus archaïques, comme l'ont noté déjà plusieurs auteurs. Nous n'avons pas véritablement relevé de caractères qui soient spécifiques à l'un des groupes. Les seuls traits qui pourraient être considérés comme tels ont été uniquement observés sur Mladec 6 et sur le maxillaire isolé de Mladec.

Les fossiles d'hommes modernes des deux régions d'Europe montrent, à notre avis, d'étroites affinités. A partir de ces données, les relations entre ces premières populations modernes et celles qui les ont précédées peuvent maintenant être abordées.

Relations avec les populations moustériennes

1. Données métriques

Les fossiles que nous venons d'examiner ont été regroupés en un même ensemble et comparés à quatre échantillons :

- Néandertaliens d'Europe de l'Ouest;
- Néandertaliens d'Europe centrale;
- Néandertaliens d'Europe de l'Ouest, centrale et du Proche-Orient;
- *Homo sapiens sapiens* du Proche-Orient.

Lorsque les effectifs étaient supérieurs ou égaux à 4, les moyennes ont été comparées par le test de Student. Il est bien sur évident que l'absence de différence significative peut résulter de la faiblesse des échantillons. Les résultats sont consignés dans les tableaux 2 et 3.

Les dimensions et les indices de longueur et de largeur du crâne (Martin 1, 8, 8/1 x 100) ne se distinguent pas significativement de ceux des différents groupes. Les intervalles de variation se chevauchent. Des crânes longs et larges existent chez les hommes modernes et chez les Néandertaliens.

La hauteur de la voûte (20), quoique plus basse chez les Néandertaliens, n'est pas non plus

discriminante. En revanche, les indices de hauteur sur longueur ou sur largeur s'écartent significativement de ceux de l'ensemble des Néandertaliens (20/1 x 100 et 20/8 x 100) et de ceux des Néandertaliens européens (20/1 x 100). Au contraire, ces deux indices rapprochent incontestablement les *Homo sapiens sapiens* du Proche-Orient de ceux de l'Aurignacien.

La largeur biastérique (12) n'est pas non plus discriminante, bien que les fossiles aurignaciens aient la moyenne la plus basse. Une différence significative apparaît entre l'indice moyen, (12/8 x 100) de ces derniers et celui des *Homo sapiens sapiens* du Proche-Orient. L'indice (12/1 x 100) ne s'écarte pas significativement de celui des autres groupes.

L'arc frontal (26) est plus long chez les Aurignaciens. Pour cette dimension, ils sont plus proches des hommes modernes du Proche-Orient que des Néandertaliens. Une différence significative existe d'ailleurs entre chacun des groupes modernes et l'ensemble des Néandertaliens. Pour la corde frontale (29), il n'y a pas d'écart significatif avec les autres groupes. L'indice moyen de convexité frontale (29/26 x 100) est plus élevé chez les Aurignaciens et une différence significative avec les Néandertaliens apparaît.

Les valeurs moyennes de l'arc pariétal et de la corde correspondante (27 et 30) sont comparables à celles des hommes modernes du Proche-Orient et s'écartent significativement des moyennes néandertaliennes. Les Aurignaciens ont un degré de courbure (30/27 x 100) plus important. Pour cette valeur, ils se distinguent significativement des Néandertaliens.

Pour les autres dimensions, le test de Student n'a pas été appliqué à la comparaison des moyennes, l'ensemble des Aurignaciens se réduisant à 2 ou 3 individus.

Les valeurs moyennes de l'arc et de la corde occipitale (28 et 31) de l'échantillon aurignacien sont plus proches de celles des hommes modernes du Proche-Orient et très supérieures à celles des Néandertaliens. La même

Tableau 3 Comparaisons des moyennes de quelques dimensions et indices crâniens des hommes modernes aurignaciens d'Europe avec celles des Néandertaliens (ensemble des Néandertaliens et Néandertaliens d'Europe occidentale) et des hommes modernes du Proche-Orient par le test de Student.

Ens. des Néandertaliens				Néand. Europe occidentale			H.s.s. Proche-Orient		
Sexe	t	P	E. sig.	t	P	E. sig.	t	P	E. sig.
1	0,428	0,900		2,094	0,100		0,793	0,50	
8	0,935	0,500		1,406	0,200		0,256	0,90	
8 / 1	0,558	0,900		0,280	0,900		1,247	0,30	
20	0,89	0,500		1,249	0,300		0,394	0,90	
20 / 1	3,372	0,010	oui	2,947	0,020	oui	0,358	0,90	
20 / 8	2,419	0,050	oui	2,223	0,100		0,382	0,90	
12	1,571	0,200		1,159	0,300		1,140	0,30	
12 / 8	1,482	0,200		0,944	0,500		2,549	0,05	oui
12 / 1	0,983	0,500		0,571	0,900		0,837	0,50	
26	2,638	0,020	oui	2,136	0,100		1,485	0,20	
29	1,562	0,200		1,487	0,200		0,951	0,90	
IFC	3,251	0,010	oui	2,273	0,050	oui	1,504	0,10	
27	5,503	0,001	oui	6,035	0,001	oui	0,191	0,50	
30	4,445	0,001	oui	4,743	0,001	oui	2,104	0,20	
ICP	3,034	0,010	oui	3,085	0,100	oui	1,054	0,10	

remarque s'applique à l'indice de courbure (31/28 x 100). La convexité est plus marquée chez les hommes modernes que chez les Néandertaliens.

La face des Aurignaciens tend à être plus étroite (45), qu'elle soit comparée à celle des fossiles modernes du Proche-Orient ou aux Néandertaliens. La différence la plus marquée entre Néandertaliens et hommes modernes se situe au niveau de la hauteur (48). Ceux du Proche-Orient présentent toutefois une face plus haute que celle des Aurignaciens. Quant à l'indice facial supérieur (48/45 x 100), il sépare indiscutablement les Néandertaliens des hommes modernes. Le rapprochement entre Aurignaciens et hommes modernes du Proche-Orient, pour les dimensions des orbites, est net. La différence avec les Néandertaliens porte surtout sur la hauteur (52). Les hommes modernes ont des orbites plus basses. La comparaison des indices orbitaires (52/51 x 100) confirme cette tendance.

La hauteur de l'orifice nasal (55), comparable dans les deux groupes modernes, est inférieure à celle des Néandertaliens. Enfin, les Aurignaciens se distinguent par un orifice nasal étroit, tout en restant plus proches pour ce trait des hommes modernes du Proche-Orient. La comparaison des indices (54/55 x 100) va dans le même sens.

Les données métriques confirment que les hommes modernes de l'Aurignacien d'Europe sont très proches de ceux du Proche-Orient (Vandermeersch, 1981), même s'il s'en distinguent par quelques caractères comme la largeur biastérique, l'indice de courbure pariétale, la hauteur de la face et la largeur de l'orifice nasal. Par ces traits, ils ne se rapprochent pas des Néandertaliens, mais au contraire des hommes modernes actuels. Il faut aussi souligner l'importance de la variabilité individuelle dans tous les groupes.

2. Données morphologiques

L'hypothèse d'une continuité morphologique entre Néandertaliens et hommes modernes en Europe s'appuie notamment sur des caractères considérés comme évoquant les Néandertaliens et observés essentiellement sur les fossiles aurignaciens d'Europe centrale :

- robustesse générale situant les spécimens aurignaciens entre les Néandertaliens et les hommes du Paléolithique supérieur récent;
- morphologie et robustesse de la région sus-orbitaire (Smith, 1982 et 1985; Wolpoff, 1980);
- étirement de la région occipitale en chignon, aplatissement lambdoïde marqué (Smith, 1982 et 1985; Wolpoff, 1980; Frayer, 1986);
- grande largeur biastérique (Mladec 6; Frayer, 1986);
- processus mastoïdien petit (Mladec 5 et 6; Frayer, 1986);
- ébauche de torus occipital (Mladec 6; Frayer, 1986);
- sillon mastoïdien gauche étroit antérieurement en raison de la position haute de la crête mastoïdienne (Mladec 5; Frayer, 1986);
- forme de l'arcade dentaire sur le maxillaire isolé de Mladec (Jelinek, 1983);
- faible convexité du frontal d'Hahnöfersand (Bräuer, 1980).

Plusieurs remarques peuvent être faites à propos de ces caractères.

1. Comme nous venons de le voir, certains de ces traits (robustesse, arcs sourciliers développés, chignon et aplatissement lambdatique, ébauche de torus occipital transverse) sont communs aux fossiles des deux régions d'Europe.

2. Ils sont inconstants.

3. Aucun n'est spécifique aux Néandertaliens. La robustesse, le chignon et l'ébauche de torus occipital existent chez des *Homo sapiens* archaïques plus anciens. Ce sont des caractères archaïques dont la signification phylogénétique est discutable. Les seuls traits susceptibles de prouver une continuité entre Néandertaliens et *Homo sapiens sapiens* sont les caractères dérivés néandertaliens. Contrairement aux interprétations

de Frayer (1986, p. 251-252), de tels traits n'existent pas sur les crânes de Mladec ou sur ceux d'Europe occidentale (Gambier, 1989a; Vandermeersch, 1989). Ainsi la région occipitale de Mladec 5 et 6 n'offre pas la disposition néandertalienne décrite par Hublin (1978). Il n'y a pas de fosse sus-iniaque et Mladec 5 présente une protubérance occipitale externe. L'absence de protubérance occipitale externe, les lignes courbes occipitales supérieures et supérieures éloignées et non infléchies dans la région médiane du crâne de Mladec 6 correspondent à des dispositions archaïques (Hublin, 1978) non observées sur les crânes néandertaliens. Quant à l'orientation du plan nuchal de Mladec 5 et 6, elle est difficilement appréciable puisqu'il est détruit en dessous des lignes courbes occipitales inférieures.

Si les apophyses mastoïdes ne paraissent pas très hautes, il faut noter que d'une part, leur extrémité est endommagée et que d'autre part elles sont bien dégagées du massif pétreux comme chez les hommes modernes actuels. La position haute de la crête mastoïdienne sur Mladec 5, qui détermine un sillon mastoïdien étroit antérieurement, n'est observable qu'à gauche. Comme le souligne Frayer, il n'y a pas de tubercule mastoïdien antérieur, ni à droite ni à gauche. La morphologie de cette région est, par conséquent, différente de celle observée chez les Néandertaliens. En revanche, Zlaty-Kun présente effectivement une apophyse mastoïde courte et mal dégagée du massif pétreux, comme chez les Néandertaliens.

Quant au maxillaire isolé de Mladec, si sa morphologie se distingue de celle des autres Aurignaciens, il est trop incomplet pour que toutes ses caractéristiques puissent être déterminées. En outre, il est probable qu'il présentait, comme les autres individus, une fosse canine.

4. La plupart des caractères invoqués à l'appui de l'hypothèse de la continuité se retrouvent sur le crâne des fossiles de Qafzeh. Vandermeersch (1981) a décrit de nombreux caractères communs aux hommes de Qafzeh, de Cro-Magnon et de Predmost. A Qafzeh, des sujets graciles et plus

modernes côtoient des sujets plus robustes et plus archaïques. Les reliefs sus-orbitaires peuvent être saillants (Qafzeh 6) ou faibles (Qafzeh 9), les apophyses mastoïdes sont de taille variable mais toujours dégagées du massif pétreux. Le diamètre biastérique peut être fort (Qafzeh 3, 5 et 6), comme sur Mladec 6. Skhul 5 et Qafzeh 3 ont un torus occipital transverse atypique. Qafzeh 6 présente une fosse sus-iniaque non délimitée vers le haut et latéralement. Qafzeh 7 et peut être Skhul 5 sont les seuls à présenter une protubérance occipitale externe (Hublin, 1978).

Toutes les variations, excepté le chignon, observées sur les crânes des hommes modernes de l'Aurignacien sont présentes sur les crânes des hommes modernes du Proche-Orient. En l'état actuel de la documentation anthropologique, les hommes modernes du Proche-Orient forment l'échantillon dont la morphologie crânienne est la plus proche de celle des premières populations modernes d'Europe. L'ancienneté des fossiles de Qafzeh (Valladas *et al.*, 1988) permet de les retenir comme population "ancêtre" possible.

Toutefois, cette conclusion n'exclut pas la possibilité d'un apport néandertalien par métissage. La contemporanéité des Néandertaliens et des premiers hommes modernes en Europe paraît acquise (Laville, 1975; Levêque et Vandermeersch, 1980; Leroy et Leroi-Gourhan, 1983; Desbrosse et Kozłowski, 1989; Vandermeersch, 1989) et des contacts entre groupes ont dû se produire. La présence systématique (sauf Cro-Magnon 2) du chignon occipital, alors qu'il est absent chez les hommes de Skhul et de Qafzeh, la morphologie de l'apophyse mastoïde de Zlaty-Kun et celle du maxillaire isolé de Mladec pourraient résulter de cet apport. Mais les données sont, à notre avis, trop partielles et la variabilité des populations concernées est insuffisamment connue pour être probante, d'autant plus que nous ne savons que peu de chose sur la transmission et la signification des caractères ostéologiques.

Conclusions

L'analyse des crânes des premiers hommes modernes d'Europe occidentale et

centrale ne permet pas de mettre en évidence des différences morphologiques ou métriques marquées entre les populations des deux régions. Elle montre l'existence d'une variabilité importante dans les deux groupes, mais dont nous ne saisissons pas (en particulier parce que l'échantillon est trop faible) toutes les composantes. D'étroites affinités se manifestent au niveau de l'expression des caractéristiques modernes et de la persistance de traits archaïques. Les différences reconnues ne permettent pas de justifier l'existence de schémas d'évolution distincts dans les deux régions d'Europe.

Comparés aux Néandertaliens et aux plus anciennes populations modernes (Qafzeh et Skhul), les hommes modernes de l'Aurignacien sont métriquement et morphologiquement plus proches de ces dernières. Les traits "néandertaliens" sont en réalité des caractères archaïques qui, pour la plupart, existent aussi chez les hommes de Qafzeh et de Skhul. Ils ne prouvent pas une continuité entre Néandertaliens et premiers hommes modernes d'Europe. Les données morphologiques et métriques des crânes néandertaliens vont également à l'encontre de cette hypothèse. En Europe de l'Ouest, les Néandertaliens les plus récents ne présenteraient pas de caractère progressif annonçant l'homme moderne (Vandermeersch, 1984; Hublin, 1990). En Europe centrale, les Néandertaliens de Krapina s'inscrivent dans la variation des Néandertaliens occidentaux. Leur plus grande ancienneté peut expliquer les traits "atténués" et archaïques qu'ils montrent (Smith, 1976; Condemi, 1988). Ceux de Vindija (Complexe G3) offrent aussi une morphologie néandertalienne. Wolpoff *et al.* (1981) décrivent sur ces pièces des traits qui les rapprocheraient des hommes de Mladec : réduction de l'épaisseur du torus sus-orbitaire dans la région moyenne de l'orbite; largeur de l'orifice nasal et hauteur alvéolaire faibles suggérant une réduction de la face. Mais les os longs associés indiquent une stature inférieure à celle des autres Néandertaliens. S'ils sont rapportables aux individus représentés par les vestiges crâniens, la réduction de certaines dimensions faciales pourrait être en partie liée à celle de la stature. Il faut aussi rappeler que la hauteur alvéolaire et la largeur nasale des fossiles

de Vindija sont estimées, car il s'agit d'hémimaxillaires dont le bord alvéolaire est endommagé.

Mais même si l'on admet une gracilisation du crâne des Néandertaliens de Vindija, celle-ci peut être liée à des variations (âge, sexe ...) sans signification phylogénétique. Par conséquent, les fossiles d'Europe centrale, comme ceux d'Europe occidentale, n'apportent pas d'arguments anthropologiques solides établissant la preuve d'une relation phylogénétique entre Néandertaliens et hommes modernes. Jusqu'à présent, c'est en Europe centrale que les plus anciennes industries aurignaciennes étaient connues (Kozłowski, 1982). Mais les datations des niveaux

moustériens et aurignaciens de l'Arbreda en Espagne (Bischoff *et al.*, 1989) tendent à réduire l'écart entre les deux régions d'Europe. Elles montrent que l'expansion des populations aurignaciennes s'est faite très rapidement dans toute l'Europe et que la coexistence avec les groupes porteurs du Moustérien, du Szélétien, du Châtelperronien ou de l'Uluzzien a été relativement longue. Si les artisans des toutes premières phases de l'Aurignacien et des industries de transition sont respectivement des hommes modernes et des Néandertaliens, les données culturelles parlent donc aussi en faveur de l'hypothèse du remplacement. Un apport néandertalien par métissage ne peut cependant être exclu, mais il n'en existe pour l'instant aucune preuve anthropologique convaincante.

Remerciements

Je remercie les directeurs de Musées et collègues français et étrangers qui m'ont autorisé à examiner les fossiles humains placés sous leur responsabilité : Messieurs les professeurs Y. Coppens, J. Jelinek, B. Klima, A. Langaney, J. Szilvassy et E. Vlcek. Je remercie également le Ministère des Affaires étrangères de France et l'Académie des Sciences de Tchécoslovaquie, qui ont financé mon séjour en Tchécoslovaquie, et F. Houet qui a assuré le traitement statistique des données.

Bibliographie

- ALLSWORTH-JONES, P., 1982, Comments, in F.H. SMITH, 1982, Upper Pleistocene Hominid Evolution in South Central Europe : a Review of the Evidence and Analysis of Trends, *Current Anthropology*, 23, pp. 607-703.
- BISCHOFF, J.L., SOLER, N., MAROTO, J. et JULIA, R., 1989, Abrupt Mousterian/Aurignacian Boundary at c.40 ka bp : Accelerator 14 C Dates from l'Arbreda Cave (Catalunya, Spain), *Journal of Archaeological Science*, 16, pp. 573-576.
- BRACE, L.C., 1964, The Fate of the "Classic" Neanderthals. A Reconsideration of Hominid Catastrophism, *Current Anthropology*, 5, pp. 3-43.
- BRÄUER, G., 1980, Die morphologischen Affinitäten des jungpleistozänen Stirnbeines aus dem Elbmündungsgebiet bei Hahnöfersand, *Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie*, 71, pp. 1-42.
- BRÄUER, G., 1981, New Evidence on the Transitional Period between Neandertal and Modern Man, *Journal of Human Evolution*, 10, pp. 467-474.
- BRÄUER, G., 1984, A Craniological Approach to the Origin of Anatomically Modern *Homo sapiens* in Africa and Implication for the Appearance of Modern Europeans, in F.H. SMITH et F. SPENCER(eds), *The origins of Modern Humans : a World Survey of the Fossil Evidence*, New York, Alan R. Liss, pp. 327-410.
- BROSE, D.S. et WOLPOFF, M.D., 1971, Early Upper Paleolithic Man and Late Middle Paleolithic Tools, *Am. Anthropol.*, 73, pp. 1156-1194.

- CABRERA VALDES, V. et BISCHOFF, L., 1989, Accelerator 14 C Dates for Early Upper Paleolithic (Basal Aurignacian) at El Castillo Cave (Spain), *Journal of Archaeological Sciences*, 16, pp. 577-584.
- CONDEMI, S., 1988, Les Néandertaliens du Proche-Orient, *Dossiers Histoire et Archéologie*, 124, pp. 76-79.
- DESBROSSE, R. et KOZLOWSKI, J., 1989, *Hommes et climats à l'âge du Mammouth. Le Paléolithique supérieur de l'Eurasie centrale*, Paris, Masson.
- FRAYER, F.W., 1986, Cranial Variation at Mladec and the Relationship between Mousterian and Upper Paleolithic Hominids, in *Fossil Man New facts, New Ideas, Anthropos* (Brno), 23, pp. 243-256.
- FRIDRICH, J. et SKLENAR, K., 1976, *Die paläolithische und mesolithische Höhlenbesiedlung des Böhmischen Karstes*, Prague, National Museum.
- GAMBIER, D., 1989a, Les caractères "Néandertaliens" des premiers Hommes modernes du Paléolithique supérieur français, in B. Vandermeersch (éd.), *L'Homme de Neandertal 7 : L'extinction, ERAUL*, 30, pp. 67-84.
- GAMBIER, D., 1989b, Fossils Hominids from the Upper Paleolithic (Aurignacian) of France, in P. MELLARS et C.B. STRINGER (eds), *The Human Revolution : Behavioural and Biological Perspectives on the Origins of Modern Humans*, Edinburgh Univ. Press, pp. 194-211.
- GIESELER, W., 1937, Bericht über die jungpaläolithischen Skelettreste von Stetten ob Lontal bei Ulm, *Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Physische Anthropologie*, 8, pp.41-48.
- HAHN, J., 1986, *Kraft und Aggression : die Botschaft der Eiszeitkunst im Aurignacien Süddeutschlands*, Tübingen, Archaeologica Venatoria.
- HELENA, Ph., 1926-1927, La stratigraphie de la grotte de La Crouzade (Commune de Gruissan, Aude), *Bulletin de la Commission Archeologique de Narbonne*, 17, pp. 49-94.
- HUBLIN, J.-J., 1978, *Le torus occipital transverse et les structures associees : Evolution dans le genre Homo*, Paris, Thèse de troisieme cycle, Université Pierre et Marie Curie.
- HUBLIN, J.-J., 1990, Les peuplements paléolithiques de l'Europe : un point de vue paléobiogéographique, in *Paléolithique moyen récent et Paléolithique supérieur ancien en Europe*, Colloque International de Nemours, 9-11 mai 1988, Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile de France, 3, pp. 29-37.
- JELINEK, J., 1976, The *Homo sapiens neanderthalensis* and *Homo sapiens sapiens* Relationship in Central Europe, *Anthropologie*, 14, pp. 79-81.
- JELINEK, J., 1983, The Mladec Finds and their Evolutionary Importance, *Anthropologie*, 21/1, pp. 57-64.
- KOZLOWSKI, J.K., 1982, *Excavation of the Bako Kiro Cave. Final report*, Warszawa, Panstwone Wydawnitwo Naukowe.
- LARTET, L., 1868, Une sépulture des troglodytes du Périgord, *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 3, pp. 335-349.
- LAVILLE, H., 1975, *Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord*, Laboratoire de Paléontologie humaine et de Préhistoire, Université de Provence, Mémoire 4.
- LEROYER, C. et LEROI-GOURHAN arl., 1983, Problème de chronologie : le Castelperronien et l'Aurignacien, *Bull. Soc. Préhist. Fr.*, 80, pp. 41-44.
- LEVEQUE, F. et VANDERMEERSCH, B., 1980, Découverte de restes humains dans un niveau castelperronien à St-Césaire (Charente-Maritime), *C.R. Acad. Sc. Paris*, 291, série D, pp. 187-189.
- MAC COWN, T.D et KEITH, A., 1939, *The Stone Age of Mount Carmel*, Vol. .2 : *The Fossil Human Remains from the Levallois-Mousterian*, Oxford, Clarendon Press, 390 p.

- MALEZ, M., 1967, Paleolit Velike Pecine na Ravnoj gori u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, (résumé en allemand), *Archeoloski Radovi i Rasprave*, 4/5, pp. 7-68.
- MALEZ, M., 1974, Novijirezultatiistrazivanja paleolitika u Veliko, Pecini, Veternici i Sandalji, (résumé en allemand), *Archeoloski Radovi i Rasprave*, 7, pp. 7-44.
- MARTIN, R. et SALLER, K., 1956-1966, *Lehrbuch der Anthropologie* 4, Stuttgart, Fischer.
- MOVIUS, H.L., 1969, The Abri of Cro-Magnon, Les Eyzies (Dordogne) and the Probable Age of the Contained Burials on the Basis of the Nearby Abri Pataud, *Anuario de Estudios Atlanticos*, 15, pp. 323-344.
- PROSEK, F., LOZEK, V., HOKR, Z.D. et VLCEK, E., 1952, Zprava o vyzkumu pleistocennich ulozenin na Zlatem Koni u Koneprus, *UUG, Praha*, 28, pp. 161-179.
- RIEK, G., 1932, Paläolithische Station mit Tierplastiken und menschlichen Skelettresten bei Stetten ob Lontal, *Germania*, 16, pp. 1-8.
- SACCHI, D., 1973, *Les civilisation du Würmien récent dans le Narbonnais*, XLV Congrès de la fédération Historique du Languedoc méditerranéen et du Roussillon, *Narbonne Archéologie et Histoire*, pp. 2-28.
- SMITH, F.H., 1976a, *The Neanderthal Remains from Krapina : A Descriptive and Comparative Study*, University of Tennessee Dpt. of Anthropology, Report of investigations, 15.
- SMITH, F.H., 1976b, A Fossil Hominid Frontal from Velika Pecina (Croatia) and a Consideration of Upper Pleistocene Hominids from Yugoslavia, *American Journal of Physical Anthropology*, 44, pp. 127-134.
- SMITH, F.H., 1982, Upper Pleistocene Hominid Evolution in South Central Europe : A Review of the Evidence and Analysis of Trends, *Curr. Anthropol.*, 23, pp. 667-703.
- SMITH, F.H., 1985, Continuity and Change in the Origin of Modern *Homo sapiens*, *Zeitschrift für Morph. Anthropol.*, 75, pp. 197-222.
- SONNEVILLE-BORDES, D. de, 1960, *Le Paléolithique supérieur en Périgord*, Bordeaux, Delmas, 558 p.
- STRINGER, C.B., HUBLIN, J.J., et VANDERMEERSCH, B., 1984, The Origin of Anatomically Modern Human in Western Europe, in F.S. SMITH et F.SPENCER (eds.), *The Origins of Modern Humans : A World Survey of the Fossil Evidence*, New York, Alan R. Liss, Inc, pp. 521-535.
- SUZUKI, H. et TAKAI, F., 1970, *The Amud Man and his Cave Site*, Tokyo, Academic press.
- SVOBODA, J., 1984, Cadre chronologique et tendances évolutives du Paléolithique tchécoslovaque. Essai de synthèse, *L'Anthropologie*, Paris, 88, pp. 169-192.
- SZOMBATHY, J., 1925, Die diluvialen Menschenreste aus der Fürst-Johanns-Höhle bei Lautsch in Mähren. *Die Eiszeit*, Ed. 2, pp. 1-95.
- THOMA, A., 1978, L'origine des Cromagnoïdes, in *Les Origines humaines et les Epoques de l'Intelligence*, Paris, Masson, pp. 261-271.
- TILLIER, A.M., 1990, Néandertaliens et Origine de l'Homme moderne en Europe : quelques réflexions sur la controverse, in *Paléolithique moyen récent et Paléolithique supérieur ancien en Europe*, Colloque International de Nemours, 9-11 mai 1988. Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile de France, 3, pp. 21-23.
- TRINKAUS, E., 1983, *The Shanidar Neanderthals*, New York, Academic Press.
- TRINKAUS, E., 1986, The Neanderthals and Modern Origins, *Annual Rev. Anthropol.*, 15, pp. 193-218.
- VALLADAS, H., REYSS, J.L., JORONT, J.L., VALLADAS, G., BAR YOSEF, O. et VANDERMEERSCH, B., 1988, Thermoluminescence Dating of Mousterian "Proto-Cro-Magnon" Remains from Israël and the Origin of Modern Man, *Nature*, 331, pp. 614-616.

VALLOIS, H.V. et BILLY, G., 1965, Nouvelles recherches sur les hommes fossiles de l'abri de Cro-Magnon, *L'Anthropologie*, 69, pp. 47-74.

VANDERMEERSCH, B., 1981, *Les hommes fossiles de Qafzeh (Israël)*, Paris Ed. C.N.R.S., Cahiers de Paléontologie (Paléanthropologie).

VANDERMEERSCH, B., 1989, L'extinction des Néandertaliens, in B. VANDERMEERSCH (ed.), *L'Homme de Néandertal 7: L'extinction*, ERAUL, 30, Liège, pp. 11-21.

VLCEK, E., 1957, Pleistocenni cloveka z jeskine na Zlatem Koni u Koneprus, (résumé en allemand), *Anthropozoikum*, Praha, 6, pp. 283-311.

WOLPOFF, M.H., 1980, *Paleoanthropology*, New York, Knopf.

WOLPOFF, M.H., SMITH, F.H., MALEZ, M., RADOVICIC, J. et RUKAVINA, D., 1981, Upper Pleistocene Human Remains from Vindija Cave, Croatia, Yugoslavia, *American Journal of physical Anthropology*, 54, pp. 499-545.

Troisième partie - Part Three

Excursion scientifique
Field Trip

La Belle-Roche (Sprimont, Belgium) : the Oldest Archaeological Site in the Benelux. A Report on a Field Trip.

La Belle-Roche (Sprimont, Belgique) : le plus vieux site archéologique du Benelux. Compte-rendu d'excursion.

Jean-Marie Cordy, Bruno Bastin, Camille Ek, Raoul Geeraerts, André Ozer,
Yves Quinif, Jacques Thorez and Marguerite Ulrix-Closset *

Abstract

The report on the field trip to the La Belle-Roche site (Sprimont, Belgium) during the Symposium "Five Million Years : the Human Adventure" allows us to carry out a synthesis of the multi-disciplinary research which has gone on there for the last 10 years. This fossil cave has yielded deposits from the Early Middle Pleistocene, a remarkably rich and varied fauna of the Upper Cromerian (around 500,000 years old) and a prehistoric industry involving pebble tools which is by far the oldest trace of human occupation in the Benelux.

Résumé

Le rapport d'une excursion sur le gisement de La Belle-Roche (Sprimont, Belgique) a permis de réaliser une synthèse des recherches pluridisciplinaires qui s'y sont déroulées depuis 10 ans. Cette grotte fossile conserve des dépôts du Pléistocène moyen ancien, une faune remarquablement riche et variée du Cromérien supérieur (environ 500.000 ans) et une industrie préhistorique à galets aménagés qui est de loin la plus ancienne trace d'occupation humaine du Benelux.

Key words : palaeokarst, Belgium, pebble tools, Cromerian fauna, multi-disciplinary research, Early Middle Pleistocene.

Mots clefs : paléokarst, Belgique, galets aménagés, faune cromérienne, recherches pluridisciplinaires, Pléistocène moyen ancien.

-
- * J.-M. Cordy, Chercheur qualifié au F.N.R.S., Unité de Recherches "Evolution des Vertébrés et évolution humaine", Université de Liège, 7 place du XX Août, 4000 Liège, Belgique
B. Bastin, Laboratoire de Palynologie et de Dendrochronologie, Université Catholique de Louvain, 4 place Croix-du-Sud, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique
C. Ek, Service de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire, Université de Liège, 7 place du XX Août, 4000 Liège, Belgique
R. Geeraerts, Centre de Physique du Globe, 5670 Dourbes, Belgique
A. Ozer, Service de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire, Université de Liège, 7 place du XX Août, 4000 Liège, Belgique
Y. Quinif, Laboratoire de Minéralogie, Faculté polytechnique de Mons, 9 rue de Houdain, 7000 Mons, Belgique
J. Thorez, Service de Géologie générale, Géologie des argiles et Sédimentologie des silicoclastiques, Université de Liège, Sart Tilman (Bât. B18), 4000 Liège, Belgique
M. Ulrix-Closset, 266 rue des Wallons, 4000 Liège, Belgique

Introduction

Within the framework of the international symposium "Cinq millions d'années, l'aventure humaine" ("Five Million Years, the Human Adventure"), Brussels, September 1990), the field trip to the palaeokarstic site of La Belle-Roche seems worthwhile due to the fact that one of the layers of fill conceals the most ancient artefacts heretofore recognized in the Benelux. Besides, the multi-disciplinary studies undertaken there and the abundance of palaeontological data discovered there provide for an exact definition of the chronological and palaeoecological context of this lower palaeolithic occupation. From this fact, it is clear that La Belle-Roche is destined to become a reference site for the Early Middle Quaternary of Europe. Finally, it should be underlined that the discovery of human remains,

which of course remains uncertain, would be of the highest interest since, due to its fauna, the site of La Belle-Roche seems chronologically quite close to the Mauer site (Heidelberg; see Kraatz, 1992).

Situation

The karstic site of La Belle-Roche is to be found approximately 20 km South of Liège, Belgium, at the southwestern extremity of the commune of Sprimont (fig. 1). More precisely, it is situated on the right slope of the Ambleve river, south of and below the village of Fraiture, around 2 km from the confluence of the Ambleve and the Ourthe, near Comblain-au-Pont (fig. 2).

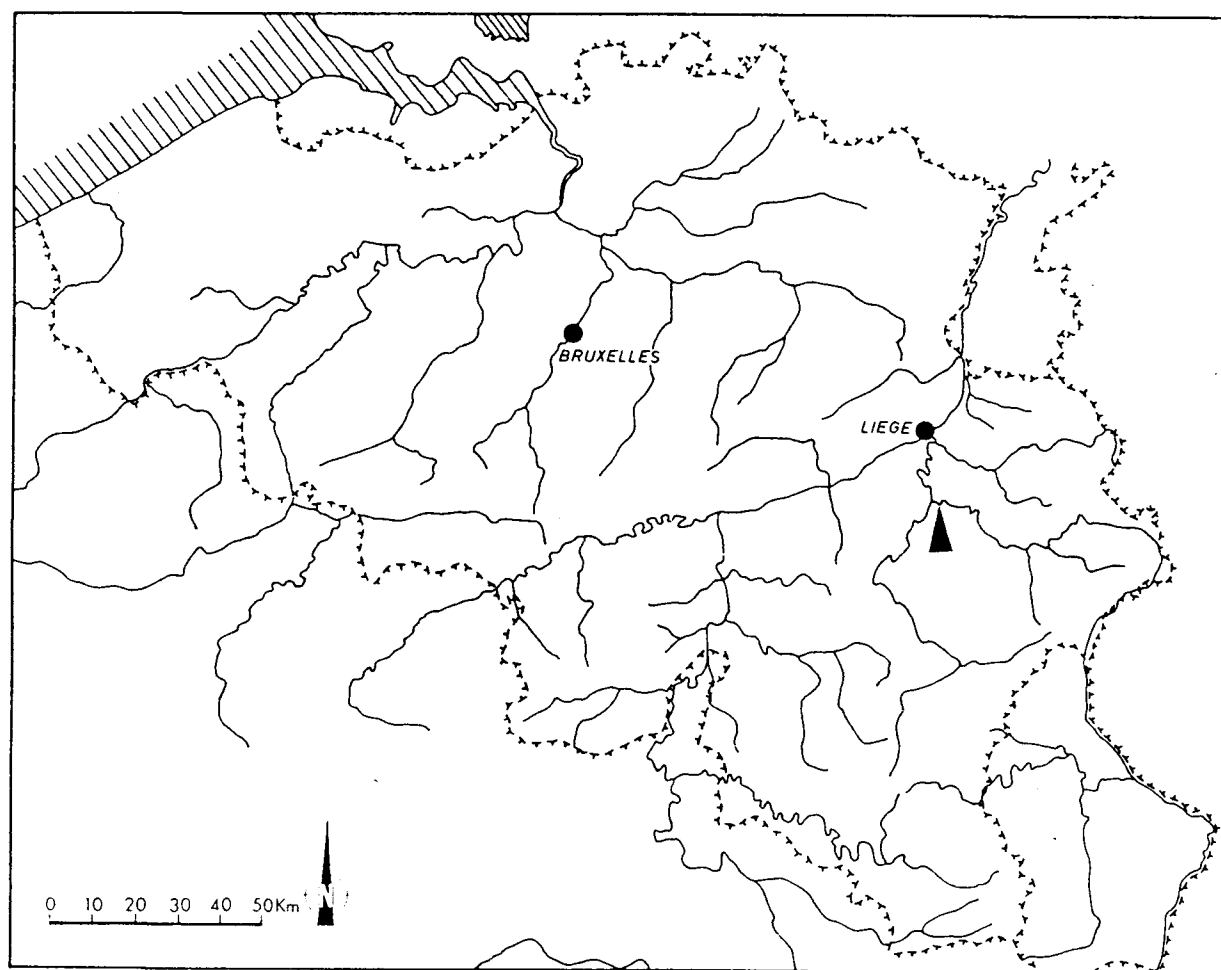


Fig. 1 Map showing the location of the La Belle-Roche site in Belgium

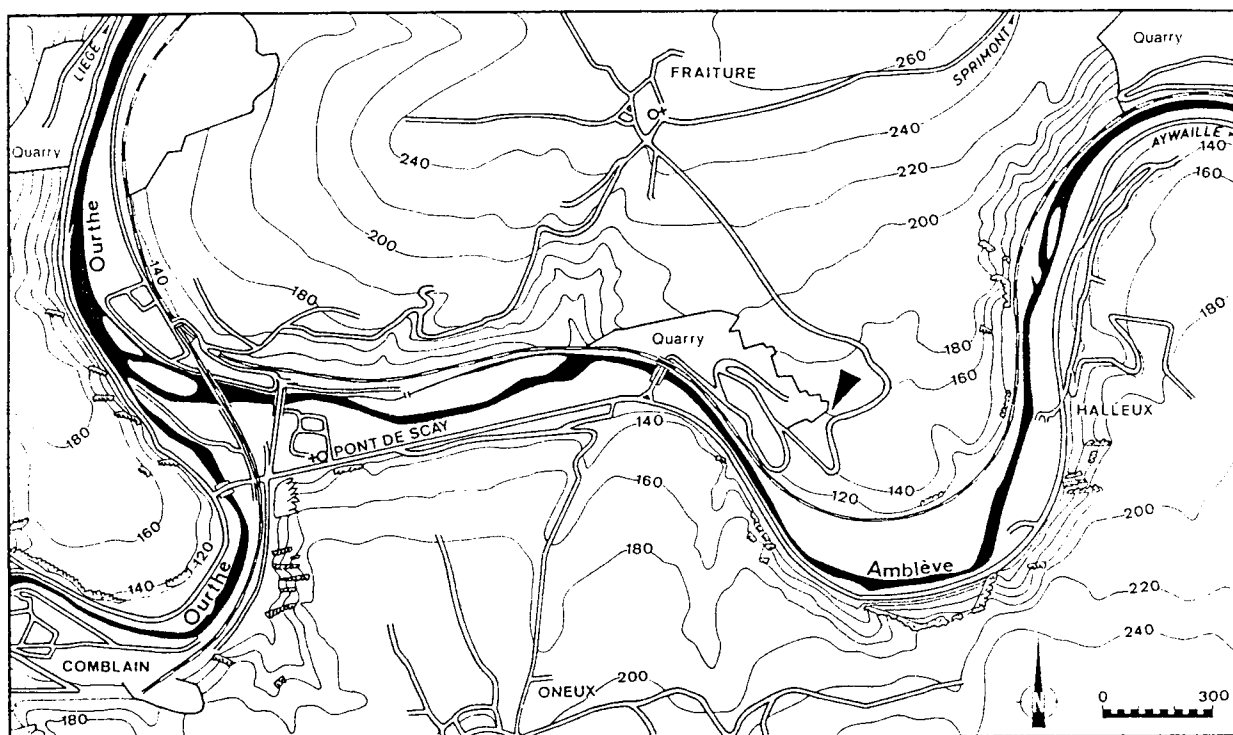


Fig. 2 Precise map showing the location of the La Belle-Roche site within the area of the confluence of the Ourthe and Amblève rivers.

The cave appears in cross-section in the upper face of the quarry called La Belle-Roche, at the eastern extremity of its worked part, at an altitude of 160 m, or 60 m above the present stream level.

The cave was brought to light due to quarry work carried out on the upper level of the site. Although it had already been partially destroyed by quarrying and seems earlier to have been identified by amateur researchers (Cordy, 1981), it was only in 1980 that the site's real importance was recognized (Cordy, 1980), and that a salvage excavation and scientific studies were undertaken

Saving the Site

Since its official discovery, the La Belle-Roche site has been excavated by the non-profit organization "Palaeontology and Karstic Archaeology" in close cooperation with the Department of Animal Palaeontology of the University of Liège (Prof. G. Ubaghs) and

subsequently with the Research Group "Vertebrate and Human Evolution" of the same University. Given the continuity of salvage excavations still going on, only preliminary publications have reported discoveries and the advancement of research (Cordy, 1980, 1981...).

Before the discovery of the fossiliferous level of the site, its western portion had already been destroyed. Since 1980, quarrying activity has gone on and continues to destroy the cave progressively and irremediably. Hence, excavations carried out have had as their objective saving the archaeological and palaeontological specimens and gathering a maximum of information about the fill before the site is definitively destroyed by the quarrying. During the first years, research was able to be carried on with all the meticulousness desired. However, since 1987, with the intensification of industrial exploitation, 'excavation campaigns', spread out over some six months, have been transformed into "salvage campaigns". This situation is quite evidently damaging both for the quality of artefact

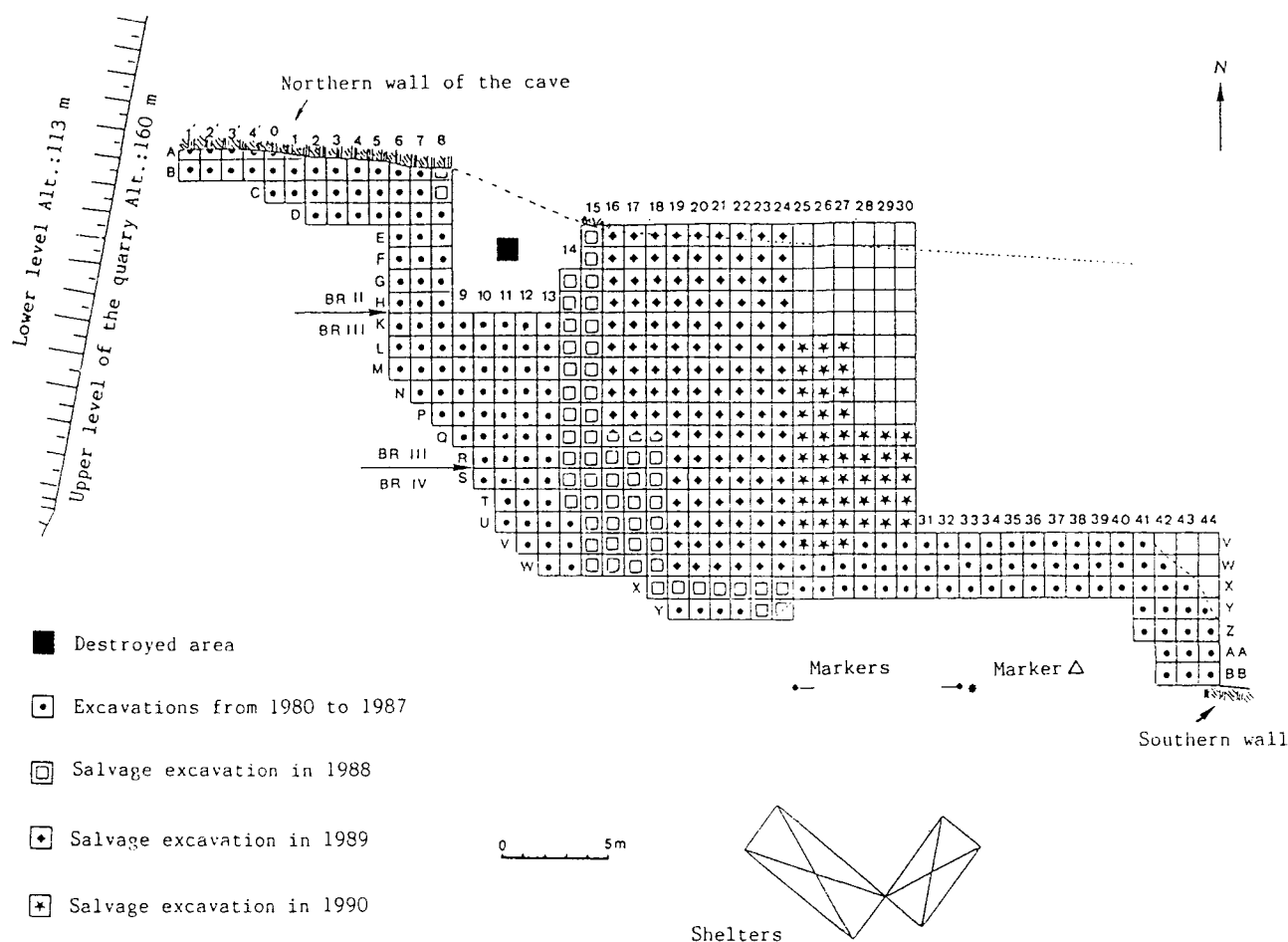


Fig. 3 Grid of the La Belle-Roche excavation

As of the end of the last salvage campaign in 1990, around 400 m² have been excavated since the site's recognition in 1980 (fig. 3).

Description of the Site

The site occurs within a level of a karstic system whose general East-West orientation follows the stratification of carboniferous limestone beds. Various transversal and longitudinal sections bring four galleries to light which, parallel to one another, plunge into the interior of the hillside still intact (fig. 4).

This karstic level has been fossilized since all hydrological processes have long disappeared, and has been totally choked up with fill deposits. Its carving out must doubtlessly be seen in relation to the Amblevé's subterranean cut-off meandering when the stream flowed some

sixty metres higher and be correlated with terraces attributed to the Middle Pleistocene.

The transversal face of the three fossiliferous galleries (II, III, and IV), which are in large measure interconnected, is spread out over 25 metres. The cave's length has been proven to extend over a hundred metres into the limestone massif (measurements by electric resistivity carried out by ISSEP, Belgium).

Fill Description

All the cave's galleries are completely filled with more or less loose deposits, certain of which being fossiliferous. Only the fill of gallery I is to be distinguished from the others and has turned out to be sterile as much from a palaeontological point of view as from an archaeological one.

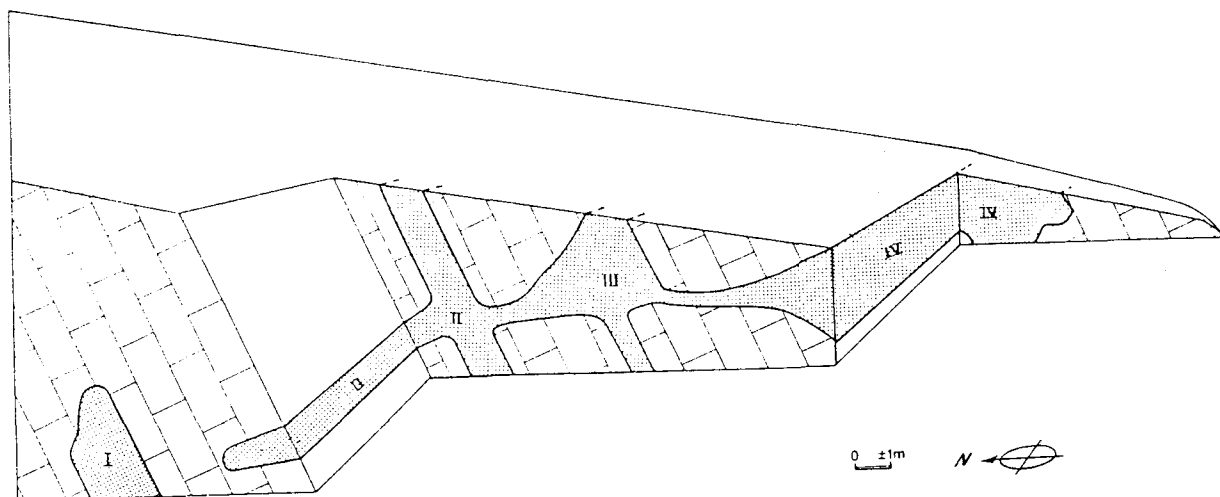


Fig. 4 Block diagram showing the disposition of the galleries and the initial cross-sections.

The deposits of the three other galleries are relatively homogeneous despite variations in thickness and sometimes in lithofacies of superposed layers and beyond local deformations due to sedimentary structure at the level of karstic pits. Five major phases of filling can be defined as follows (fig. 5 and 6) :

1. The "Aeolian" Wash-in Complex

A silt, probably of aeolian origin, initially clogged up the karstic pits. This sterile sediment

was washed into the cave, probably by run-off.

2. The Fluvial Complex

The galleries' floors have been covered by a layer of fluvial origin formed essentially of pebbly and gravelly layers. Doubtlessly, this deposit was put in place by the Ambleve as shown by lithological composition (quartzite, sandstone, quartz and also some flint) when the cave was still undergoing full hydrological activity. At the end of this phase, the watercourse

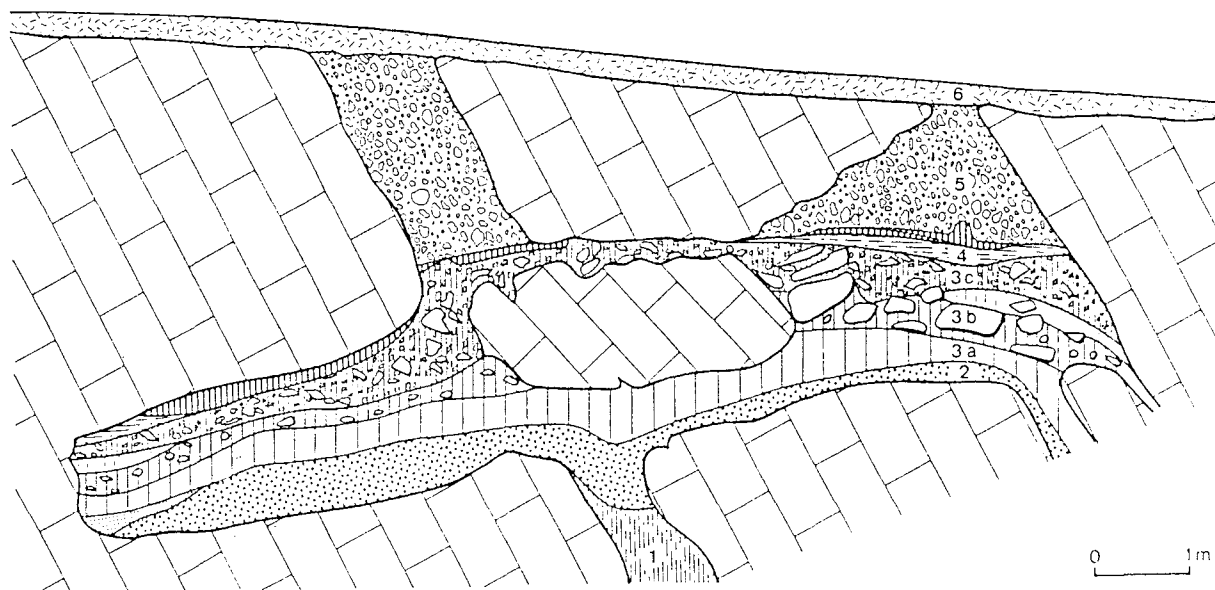


Fig. 5 Schematical stratigraphical cross-section of galleries I and II (see definition of layers in the text).

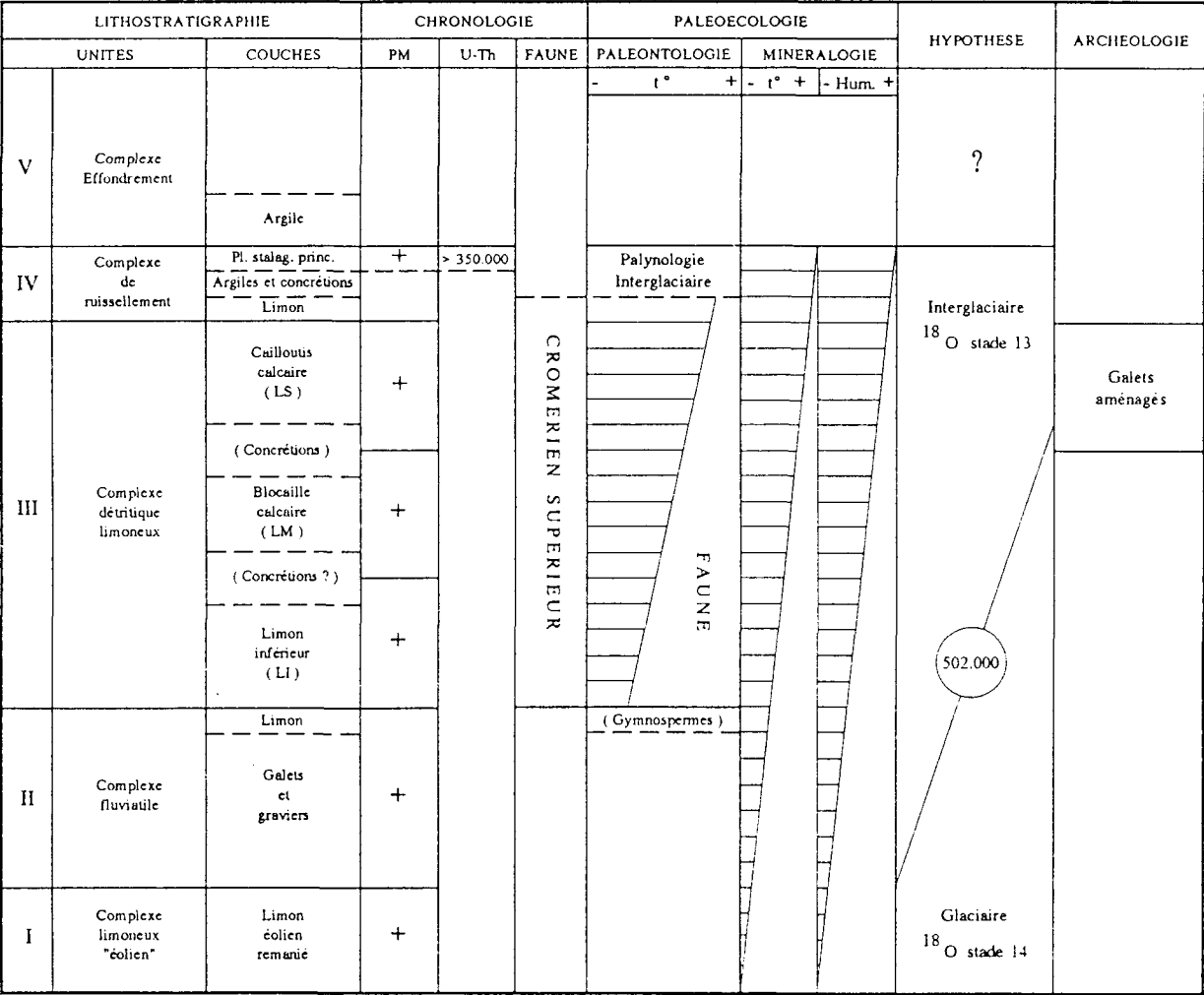


Fig. 6 Synthetic table of multi-disciplinary research. PM = palaeomagnetism; U-Th = Uranium-Thorium datation. Mineralogy = clay mineral evolution.

locally deposited greyish, fluvial, laminated silty lenses. The totality of these layers are sterile with the exception of the limon which sometimes contains limonite casts of Gymnosperm branches (probably of the genus *Pinus*) (Demaret-Fairon, 1984).

3. The Unsorted Silty Detrital Complex

These deposits, which this time are quite rich in faunal remains, are silty but progressively loaded from bottom to top with reddish, decalcification clay and limestone rock fragments. From a sedimentological point of view, this complex is granulometrically poorly classified and the cobbles do not present a well-defined orientation. Elsewhere, bone remains

are dispersed from bottom to top and only exceptionally present anatomical connections. Finally, reworked concretions are sometimes observed in this complex. All these observations point to a secondary deposit, put in place after a mass movement probably in the form of mud flows; these flows would then have locally affected the karstic deposits which lie in an upper portion of the cave.

Three layers are distinguishable from bottom to top within this complex :

- a) A lowest, brown-beige silt containing scattered quartzite pebbles similar to those of the fluvial complex. This layer contains few faunal remains except in its upper part where a relative

concentration of fossils seems connected to a break in sedimentation. The quite sporadic occurrence of some speleothems seems to confirm this sedimentary discontinuity.

b) Limestone rubble embedded within a rather reddish silty matrix follows. In gallery II, limestone blocks are relatively small and dispersed within the sediment; in galleries III and IV, this layer is characterized by collapsed blocks and by relatively angular rubble. From this layer on, bones become relatively abundant and varied; microfaunal remains can in places become quite rich. This time the quite sporadic development of a number of stalagmites clearly attests to a halt in sedimentation at the summit of this layer.

c) Rounded limestone cobbles, generally of decimetrical sizes, complete this detrital complex. The silty matrix has a reddish appearance due to its content in decalcification clay. The cobbles are easily distinguishable from the more angular blocks of the middle layer; quartz and quartzite cobbles are equally rarely observed. The rocks in this layer are frequently cemented together by a calcite impregnation and may sometimes exhibit a characteristic breccia. It is as rich in fossils as the middle layer and moreover contains scattered prehistoric artefacts.

4. The Clay-Calcite Run-off Complex

This lithostratigraphic unit is essentially linked to a run-off process and a very humid period. In question here is a complex of very thin interbedded layers of calcite, clay and clayey silt as well as a variable succession of laminar calcitic deposits and clayey run-off deposits. Typically, it begins with layered lenses which can contain microfaunal remains particularly rich in Chiroptera. At the summit of this complex, the remains of a stalagmitic floor can in places develop so as to reach a thickness of more than fifteen centimetres. This clay-calcitic complex is quite close to the roof of the galleries. Apart from the lower layer, these deposits are sterile.

5. The Collapsed Complex

In the high parts of the cavities and in the vents, the galleries are filled with deposits

resulting from the mechanical breaking down of the walls and roofs and from the limestone's chemical alteration (essentially dolomitic sand and decalcification clay). This complex typically begins with a red laminated clay layer containing debris from the roof and wall speleothems.

6. Surface Colluvium

On the surface, above the fossil cave, one may observe a relatively recent colluvial deposit containing some mesolithic and neolithic artefacts. Since the cave's filling-in, the rock above the fossiliferous level has doubtlessly been considerably eroded by periglacial processes linked to glaciations which have succeeded one another during the past five hundred thousand years. This erosion has probably brought on the destruction of an upper part of the cave, which perhaps corresponded to the site of prehistoric human occupation.

Dating

The filling of this karstic level is chronologically defined by two dating systems. On the one hand, palaeomagnetism, normal in all the deposits, testifies to a date later than the last reversal of the geomagnetic field, the Brunhes-Matuyama boundary, which is dated at about 730,000 BP (Morley and Hays, 1981; Zubakov and Borzenkova, 1990). On the other hand, numerous $^{234}\text{Uranium}/^{230}\text{Thorium}$ datings have been carried out on the main stalagmitic floor which completely seals the fossiliferous deposits. All datings attribute an age of over 350,000 years (the method's limit) for the concretion formation and *a fortiori* for the artefacts and fossils (Gewelt *et al.*, 1984; Gascoyne and Schwarcz, 1985; Gewalt, 1985; Quinif, unpublished results).

The study of the fauna, which is exceptionally rich (around 25,000 indexed remains) and varied (some fifty species) (tables 1 and 2), allows us to put forward a more precise date. In fact, the association and the degree of evolution of carnivores such as *Ursus deningeri*, *Panthera leo fossilis*, *Panthera gombaszoegensis*,

Canis mosbachensis and *Xenocyon lycaonoides*, herbivores such as *Equus mosbachensis*, *Hemitragus bonali*, *Dicerorhinus etruscus* and Rodents such as *Pitymys gregaloides* and *Arvicola cantiana* correspond perfectly with the Early Middle Pleistocene and more particularly with the Upper Cromerian. This fauna can quite assuredly be correlated with that of sites such as the l'Escafe cave (St. Estève Janson) in France, Westbury-sub-Mendip and Boxgrove in Great Britain, Mosbach and Mauer in western Germany and Vertesszöllös in Hungary.

This biozone is approximately associable with the oxygen isotope stage 13 and perhaps extends to stage 15 (Cordy, 1982, 1991); the site's age is thus situated at around 500,000 years $\pm$ 70,000 years after datings classically proposed for these stages (Morley and Hays, 1981; Zubakov and Borzenkova, 1990).

Palaeoecology

From a palaeontological viewpoint, the fauna, and especially the microfauna, clearly indicate that the detrital, silty complex (3) corresponds to a period of palaeoclimatic transition. In the first half of the deposits, the climate appears cold and continental, undoubtedly in relation to a glacial period. The presence of arctic Rodents belonging to the *Dicrostonyx* and *Lemmus* genera, linked to that of a typically continental Lagomorph, *Ochotona* cf. *pusilla*, attests to this interpretation. Even though the occurrence of Reindeer is very rare, it entirely confirms this model. In the second half of the deposits, the disappearance of the above-mentioned animals and the appearance of typically sylvicolous species as, for example, the Red Deer (*Cervus elaphus*) and the Roe Deer (*Capreolus* sp.) or the Wood Mouse (*Apodemus* sp.) among the Rodents are sufficient indices of a warming of the climate and of a redevelopment of wooded regions. The appearance and the spectacular development of Chiroptera at the summit of the detrital deposits right under the clay-calcite complex totally confirms the hypothesis of an undoubtedly interglacial climate.

This palaeoclimatic model is confirmed by the flora, which provides some supplementary data. On the one hand, pollen analyses undertaken on samples of the silty matrix (layer 3c), the breccia (3c) and the stalagmitic floor (4) display a typical interglacial succession. It is first characterized by the dominance of *Betula* (48%) and *Fraxinus* (31%), and the presence of mesophilous trees such as *Corylus* (3%), *Carpinus* (2%) and *Alnus* (2%). It continues then by the combined extension of *Pinus* (32%), *Corylus* (12%), *Alnus* (11%), *Picea* (9%), *Quercus* and *Tilia* (both 1%). Afterwards, the regression of all trees, except *Betula* (12%) and *Quercus* (3%), seems to correspond to cooler climatic conditions, still of interglacial character, as indicated by the weak maintenance of *Corylus* (5%), *Fraxinus* (1,5%), *Carpinus*, *Fagus*, *Tilia* and *Ulmus* (all four less than 1%). On the other hand, the fossilization of Gymnosperm branches (probably *Pinus*) (Demaret-Fairon, 1984) may indicate that the glacial conditions corresponding to the beginning of the alluvial deposits were not extreme and permitted the development of arboreal species.

Finally, detailed analysis of the clayey minerals in all the deposits, among other things, allows our defining the overall characteristics of the paleoclimate. The result is that two climatic gradients quite definitely exist throughout the totality of the fill : a temperature gradient ranging from periglacial conditions ("aeolian" complex 1) to quite temperate conditions (complex 4) and a humidity gradient ranging from relatively dry conditions (complex 1) to very humid conditions (complex 4, clay-calcite run-off).

Prehistoric Industry

The prehistoric industry has been found essentially disseminated in the upper part of the fossiliferous sediments (layer 3c). It should be underlined that the artefacts are not found rigourously *in situ*, but have undergone a limited gravitational displacement and reworking within the cave. Numerous preliminary descriptions of artefacts have already been published (Cordy,

Table 1 List of Macromammals of La Belle-Roche (Sprimont)
Liste des grands mammifères de la Belle-Roche (Sprimont)

CARNIVORA	CARNIVORES	CARNIVORES
<i>Ursus deningeri</i>	Ours de Deninger	Deninger's Bear
<i>Crocuta cf. brevirostris</i>	Hyène brévirostre	Short-faced Hyena
<i>Panthera leo fossilis</i>	Lion des cavernes	Cave Lion
<i>Panthera gombaszoegensis</i>	Panthère de Gombaszög	Gombaszög's Panther
<i>Felis cf. sylvestris</i>	Chat sauvage	Wild cat
<i>Canis mosbachensis</i>	Loup de Mosbach	Mosbach's Wolf
<i>Vulpes cf. praeglacialis</i>	Renard	Alopecoid Fox
<i>Xenocyon lycaonoides</i>	Chien sauvage	European Hunting Dog
<i>Meles meles</i>	Blaireau	Badger
<i>Mustela cf. putorius</i>	Putois fossile	Polecat
<i>Mustela cf. palerminea</i>	Hermine	Primitive Stoat
<i>Mustela cf. praenivalis</i>	Belette	Primitive Weasel
<i>cf. Lutra sp.</i>	Loutre	Otter
PERISSODACTYLA	PERISSODACTYLES	PERISSODACTYLS
<i>Equus mosbachensis</i>	Cheval de Mosbach	Mosbach's Horse
<i>Dicerorhinus etruscus</i>	Rhinocéros étrusque	Etruscan Rhinoceros
ARTIODACTYLA	ARTIODACTYLES	ARTIODACTYLS
<i>Cervus elaphus (acoronatus ?)</i>	Cerf acoronate ?	Red Deer (Crownless ?)
<i>Capreolus capreolus</i>	Chevreuril	Roe Deer
<i>Prémégacéridé indét.</i>	Prémégacéros	? Verticornis Deer
<i>Rangifer tarandus</i>	Renne	Reindeer
<i>Hemitragus bonali</i>	Tahr	European Tahr
<i>cf. Bison schoetensacki</i>	Bison des steppes	Woodland Wisent
LAGOMORPHA	LAGOMORPHES	LAGOMORPHS
<i>Lepus sp.</i>	Lièvre	Hare
<i>Ochotona cf. pusilla</i>	Lièvre des steppes	Steppe Pika
<i>Oryctolagus cf. cuniculus</i>	Lapin	Rabbit

1980; Cordy and Ulrix-Closset, 1991; Ulrix-Closset and Cordy, 1991).

La Belle-Roche lithic tools were essentially fabricated from flint pebbles, with quite worn cortex and yellow ochre in colour. The worked surfaces and retouching present a whitish patina and are sometimes naturally blunted a bit. Study of this material can prove difficult due to the frequency of physical and chemical alterations in the raw material. On certain pieces, recent nicks reveal beneath the patina, which serves as a protective pellicle, a

flint which is quite altered throughout. On rare occasions, quartz as well as a few quartzite pebbles, have also been worked. The origin of the raw material must doubtlessly be sought in the alluvial deposits of the river; for that matter, pebbles similar in nature and sizes are observable in the cave's fluvial deposit (complex 1).

The archaic character of the industry and its alteration impose a certain prudence as to its interpretation. However, the discovery of a whole series of artefacts presenting characteristics typical of human "pebble industry" and the

Table 2 List of Micromammals of La Belle-Roche (Sprimont)

Liste des micromammifères et autres vertébrés de la belle-Roche (Sprimont)

RODENTIA	RONGEURS	RODENTS
<i>Allocricetus bursae</i>	Hamster de Brassö	Schaub's Dwarf Hamster
<i>Cricetus</i> sp.	Grand Hamster	Common Hamster
<i>Apodemus</i> sp.	Mulot	Field Mouse
<i>Arvicola cantiana</i>	Grand Campagnol	Primitive Water Vole
<i>Pitymys gregaloides</i>	Campagnol grégaloïde	Gregarious Pine Vole
<i>Microtus gregalis</i>	Campagnol des hauteurs	Gregarious Vole
<i>Microtus arvalis</i>	Campagnol des champs	Common Vole
<i>Microtus agrestis</i>	Campagnol agreste	Field Vole
<i>Clethrionomys</i> sp.	Campagnol roussâtre	Bank Vole
<i>Lemmus</i> cf. <i>lemmus</i>	Grand Lemming	Norway Lemming
<i>Dicrostonyx</i> sp.	Lemming à collier	Arctic Lemming
<i>Muscardinus</i> sp.	Muscardin	Dormouse
<i>Eliomys</i> sp.	Lérot	Garden Dormouse
INSECTIVORA	INSECTIVORES	INSECTIVORES
<i>Talpa</i> sp.	Taupe	Mole
<i>Sorex</i> sp.	Musaraigne (3 espèces)	Shrew (3 species)
<i>Crocidura</i> sp.	Crocidure	White-Toothed Shrew
CHIROPTERA	CHIROPTERES	BATS
<i>Myotis bechsteini</i>	Vespertilion de Bechstein	Bechstein's Bat
<i>Myotis dasycneme</i>	Vespertilion des marais	Pond Bat
<i>Myotis emarginatus</i>	Vespertilion oreilles échancrées	Geoffroy's Bat
<i>Myotis nattereri</i>	Vespertilion de Natterer	Natterer's Bat
<i>Myotis</i> cf. <i>mystacinus</i>	Vespertilion à moustaches	Whiskered Bat
<i>Plecotus</i> cf. <i>auritus</i>	Oreillard	Long-Eared Bat
AVES	OISEAUX	BIRDS
<i>Strigiformes</i> ?	Rapaces indét.	Raptors undet.
REPTILIA	REPTILES	REPTILES
<i>Ophiosaurus</i> sp. *	Orvet des Balkans	Balkan's Slow Worm
AMPHIBIA	AMPHIBIENS	AMPHIBIANS
<i>Anura</i>	Anoures indét.	Frogs undet.
PISCII	Indét. POISSONS	Undet. FISHES

(*Det. by M.-Cl. Groessens, UCL Belgium)

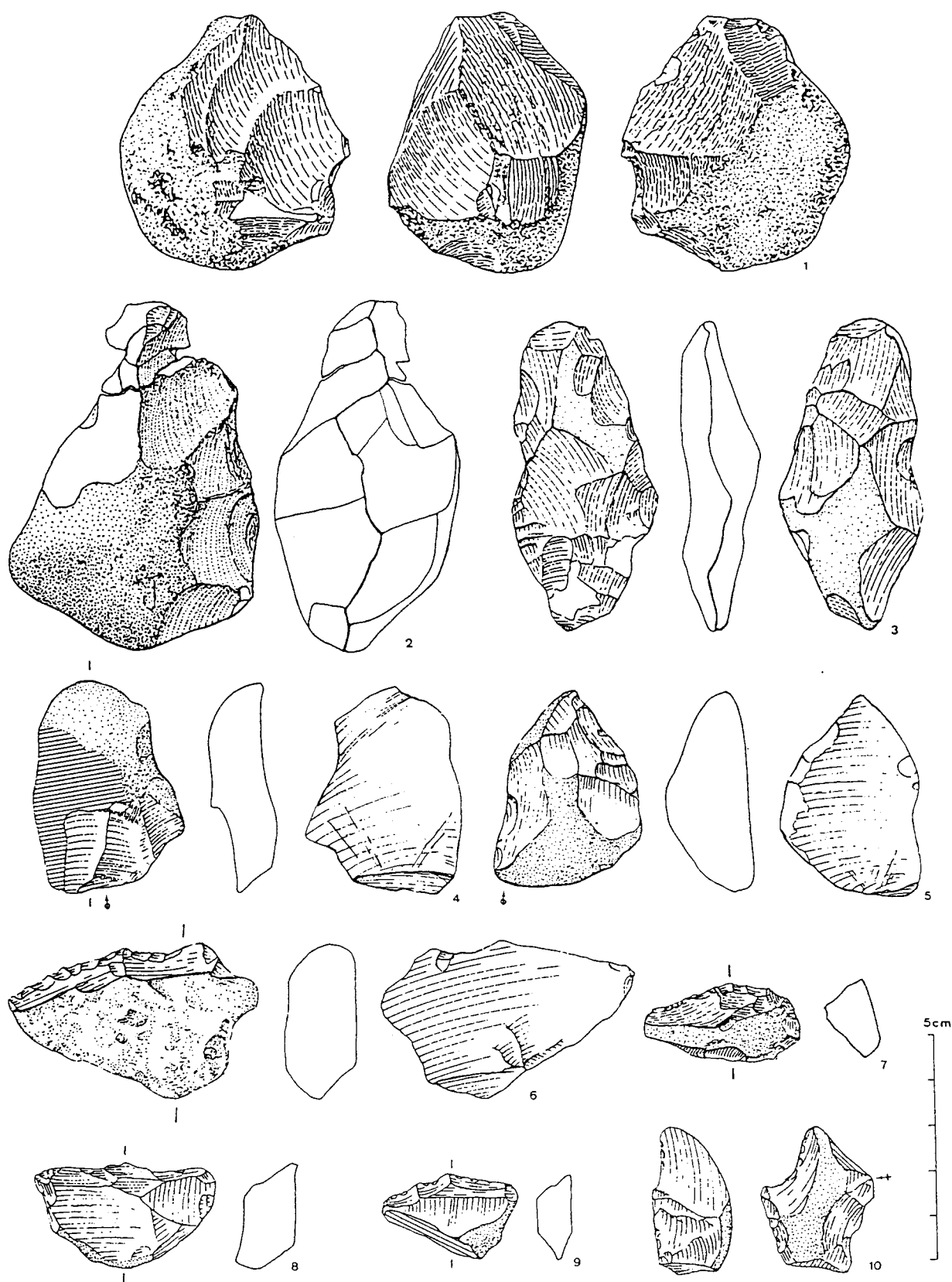


Fig. 7 Lithic industry : 1-2, chopping-tools; 3, bifacial tool; 4, flake; 5, simple convex scraper; 6-8, transversal scraper; 9, denticulated tool; 10, notched flake.

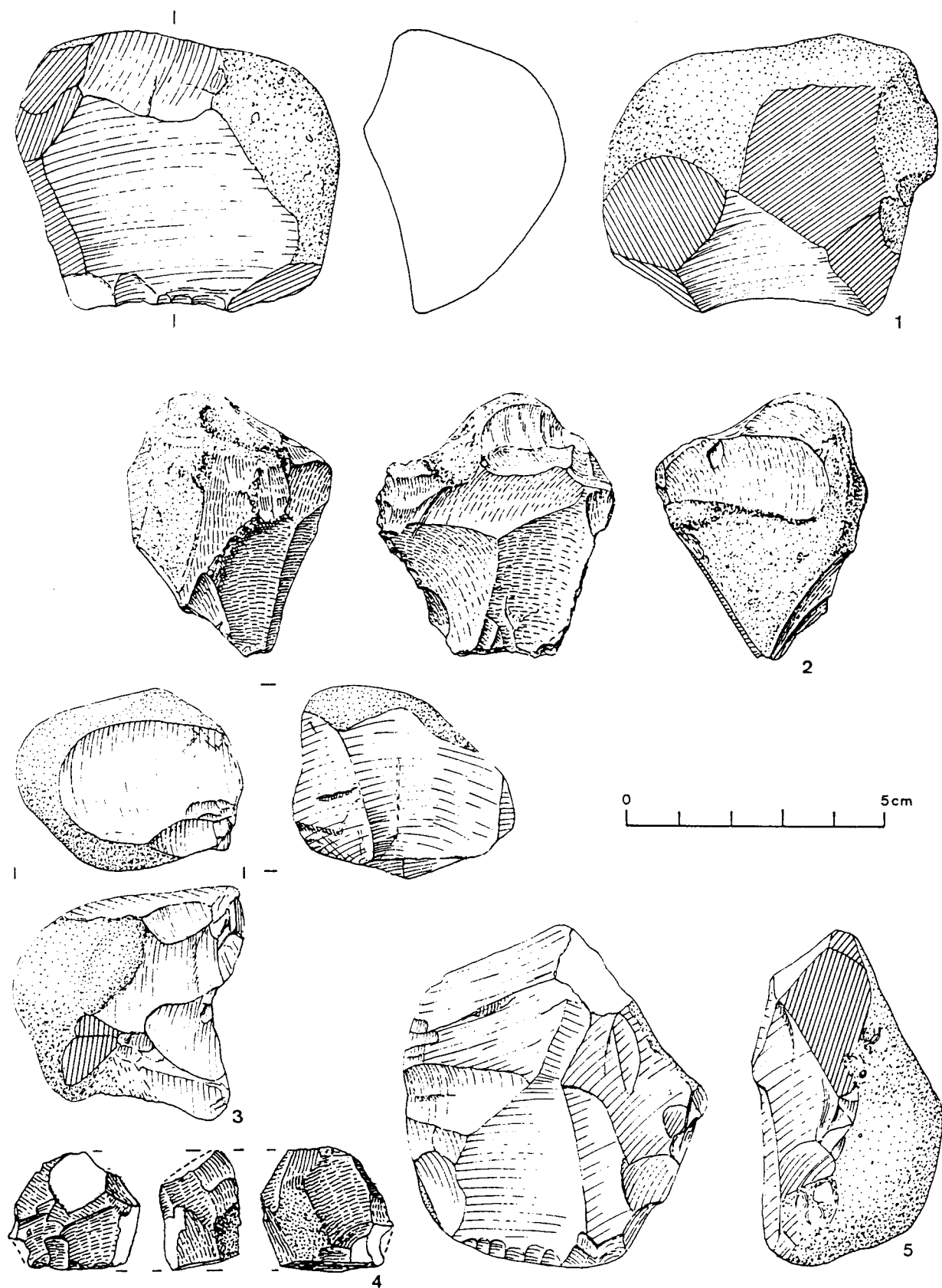


Fig. 8 Lithic industry : 1, 2, 3 and 5, flake cores; 4, polyhedron.

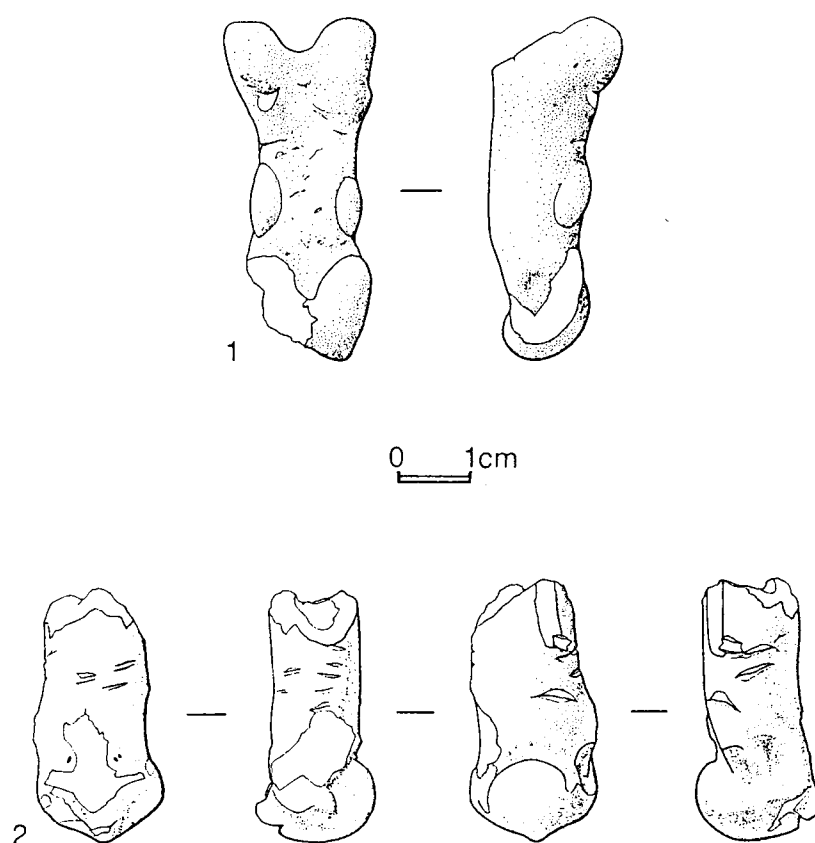


Fig. 9 Bones with cutmarks.

discovery of an indisputably bifacial piece allows us to unreservedly affirm the anthropological character of a large part of the pebble tools and flakes gathered at La Belle-Roche.

Apart from the bifacial piece, La Belle-Roche artefacts primarily comprised of pebble tools : various chopping tools, atypical worked pebbles, unprepared cores and, more rarely, choppers. On the other hand, the industry also includes flakes among which one observes a small number of tools. The flakes are generally short and relatively thick, yet there do exist a few rare, thin flakes. The striking platform, cortical or smooth, usually forms an open angle with the ventral face; sometimes it is quite reduced, even punctiform. The tools on flakes are predominantly scrapers : simple convex scrapers and a series of transversal scrapers. We also point out notched flakes, some denticulated tools and small polyhedra.

Among the bone remains gathered at La Belle-Roche, figure two bones of *Ursus deningeri*, (a phalange and a metapodial), which present short, rather deep, angular cutmarks, sometimes with removal of material. Taking their position on the bone into account, these cutmarks seem to be interpretable as traces of butchering and perhaps also of skinning the animal.

Safeguarding the Site

The field trip to the palaeokarstic site of La Belle-Roche ends with a visit to the municipal museum of Comblain-au-Pont which in two showcases presents a choice of fossils characteristic of the site and excellent casts of the most representative artefacts. Presently, all the artefacts (over 200) and the gathered fossils (almost 25,000) are conserved at the University

of Liège ("Vertebrate and Human Evolution" Research Group) in order to record restoration and study in a computerized data bank. A project for a future site museum is envisaged by the commune of Sprimont. The problem of the conservation of this site of international reference, unique in the Benelux, must also be envisaged. A project for extension of the quarry would in the future endanger the site with rapid destruction and would render even the present salvage

excavation of the site feeble. For that matter, the pace at which the present salvage must proceed prevents us from working under the rigorous conditions indispensable for taking maximal advantage of this exceptional site. La Belle-Roche constitutes a striking example of the conflict between traditional economic and scientific and cultural interests linked to the safeguarding and appreciation of a common Patrimony.

Acknowledgments

Since its discovery in 1980, the scientific exploration of the La Belle-Roche site would not have been possible without the financial aid of the Ministry of the French-speaking Community of Belgium, of the Walloon Region, of the National Fund for Scientific Research and various grants from the University of Liège. The town of Sprimont has also provided numerous services on the excavation site. Finally, the Ministry of Labour and Employment and the Ministry of the Budget have provided a series of subsidized employments for excavators and technicians (CST, TCT, PRIME), altogether necessary for the site's salvage. Let us acknowledge here our deepest gratitude to all these institutions and their respective authorities.

We also wish to thank the various quarry's owners and successive authorities who have allowed us until now to pursue the salvaging of this site.

We wish as well to express our gratitude to all our colleagues who have collaborated in the scientific evaluation of this site and to the excavators, employed or volunteers, without whom the excavation salvage would not concretely have been accomplishable.

In the context of this article, we wish still to thank the personnel of the PRIME project 10527 for its technical assistance and J. Cronin for the English translation.

References

- CORDY, J.-M., 1980, Le paléokarst de La Belle-Roche (Sprimont, Liège), premier gisement paléontologique et archéologique du Pléistocène moyen ancien en Belgique, *C.R. Acad. Sc. Paris*, sér. D., pp. 749-751.
- CORDY, J.-M., 1981, Découverte d'un gisement karstique du Paléolithique inférieur à la carrière de La Belle-Roche, commune de Sprimont, *Activités 80 Service S.O.S. Fouilles*, Bruxelles, 2, pp. 92-98.
- CORDY, J.-M., 1982, Biozonation du Quaternaire postvillafanchien continental d'Europe occidentale à partir des grands mammifères, *Bull. Soc. Géol. Belg.*, 105, pp. 303-314.
- CORDY, J.-M., 1987, Excursion 6 : Le gisement karstique de La Belle-Roche (Sprimont, Province de Liège), in Y. QUINIF (éd.) *Livret-guide, Colloque Int. Sédim. Karst., Han-sur-Lesse (Belgique)*, pp. 55-60.
- CORDY, J.-M., 1992, Apport de la paléomammologie à la paléanthropologie en Europe, in M. TOUSSAINT (éd.), *Actes du symposium Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 77-94.
- CORDY, J.-M. et DEUSE, B., 1984, Un gisement karstique du Paléolithique inférieur à la carrière de La Belle-Roche, commune de Sprimont, in S. DECLEER (éd.), *Spéléologie Lascaux*, Catalog. Expo. Mus. R. Art Hist. Bruxelles, 1984, pp. 27-32.
- CORDY, J.-M. et ULRICH-CLOSSET, M., 1981, La grotte de La Belle-Roche (Prov. de Liège, Belgique) : un gisement à galets aménagés du Pléistocène moyen ancien, *Actes Xe Congr. Union Int. Sc. Préh. et Protohist.*, Mexico, oct. 1981, Section II, pp. 18-19.

- CORDY, J.-M. et ULRIX-CLOSSET, M., 1991, Synthèse des dernières campagnes de sauvetage du gisement du Paléolithique inférieur de La Belle-Roche (Sprimont), *Notae Praehistoricae*, Belgique, 10, pp. 3-13.
- DEMARET-FAIRON, M., 1984, Végétaux fossiles récoltés dans les paléokarsts de la Belgique, *Kölner Geogr. Arb.*, Heft 45, pp. 107-116.
- GASCOYNE, M. and SCHWARCZ, H.P., 1985, Uranium-Series Dates for the Lower Paleolithic Site of Belle-Roche, Belgium, *Current Anthropology*, 26, pp. 641-642.
- GEWELT, M., 1985, Cinétique du concrétionnement dans quelques grottes belges : apport des datations ^{14}C et ^{230}Th / ^{234}U , *Annales de la Société géologique de Belgique*, 108, pp. 267-273.
- GEWELT, M., GASCOYNE, M., QUINIF, Y. and CANTILLANA, R., 1984, Les datations radiométriques, *Kölner geogr. Arb.*, 45, pp. 95-104.
- KRAATZ, R., 1992, La mandibule de Mauer, *Homo erectus heidelbergensis*, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 95-109.
- KUKLA, G.J., 1977, Pleistocene Land-Sea Correlations 1. Europe, *Earth-Science Reviews*, 13, pp. 307-374.
- MORLEY, J.J. and HAYS, J.D., 1981, Towards a High-Resolution, Global, Deep-sea Chronology for the Last 750,000 Years, *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 53, pp. 279-295.
- ULRIX-CLOSSET, M. et CORDY, J.-M., 1991, Les premiers peuplements humains dans le Benelux, in E. BONIFAT et B. VANDERMEERSCH, *Les premiers Européens*, Paris, Editions du comité des travaux historiques et scientifiques, pp. 177-187.
- ZUBAKOV, V.A. and BORZENKOVA, I.I., 1990, Global Palaeoclimate of the Late Cenozoic, in *Development in Palaeont. and Stratigr.*, Elsevier, 12, 456 p.

Sur les traces de Schmerling, la deuxième grotte d'Engis

In Schmerling's Footsteps, the Second Engis Cave

Angelika Becker *

Résumé

La deuxième grotte d'Engis, ou grotte Schmerling, a joué un rôle de première importance dans l'histoire de la paléontologie humaine. C'est, en effet, là qu'en 1829-1830, Ph.-Ch. Schmerling découvrit les premiers fossiles humains contemporains d'une faune éteinte du Quaternaire jamais mis au jour dans des conditions scientifiques relativement acceptables.

Abstract

The second Engis cave, also called the Schmerling cave, has played a role of first importance in the history of palaeoanthropology. In fact it was there, in 1829-1830, that Ph.-Ch. Schmerling discovered the first human fossils contemporary with an extinct fauna of the Quaternary ever brought to light under relatively acceptable scientific conditions.

Mots clés : Schmerling, histoire des sciences, paléanthropologie.

Key words : Schmerling, history of sciences, palaeoanthropology.

Introduction

Accrochée au milieu de la falaise calcaire des Awirs, la grotte Schmerling à Engis (province de Liège, Belgique) est un des lieux mythiques de l'histoire des origines de l'Homme. C'est, en effet, là qu'en 1829 Philippe-Charles Schmerling, qui peut être considéré comme le fondateur de la Paléontologie humaine, découvrit les premiers ossements fossiles humains du Quaternaire jamais mis au jour dans des conditions scientifiques relativement acceptables. Ces pièces lui permirent, plusieurs décennies avant Boucher de Perthes, d'affirmer la con-

temporanéité de l'Homme et des grands mammifères disparus de la préhistoire. Les deux pièces les plus marquantes sont un crâne de type Cro-Magnon, hautement célèbre au XIX^{ème} siècle, et une calotte d'enfant qui ne fut reconnue comme néandertalienne qu'en 1936. Leur découverte ouvre un siècle particulièrement florissant pour l'anthropologie néandertalienne belge : E. Dupont trouve la mandibule de La Naulette en 1866, M. Lohest les squelettes de Spy en 1886 et F. Tihon le fémur de Fonds de Forêt en 1895.

* Angelika Becker, A.W.P., c/o Musée Ourthe-Amblève, 1 place Leblanc, 4170 Comblain-au-Pont, Belgique

Schmerling et la découverte d'Engis

Né à Delft le 24 février 1791, Ph.-Ch. Schmerling, fils de médecin, prit goût aux sciences naturelles lors des études médicales qu'il entama aux Pays-Bas, avant de s'établir à Liège où il obtint le diplôme de docteur en médecine. Confronté par hasard avec de gros ossements d'animaux fossiles lors d'une visite à Chokier, chez un carrier malade, Schmerling commence à explorer et à fouiller les cavernes liégeoises. Vers la fin de 1829 ou au début de 1830, il découvre dans la "deuxième grotte d'Engis", rebaptisée "grotte Schmerling" en son honneur, deux crânes humains dont l'un est celui du premier Néandertalien découvert. Bien qu'exhumée 26 ans avant les ossements de Neandertal, près de

Düsseldorf, la calotte d'enfant d'Engis n'a pas bénéficié de l'antériorité de la découverte qui aurait valu aux hommes du Paléolithique moyen européen le nom d'"Homme d'Engis" : en raison des traits juvéniles du spécimen et de l'absence de pièces de comparaison à l'époque, les caractères paléanthropiens de sa morphologie échappèrent, en effet, aux anthropologues du siècle dernier. Ce n'est qu'une centaine d'années après la découverte que Ch. Fraipont et son collègue polonais Loth rendirent justice à ce fossile exceptionnel.

Le site

Au nombre de quatre, les grottes d'Engis s'ouvrent au nord, dans le flanc sud d'un ravin transversal débouchant dans le vallon creusé par

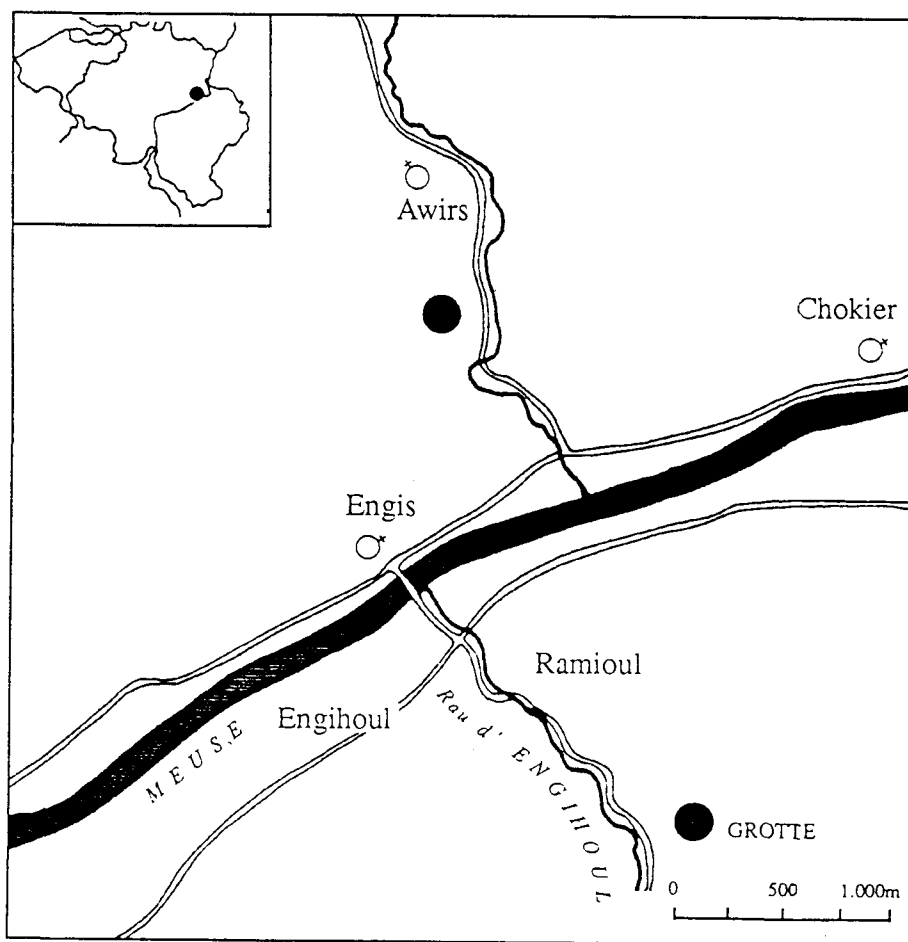


Fig. 1 Localisation de la grotte Schmerling à Engis.

le ruisseau des Awirs, à environ un kilomètre à l'ouest de la Meuse, à une vingtaine de kilomètres en amont de Liège (fig. 1). A l'origine, les cavités se trouvaient à peu près à la base de la falaise. Au 18ème siècle, une carrière d'extraction de l'ampélite alunifère surcreusa le ravin, faisant du site l'un des plus inaccessibles de la paléanthropologie mondiale. Schmerling lui-même, 160 années avant les membres du présent congrès, eut à escalader, à l'aide de cordes et d'échelles, la vingtaine de mètres qui séparent le site du fond du ravin.

En 1951, une plaque commémorant les mérites de Schmerling (fig. 2) a été apposée dans la grotte elle-même par l'association "Les Chercheurs de la Wallonie", tandis qu'un monument reproduisant le buste original du découvreur sculpté par L. Mignon (fig. 3) a été inauguré en 1989 au pied du site, le long de la route qui longe le ruisseau des Awirs.



Fig. 2 Deuxième grotte d'Engis, plaque commémorative en l'honneur de Schmerling.

Historique des fouilles

C'est sous la brèche osseuse qui scellait la deuxième grotte d'Engis que Schmerling fit sa principale découverte, la calotte d'enfant, associée à des restes de rhinocéros, d'ours, d'hyène et de cheval, identifiés avec l'aide de Fohmann, professeur d'anatomie comparée à l'Université de Liège. Les restes humains et la faune du site forment la trame du célèbre ouvrage publié à partir de 1833, à compte d'auteur, par

le naturaliste : *Recherches sur les ossements fossiles découverts dans les cavernes de la Province de Liège*. Une bonne partie de l'édition finit par être vendue comme vieux papiers en raison des soucis financiers du praticien qui mourut peu après, à Liège, le 6 novembre 1836, un mémoire inachevé traitant des fémurs entre les mains. Il venait à peine d'être investi de sa nouvelle charge de chargé de cours de zoologie à l'Université!

Les fouilles furent reprises à Engis en 1868 par Edouard Dupont, directeur du Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles, qui cherchait à préciser la stratigraphie des dépôts de la deuxième grotte et repéra deux niveaux ossifères dans les lambeaux de couches laissés par Schmerling. Ces travaux se soldèrent par la découverte d'un cubitus humain et d'artefacts moustériens.

Julien Fraipont, professeur à la faculté des Sciences de l'Université de Liège, s'intéressa au site en 1885 tandis qu'E. Doudou et J. Hamal-Nandrin y fouillèrent respectivement en 1895 et en 1904.

Les derniers témoins stratigraphiques subsistants sont finalement systématiquement exploités en 1956 par la société "Les Chercheurs de la Wallonie" qui en conserve les produits dans le musée de la Préhistoire en Wallonie, à Ramioul.



Fig. 3 Monument Schmerling dans le vallon des Awirs. Photo prise le 14 septembre 1990 lors de l'excursion du congrès; de gauche à droite : J.-J. Hublin, B. Vandermeersch, E. Trinkaus, A.M. Tillier, G. Giacobini, M. Toussaint et R. Kraatz.

On ne peut s'empêcher, au vu de l'importance scientifique et historique de la deuxième grotte d'Engis, de déplorer qu'aucune des fouilles réalisées après celles de Schmerling n'ait apporté de données permettant de mieux appréhender le paléoenvironnement des superbes découvertes du précurseur liégeois.

Archéologie

1. Stratigraphie

Les dépôts de la deuxième grotte avaient, selon Schmerling, 2,5 m d'épaisseur à l'entrée. Dans la partie supérieure se trouvaient une brèche ossifère et une strate de terre sèche séparée du rocher par une couche d'argile compacte. Le crâne d'adulte provenait de la couche de terre sèche et la calotte juvénile de l'argile compacte. Dans les grandes lignes, Dupont confirma la stratigraphie de son prédécesseur, en observant deux niveaux ossifères sous la brèche mais en précisant toutefois qu'ils étaient séparés par une couche d'argile.

2. Matériel archéologique et interprétation culturelle

L'essentiel du matériel archéologique d'Engis a été recueilli sans référence précise à la stratigraphie des dépôts ainsi que dans les déblais des fouilles antérieures. La classification et l'attribution des artefacts ne peuvent donc être fondées que sur des bases typologiques et technologiques.

Le Paléolithique moyen de la grotte Schmerling, soit les "silex en forme triangulaire" de l'inventeur, est relativement pauvre mais atteste une industrie homogène, vraisemblablement un Moustérien typique à débitage levallois, d'après les observations de M. Ulrix-Closset (1975). L'outillage (fig. 4) se caractérise particulièrement par des racloirs et des pointes, parfois de type levallois; les couteaux et bifaces sont absents. Les denticulés et pièces à encoches correspondent probablement à des pseudo-outils provoqués par le remaniement de la couche archéologique.

Le Paléolithique supérieur ancien (Otte, 1979) est représenté par du Périgordien supérieur (fig. 5) dominé par les pièces à dos, essentiellement des pointes à base tronquée et des éléments bitronqués, tandis que les pointes de la Font-Robert et les gravettes typiques sont absentes.

Une culture de la fin du Paléolithique supérieur avec pointes à dos courbe, peut-être du Creswellien, semble également présente.

Les dépôts superficiels et les déblais ont en outre livré des traces de Néolithique, notamment du Rubané récent, ainsi que de l'âge des Métaux, de la période romaine et de l'époque moderne.

Paléontologie humaine

Les deux calottes crâniennes recueillies par Schmerling sont conservées, comme l'essentiel de ses collections, au laboratoire de Paléontologie de l'Université de Liège.

La pièce adulte (fig. 6), connue sous le nom d'Engis 1 et issue de la "couche de terre sèche" sous-jacente à la brèche ossifère, focalisa l'attention des spécialistes du siècle dernier, alors que le spécimen juvénile était négligé. A. de Quatrefages et E.T. Hamy la rapportent, dans leur célèbre *Crania ethnica* paru en 1882, à la "race" de Cro-Magnon, tandis que J. Fraipont, fort de l'autorité que venait de lui conférer l'étude des fossiles de Spy, la compare aux crânes tchèques de Brno. La pièce comprend la voûte crânienne presque complète, dont manquent le temporal gauche et des parties du pariétal gauche et de la base du crâne. Elle a une tendance dolichocéphale, sa longueur maximum est importante, 193 mm, pour une largeur maximale de 135 mm. Le torus supraorbitaire est fortement développé. L'interprétation culturelle de ce fossile est délicate : Néolithique ou Aurignacien selon les auteurs. Les études de Ch. Fraipont, confirmées par celles de M. Boule (1946) et F. Twisselmann (1952), tendraient cependant à valider l'hypothèse de l'*Homo sapiens* fossile. La pièce est dès lors logiquement considérée comme relevant du Périgordien (Otte, 1979).

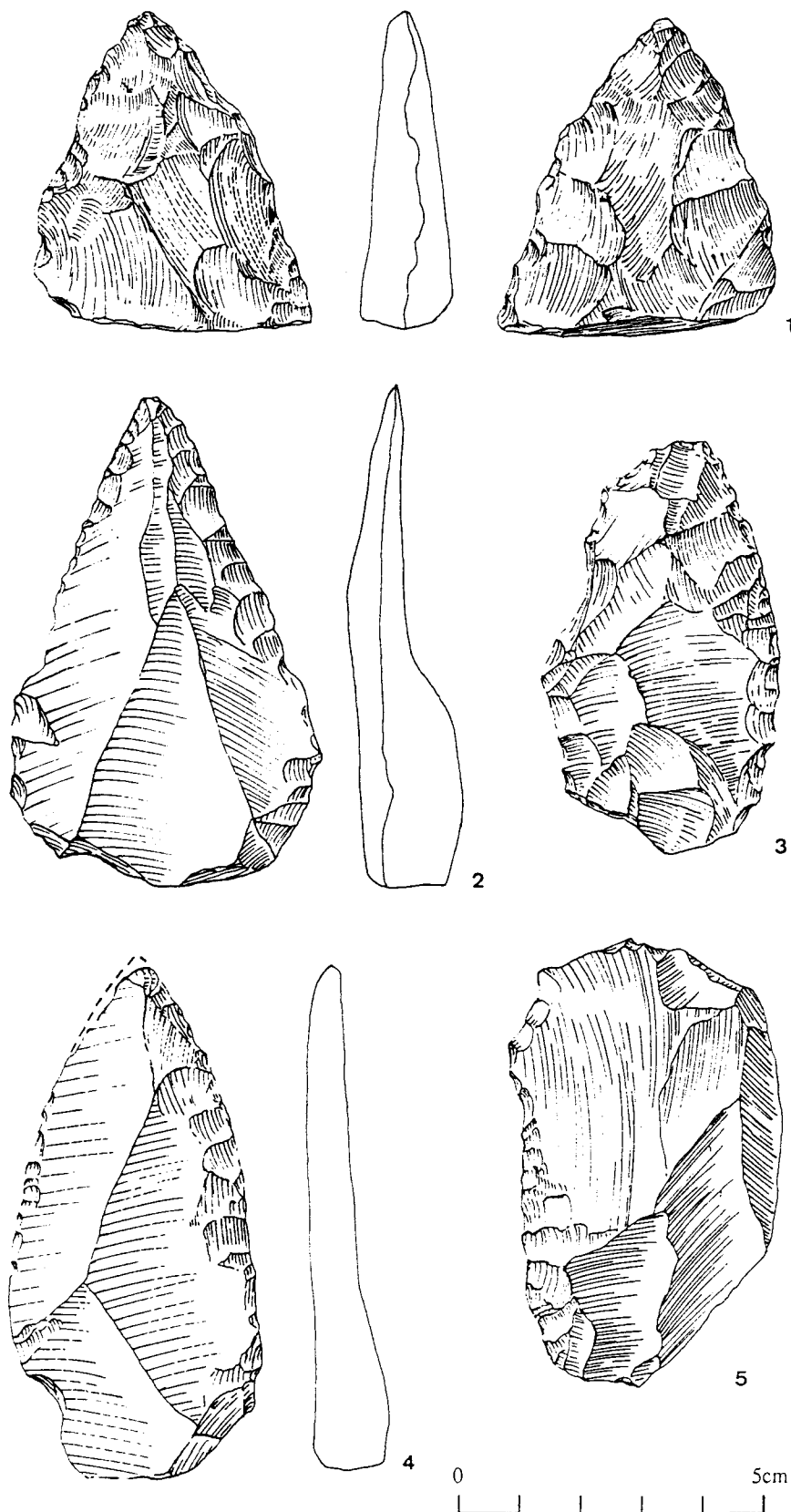


Fig. 4 Outillage moustérien de la deuxième grotte d'Engis : 1, extrémité d'un biface foliacé; 2, pointe moustérienne; 3, racloir simple convexe; 4, pointe moustérienne sur pointe levallois; 5, racloir (d'après M. Ulrix-Closset, 1975).

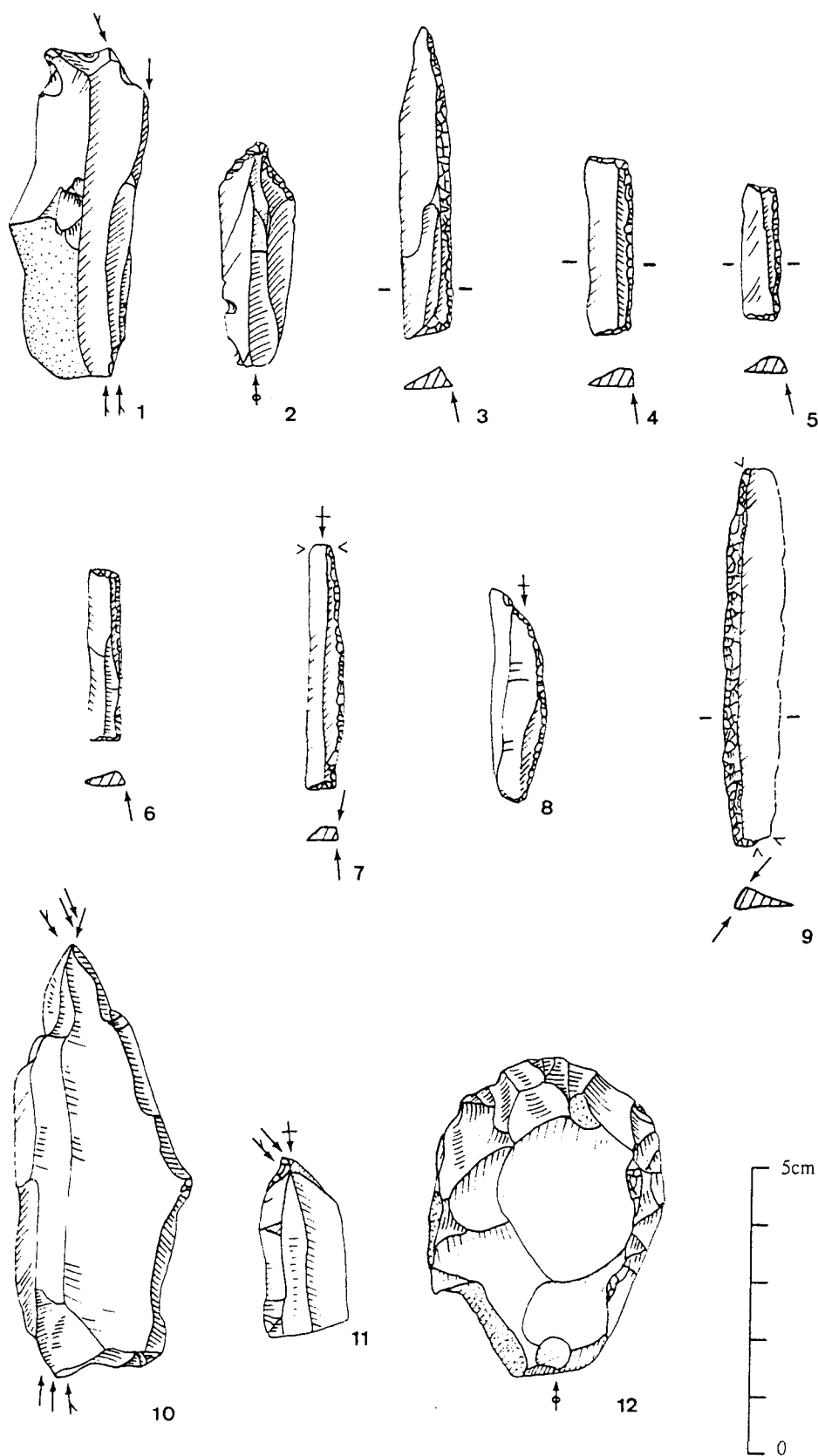


Fig. 5 Outillage paléolithique supérieur de la deuxième grotte d'Engis : 1, bec-burin; 2, bec; 3, pointe à dos tronquée; 4, 5 et 6, bitronqués; 7 et 9, fragments de pièces à dos et à une troncature; 8, pointe à dos courbe; 10, burin mixte; 11, burin sur encoche; 12, grattoir sur éclat (d'après Otte, 1979).



Fig. 6 Calotte d'adulte *Homo sapiens sapiens* trouvée dans la deuxième grotte d'Engis (Photo Modern Light).



Fig. 7 Calotte d'enfant néandertalien trouvée dans la deuxième grotte d'Engis (Photo Modern Light).

L'enfant d'Engis 2 (fig. 7) est représenté par la quasi-totalité de la calotte, des fragments du malaire droit et du maxillaire supérieur ainsi que par quelques dents isolées. Trouvée dans la couche d'argile compacte surmontant le "fond de la caverne, à côté d'une dent d'éléphant" (Schmerling, 1833-1834), la pièce, apparemment restaurée par l'anatomiste liégeois J.A. Spring vers le milieu du 19^{ème} siècle et reconnue comme néandertalienne par Ch. Fraipont (1936) avant d'être étudiée par A.-M. Tillier (1983), est celle d'un enfant de 5 à 6 ans, sur base de l'étude dentaire. Elle présente une combinaison de caractères primitifs, de traits dérivés néandertaliens et de traits juvéniles. La plupart des caractères morphologiques dérivés caractéristiques des Néandertaliens adultes sont déjà reconnaissables sur l'enfant d'Engis 2, notamment la forme dite "en bombe" due à la position basse de la largeur maximale du crâne et à la convexité transversale accentuée du pariétal. Les orbites sont grandes et arrondies, comme chez d'autres enfants néandertaliens, par exemple La Quina H 18. Le torus supraorbitaire, si typique

des sujets adultes, est en cours de différenciation. Les études faunistiques récentes (Cordy, 1988) tendent à situer l'enfant d'Engis dans la seconde floraison des Néandertaliens belges, avec Spy et Fonds de Forêt, aux alentours du complexe interstadaire d'Hengelo-Les Cottés, vers 40.000 à 35.000 ans, alors que les trouvailles de La Naulette seraient beaucoup plus anciennes et remonteraient à l'interglaciaire éémien.

Conclusion

Premier site au monde à avoir livré des fossiles humains contemporains d'une faune éteinte du Quaternaire, la grotte Schmerling occupe une place de choix dans l'histoire de l'étude des origines de l'humanité. Mal compris par ses contemporains, sauf peut-être von Humboldt, Schmerling eut le seul tort d'avoir raison trop tôt, à une époque où le dogme de l'Eglise et les idées fixistes de Cuvier étaient encore trop contraignants pour laisser le champ libre à des idées jugées aussi "anarchiques".

Bibliographie

- BOULE, M., 1946, *Les Hommes fossiles* (troisième édition), Paris, Masson, 587 p.
- CORDY, J.-M., 1988, Apport de la paléozoologie à la paléoécologie et à la chronostratigraphie en Europe du Nord-occidental, *L'homme de Néandertal*, vol. 2, *l'environnement*, Eraul 29, pp. 55-64.
- DE QUATREFAGES, A. et HAMY, E.T., 1882, *Crania ethnica*, Paris, Baillière.

- DUPONT, E., 1872, *Les temps préhistoriques en Belgique. L'Homme pendant les âges de la pierre dans les environs de Dinant-sur-Meuse*, Bruxelles, Muquardt, deuxième édition, 250 p.
- FRAIPONT, Ch., 1936, *Les hommes fossiles d'Engis*, Archives de l'Institut de Paléontologie humaine, 16, 53 p., 4 pl.
- OTTE, M., 1979, *Le paléolithique supérieur ancien en Belgique*, Monographie d'Archéologie nationale, 5, Musées royaux d'Art et d'Histoire, Bruxelles, 684 p.
- SCHMERLING, Ph.-Ch., 1833-1834, *Recherches sur les ossements fossiles découverts dans les cavernes de la province de Liège*, vol. I, 1833, 167 p., vol. II, 1834, 195 p., 1 vol. de planches, Liège, Collardin.
- TILLIER, A.-M., 1983, Le crâne d'enfant d'Engis 2 : un exemple de distribution des caractères juvéniles, primitifs et néanderthaliens, *Bull. Soc. roy. belge Anthrop. Préhist.*, 94, pp. 51-75.
- TWIESSELMANN, F., 1953, *Belgique et Luxembourg*, in Catalogue des Hommes fossiles, Congrès géologique international, comptes rendus de la dix-neuvième session, Alger 1952, section V, Les Préhominiens et les Hommes fossiles, pp. 93-101.
- ULRIX-CLOSSET, M., 1975, *Le Paléolithique moyen dans le bassin mosan en Belgique*, Wetteren, Universa, 221 p., 632 fig., 17 cartes, 19 photos.

La grotte Walou à Trooz (province de Liège, Belgique), présentation du site

The Walou Cave at Trooz (Province of Liège, Belgium), Presentation of the Site

Michel Dewez *

Résumé

En cours de fouille depuis 1985, la grotte Walou livre la plus importante stratigraphie en grotte du Paléolithique moyen et supérieur ancien de Belgique, susceptible d'être étudiée selon les méthodes pluridisciplinaires actuelles de la recherche quaternaire.

Abstract

Undergoing excavation since 1985, the Walou cave has yielded the most important scientific stratigraphy from the Middle and Early Upper Palaeolithic in Belgium, for which present-day multidisciplinary methods for quaternary research can be used.

Mots clés : Stratigraphie, Paléolithique moyen, Paléolithique supérieur ancien, paléoenvironnement.

Key words : Stratigraphy, Middle Palaeolithic, Early Upper Palaeolithic, palaeoenvironment.

Introduction

La grotte Walou est creusée dans le calcaire viséen, à environ 45 mètres de hauteur au-dessus de la Magne, un affluent de la rive droite de la Vesdre, commune de Trooz, province de Liège, Belgique (fig.1). Le site se présente sous la forme d'un immense porche effondré devant un escarpement rocheux fortement fissuré (fig. 2). Seule une diaclase située sur le bord oriental de l'entrée était pénétrable sur quelques mètres lors de la découverte du gisement par des spéléologues, il y a une vingtaine d'années. En 1974, un second groupe de spéléologues creusa

une tranchée de désobstruction pour accéder plus facilement à la diaclase; lors de ces travaux, ils récoltèrent quelques restes osseux et des silex taillés qu'ils nous remirent par la suite. D'après la typologie, on peut attribuer ces instruments lithiques au Creswello-tjongérien, ce qui indique que cette tranchée avait atteint la couche B1 de notre stratigraphie. En 1984, un troisième groupe, malheureusement composé de collectionneurs, s'attaqua au site en approfondissant et en élargissant la tranchée existante, pour finir par atteindre la couche C5 de notre stratigraphie.

* Michel Dewez, Département d'Archéologie, U.C.L., 1 place Bl. Pascal, 1348 Louvain-la-Neuve, Belgique

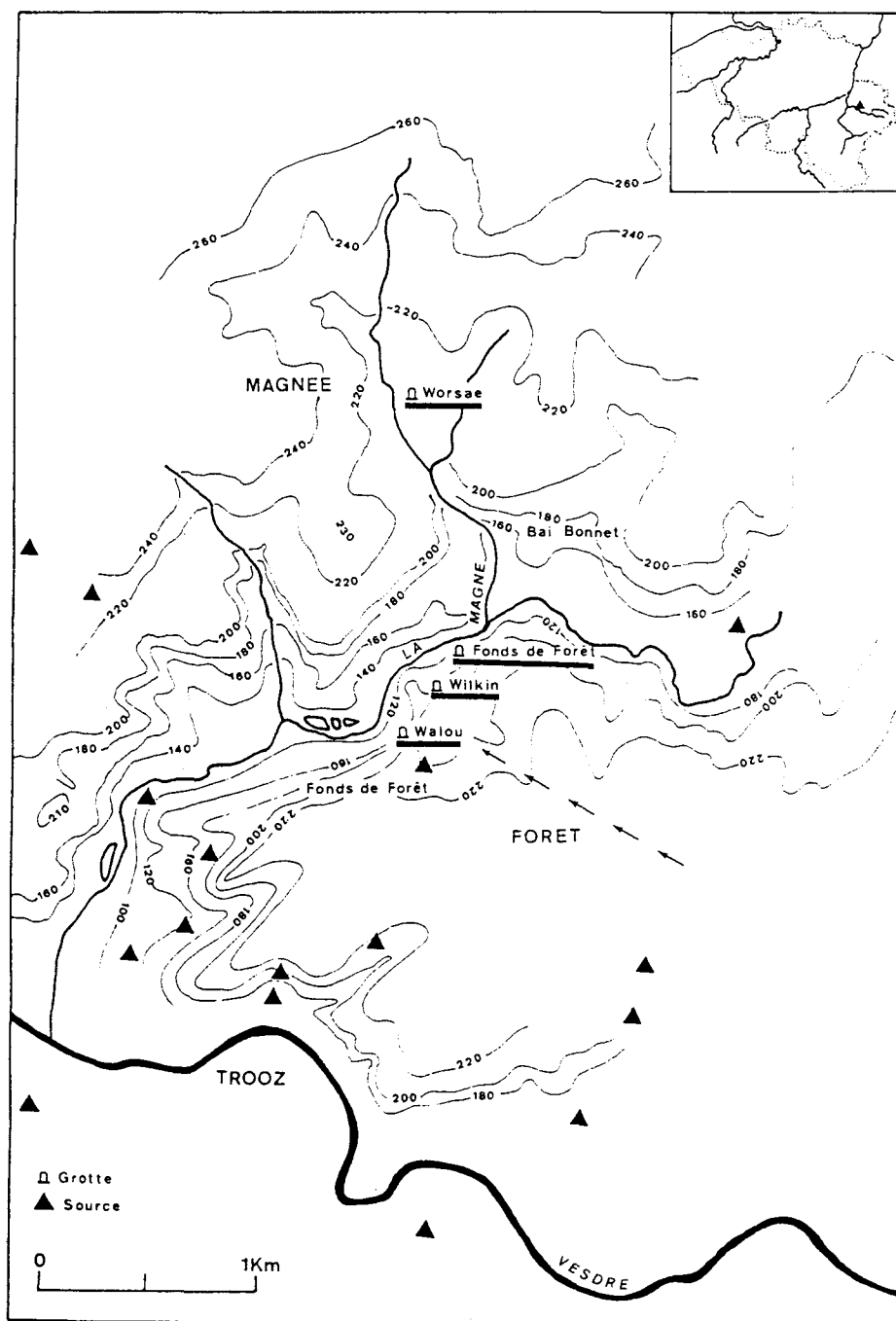


Fig. 1 Localisation de la grotte Walou.

Ces travaux fournirent un abondant matériel paléontologique et des documents archéologiques. Un ensemble gravettien fut, à cette occasion, détruit sur plusieurs mètres carrés. Se rendant finalement compte de l'importance du site, ces amateurs nous confièrent le matériel récolté pour étude.

Nous décidâmes alors d'entreprendre la fouille systématique de la cavité; c'est ainsi que six campagnes de fouille eurent lieu de 1985 à 1990. De nombreux chercheurs s'associèrent pour l'analyse de ce gisement important. La géologie et la minéralogie sont étudiées par C. Ek (Université de Liège) et D. Lacroix (Facultés

des Sciences agronomiques de Gembloux), la stratigraphie par S. Collcutt (Oxford), la palynologie par J. Heim (Université Catholique de Louvain), la paléontologie par P. Simonet (Université de Liège) pour la macrofaune, J.-M. Cordy (Université de Liège) pour la microfaune, M.-Cl. Groessens (Université Catholique de Louvain) pour l'avifaune et R. Peuchot (Université libre de Bruxelles) pour la malacofaune, tandis que M. Ulrix-Closset, S. et E. Kozłowski (Varsovie), M. Toussaint, B. Schmider (Paris) et moi-même analysons les découvertes archéologiques. Enfin, les datations ^{14}C (Tableau 1) sont effectuées par E. Gilot (Université Catholique de Louvain) et les datations TL par M. Aitken (Oxford).

Stratigraphie

La distinction des couches est basée sur la lithostratigraphie. On a ainsi distingué quatre "formations", A, B, C et D, comprenant chacune des couches et parfois des sous-couches (fig. 3).

La formation A est holocène. On y distingue une couche A2, recoupée par une fosse anthropique désignée sous le sigle A3. Du point de vue archéologique, il s'agit d'une occupation du Néolithique tardif, avec présence d'animaux domestiques comme la chèvre et le porc. La couche A4 contient de nombreux blocs volumineux de calcaire provenant de l'effondrement du porche à la période Atlantique.

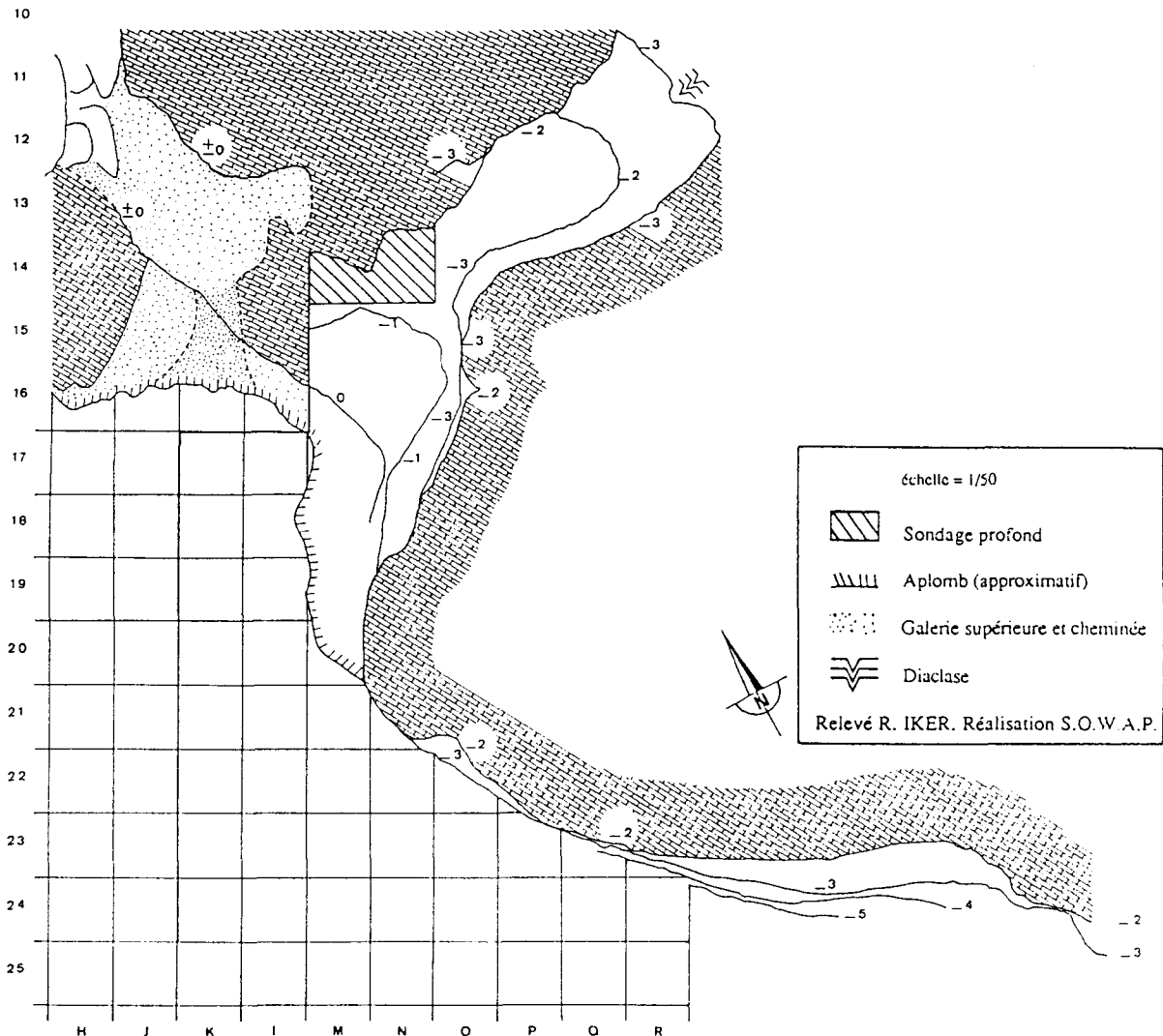


Fig. 2 Topographie de la grotte Walou.

La couche A5, correspondant au Boréal, comprend une petite série d'artefacts lithiques attribués au Mésolithique; jusqu'à présent, ces vestiges ont été trouvés en position secondaire, l'occupation étant installée plus haut, peut-être au sommet de la colline. La couche A6, qui remonte au Préboréal, est composée dans sa majeure partie de microfaune; ces restes proviennent d'une longue fréquentation de la falaise et du porche de l'entrée par des rapaces.

La formation B est caractérisée par des dépôts loessiques dans sa partie médiane B2 à B4. La couche supérieure B1 se présente de manière discontinue, avec des lentilles de sédiments et des poches de pierres. Elle est attribuée au Dryas III. Du côté oriental du gisement, on trouve, en B1, les traces d'une occupation cresswello-tjongérienne, malheureusement fortement cryoturbée. La macrofaune semble dominée par le renne. En 1985, un lambeau

Tableau 1 Liste des datations C14 de la grotte Walou

Couches	N° de l'échant.	Dates B.P.	Cultures	Matériaux datés
A6	Lv-1583D	9.450 ± 270		Microfaune
B1	Lv-1556	9.990 ± 160	Creswellien	Débris osseux
B4	Lv-1582	13.030 ± 140	Magdalénien	Débris osseux
B4	Lv-1593	13.120 ± 190	Magdalénien	Débris osseux
B5	Lv-1581D	21.230 ± 650	Gravettien (?)	Ossements d'ours
B5	Lv-1651	22.800 ± 400	Gravettien	Bois de cerf
B5X	Lv-1837	24.500 ± 580	Gravettien	Fragments osseux
B5EX	Lv-1867	25.860 ± 450	Gravettien	Fragments osseux
C5A	Lv-1557	30.460 ± 700	remanié	Omoplate de cheval
C6C	Lv-1587	29.800 ± 760	Aurignacien	Fragments osseux
C6C	Lv-1592	29.470 ± 640	Aurignacien	Charbons de bois
C7A	Lv-1641	33.830 ± 1790	(Aurignacien)	Ossements d'ours
C7B	Lv-1642	35.380 ± 1870		Ossements d'ours
C8	Lv-1838	> 42.000	Moustérien	Débris osseux

de paléosol a été découvert à l'interface des couches B1 et B2; il a été attribué à l'Alleröd. Les couches B2 et B3 sont stériles du point de vue archéologique. La couche B2 loessique est attribuée au Dryas II. A l'intérieur de la grotte, la couche B4 est également stérile, mais à l'extérieur de la cavité, une faible occupation appartenant au Magdalénien y a été découverte. Un hiatus dans la sédimentation, ou en tout cas dans la séquence stratigraphique, se marque entre B4 et B5. La couche B5 comporte une occupation de la grotte par l'ours des cavernes et, à un autre moment, par un groupe gravettien utilisant de longues sagaies en bois de renne (fig. 4).

La formation C tranche par rapport à la formation B par ses 10 couches de couleur

sombre, souvent assez fortement chargées de cailloux.

Les couches C1 à C3 ne sont représentées que par des terriers de blaireaux, ayant tous entraînés des bioturbations des sédiments originels. La couche C4 est assez riche en microfaune. La couche C5, caractérisée par un dépôt argileux de couleur orangée, contenait, à l'intérieur de la galerie-diacalse, les restes d'une occupation du lion des cavernes, avec des vestiges des félins eux-mêmes et de leurs proies, surtout des chevaux et des bouquetins.

La couche C6, subdivisée en 5 sous-couches discernables seulement localement, a fait l'objet d'une étude préliminaire spécifique,

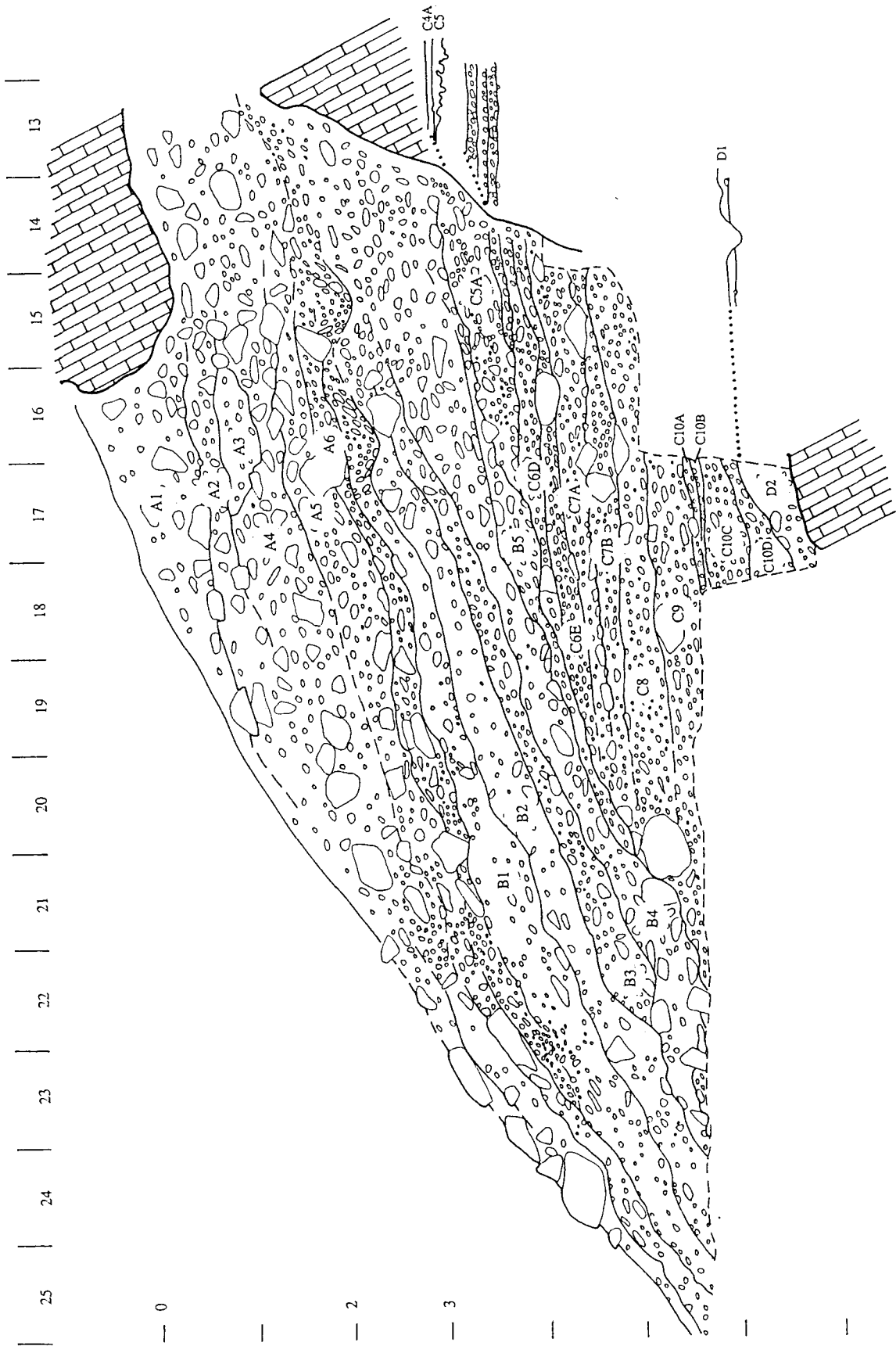
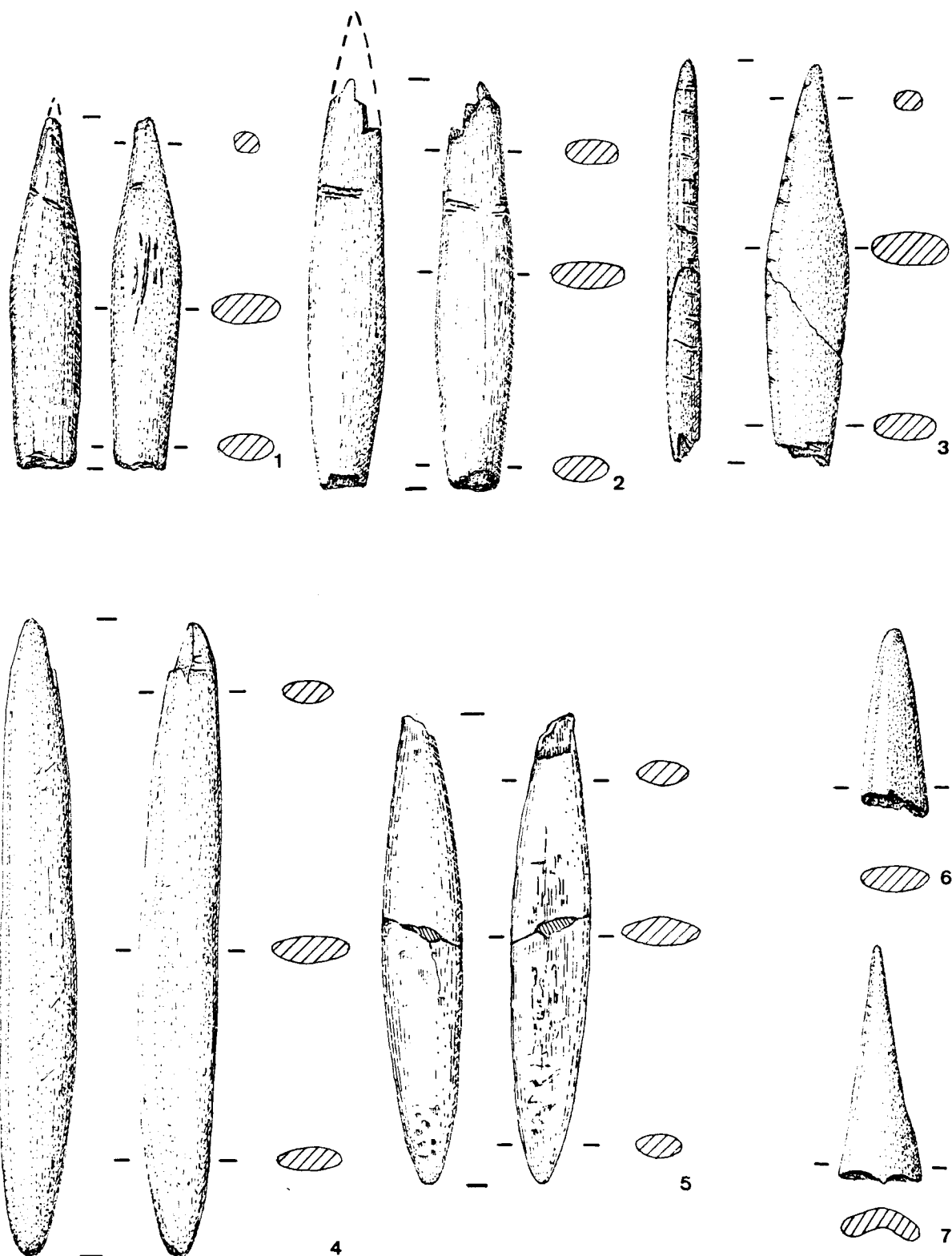


Fig. 3 Stratigraphie schématique de la grotte Walou (coupe longitudinale).



0 5 cm

en raison d'une occupation fort intéressante par un groupe d'Aurignacien II (couches C6C et C6D). Cette occupation a été attribuée par J.-M. Cordy à l'interstade d'Arcy, grâce à une analyse très détaillée de la microfaune de chaque sous-couche. Actuellement, les études concernant la macrofaune et la palynologie ne permettent pas de distinguer une sérieuse amélioration climatique. Les Aurignaciens de cette strate chassaient le renne, le cerf, le rhinocéros et le cheval. Ils procédaient à la fabrication de sagaies à base massive à partir de bois de chute de cerf élaphe (fig. 4). L'outillage lithique est surtout caractérisé par des burins busqués. Le matériel apparemment non utilitaire comprend de l'oligiste oolithique, de nombreux morceaux de galène et des croches de cerf perforées. Un foyer doit se trouver dans la zone non encore fouillée car plusieurs rejets de cendres ont été repérés dans cette direction. Il en va de même pour un probable atelier de travail de l'ivoire de mammoth, comme semblent l'indiquer des déchets de fabrication et un fragment de bâtonnet cylindrique. Les Aurignaciens n'ont pas occupé la diaclase est, mais ils y avaient cependant déposé le long d'une paroi une sagaie et un bassin de rhinocéros dont une face couverte de stries dues au silex indique une possible utilisation comme table à découper.

La couche C7, subdivisée en C7A et C7B, est essentiellement caractérisée par des habitats d'ours des cavernes. Néanmoins, une petite série d'artefacts lithiques a été récoltée en C7A. Jusqu'à présent, ces objets n'ont pas encore pu être rapportés d'une manière spécifique à une phase culturelle. A titre hypothétique, ils pourraient également être aurignaciens.

La couche C8 comprend, outre des occupations d'ours et d'hyènes des cavernes, les restes d'un habitat du Paléolithique moyen. L'industrie est caractérisée par du Moustérien à

denticulés. La couche C9 est riche en vestiges paléontologiques et correspond surtout à des habitats d'hyènes des cavernes. La couche C10, subdivisée en 4 sous-couches, comprend dans sa partie supérieure des occupations d'ours des cavernes et dans la dernière sous-couche une occupation du Paléolithique moyen qui n'a encore été reconnue que par deux sondages.

Par endroits, des morceaux de plancher stalagmitique en mauvais état séparent la formation C de la formation D sous-jacente.

La formation D comprend deux couches loessiques (D1 et D2). Ces dépôts, reconnus seulement par deux sondages limités, montrent également la présence de vestiges paléontologiques.

Conclusion

La grotte Walou est un site exceptionnel pour la connaissance de notre préhistoire, tant du point de vue des sciences naturelles, notamment paléontologiques et palynologiques qui permettent l'étude du paléoenvironnement, que des sciences humaines qui disposent d'un riche outillage en position stratigraphique. Le matériel particulièrement bien conservé du Paléolithique supérieur ancien, Aurignacien et Gravettien, fournit également des données précieuses pour l'identification de ces groupes mais aussi pour l'étude comportementale. L'exemple de l'analyse des procédés de fabrication de l'outillage osseux permet de discerner une évolution conceptuelle, qui va d'une perception tridimensionnelle au début du Paléolithique supérieur pour arriver à une conception bidimensionnelle à la fin de cette période. Nous pouvons espérer que les campagnes de fouilles ultérieures pourront dégager la partie centrale de la salle d'entrée et découvrir ainsi les structures d'habitat et de travail partiellement repérées par les premières recherches.

Bibliographie

- CHEN, Z., EK, C. et LACROIX, D., 1987, Sédimentologie de quelques loess de la grotte Walou à Trooz, Belgique, *Bulletin de la Société royale belge d'études géologiques et archéologiques "Les Chercheurs de la Wallonie"*, 28, pp. 69-79.
- CORDY, J.-M., 1991, Résultats préliminaires de l'analyse des micromammifères de la grotte Walou (Trooz), *Notae Praehistoricae*, 10, pp. 15-19.
- CORDY, J.-M., 1991, Palaeoecology of the Late Glacial and Early Postglacial of Belgium and Neighbouring Areas, in BARTON, N., ROBERTS, A.J. and ROE, D.A. (eds), *The Late Glacial in North-West Europe : Human Adaptation and Environmental Change at the End of the Pleistocene*, *CBA Research Report 77*, Oxford, Council for British Archaeology, pp. 40-47.
- DEWEZ, M., 1986, Recherches dans les grottes de la vallée de la Magne (com. de Trooz et Soumagne), *Archaeologia Belgica*, II (1), pp. 7-8.
- DEWEZ, M., 1989, Données nouvelles sur le Gravettien de Belgique, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 86, pp. 138-142.
- GROESSENS-VAN DYCK, M.-C., 1989, L'avifaune quaternaire de la grotte Walou (Trooz, province de Liège), *Aves*, pp. 219-223.

Le Musée Ourthe-Amblève à Comblain-au-Pont

The Ourthe-Amblève Museum at Comblain-au-Pont

Louis Wilkin *

Résumé

Le musée Ourthe-Amblève présente un ensemble unique de fouilles pluridisciplinaires réalisées récemment dans les sites préhistoriques régionaux du Paléolithique inférieur (Belle-Roche), du Paléolithique moyen (grotte Walou), du Paléolithique supérieur (grotte Walou, grotte du Coléoptère, trou Jadot), du Mésolithique (Sougné A, Roche-aux-Faucons, Florzé), du Néolithique (abri Masson) et de l'Age des Métaux (abri des Taons, trou de la Hé).

Abstract

The Ourthe-Amblève museum exhibits a unique collection from multidisciplinary excavations recently carried out at prehistoric regional sites from the Lower Palaeolithic (Belle-Roche), from the Middle Palaeolithic (the Walou Cave), from the Upper Palaeolithic (the Walou Cave, the Coléoptère Cave and the Jadot Hole), from the Mesolithic (Sougné A, Roche-aux-Faucons, Florzé), from the Neolithic (the Masson Shelter) and from protohistory (the Taons Shelter, the Hé Hole).

Mots clés : musée, paléolithique, mésolithique, néolithique, âge des Métaux.

Key words : museum, Palaeolithic, Mesolithic, Neolithic and Protohistory.

Introduction

Hébergé dans l'ancien presbytère construit au 17^{ème} siècle (fig. 1), le musée Ourthe-Amblève, à Comblain-au-Pont, province de Liège, Belgique, a été fondé en 1933 par une série de personnalités comblinoises, dont Emile Detaille (1912-1990), érudit local qui en sera le premier conservateur. Érigée en association sans but lucratif, l'institution comprenait à l'origine trois sections, dont une était consacrée à la

préhistoire wallonne et une autre à l'archéologie et à l'histoire régionale.

Fermé pour insalubrité en 1975, le musée attendra 1986 pour voir aboutir une rénovation qui doublera sa surface d'exposition et l'été 1991 pour renouer avec sa vocation de présentation des différents aspects de l'Ourthe-Amblève, avec une attention particulière pour la préhistoire.

* Louis Wilkin, conservateur, Musée Ourthe-Amblève, 1 place Leblanc, 4170 Comblain-au-Pont, Belgique



Fig. 1 Vue extérieure du musée Ourthe-Ambève.

Le musée, qui se veut un pôle d'attraction du renouveau culturel régional, est désormais géré par une commission de quatre partenaires, soit l'administration communale de Comblain-au-Pont, le ministère de la Communauté française, l'ancienne association du musée et un consortium de sociétés scientifiques (association wallonne de paléanthropologie, paléontologie et archéologie karstique, société wallonne de paléontologie).

Paléolithique inférieur

La grotte fossilifère de la Belle-Roche, à Fraiture, commune de Sprimont (province de Liège), a été reconnue en 1980, à la suite d'un tir de mines dans la carrière du même nom. Elle fait depuis l'objet d'une fouille de sauvetage de grande envergure (J.-M. Cordy, Université de Liège). Son remplissage recèle plusieurs couches fossilifères datant d'environ 500.000 ans, qui donnent une bonne image du climat et de la faune au cours du Cromérien supérieur.

Une des couches fossilifères, correspondant à un climat tempéré, conserve des outils grossièrement taillés par l'homme préhistorique. Il s'agit des plus anciennes traces d'activité humaine reconnues jusqu'à présent dans le Benelux (Cordy *et al.*, 1992). Réalisée au départ de petits galets de silex et de quartzite, cette industrie aux caractères archaïques se compose essentiellement de chopping-tools, de choppers, d'éclats retouchés et d'une pièce bifaciale qui annihile les suspicions que certains ont cru devoir faire peser sur la nature archéologique du gisement.

La faune cromérienne de la Belle-Roche, exposée avec une reconstitution graphique du paysage de l'époque, est dominée par *Ursus deningeri* et comprend notamment du lion des cavernes (*Panthera leo fossilis*), du rhinocéros étrusque (*Dicerorhinus etruscus*) et du cheval de Mosbach (*Equus mosbachensis*). Des maquettes de la zone du confluent de l'Ourthe et de l'Ambève permettent en outre d'apprécier les modifications géomorphologiques de la région

entre le Pléistocène moyen ancien, caractérisé par des vallées larges et peu profondes, et les derniers millénaires, où des incisions profondes, avec falaises importantes et riches en phénomènes karstiques, marquent le paysage.

Paléolithique moyen et supérieur ancien : grotte Walou

En cours de fouille depuis 1985, la grotte Walou, à Trooz (province de Liège), dans la vallée de la Vesdre, livre la plus importante stratigraphie en grotte du Paléolithique moyen et supérieur ancien de Belgique (Dewez, 1992). Quatre formations, A, B, C et D, comprenant chacune une série de couches et parfois de sous-couches, ont été distinguées. La formation A est holocène et a livré un peu de Néolithique tardif et une petite série d'artefacts lithiques du Mésolithique. La couche supérieure de la formation B, soit B1, est attribuée au Dryas III et contient les traces d'une occupation cresswello-tjongérienne. A l'extérieur de la grotte, la couche B4 présentait une faible occupation magdalénienne, tandis que la strate B5 a livré les vestiges d'un groupe gravettien utilisant de longues sagaies en bois de renne, dont une reconstitution associée à celle d'un propulseur est proposée au musée. La couche 6 de la formation C remonte à l'interstade d'Arcy et contient un riche matériel de l'Aurignacien II, avec sagaies à base massive réalisées à partir de bois de chute de cerf élaphe. La couche C7 contient également quelques artefacts qui pourraient être aurignaciens. La couche C8 est caractérisée par du Moustérien à denticulés. La partie inférieure de la couche C10 comprend une seconde occupation de Paléolithique moyen. La formation D n'a pas encore révélé de vestiges archéologiques.

Paléolithique supérieur récent : Coléoptère et trou Jadot

La Tardiglaciaire est bien représenté dans la région, avec des sites paléolithiques supérieurs récents en grottes dont les plus caractéristiques sont :

- les grottes de Verlaine, à Tohogne, et du Coléoptère (couche 8B), à Bomal-sur-Ourthe, dont les occupations appartiennent au Magdalénien et sont respectivement datées du Dryas I (Lv-690 = $13\,780 \pm 220$ BP) et du Dryas II (Lv-686 = $12\,150 \pm 150$ BP et Lv-717 = $12\,400 \pm 110$ BP; Dewez, 1987);

- le trou Jadot qui a livré un petit amas de débitage de l'oscillation d'Alleröd, daté au ^{14}C de $11\,850 \pm 160$ BP (Lv-1411), mais trop pauvre pour être culturellement attribuable (Toussaint et Becker, 1986);

- la grotte de Martinrive, à Aywaille, qui semble appartenir au groupe cresswellien (Dewez, 1987) mais n'est pas datée au ^{14}C ;

- les grottes de Remouchamps, de La Préalle, à Aisne-sur-Heyd, et du Coléoptère (couche 6b) qui ont livré des occupations ahrensbourgiennes datées du Dryas III (Lv-535 = $10\,380 \pm 170$ BP à Remouchamps; Dewez *et al.*, 1974; Dewez, 1987).

Les deux sites exposés au musée, soit le Coléoptère et le site comblinois du trou Jadot, sont accompagnés de la reconstitution d'un harpon magdalénien et de représentations du paléoenvironnement lors des occupations préhistoriques, réalisées à partir des résultats des analyses palynologiques et paléontologiques.

Mésolithique

Les vallées de l'Ourthe et de l'Amblève sont très riches en sites mésolithiques (Gob, 1981). Elles offrent une séquence chronoculturelle assez complète, qui débute avec un "Epi-ahrensbourgien" dérivant de l'Ahrensbourgien du Dryas III. Essentiellement représenté à la station de Sougné A, en cours de fouille par G. Lawarrée, ce Mésolithique ancien, bien évoqué dans une des vitrines du musée, remonte au Préboréal, plus précisément au huitième millénaire avant notre ère. Il traduit une première phase d'adaptation des chasseurs-cueilleurs aux nouvelles conditions de vie engendrées par le réchauffement du climat après la fin de la glaciation weichsélienne et par la migration de la faune froide, notamment le renne, vers le nord.

Le gibier chassé est maintenant essentiellement le cerf et le sanglier, l'usage de l'arc se généralise, les nombreux microlithes retrouvés lors des fouilles, surtout des pointes à base non retouchée et des segments de cercle dans le cas de Sougné A, correspondent aux armatures de flèches.

Un second groupe, le Beuronien, originaire du Jura souabe, atteint nos régions il y a environ 9.000 ans et a laissé de nombreux sites, notamment La Roche-aux-Faucons (Neupré et Esneux), dont une reconstitution au cours du Boréal illustre la vitrine mésolithique du musée. A ce stade, ce sont les triangles et les pointes à base retouchée qui dominent les microlithes.

Le Mésolithique récent régional voit l'apparition, il y a à peu près 7.500 ans, du "Rhein-Meuse-Schelde" et du Montbanien, deux groupes autonomes riches en trapèzes, notamment représentés au musée par les sites de Florzé (fouilles G. Lawarrée, inédites) et des "Trente-et-un" à Neupré.

Des reconstitutions de flèches et d'un arc en provenance des tourbières d'Europe du nord, entre autres celle d'Homelgaard, illustrent l'utilisation des microlithes au cours de cette période.

Néolithique

En raison de la nature de son sous-sol, l'Ourthe-Ambève semble n'avoir été colonisée par les agriculteurs-éleveurs du Néolithique qu'au 5ème millénaire avant J.-C., alors que les riches terres de Hesbaye les avaient accueillis dès le 6ème. La région est dès lors restée pendant plusieurs siècles un refuge pour les chasseurs-cueilleurs du Mésolithique, plus ou moins refoulés ailleurs. Les vestiges néolithiques les plus spectaculaires découverts dans nos vallées sont des sépultures collectives et des ossuaires, aucun habitat n'ayant encore été fouillé, encore que de nombreux témoins de cette époque aient été ramassés dans les champs.



Fig. 2 Reconstitution de l'ossuaire néolithique de l'abri Masson.

Un des rares ossuaires wallons fouillés dans de bonnes conditions, l'abri Masson (Lv-1461 = 4380 ± 60 BP et Lv-1462 = 4170 ± 80 BP) à Sprimont (Toussaint, 1991) est exposé, sous la forme d'une reconstitution à grandeur nature d'un des décapages, réalisée avec les ossements originaux (fig. 2).

Protohistoire

L'abri des Taons, à Sy-Ferrières, et le trou de la Hé, à Comblain-au-Pont, exposés dans la vitrine protohistorique du musée, sont les premiers sites régionaux des âges des métaux à avoir fait l'objet d'études pluridisciplinaires axées sur l'analyse du paléoenvironnement. L'abri des Taons est surtout riche en céramique tandis que le trou de la Hé a livré un bel outillage lithique, à base de pointes et de grattoirs, des objets de

parure et des tessons de poterie, notamment des éléments campaniformes.

Conclusion

Quinze ans après la fermeture du musée pour restauration, la nouvelle section de préhistoire en voie d'achèvement témoigne de la richesse des vallées de l'Ourthe et de l'Amblève en vestiges préhistoriques et du dynamisme des recherches qui y ont été entreprises au cours des dernières décennies. Les objectifs futurs du musée dans le domaine visent à assurer la conservation sur place du patrimoine archéologique, en rassemblant le produit des fouilles récentes et les collections privées du cru, ainsi qu'à faciliter la réalisation de nouvelles recherches et à offrir au grand public et aux écoles un aperçu synthétique et dynamique de la vie de nos lointains ancêtres.

Bibliographie

- CORDY, J.-M., BASTIN, B., EK, C., GEERAERTS, R., OZER, A., QUINIF, Y., THOREZ, J. et ULRICH-CLOSSET, M., 1992, The Lower Palaeolithic Site of La Belle-Roche (Sprimont, Belgium), A Report on a Field Trip, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 287-301.
- DEWEZ, M., 1987. *Le Paléolithique supérieur récent dans les grottes de Belgique*, Louvain-la-Neuve, Publications d'Histoire de l'Art et d'Archéologie de l'Université Catholique de Louvain, LVII, 466 p.
- DEWEZ, M., 1992, La grotte Walou à Trooz (province de Liège, Belgique), présentation du site, in M. TOUSSAINT (éd.), Actes du symposium *Cinq millions d'années, l'aventure humaine*, Bruxelles 12-14 sept. 1990, E.R.A.U.L., 56, pp. 311-318.
- DEWEZ, M., BRABANT, H., BOUCHUD, J., CALLUT, M., DAMBLON, F., DEGERBØL, M., EK, C., FRERE, H. et GILOT, E., 1974. Nouvelles recherches à la grotte de Remouchamps, *Bull. Soc. roy. belge Anthropol. Préhist.*, 85, pp. 5-160.
- GOB, A., 1981, *Le Mésolithique dans le bassin de l'Ourthe*, Mémoire de la Soc. wallonne de Paléontologie, 3, 420 p.
- TOUSSAINT, M., 1991, Etude spatiale et taphonomique de deux sépultures collectives du Néolithique récent : l'abri Masson et la fissure Jacques à Sprimont, province de Liège, Belgique, *l'Anthropologie*, 95, pp. 257-278.
- TOUSSAINT, M. et BECKER, A., 1986. Le Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique), *Helinium*, 26, pp. 206-215.