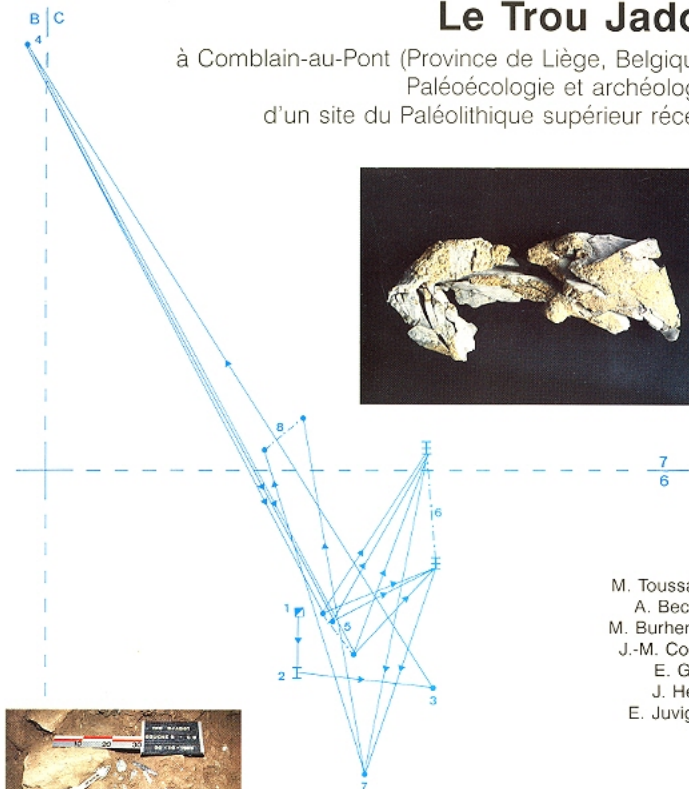
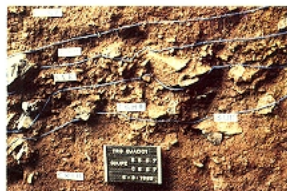


# Le Trou Jadot

à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique)  
Paléoécologie et archéologie  
d'un site du Paléolithique supérieur récent



M. Toussaint  
A. Becker  
M. Burhenne  
J.-M. Cordy  
E. Gilot  
J. Heim  
E. Juvigné



# Table des matières

Table des matières .....	3
Liste des auteurs .....	4
Le Paléolithique supérieur du Trou Jadot, introduction <i>Michel Toussaint et Angelika Becker</i> .....	5
Stratigraphie des dépôts sédimentaires du Trou Jadot <i>Michel Toussaint et Angelika Becker</i> .....	11
Sédimentologie des dépôts du Trou Jadot <i>Monique Burhenne</i> .....	17
Présence de téphras du volcan du Laacher See dans la coupe du Trou Jadot <i>Etienne Juvigné</i> .....	27
La présence humaine au Tardiglaciaire en Belgique et dans les régions limitrophes au regard des dates <sup>14</sup> C <i>Etienne Gilot</i> .....	31
Bio- et chronostratigraphie des dépôts du Trou Jadot à partir des Micromammifères <i>Jean-Marie Cordy et Michel Toussaint</i> .....	39
Les restes de grands Vertébrés des couches supérieures du Trou Jadot <i>Jean-Marie Cordy et Michel Toussaint</i> .....	55
Analyse palynologique de la coupe transversale du site archéologique du Trou Jadot à Comblain-au-Pont <i>Jean Heim</i> .....	59
Typologie et technologie du matériel lithique du Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot <i>Michel Toussaint et Angelika Becker</i> .....	67
Interprétation synthétique des dépôts sédimentaires et de l'occupation du Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot <i>Michel Toussaint</i> .....	83
Summary The Jadot Hole at Comblain-au-Pont (Province of Liège, Belgium), Palaeoecology and Archaeology of a Later Upper Palaeolithic Site .....	89
Zusammenfassung Die Jadot-Höhle von Comblain-au-Pont (Provinz Lüttich, Belgien), Paläoökologie und Archäologie eines Fundplatzes aus dem Spätpaläolithikum .....	91

## Liste des auteurs

Angelika Becker

Licenciée en Histoire de l'Art et Archéologie

Association wallonne de Paléanthropologie, c/o Musée Ourthe-Amblève

1 place Leblanc, B 4170 Comblain-au-Pont

Monique Burhenne

Licenciée en Sciences géologiques

Banque informatisée du Karst, c/o Université de Liège

7 place du XX Août, B 4000 Liège

Jean-Marie Cordy

Docteur en Sciences

Chercheur qualifié au F.N.R.S.

Université de Liège

7 place du XX Août, B 4000 Liège

Etienne Gilot

Laboratoire du Carbone 14

Université Catholique de Louvain

3 chemin du Cyclotron, B 1348 Louvain-la-Neuve

Jean Heim

Docteur en Sciences

Laboratoire de Palynologie et de Dendrochronologie

Université Catholique de Louvain

4 place Croix-du-Sud, B 1348 Louvain-la-Neuve

Etienne Juvigné

Docteur en Sciences

Chercheur qualifié au F.N.R.S.

Laboratoire de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire

Université de Liège

7 place du XX Août, B 4000 Liège

Michel Toussaint

Docteur en Sciences et licencié en Histoire de l'Art et Archéologie

Association wallonne de Paléanthropologie, c/o Musée Ourthe-Amblève

1 place Leblanc, B 4170 Comblain-au-Pont

## Le Paléolithique supérieur du Trou Jadot, introduction

Michel Toussaint  
Angelika Becker

Etroite cavité précédée d'un petit replat, le Trou Jadot s'ouvre au sud-ouest, à une trentaine de mètres au-dessus d'un vallon sec qui descend vers la rive droite de l'Ourthe. Il est situé à la périphérie sud de l'imposant massif de calcaires dolomitiques dit des "Tartines" (Viséen V2a; fig. 1), à 750 mètres au sud-est du confluent de l'Ourthe et de l'Amblève, à Comblain-au-Pont,

province de Liège, Belgique (fig. 2). Ses coordonnées Lambert sont :  $x = 236,75$  km E;  $y = 130,20$  km N; altitude =  $\pm 120$  m (carte Institut Géographique National 49/1-2 : Tavier -Esneux).

Le site, dont le porche était en partie effondré et qui était presque complètement rempli de sédiments, a été remarqué et partiellement



Fig. 1 Le massif des Tartines à Comblain-au-Pont. La flèche indique la position du Trou Jadot.



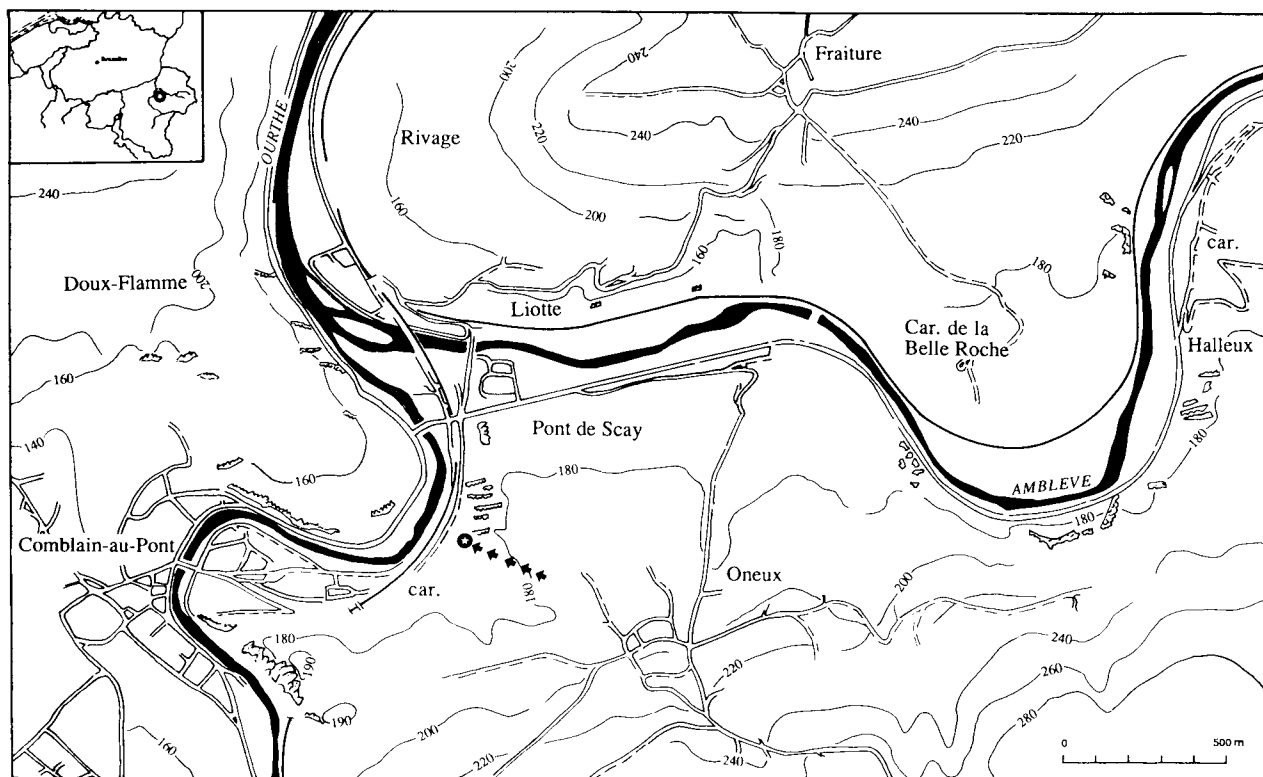


Fig. 2 Localisation du Trou Jadot, représenté par une étoile dans un cercle noir.

dégagé au début des années 80 par E. Detaille et A. Jadot, du musée "Ourthe-Amblève". Se rendant compte de l'intérêt archéologique potentiel de la cavité à la suite de découvertes paléontologiques dans les niveaux superficiels du remplissage, les inventeurs ont rapidement confié la fouille et l'étude aux signataires. Les recherches pluridisciplinaires réalisées en 1982 et 1983 (fig. 3) ont alors permis de fouiller un petit amas de débitage, à environ trois mètres de profondeur, dans la couche CGMphi qui a pu être attribuée au début de l'oscillation d'Allerød (Toussaint et Becker, 1986 et 1992). Outre l'examen de la structure elle-même, effectué d'un point de vue planimétrique et typologique ainsi que par remontage des éléments de débitage, les analyses entreprises ont concerné la stratigraphie et le paléoenvironnement des dépôts, étudiés par méthodes radiométriques (E. Gilot, U.C.L.), sédimentologiques (M. Burhenne), téphrostratigraphiques (E. Juvigné, U.Lg.) palynologiques (J. Heim, U.C.L.) et paléontologiques (J.-M. Cordy, U.Lg.,

M. Toussaint). La fouille a été effectuée en combinant l'approche stratigraphique et le décapage horizontal des niveaux, avec relevé de tous les artefacts lithiques et osseux dans les trois dimensions, puis tamisage à l'eau, à mailles de 1 mm, de tous les sédiments.

Les bassins de l'Ourthe et de l'Amblève, dont le confluent peut être surveillé à partir d'un point de vue situé à quelques mètres à l'ouest du Trou Jadot, ont livré une série d'autres sites paléolithiques en grottes dont les plus intéressants, regroupés par ordre chronologique, sont les suivants (fig. 4) :

- le gisement karstique de la Belle-Roche, à Sprimont, qui a fourni une industrie à galets aménagés et pièces bifaciales, apparemment antérieure à 450 000 BP et appartenant au Pléistocène moyen ancien (Cordy, 1980 et 1987);
- la grotte Descy à Dieupart, Aywaille, premier témoignage en stratigraphie d'une occupation régionale au Paléolithique moyen (Mathys *et al.*, 1986);

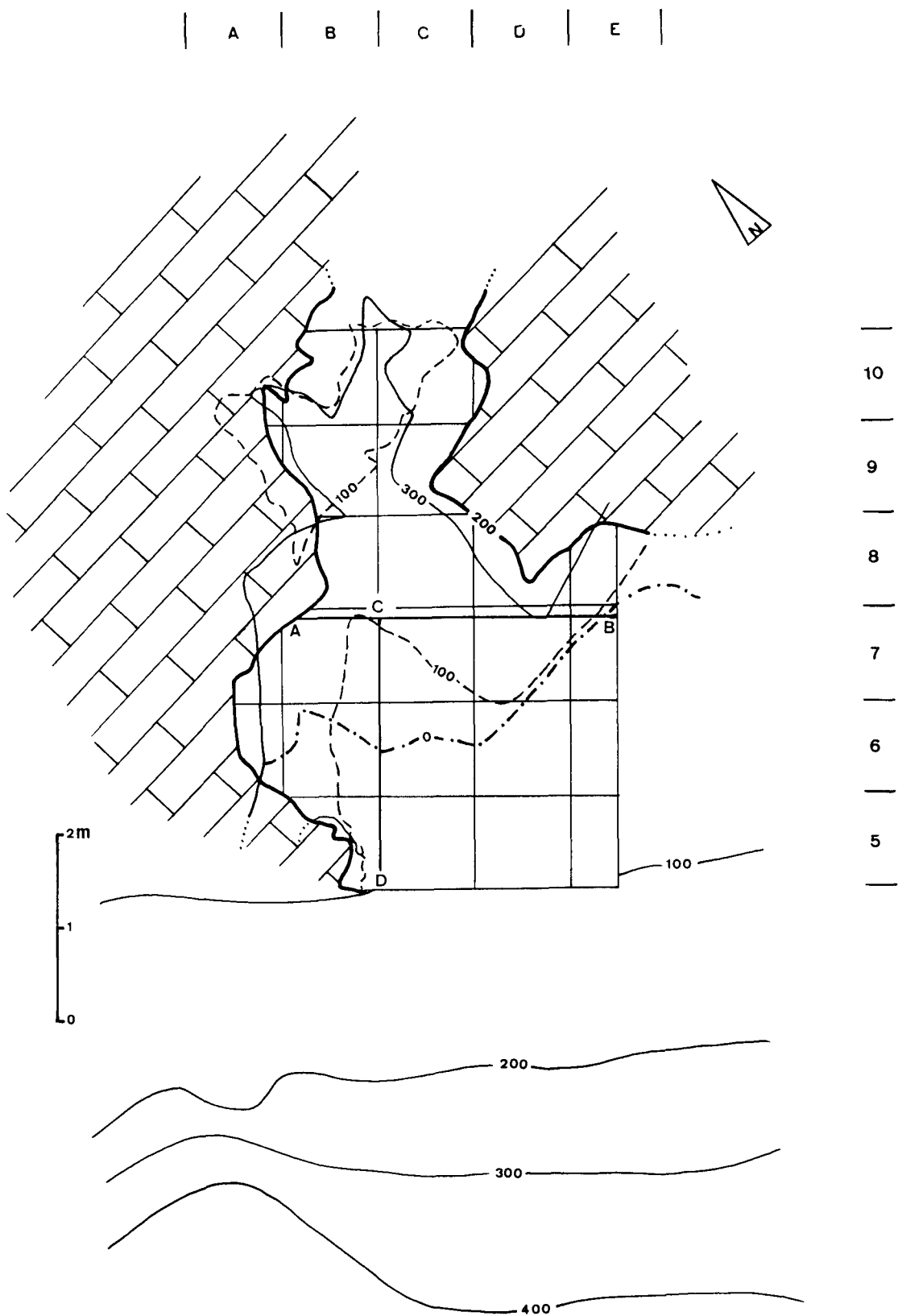


Fig. 3 Topographie du Trou Jadot avec emplacement des carrés fouillés et situation des coupes stratigraphiques AB et CD.

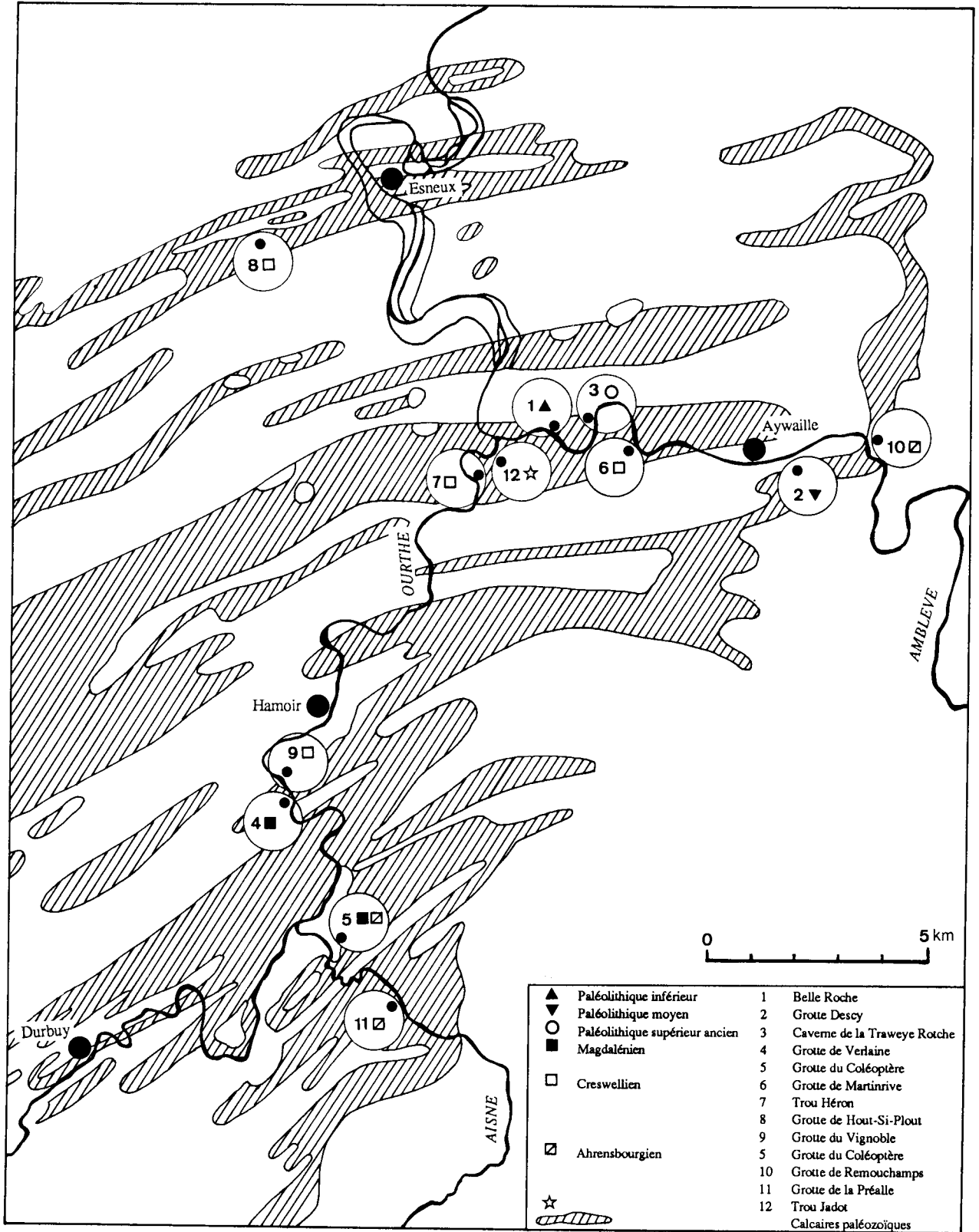


Fig. 4 Carte des sites paléolithiques d'Ourthe-Amblève.

- la caverne de la Traweye Rotche, à Sprimont, dont l'industrie lithique remonte à une phase de rémission glaciaire, l'oscillation froide-médium de Tursac-Les Wartons (Lv-1241 =  $25\,440 \pm 680$  BP) et correspond à un Paléolithique supérieur ancien trop pauvre pour être culturellement défini (Toussaint *et al.*, 1986; Toussaint, 1988);

- les grottes de Verlaine, à Tohogne, et du Coléoptère (couche 8B), à Bomal-sur-Ourthe, dont les occupations relèvent du Magdalénien et sont respectivement datées du Dryas I (Lv-690 =  $13\,780 \pm 220$  BP; Dewez, 1987) et du Dryas II (Lv-686 =  $12\,150 \pm 150$  BP et Lv-717 =  $12\,400 \pm 110$  BP; Dewez, 1975 et 1987);

- la grotte de Martinrive, à Aywaille, qui semble appartenir au groupe cresswellien (Dewez, 1987) mais n'est pas datée encore au  $^{14}\text{C}$ . C'est au même ensemble culturel que se rattachent également les niveaux très pauvres décelés au Trou Héron à Comblain-au-Pont (fouille A. Becker et M. Toussaint, inédite) et à la grotte de Hout-si-Plout à Neupré (fouille M. Toussaint, inédite);

- les grottes de Remouchamps, de La Préalpe 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).

## Bibliographie

- 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*, série D, 291 (3 novembre 1980), pp. 749-751.
- CORDY, J.-M., 1987. Le gisement karstique de la Belle-Roche (Sprimont, Province de Liège). In : *Colloque international de sédimentologie karstique*, Han-sur-Lesse 18-22 mai 1987, Excursions, livret-guide, pp. 55-60.
- DEWEZ, M., 1975. Nouvelles recherches à la grotte du Coléoptère à Bomal-sur-Ourthe (Province du Luxembourg), rapport provisoire de la première campagne de fouille. *Helinium*, 15, pp. 105-133.
- 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., 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.
- MATHYS, N., ROLAND, C., CORDY, J.-M., GILOT, E., HEIM, J., JUVIGNE, E., JACQUES, M.-C. et GOB, A., 1986. Le Paléolithique moyen de la grotte Descy à Dieupart. *Helinium*, 26, pp. 20-45.
- TOUSSAINT, M., 1988. Le Paléolithique supérieur ancien de la caverne de la Traweye Rotche à Sprimont (province de Liège, Belgique), une occupation datant de l'oscillation de Tursac/Les Wartons. *Bull. Soc. préhistorique française*, 85 (3), pp. 92-96.
- 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.
- TOUSSAINT, M. et BECKER, A., 1992. Le Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique) et son paléoenvironnement. *Bull. Soc. préhistorique française*, 89 (1), pp. 12-18.
- TOUSSAINT, M., BONE, E., GILOT, E., HEIM, J., LAWARREE, G., SABLON, R. et VAN GOETHEM, J.-L., 1986. Paléoenvironnement du Paléolithique supérieur ancien de la caverne de la Traweye Rotche à Sprimont (province de Liège, Belgique). *Bull. Soc. roy. belge Anthropol. Préhist.*, 97, pp. 99-132.



## Stratigraphie des dépôts sédimentaires du Trou Jadot

Michel Toussaint  
Angelika Becker

La succession des dépôts du Trou Jadot a été relevé sur la coupe longitudinale CD (fig. 5 et 6), qui correspond à la zone du site où un amas de débitage paléolithique a été fouillé (Toussaint et Becker, 1986 et 1992), et sur la coupe transversale AB (fig. 7 et 8), stérile du point de vue archéologique.

Les couches profondes, soit CAI, CRIB, CRIa, et superficielles, soit CRM, CCSB, CCSA et CRS, s'étendent de manière homogène sur toute la surface de la fouille. Les dépôts intermédiaires présentent par contre des variations latérales de facies entre les deux coupes : les couches CGMphi et LCE sont limitées aux bandes B et C du carroyage alors que les couches COWb et COWa couvrent les bandes D et E. Dans le détail, les couches vues sur le terrain se présentent de la manière suivante, du bas vers le haut, sans que la roche ait été partout atteinte :

### *Couche CAI*

Il s'agit d'un limon argilo-sableux brun-rouge (5YR 4/4) de plus de deux mètres d'épaisseur, contenant une faible proportion de graviers et de cailloux ainsi que quelques gros blocs calcaires généralement peu corrodés. Des concrétions massives et en "poupée" y ont été trouvées. La couche présente également, surtout dans sa partie supérieure, une série de lentilles lessivées très irrégulières (LJ et LJN, fig. 5) composées de sable brun-jaune (5YR 3/4), jaune orange (10YR 6/4) et rouge (5YR 5/6).

### *Couches CRIB et CRIa*

Atteignant 1m20 d'épaisseur, ces deux unités superposées sont constituées d'un limon argileux brun-rouge (5YR 3/4 à 5YR 4/4) dont la charge caillouteuse et graveleuse diminue de bas en haut, passant de 1/2 dans l'entité CRIB à 1/5 en CRIa. L'aplatissement des cailloux croît par contre de la base vers le sommet. Il y a des concrétions en "poupée". Outre quelques débris osseux indéterminables et disséminés, la couche CRIa contenait de la microfaune et, dans sa partie supérieure, une diaphyse de Mammifère datée au  $^{14}\text{C}$  de  $12\,610 \pm 260$  BP (Lv-1412).

### *Couches CGMphi et COWb*

Séparée des dépôts sous-jacents par un contact très net, la couche CGMphi est limitée aux bandes B et C du carroyage et ne dépasse pas 15 cm d'épaisseur. Elle est composée de cailloux (60%) et de graviers enrobés dans une matrice argilo-sableuse de couleur brune à jaune (10YR 6/4). Les éléments calcaires ont un aplatissement et une corrosion un peu plus importants que dans les couches CRIa et CRIB. Le niveau contenait également l'amas de débitage du Paléolithique supérieur, associé à une "couche à Rongeurs" qui est datée au radiocarbone de  $11\,850 \pm 160$  BP (Lv-1411). Cantonnée dans les bandes D et E du carroyage, la couche COWb peut être rapprochée de CGMphi sur base des caractères sédimentologiques. Elle s'en différencie cependant par une épaisseur supérieure, par une charge en blocs et cailloux plus élevée (97%),

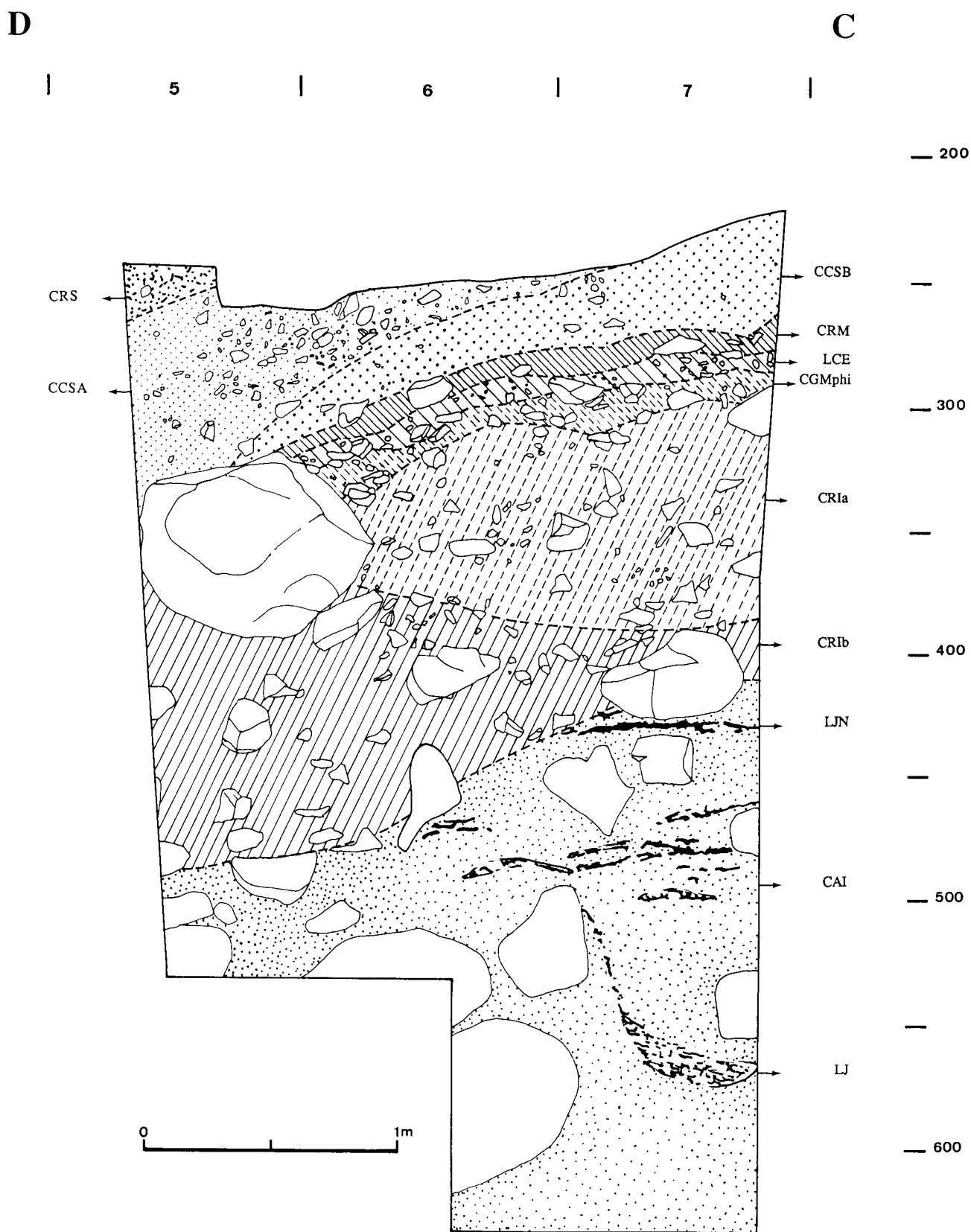


Fig. 5 Coupe longitudinale CD, relevé.

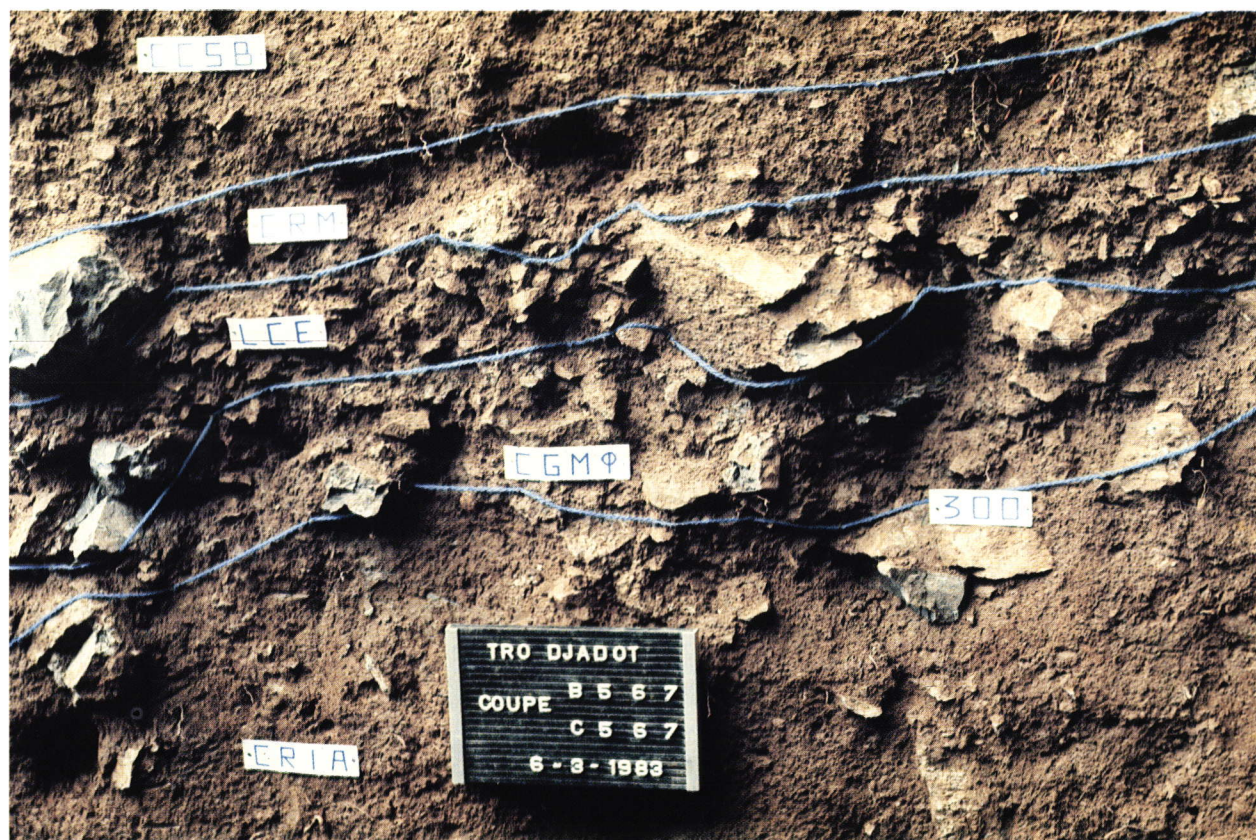


Fig. 6 Coupe longitudinale CD, photographie de détail.

par la disposition en "open work" des éléments calcaires et par la très faible quantité de matrice argileuse de couleur brun rouge (10YR 6/4) à orange (5YR 6/4).

#### *Couches LCE et COWa*

Nettement isolée des strates qui l'encadrent, la couche LCE, dont l'épaisseur est d'environ 10 cm, est composée de quelque 80% de cailloux supérieurs à 1 cm et d'une faible quantité de matrice argilo-limoneuse orange (5YR 6/4). Les cailloux sont moins aplatis et plus corrodés que ceux du niveau précédent. La fine couche COWa qui prolonge l'entité LCE dans les bandes D et E, est séparée de COWb sous-jacent par un contact assez net. Comme LCE, elle contient 80% d'éléments calcaires dépassant 1 cm et près de 10% de matrice fine.

#### *Couche CRM*

Il s'agit d'une couche d'une dizaine de cm

d'épaisseur de limon argilo-sableux brun-rouge (5YR 5/4) dont la quantité d'éléments grossiers augmente vers le haut. La plupart des cailloux sont peu aplatis et nettement corrodés.

#### *Couches CCSB et CCSA*

Épaisse de 70 cm, cette unité a été subdivisée en deux en raison de l'enrichissement en cailloux vers le haut : d'un peu plus d'1/3 d'éléments supérieurs à 10 mm en CCSB à 3/4 en CCSA. Les composants grossiers, généralement non aplatis, sont enrobés dans une matrice limono-sableuse de couleur brune à jaune-orange (10YR 5/4 à 10YR 6/4). La corrosion diminue progressivement de la base vers le sommet. Il y a du calcaire à la face inférieure des nombreux cailloux.

#### *Couche CRS*

C'est une couche limono-caillouteuse brune (10YR 5/4), de  $\pm 20$  cm d'épaisseur, dont les éléments les plus gros sont corrodés et peu aplatis.

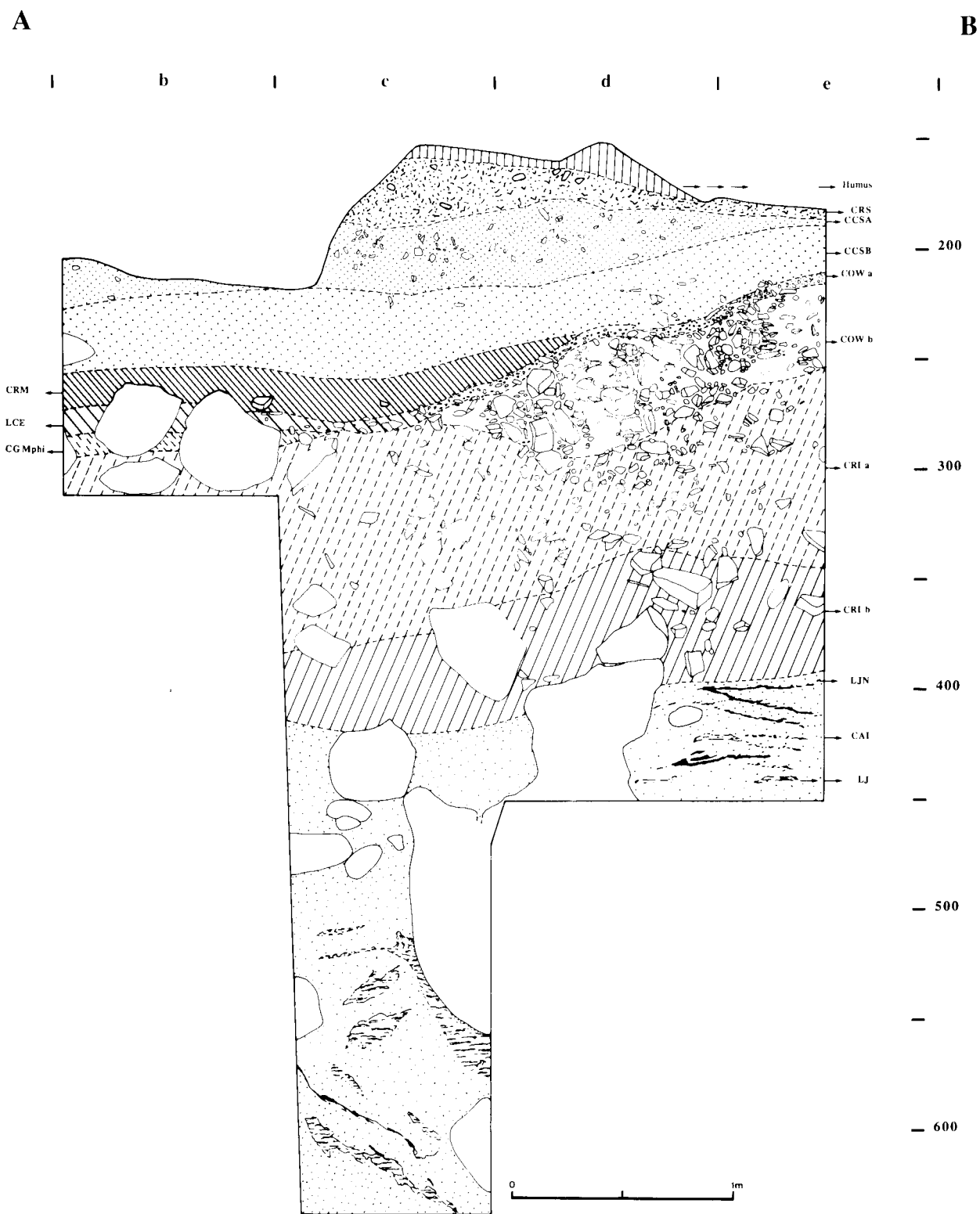


Fig. 7 Coupe transversale AB, relevé.





Fig. 8 *Coupe Transversale AB, photographie de détail.*

### Bibliographie

- 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.
- TOUSSAINT, M. et BECKER, A., 1992. Le Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique) et son paléoenvironnement. *Bull. Soc. préhistorique française*, 89 (1), pp. 12-18.

## Sédimentologie des dépôts du Trou Jadot

Monique Burhenne

### A. Introduction (M.T.)

Les différents couches stratigraphiques relevées au Trou Jadot (Toussaint et Becker, 1986 et 1992) ont été, pour l'analyse sédimentologique qui suit (Burhenne, 1988), regroupées en quatre unités :

- unité A qui comprend la couche CAI, dans laquelle les échantillons sédimentologiques 15 à 9 (fig. 9) ont été prélevés, ainsi que les lentilles sableuses LJ et LJN;

- unité B qui réunit les couches CR1b (éch. 8) et CR1a (éch. 7);

- unité C regroupant les couches CGMphi et LCE des bandes B et C et les couches COWb (éch. 6) et COWa (éch. 5) des bandes D et E;

- unité D comprenant les couches CRM (éch. 4), CCSB (éch. 3), CCSA (éch. 2) et CRS (éch. 1).

### B. Méthodologie

Tous les échantillons font systématiquement l'objet d'une description macroscopique détaillée (couleur, texture, nature des éléments figurés...) et d'une séparation par tamisage sous eau des fractions : supérieure à 8 mm, inférieure à 8 mm et supérieure à 63  $\mu$ m, et inférieure à 63  $\mu$ m, d'une partie représentative de l'échantillon global.

La fraction grossière (> 8 mm) est l'objet d'une séparation manuelle des différentes classes granulométriques de 1 cm à 10 cm par intervalles de 1 cm et de la classe granulométrique supérieure

à 10 cm. Chacune de ces fractions est l'objet de diverses mesures et des calculs de paramètres classiques dans ce type d'étude : indice de forme, indice d'émoussé, indice d'aplatissement, indice de corrosion, indice de porosité, recherche des différents types de cimentation et des éléments fissurés par le gel (Berthois, 1975; Bonifay, 1955 et 1956; Brochier, 1978; Cailleux et Tricart, 1959; Campy, 1982; Rivière, 1977; Laville, 1975; de Lumley, 1965a et b; Miskovsky, 1974 et 1987).

L'analyse granulométrique de la matrice (< 2 mm) des sédiments est réalisée par tamisage à sec pour la fraction supérieure à 63  $\mu$ m tandis que la fraction fine (< 63  $\mu$ m) est analysée au moyen de la balance de sédimentation (Burhenne, 1981). D'autre part, des mesures de calcimétrie et de pHmétrie (Thibault, 1968) sont réalisées sur la fraction inférieure à 2 mm d'une autre partie représentative de l'échantillon global.

### C. Résultats

#### 1. Analyse morphométrique

##### 1.a. Résultats

L'analyse morphométrique des éléments calcaires de plus de 1 cm (fig. 10.1) montre que les trois niveaux les plus riches en éléments grossiers, correspondant à la base de l'unité B

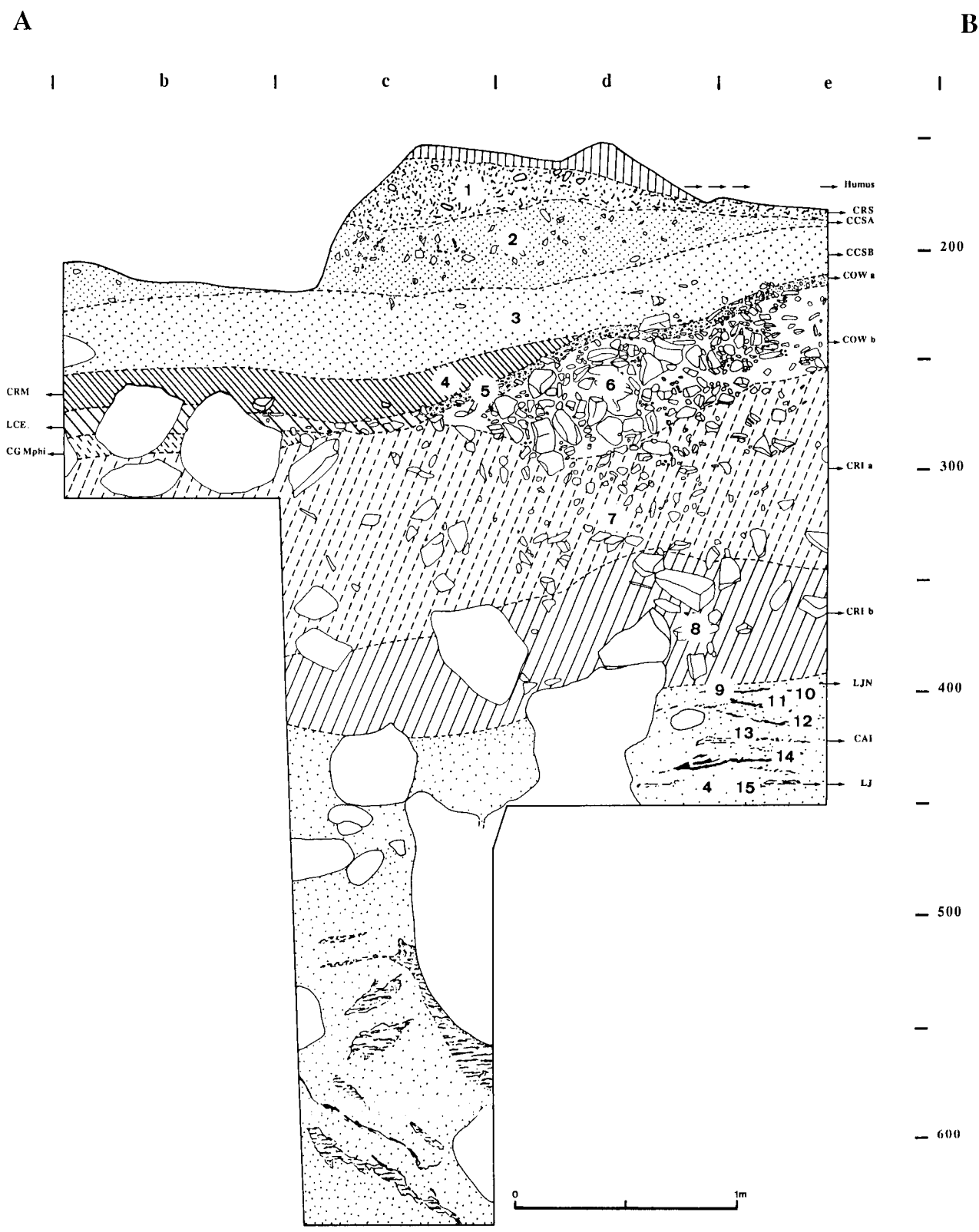


Fig. 9 Sédimentologie, position des échantillons sur la coupe stratigraphique transversale AB.

(éch. 8), à l'unité C (éch. 6 et 5) et à la partie médiane de l'unité D (éch. 2), sont également les niveaux qui présentent des proportions maximales de plaquettes fines et des proportions minimales d'éléments de forme polyédrique (fig. 10.2). Cette observation est confirmée par les valeurs de l'indice d'aplatissement (fig. 10.3) qui montre des valeurs maximales pour ces mêmes échantillons.

Le fractionnement intense des éléments calcaires des échantillons 8 et 5 est également mis en évidence par la composition granulométrique de la fraction du sédiment supérieure à 1 cm (fig. 10.4).

### 1.b. Interprétation

L'ensemble des observations morphométriques implique que les niveaux riches en éléments grossiers (> 1 cm) correspondent à des périodes de gélifraction plus intense et, de ce fait, à des fréquences maximales des cycles gel-dégel.

L'étude palynologique (Heim, 1993) montre que les deux premières pulsions d'éléments grossiers (éch. sédimento. 8, éch. 6 et 5) correspondent à des climats tempérés très caractéristiques tandis que les niveaux qui les encadrent (éch. sédimento. 7, éch. 4 et 3) sont caractérisés par un climat nettement plus froid. Ces résultats peuvent paraître inattendus si l'on considère différents travaux publiés en France qui signalent le plus souvent que la gélifraction maximale s'observe durant les périodes de froid humide le plus intense. Rappelons que ces travaux concernent des dépôts situés pour la plupart dans le sud de la France (Brochier, 1978; Laville, 1975; Miskovsky, 1974). Par contre, si l'on considère des travaux concernant des sites paléolithiques dont les latitudes sont nettement plus proches de celles de la région qui nous intéresse (Campbell, 1977), on constate qu'une diminution d'éléments d'origine cryoclastique peut correspondre à un maximum de froid sec : "This scree production is then apparently only greatly reduced or even sometimes temporarily halted by what is assumed to be maximum cold,

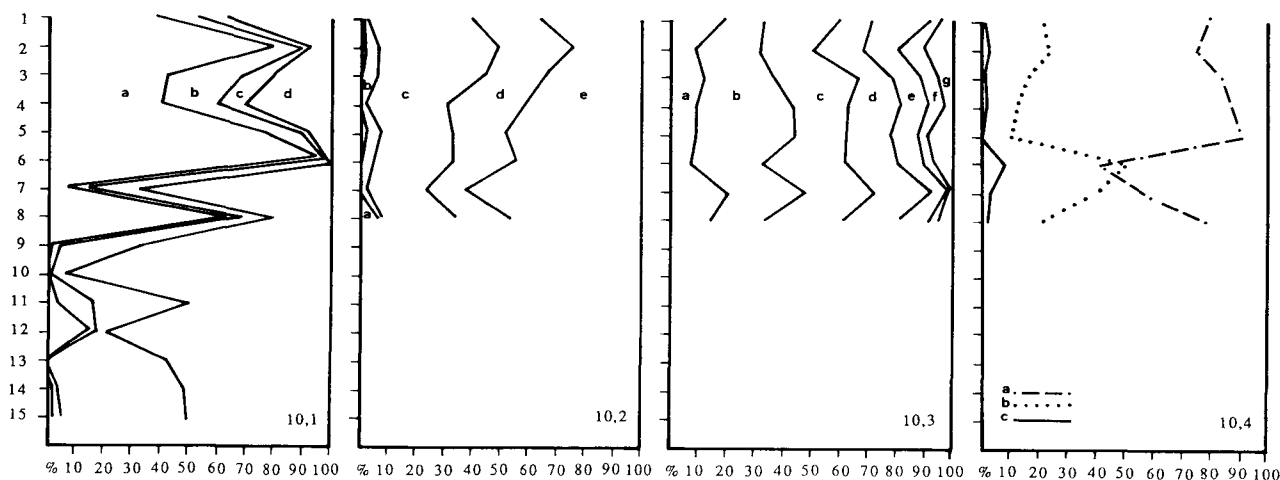


Fig. 10 Sédimentologie : analyse morphométrique des éléments calcaires de plus de 1 cm.

10.1. Granulométrie globale : a) blocs et cailloux (> 1 cm); b) graviers (< 1 cm et > 2 mm); c) sables (< 2 mm et > 63  $\mu$ m); d) silts et argiles (< 63  $\mu$ m).

10.2. Indice de forme : a) plaquettes gélives; b) plaquettes fines; c) plaquettes épaisses; d) formes prismatiques; e) formes polyédriques.

10.3. Indice d'aplatissement ( $i_a = L + 1/2e$ ) : a)  $1 < i_a < 1,5$ ; b)  $1,5 < i_a < 2$ ; c)  $2 < i_a < 2,5$ ; d)  $2,5 < i_a < 3$ ; e)  $3 < i_a < 3,5$ ; f)  $3,5 < i_a < 4$ ; g)  $> 4$ .

10.4. Granulométrie de la fraction calcaire > 1 cm : a) < 2 cm et > 1 cm; b) < 5 cm et > 2 cm; c) < 10 cm et > 5 cm.



dry conditions such as probably existed for a time during particularly the Full Last Glacial and resulted in the appearance of proglacial and periglacial "Arctic desert cover-sands", definitely in the Netherlands and most likely in parts of Britain as well. Such a halt, or near halt, in scree production is generally associated at hill-side sites with a high rise in sand, silt and possibly some clay, any of the scree that is formed being entirely thermo-clastic". Cette hypothèse est confirmée entre autres par les analyses morphométriques et granulométriques d'une dizaine de sites tardiglaciaires en Angleterre qui enregistrent nettement une diminution de la proportion d'éléments cryoclastiques durant les périodes de refroidissement.

Sous nos latitudes, les maxima froids tardiglaciaires ont dû être tels que des conditions de gel intense ont pu persister pendant au moins une certaine période de l'année. Ces conditions impliquent une diminution notable de la fréquence des alternances gel-dégel et l'absence d'eau, si ce n'est sous forme de glace. Dès lors, ces périodes très froides peuvent être caractérisées par une diminution notable de la gélification. Une amélioration climatique progressive entraînera, au moins momentanément, des conditions nettement plus favorables à la cryoclastie, puisqu'il y aura des alternances gel-dégel quotidiennes durant au moins une période de l'année et que l'eau pourra être présente sous forme de liquide.

L'hypothèse émise ci-dessus est confirmée par d'autres observations d'ordre sédimentologique. En effet, l'importance de la fraction supérieure à 1 cm et l'indice d'aplatissement, qui sont caractéristiques de la gélification, sont nettement plus élevés pour les échantillons sédimentologiques 6 et 5 que pour l'échantillon 8; de plus, le fractionnement et l'aplatissement de l'échantillon 5 est plus marqué que dans l'échantillon 6. Il semble donc que la première oscillation climatique tempérée soit moins intense que la seconde et que cette dernière s'intensifie progressivement en passant du niveau de l'échantillon 6 à celui de l'échantillon 5. Ces variations d'intensité de la gélification suivent exactement la même évolution que la tendance

chaude du climat mise en évidence par les analyses polliniques.

## 2. Etude de l'état de surface des éléments calcaires

Les niveaux caractérisés par la gélification maximale correspondent également aux valeurs maximales de la teneur en carbonate dans la fraction inférieure à 2 mm (fig. 11.1) et, d'une manière moins marquée, à des maxima de porosité (fig. 11.2), alors que l'indice de corrosion (Miskovsky, 1974) ne montre pas d'évolution significative (fig. 11.3). Notons que ces maxima correspondent également à des maxima de cimentation (fig. 11.4), de type illuvial pour les unités B et D et de type "calcin" pour l'unité C. Les valeurs maximales de calcimétrie et de porosité correspondent donc aux niveaux les plus cimentés; dans le cas présent, la porosité n'est pas un indice de la corrosion mais bien un indice de cimentation.

L'indice de corrosion et l'indice d'émoussé ne donnent pas de résultats très significatifs dans le cas traité ici.

## D. Interprétation climatique de la coupe transversale AB

### 1. Unité A

#### 1.a. Caractéristiques

L'unité A est une épaisse couche de limon argileux généralement sableux. Ces sédiments ne contiennent pas d'éléments calcaires grossiers, les seuls éléments figurés observés étant des concrétionnements illuviaux généralement massifs, mamelonnés en forme de "poupées", particulièrement importants dans l'échantillon 12 dont ils représentent 15%, mais également en forme de plaquettes dans l'échantillon 14.

La composition granulométrique de la matrice (< 2 mm) est très variable d'un échantillon

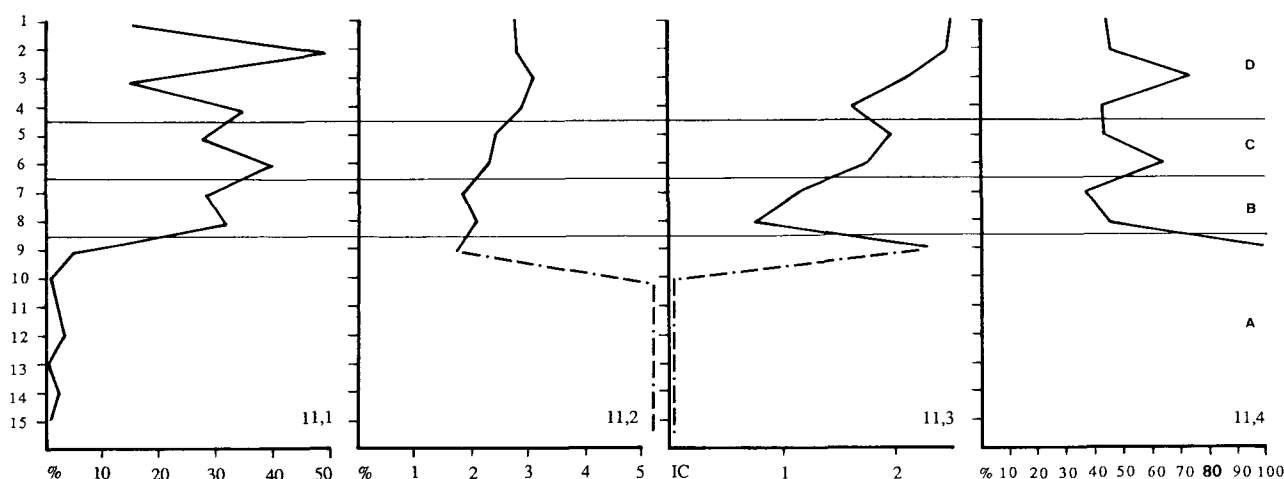


Fig. 11 *Sédimentologie : calcimétrie et analyse de l'état de surface des éléments calcaires de plus de 1 cm.*

11.1. *Calcimétrie : teneur en carbonate, exprimée en poids, de la fraction < 2 mm.*

11.2. *Porosité : quantité d'eau, exprimée en pourcentage de poids, retenue par la fraction < 4 cm et > 2 cm, après 24 heures d'immersion dans l'eau.*

11.3. *Indice de corrosion.*

11.4. *Cimentation : pourcentage d'éléments calcaires présentant des cimentations macroscopiquement visibles.*

à l'autre. La proportion en éléments sableux est généralement assez élevée (jusqu'à 40%), sauf dans les niveaux cimentés. D'autre part, l'échantillon 10 est enrichi en colloïdes (< 4  $\mu$ m); cet enrichissement, également enregistré par les variations de  $\Delta$ pH (fig. 12), est le reflet d'une accumulation locale d'argile par illuviation et reflète les gleyifications observées sur le terrain.

### 1.b. Interprétation

Les limons argileux de l'unité A peuvent être interprétés comme étant des dépôts d'origine éolienne mis en place durant une période sèche très froide. Les phénomènes de cimentation et de gleyification sont intervenus postérieurement et ont induit des différenciations au sein d'une couche-mère très homogène à l'origine.

## 2. Unité B

### 2.a. Caractéristiques

La base de l'unité B, qui contient plus de 50% de blocs calcaires de plus de 10 cm, se distingue très nettement du sommet de l'unité A.

Le caractère caillouteux de la couche diminue rapidement vers le haut, où cette fraction n'atteint plus que 7%. Cette fraction présente un caractère cryoclastique qui est attesté par les indices d'aplatissement, les indices de forme et le fractionnement de la fraction supérieure à 1 cm; ce caractère s'atténue vers le haut de l'unité. Certains éléments calcaires fort altérés de la base sont nettement craquelés par le gel (éch. 8).

La matrice du sédiment, franchement silto-sableuse à la base, devient plus argileuse vers le haut (30% de < 4  $\mu$ m). Cette évolution de la fraction argileuse est également enregistrée par les valeurs de pH. La matrice (< 2 mm) contient une importante proportion de carbonate, qui tranche nettement par rapport à l'unité A sous-jacente.

Les cimentations, qui concernent plus de 40% des éléments grossiers, sont pour la plupart de type illuvial friable. Vers le sommet de la couche, on observe l'apparition de "calcin" et la présence d'éléments calcaires très altérés craquelés par le gel. Ces dépôts sont interrompus par un contact net.

## 2.b. Interprétation

L'unité B débute avec des dépôts nettement cryoclastiques, qui se sont mis en place sous un climat caractérisé par une grande fréquence d'alternances gel-dégel. Ces conditions se sont établies à la faveur d'un réchauffement par rapport à la période antérieure. Cette amélioration climatique est suivie par un refroidissement progressif qui a induit une nette diminution des alternances gel-dégel. Ces nouvelles conditions ont favorisé le dépôt d'une matrice limono-sableuse, auquel peut avoir succédé un arrêt de sédimentation.

## 3. Unité C

### 3.a. Caractéristiques

La base de l'unité C (éch. 6) se distingue du sommet de l'unité B par son contenu en blocs calcaires de plus de 10 cm, qui atteint ici une proportion de 97%. Cette unité est divisée par un contact net au-dessus duquel on observe une proportion d'éléments grossiers un peu moindre (87%). Le caractère cryoclastique de cette fraction

grossière est attesté par la présence de plaquettes gélives et par l'indice d'aplatissement ainsi que par la composition granulométrique de la fraction comprise entre 1 et 10 cm. La gélifraction est légèrement plus importante dans la partie supérieure de l'unité C que dans sa partie inférieure. Notons la présence, dans toute l'unité, d'environ 3% de blocs calcaires très altérés, craquelés par le gel.

La matrice (< 2 mm) de ces dépôts est très peu importante; de nature silto-argileuse à la base, elle devient plus sableuse vers le haut. La teneur en carbonate de la matrice atteint une valeur maximale à la base de l'unité C (40% en poids); cette teneur diminue légèrement vers le haut de la couche.

Les cimentations, qui concernent 60% des blocs dans l'échantillon 6, sont presque exclusivement de type "calcin". Elles se sont développées à la faveur des vides existant entre les différents éléments grossiers. Dans la partie supérieure de l'unité, ces cimentations ne concernent plus que 40% des blocs. Le sommet de l'unité C est marqué par un autre contact net.

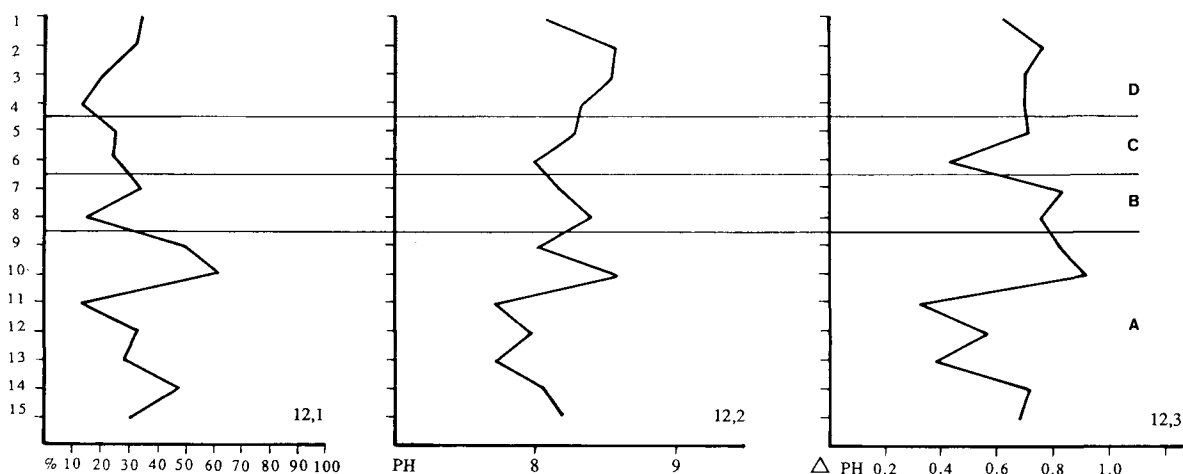


Fig. 12 *Sédimentologie : relation entre la teneur en éléments argileux et les valeurs du pH et du ΔpH.*

12.1. Pourcentage en poids de la fraction argileuse ou colloïdale (< 4 μm) dans la fraction argilo-silteuse (< 63 μm).

12.2. pH d'une suspension de la fraction < 2 mm dans l'eau distillée.

12.3. Différence de pH entre une suspension de la fraction < 2 mm dans l'eau distillée et une même suspension dans une solution de KCl 0,1 N.

### **3.b. Interprétation**

L'ensemble de l'unité C s'est mis en place sous un climat caractérisé par une grande fréquence de cycles gel-dégel et donc à la faveur d'un adoucissement du climat. Le réchauffement a été progressif et s'est prolongé pendant le dépôt de toute l'unité. Le contact net observé au sein de l'unité reflète un arrêt de la sédimentation qui serait imputable à un épisode momentanément plus froid. De même, le contact net qui marque le sommet de l'unité reflète sans doute un arrêt de sédimentation et/ou une érosion des dépôts; il correspond donc à un hiatus de temps dont nous ne pouvons évaluer l'importance.

## **4. Unité D**

### **4.a. Caractéristiques**

La base l'unité D, qui est séparée de l'unité C par un contact très net, se distingue des sédiments sous-jacents par un contenu en éléments calcaires grossiers de plus de 1 cm nettement moindre (40%); cette fraction caillouteuse augmente très progressivement pour atteindre une valeur maximale au niveau de l'échantillon 2 (79%) et enfin diminue dans l'échantillon 1, où cette fraction ne représente à nouveau plus que 40%. La proportion de blocs calcaires de forme polyédrique, qui atteint 50% à la base de l'unité D, diminue très régulièrement jusqu'au niveau de l'échantillon 2, où elle ne représente plus que 25%; cette proportion augmente légèrement vers le sommet de la couche alors que la proportion de plaquettes épaisses suit une évolution inverse. Quelques plaquettes gélives sont observées au niveau des échantillons 3, 2 et 1. L'indice d'aplatissement atteint des valeurs maximales au niveau de l'échantillon 2 tandis que l'analyse granulométrique de la fraction de 1 à 10 cm révèle un fractionnement important sur toute la hauteur de l'unité D. Les indices de corrosion et d'émoussé augmentent régulièrement depuis la base vers le sommet de l'unité et atteignent des valeurs maximales par rapport au reste de la coupe. Rappelons la présence

de quelques rares cailloux nettement craquelés par le gel dans la partie inférieure de cette unité.

La matrice de l'unité D (< 2 mm) est un limon sableux comportant un maximum de 20% d'argile. Sa composition granulométrique est très homogène et varie progressivement au cours du temps; elle est principalement caractérisée par un léger enrichissement en sable au niveau de l'échantillon 3. Notons que la mesure du  $\Delta pH$  suit assez fidèlement l'évolution de la proportion d'argile dans la matrice. La teneur en carbonate de la matrice montre une très grande variabilité d'un niveau à l'autre et semble résulter de l'évolution pédogénétique récente du dépôt.

Les cimentations concernent plus de 40% des éléments calcaires grossiers de la couche D et atteignent une proportion maximale au niveau de l'échantillon 3 (60%). Ces cimentations sont principalement de type illuvial friable, sauf dans l'échantillon 2 où la formation de "calcin" a été favorisée par l'existence de vides entre les blocs.

### **4.b. Interprétation**

L'ensemble de l'unité D s'est mis en place sous un climat très froid au début, qui s'adoucit progressivement comme le suggère l'évolution continue des différents paramètres, en particulier l'indice d'émoussé et l'indice de corrosion. Le niveau de l'échantillon 2, qui est caractérisé par une gélifraction notable, constitue l'enregistrement d'un nouvel épisode de réchauffement prononcé.

## **E. Utilisation chonostratigraphique des résultats**

La coupe transversale dans les dépôts sédimentaires du porche du Trou Jadot est, en résumé, caractérisée par la présence de trois niveaux principalement cryoclastiques qui correspondent à des épisodes de réchauffement au sein d'une période froide.



Deux datations  $^{14}\text{C}$  ont été réalisées dans le cadre de cette étude pluridisciplinaire : l'une sur une diaphyse de grand mammifère provenant du sommet de l'unité B ( $12\,610 \pm 260$  BP), l'autre sur des restes de microfaune recueillis dans la partie inférieure de l'unité C ( $11\,850 \pm 160$  BP). C'est dans ce dernier niveau qu'ont été trouvés tous les éléments de l'amas de débitage rapporté au Paléolithique supérieur.

Si l'on tient compte de ces dates, on est incliné à attribuer à l'épisode froid qui marque le sommet de l'unité B un âge Dryas II. Les deux épisodes tempérés qui l'encadrent (base de l'unité B et unité C) auraient alors des âges respectivement Bølling et Allerød. La troisième oscillation tempérée pourrait alors correspondre à la seconde phase de réchauffement de l'Allerød, parfois signalée dans la littérature, notamment par Brunnacker (1978).

L'unité A, qui est représentée par une couche homogène de limon sableux dont l'analyse pollinique n'a pas donné de résultats interprétables, pourrait être attribuée au Dryas I, par analogie avec les dépôts de couverture sableux et limoneux observés en Belgique et par analogie avec les importants dépôts sablo-limoneux observés en grotte en Angleterre, attribués par Campbell (1977) au "Full Last Glacial".

## F. Conclusions

L'analyse sédimentologique a apporté des précisions quant aux conditions climatiques qui ont prévalu lors de la mise en place des différentes unités et en particulier de l'unité A, pour laquelle les autres méthodes d'analyse n'ont pas donné de résultats interprétables. Ces informations corroborent et complètent donc les résultats de l'étude pluridisciplinaire des dépôts du Trou Jadot.

Les observations sédimentologiques réalisées au Trou Jadot montrent que l'interprétation climatique des dépôts cryoclastiques tardiglaciaires de nos régions se rapproche nettement plus des interprétations faites pour les dépôts anglais de ce type que de celles qui sont couramment admises pour un grand nombre de sites du sud de la France. Il semble, en effet, que sous nos latitudes le climat dit "sub-arctique" (Juvigné, 1976) qui a prévalu durant les épisodes froids des Dryas est caractérisé par une diminution notable de la fréquence des cycles gel-dégel et tend vers un caractère de gel permanent. Les oscillations tempérées dites de climat "tempéré-froid" sont, par contre, caractérisées par une plus grande fréquence des alternances gel-dégel qui est responsable du caractère franchement cryoclastique des dépôts.

Nous avons décrit ici trois niveaux cryoclastiques correspondant à des épisodes de réchauffement au sein d'une période froide.

La séquence sédimentaire type correspondant à un épisode de réchauffement au sein d'une période froide débute, dans les dépôts du Trou Jadot, par un contact net à la base d'une couche silto-sableuse plus ou moins caillouteuse qui contient quelques éléments calcaires craquelés par le gel. Le caractère cryoclastique du sédiment (proportion d'éléments grossiers, aplatissement et fractionnement) augmente progressivement vers le haut. Les dépôts cryoclastiques grossiers sont le lieu de cimentations intergranulaires, principalement de type "calcin". Le refroidissement qui succède à une période de climat "tempéré froid" est enregistré par une diminution progressive du cryoclastisme et par une augmentation progressive de la matrice sableuse. Il est sans doute à l'origine du contact net et des quelques blocs calcaires très altérés et craquelés par le gel, qui soulignent le passage d'une séquence à l'autre.

## Bibliographie

- BERTHOIS, L., 1975. Etude sédimentologique des roches meubles. In : *Les roches sédimentaires*, Paris, Doin, 278 p.
- BONIFAY, E., 1955. Méthode d'étude du remplissage des grottes. *Bull. Soc. préhistorique française*, 52, pp. 144-145.
- BONIFAY, E., 1956. Les sédiments détritiques dans les remplissages des grottes. Méthode d'étude morphologique et statistique. *L'Anthropologie*, 60 (5-6), pp. 447-461.
- BROCHIER, J.-L., 1978. *Les modifications de l'environnement du Würmien récent au Postglaciaire en Languedoc*. Paléoécologie de l'homme fossile, 2, Paris, C.N.R.S., 203 p.
- BRUNNACKER, K. (dir.), 1978. *Geowissenschaftliche Untersuchungen in Gönnersdorf*. Wiesbaden, Franz Steiner Verlag, 258 p.
- BURHENNE, M., 1981. Faciès sédimentaires du précontinent Calvais. Note introductive. *Bull. Soc. Roy. Sciences Liège*, 11-12, pp. 387-404.
- BURHENNE, M., 1988. Apport de l'étude des sédiments à la compréhension de la stratigraphie et du paléoclimat de dépôts quaternaires en grotte : le Trou Jadot (Province de Liège, Belgique). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 111, pp. 113-123.
- CAILLEUX, A. et TRICART, J., 1959. *Initiation à l'étude des sables et galets*. Paris, C.D.U., 2 tomes.
- CAMPBELL, J., 1977. *The Upper Palaeolithic of Britain. A Study of Man and Nature in the Late Ice Age*. Oxford, Clarendon Press, 264 et 376 p.
- CAMPY, M., 1982. *Le Quaternaire Franc-Comtois. Essai chronologique et paléoclimatique*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences et des Techniques de Franche-Comté.
- DE LUMLEY, H., 1965a. Evolution des climats quaternaires d'après le remplissage des grottes de Provence et du Languedoc méditerranéen. *Bull. Ass. Franç. Et. Quat.*, 2ème année, 2, pp. 165-170.
- DE LUMLEY, H., 1965b. *La grotte moustérienne de l'Hortus (Valflaunès, Hérault)*. Etudes quaternaires, mémoire n° 1, pp. 101-153.
- HEIM, J., 1993. Analyse palynologique de la coupe transversale du site archéologique du Trou Jadot à Comblain-au-Pont. In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - *Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent*. *E.R.A.U.L.* 58, pp. 59-66.
- JUVIGNE, E., 1976. La stratigraphie du Quaternaire. In : *Géomorphologie de la Belgique*. Laboratoire de Géologie et de Géographie physique, Université de Liège, pp. 169-184.
- LAVILLE, H., 1975. *Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord*. Etudes quatern., mémoire 4, 407 p.
- MISKOVSKY, J.-C., 1974. *Le Quaternaire du Midi méditerranéen. Stratigraphie et paléontologie d'après l'étude sédimentologique du remplissage des grottes et abris-sous-roche (Ligurie, Provence, Languedoc méditerranéen, Roussillon, Catalogne)*. Etudes quaternaires, mémoire n° 3, 331 p.
- MISKOVSKY, J.-C. (dir.), 1987. *Géologie de la préhistoire : méthodes, techniques, applications*. Paris, Association pour l'Etude de l'Environnement géologique de la Préhistoire, 1297 p.
- RIVIERE, A., 1977. *Méthodes granulométriques. Techniques et interprétations*. Paris, Masson, 170 p.

- THIBAULT, C., 1968.  $\Delta pH$  et paléosols dans le Quaternaire du Sud-Ouest de la France. *C.R. Acad. Sc. Paris*, sér. D, 266, pp. 2215-2218.
- 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.
- TOUSSAINT, M. et BECKER, A., 1992. Le Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique) et son paléoenvironnement. *Bull. Soc. préhistorique française*, 89 (1), pp. 12-18.

## Présence de téphras du volcan du Laacher See dans la coupe du Trou Jadot

Etienne Juvigné

### A. Situation du gîte étudié dans la zone de dispersion des téphras

Le lac de Maria Laach (Laacher See) est situé près de Coblenz, dans l'Eifel oriental. Il s'agit d'un cratère qui engendra la plus violente explosion volcanique survenue en Europe occidentale pendant le Pléistocène supérieur. Ses téphras ont été retrouvées de la Mer Baltique à l'Italie septentrionale et de l'Allemagne orientale à la région parisienne (fig. 13). Dans de nombreuses tourbières de cet espace géographique, les téphras du Laacher See ont été trouvées dans le segment représentatif de l'Allerød. L'âge absolu de la retombée est de 11 000 BP; il s'agit de la moyenne de 16 âges  $^{14}\text{C}$  représentatifs du moment de l'éruption (Bogaard et Schmincke, 1985).

Le gîte du Trou Jadot se trouve dans la zone de dispersion des retombées du Laacher See, et une partie des couches mises au jour ont un âge tardiglaciaire; il était donc intéressant d'y rechercher les téphras du Laacher See qui constituent un repère stratigraphique utile.

### B. Méthode de travail

La recherche a porté uniquement sur les minéraux mafiques transparents. La position des échantillons utilisés pour la recherche est représentée sur la figure 14. Remarque : cette

recherche a été décidée après que le champ de fouilles eut été remblayé. L'échantillonnage n'a donc pu être réalisé pour rechercher avec précision le niveau de la retombée.

La méthode de préparation appliquée aux échantillons est la suivante : 1) extraction de la fraction comprises entre 63 et 420  $\mu$  par tamisage sous eau; 2) centrifugation dans le bromoforme de 0,25 g de ce matériau; 3) comptage des minéraux mafiques transparents au microscope polarisant.

### C. Résultats

Les résultats sont représentés dans la figure 15. Les minéraux spécifiques des téphras sont le clinopyroxène vert, l'amphibole brune, le sphène et l'olivine. La présence de ce dernier minéral permet la corrélation avec les produits de la phase finale de l'éruption du volcan (Bogaard et Schmincke, 1985).

La répartition stratigraphique de la quantité des minéraux mafiques dans des sédiments a été utilisée dans d'autres gîtes pour la recherche du niveau représentatif du moment d'une retombée volcanique (Juvigné, 1977a et 1977b). Au Trou Jadot, la courbe présente un maximum dans la

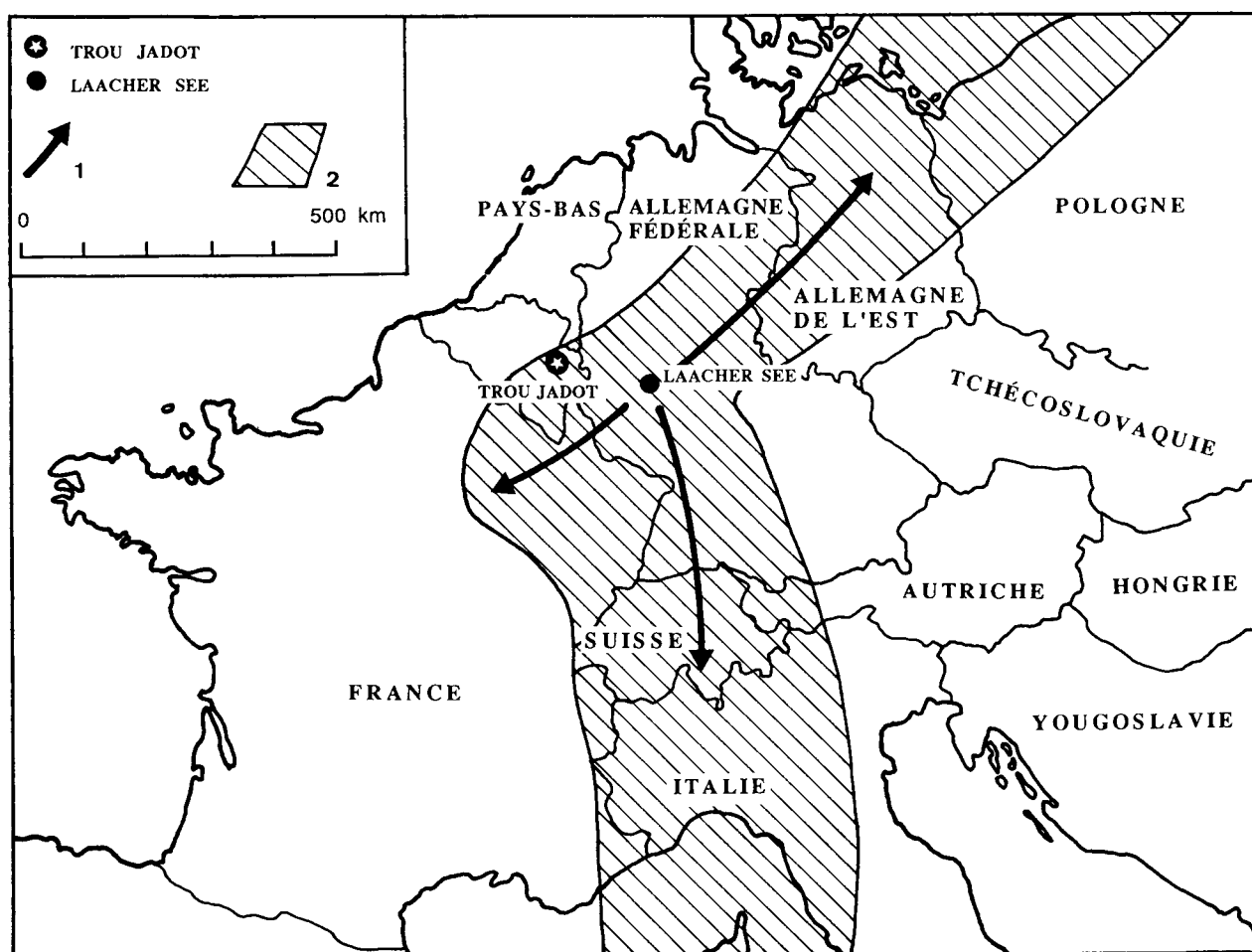


Fig. 13 *Téphrostratigraphie, situation du Trou Jadot dans la zone de dispersion des téphras du Laacher See. Les limites de cette zone ont été tracées sur base de données empruntées à Frechen (1976), Juvigné (1977b et 1980) et Bogaard et Schmincke (1985). Légende : 1, principaux sens de dispersion des téphras; 2, zone de dispersion des téphras.*

couche CRS. La concentration diminue progressivement dans les couches sous-jacentes, de CCSA à CGMphi. Toutefois, comme la couche CCSB n'a pas été échantillonnée, rien n'exclut que le maximum réel de concentration s'y trouve. En conclusion, le niveau le plus riche en téphras doit se trouver au-dessus du contact CCSB/CRM; l'une des couches CCSB, CCSA ou CRS devrait donc être contemporaine de la retombée volcanique et donc avoir un âge de 11 000 BP.

La présence de traces de minéraux volcaniques en CRM et plus bas dans la coupe s'explique par les bioturbations et les cryoturbations intervenues après la retombée et avant la mise en place de la couverture sédimentaire sus-jacente. Le remaniement sédimentaire s'ajoute aux facteurs précédents pour expliquer la régression des concentrations dans les niveaux qui sont postérieurs à la retombée.

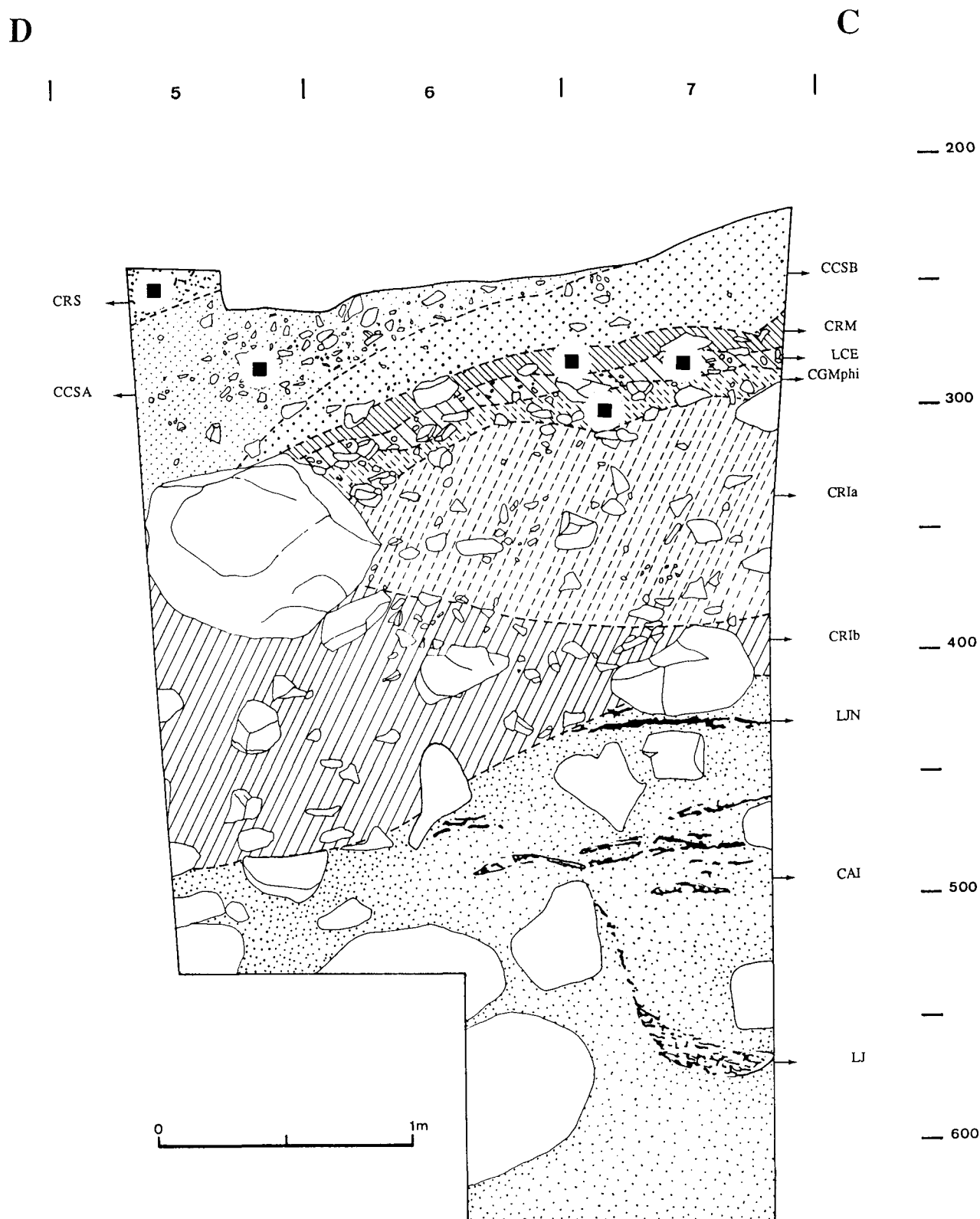


Fig. 14 Téphrostratigraphie, position des échantillons sur la coupe stratigraphique longitudinale CD.



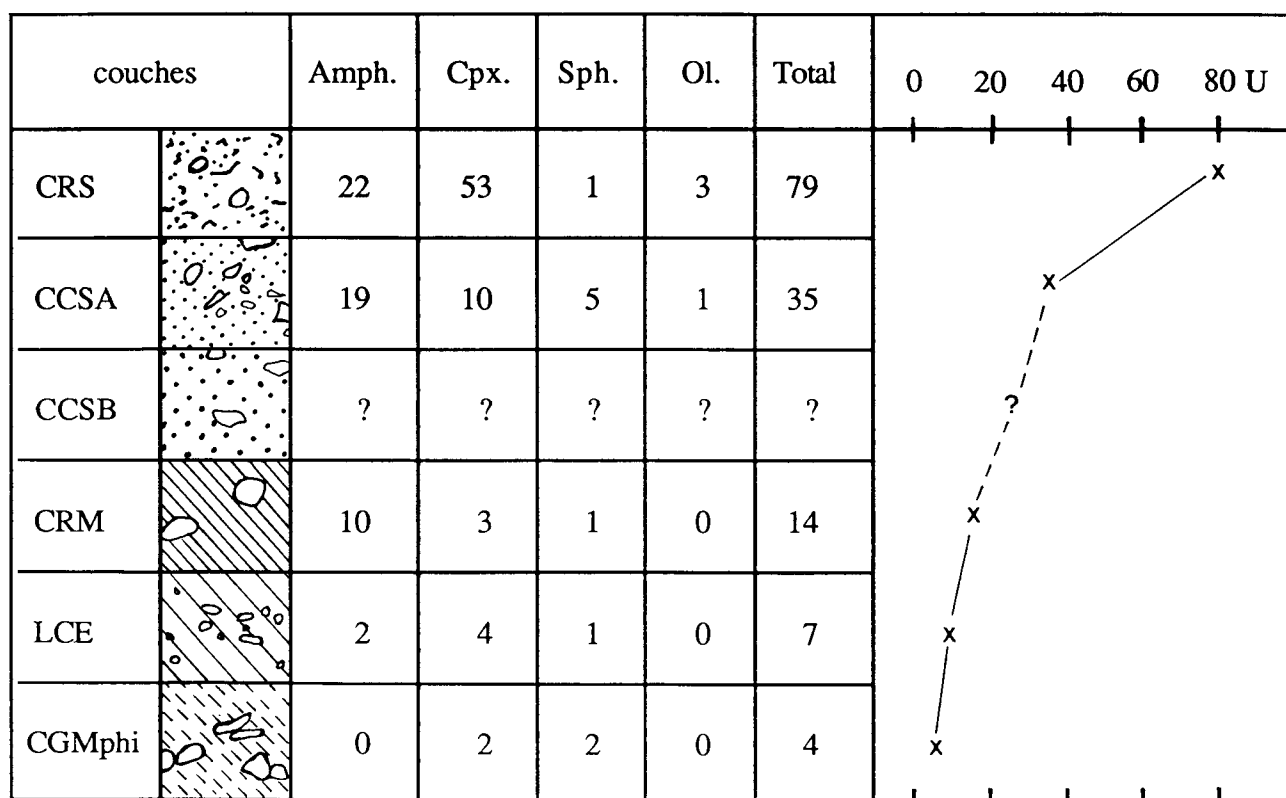


Fig. 15 Téphrostratigraphie, répartition des minéraux mafiques transparents des téphras du Laacher See dans la coupe longitudinale CD. Amph. = amphibole brune, Cpx. = clinopyroxène, Sph. = sphène, Ol. = olivine. L'unité pour les valeurs du tableau et l'abscisse du graphique est le nombre de minéraux pour 0,25 g de sédiment de la fraction 63-420  $\mu$ .

### Bibliographie

- BOGAARD, P. v.d. et SCHMINCKE, H.U., 1985. Laacher See Tephra : a Widespread Isochronous Late Quaternary Tephra Layer in Central and Northern Europe. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 96, pp. 1554-1571.
- FRECHEN, J., 1976. *Siebengebirge am Rhein, Laacher Vulkangebiet, Maargebiet der Westeifel, Vulkanologisch-petrographische Exkursionen*. Sammlung Geologischer Führer 56, 3e édition, Gebr. Borntraeger, Berlin-Stuttgart, 209 p.
- JUVIGNE, E., 1977a. Zone de dispersion et âge des poussières volcaniques du tuf de Rocourt. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 100, pp. 13-22.
- JUVIGNE, E., 1977b. La zone de dispersion des poussières émises par une des dernières éruptions du volcan du Laacher See (Eifel). *Z. für Geomorph.*, 21, pp. 323-342.
- JUVIGNE, E., 1980. Vulkanische Schwerminerale in rezenten Böden Mitteleuropas. *Geol. Rundschau*, 69, pp. 982-996.

## La présence humaine au Tardiglaciaire en Belgique et dans les régions limitrophes au regard des dates $^{14}\text{C}$

Etienne Gilot

Voici encore une dizaine d'années, les rares dates  $^{14}\text{C}$  dont on disposait pour tenter une chronologie absolue de l'occupation de nos régions au Tardiglaciaire soulevaient plus de problèmes qu'elles n'en résolvaient. Et la moitié d'entre elles avaient été obtenues sur des échantillons recueillis au siècle dernier et retrouvés dans les réserves des musées. Grâce aux fouilles récentes, à la stratigraphie plus sûre, on dispose aujourd'hui d'un ensemble de dates  $^{14}\text{C}$  plus significatif qui permet de dégager quelques traits de la présence humaine chez nous à la fin de la dernière glaciation.

Le tableau 1, sans prétendre être exhaustif, rassemble, pour la Belgique et les régions limitrophes, les dates  $^{14}\text{C}$  des couches archéologiques entre 17 000 BP et 9 000 BP. On y a toutefois conservé les dates plus jeunes et contestées lorsqu'elles proviennent de la même couche que d'autres dates bien situées dans les limites chronologiques fixées; on y a conservé aussi les dates obtenues sur les niveaux adjacents aux couches d'occupation, lorsqu'elles fixent une limite chronologique absolue à la couche archéologique. Mais ces dates, placées entre parenthèses dans le tableau, sont mentionnées seulement à titre informel et n'ont pas été prises en considération dans la suite de l'étude.

Lorsque plusieurs échantillons appartenant à une même occupation ont été datés, on a calculé l'âge moyen de la couche en donnant à chaque

date un poids inversement proportionnel à sa variance. Soulignons toutefois qu'un tel calcul n'a de sens que si on peut faire l'hypothèse que l'occupation a été de courte durée. Dans le cas contraire en effet, le nombre trop limité d'objets datés interdirait de considérer les quelques dates disponibles comme statistiquement représentatives de l'ensemble de la couche.

La carte de la figure 16 montre la localisation géographique des sites considérés.

Dans la figure 17, on a repris, avec un écart-type double (95% de certitude), toutes les dates représentatives des périodes d'occupation. Les sites s'y succèdent sur base de leur seule dimension chronologique, en négligeant délibérément toute référence culturelle. Pour plus de la moitié de ceux-ci, on ne dispose que d'une seule date; on ne peut dès lors rien dire quant à la durée de l'occupation, sauf à souligner que la pauvreté d'une couche qui n'a permis qu'une seule analyse ne témoigne pas en faveur d'une occupation très longue. Lorsqu'on dispose de plusieurs dates, un éventuel effet de durée pourrait se manifester dans l'importance de l'écart chronologique entre les différentes dates. Mais là encore, il faut constater l'absence de tels écarts; les dates obtenues restent groupées dans un laps de temps relativement serré. Seule la seconde occupation d'Andernach et, dans une moindre mesure, celle du Trou de Chaleux paraissent de plus longue durée. A Gönnersdorf,

Tabl. 1 Dates <sup>14</sup>C (BP) des sites archéologiques du Tardiglaciaire en Belgique et dans les régions limitrophes.

BELGIQUE

VAUCELLES, Trou des Blaireaux (base)	bois de renne	Lv-1385	16270 ± 230	
	bois de renne	Lv-1558	16130 ± 250	
	âge moyen : 16210 ± 170			
VAUCELLES, Trou des Blaireaux	bois de renne	Lv-1309 D	13850 ± 335	
	bois de renne	Lv-1314	13790 ± 150	
	bois de renne	Lv-1433	13930 ± 120	
	bois de renne	Lv-1434 D	13730 ± 400	
âge moyen : 13870 ± 90				
VERLAINE, Grotte	os	Lv-690	13780 ± 220	fouilles de 1888
FORET-TROOZ, Grotte Walou	os de cheval	Lv-1582	13030 ± 140	
	esqu. osseuses	Lv-1593	13120 ± 190	
	âge moyen : 13060 ± 110			
FURFOOZ, Trou du Frontal	esqu. osseuses	Lv-1135	(10720 ± 120)	fouilles de 1864
	os de cheval	Lv-1749	12950 ± 170	
	os (loup & cheval)	Lv-1750	13130 ± 170	
	âge moyen : 13040 ± 120			
HULSONNIAUX, Trou de Chaleux	esqu. osseuses	Lv-1136	12710 ± 150	fouilles de 1865
	os	Lv-1568	12370 ± 170	
	os	Lv-1569	12990 ± 140	
	âge moyen : 12470 ± 100			
VAUCELLES, Trou des Blaireaux	os (ursus spel.)	Lv-1386	12440 ± 180	
BOMAL, Grotte du Coléoptère	os	Lv-686	12150 ± 150	
	os de renne	Lv-717	12400 ± 110	
	âge moyen : 12320 ± 90			
PRESLE, Grotte	os	Lv-1472	12140 ± 160	
	os de renne	OxA-1344	(10950 ± 200)	
COMBLAIN-AU-PONT, Trou jadot	microfaune	Lv-1411	11850 ± 160	
	os	Lv-1412 D	(12610 ± 260)	juste sous la couche
REKEM	résine	OxA-942	11350 ± 150	
	charbon de bois	OxA-943	(2230 ± 70)	
	charbon de bois	OxA-944	(6390 ± 100)	
	charbon de bois	OxA-945	(9900 ± 110)	
	charbon de bois	OxA-1375	(5220 ± 100)	
REMOUCHAMPS, Grotte	os	Lv-535	10380 ± 170	
HULSONNIAUX, Trou Balleux	os de cerf	Lv-1158	10110 ± 120	fouilles de 1894
FORET-TROOZ, Grotte Walou	os	Lv-1556	9990 ± 160	
	microfaune	Lv-1583 D	(9450 ± 270)	sur et dans la couche
ANSEREMME, Grotte Margaux	os humains	Lv-1709	9190 ± 100	
NEERHAREN, De Kip	noisettes	Lv-1092	9170 ± 100	
LOVERVAL, Grotte des Sarrazins	os humains	Lv-1506	9090 ± 100	
THEUX, L'Ourlaine	charbon de bois	Lv-970	9200 ± 120	
	charbon de bois	Lv-1109	8890 ± 60	
	âge moyen : 8950 ± 60			

FRANCE

HALLINES	os	Gif-1712	16000 ± 300	
RINXENT, Grotte de Clèves	bois de renne	OxA-1343	13030 ± 120	fouilles de 1874
BELLOY-sur-SOMME	dent de cheval	OxA-462	9720 ± 130	
	dent de cheval	OxA-722	10100 ± 130	
	dent de cheval	OxA-723	9890 ± 150	
	dent de cheval	OxA-724	10260 ± 160	
	âge moyen : 9980 ± 70			

## ALLEMAGNE

ANDERNACH, Martinsberg	os	OxA-1125	12930 ± 180	
	os	OxA-1126	12890 ± 140	
	os	OxA-1127	12820 ± 130	
	os	OxA-1128	13200 ± 140	
	os	OxA-1129	13090 ± 130	
	os	OxA-1130	12950 ± 140	
	âge moyen : 12990 ± 60			
GÖNNERSDORF	esqu. osseuses	Ly-768	12380 ± 230	
	esqu. osseuses	Ly-1172	12660 ± 370	
	esqu. osseuses	Ly-1173	11100 ± 650	
	âge moyen : 12370 ± 190			
ANDERNACH, Martinsberg	os	OxA-984	11950 ± 250	- non repris dans l'âge/moyen
	os	OxA-985	12300 ± 200	
	os	OxA-997	11800 ± 160	
	os	OxA-998	11370 ± 160	
	os	OxA-999	12500 ± 500	
	âge moyen : 12020 ± 110			

## PAYS-BAS

GELDROP I	charbon de bois	GrN-1059	10960 ± 85	
MILHEEZE I	charbon de bois	GrN-2314	10880 ± 125	
NEDERWEERT, De Banen	charbon de bois	GrN-908	9555 ± 120	

on ne peut guère attribuer une signification particulière à la date de  $11\,100 \pm 650$  BP au vu de l'importance excessive de l'écart-type. Quant à Belloy s/Somme, la nature des éléments datés (dents) et les difficultés rencontrées avec ce type de matériau invitent à ne pas interpréter sans discernement en termes de durée la dispersion chronologique observée.

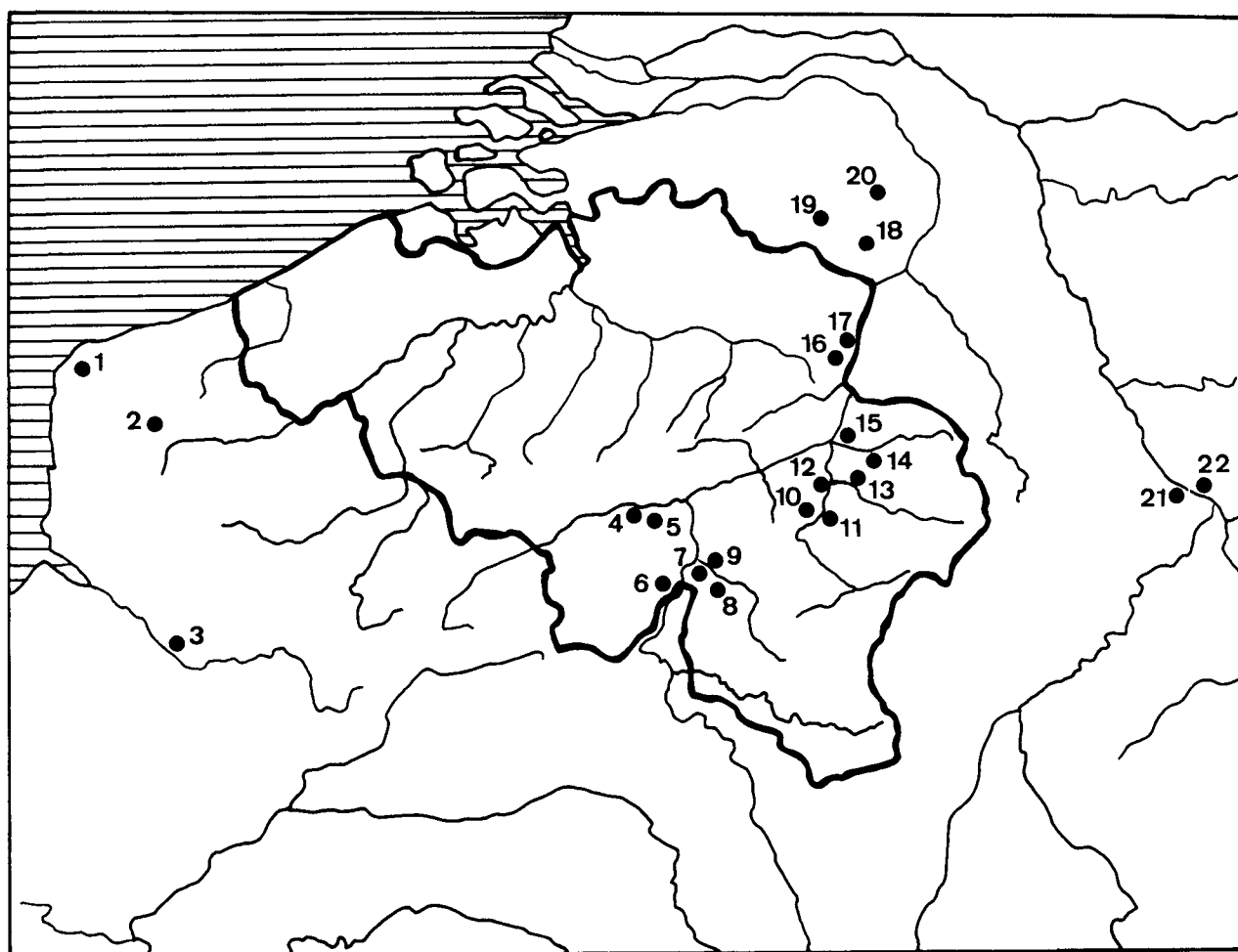
De manière générale, on ne trouve pas chez nous, semble-t-il bien, d'établissements occupés de manière quasi permanente pendant de nombreux siècles.

Dans la figure 18, on a disposé sur l'échelle du temps les 27 couches d'occupation répertoriées. Elles sont représentées chacune par leur âge moyen de manière à ne pas donner une importance visuelle privilégiée à celles qui ont fait l'objet de plusieurs datations. La barre d'erreur correspond à un écart-type double (95% de certitude) calculé sur la moyenne pondérée.

Contrairement à ce qui se disait il n'y a pas si longtemps, nos régions n'ont pas été complètement désertes pendant la période froide

et sèche qui a précédé le Tardiglaciaire. On connaît en effet 2 sites datés vers 16 000 BP : le Trou des Blaireaux à Vaucelles et le site de Hallines dans le Pas-de-Calais. Après 2 millénaires de vide (apparent ?), on trouve à nouveau 2 sites d'occupation humaine sensiblement contemporains vers 13 800 BP : encore le Trou des Blaireaux à Vaucelles et la grotte de Verlaine (Tohogne). Suit une nouvelle absence de plus d'un demi-millénaire. A partir de 13 000 BP l'occupation est sensiblement plus continue.

Dans tout le Tardiglaciaire, il ne semble pas y avoir de relation directe entre la présence humaine et les conditions climatiques; les traces d'occupation se situent indifféremment dans les périodes froides ou tempérées. Faut-il dès lors considérer les périodes "sans" de la fin du Weichsélien comme accidentelles et provisoires, en attendant que de nouvelles découvertes viennent combler les hiatus ? Faut-il, au contraire, continuer à penser que les conditions très rigoureuses qui ont suivi les oscillations de Laugerie-Lascaux ont prolongé le retrait des populations vers le Sud jusqu'au réchauffement



- |                   |                      |                 |
|-------------------|----------------------|-----------------|
| 1. Rinxent        | 8. Hulsonniaux       | 15. Forêt-Trooz |
| 2. Hallines       | 9. Furfooz           | 16. Neerharen   |
| 3. Belloy s/Somme | 10. Verlaine         | 17. Rekem       |
| 4. Loverval       | 11. Bomal            | 18. Nederweert  |
| 5. Presle         | 12. Comblain-au-Pont | 19. Geldrop     |
| 6. Vaucelles      | 13. Remouchamps      | 20. Milheeze    |
| 7. Anseremme      | 14. Theux            | 21. Andernach   |
|                   |                      | 22. Gönnersdorf |

Fig. 16  $^{14}\text{C}$ , localisation des sites de comparaison datés de 17 000 à 9 000 BP.

du Bølling, les deux épisodes ponctuels d'occupation vers 16 000 et vers 14 000 BP n'étant alors que la trace d'un groupe de chasseurs qui aurait poursuivi son gibier trop loin ? Il paraît trop tôt pour y répondre, mais la question reste ouverte.

Il n'est pas sans intérêt de noter aussi qu'au début du Bølling, après un vide de plusieurs siècles, on connaît 4 sites datés de 13 000 BP. Ces 4 sites contemporains (Rinxent, Furfooz, Forêt-Trooz, Andernach) vont de la Manche à la

Rhénanie. On ne peut certes décider sur la seule base chronologique s'il s'agit réellement de groupes contemporains ou si on a affaire à un seul et même groupe qui a pu, au cours des 2 ou 3 siècles de l'imprécision statistique, parcourir les quelques centaines de km qui séparent les différents sites. Quoi qu'il en soit, les dates témoignent en tous cas qu'à ce moment-là déjà la totalité du territoire considéré était exploitée.

Comme on l'a dit plus haut, ces quelques considérations se fondent sur la seule dimension

chronologique absolue des échantillons datés, à l'exclusion de tout paramètre d'ordre typologique ou culturel. Il reste à les confronter avec les observations et conclusions propres aux disciplines de l'archéologie et du paléo-environnement.

### Bibliographie

- DELIBRIAS, G., GUILLIER, M.T. et LABEYRIE J., 1974. Gif Natural Radiocarbon Measurements VIII. *Radiocarbon*, 16/1, pp. 15-94.
- EVIN, J., MARIEN, G. et PACHIAUDI, Ch., 1978. Lyon Natural Radiocarbon Measurements VII. *Radiocarbon*, 20/1, pp. 19-57.
- GILOT, E., 1984. Datations Radiométriques. In : D. Cahen et P. Haesaerts (éds) - *Peuples Chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel*, Bruxelles, pp. 115-125.
- GOWLETT, J.A.J., HEDGES, R.E.M., LAW, I.A. et PERRY, C., 1986. Radiocarbon Dates from the Oxford AMS System : Archaeometry Datelist 4. *Archaeometry*, 28/2, pp. 206-221.
- GOWLETT, J.A.J., HEDGES, R.E.M., LAW, I.A. et PERRY, C., 1987. Radiocarbon Dates from the Oxford AMS System : Archaeometry Datelist 5. *Archaeometry*, 29/1, pp. 125-155.
- GOWLETT, J.A.J., HEDGES, R.E.M., HOUSLEY, R.A., LAW, I.A. et PERRY, C., 1987. Radiocarbon Dates from the Oxford AMS System : Archaeometry Datelist 6. *Archaeometry*, 29/2, pp. 289-306.
- HEDGES, R.E.M., HOUSLEY, R.A., LAW, I.A. et PERRY, C., 1988. Radiocarbon Dates from the Oxford AMS System : Archaeometry Datelist 8. *Archaeometry*, 30/2, pp. 291-305.
- HEDGES, R.E.M., HOUSLEY, R.A., LAW, I.A. et BRONK, C.R., 1989. Radiocarbon Dates from the Oxford AMS System : Archaeometry Datelist 9. *Archaeometry*, 31/2, pp. 207-234.
- LANTING, J.N. et MOOK, W.G., 1977. *The Pre- and Protohistory of The Netherlands in Terms of Radiocarbon Dates*, Groningen, 247 p.
- OTTE M., 1984. Paléolithique supérieur en Belgique. In : D. Cahen et P. Haesaerts (éds) - *Peuples Chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur cadre naturel*, Bruxelles, pp. 157-179.



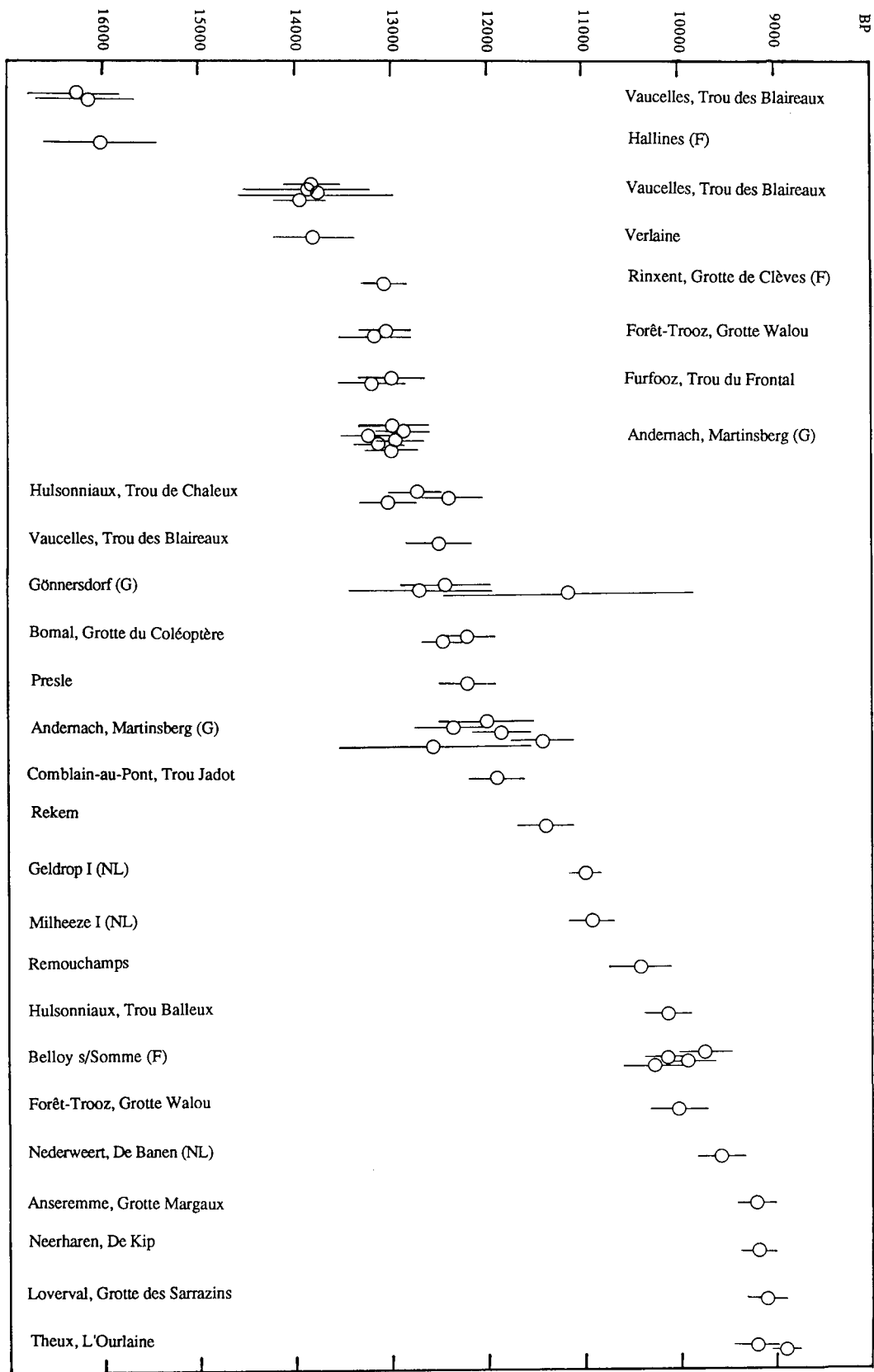


Fig. 17 <sup>14</sup>C, répartition chronologique des 51 dates attribuables à des occupations archéologiques (voir tableau 1). La barre d'erreur correspond à un écart-type double (95% de certitude).

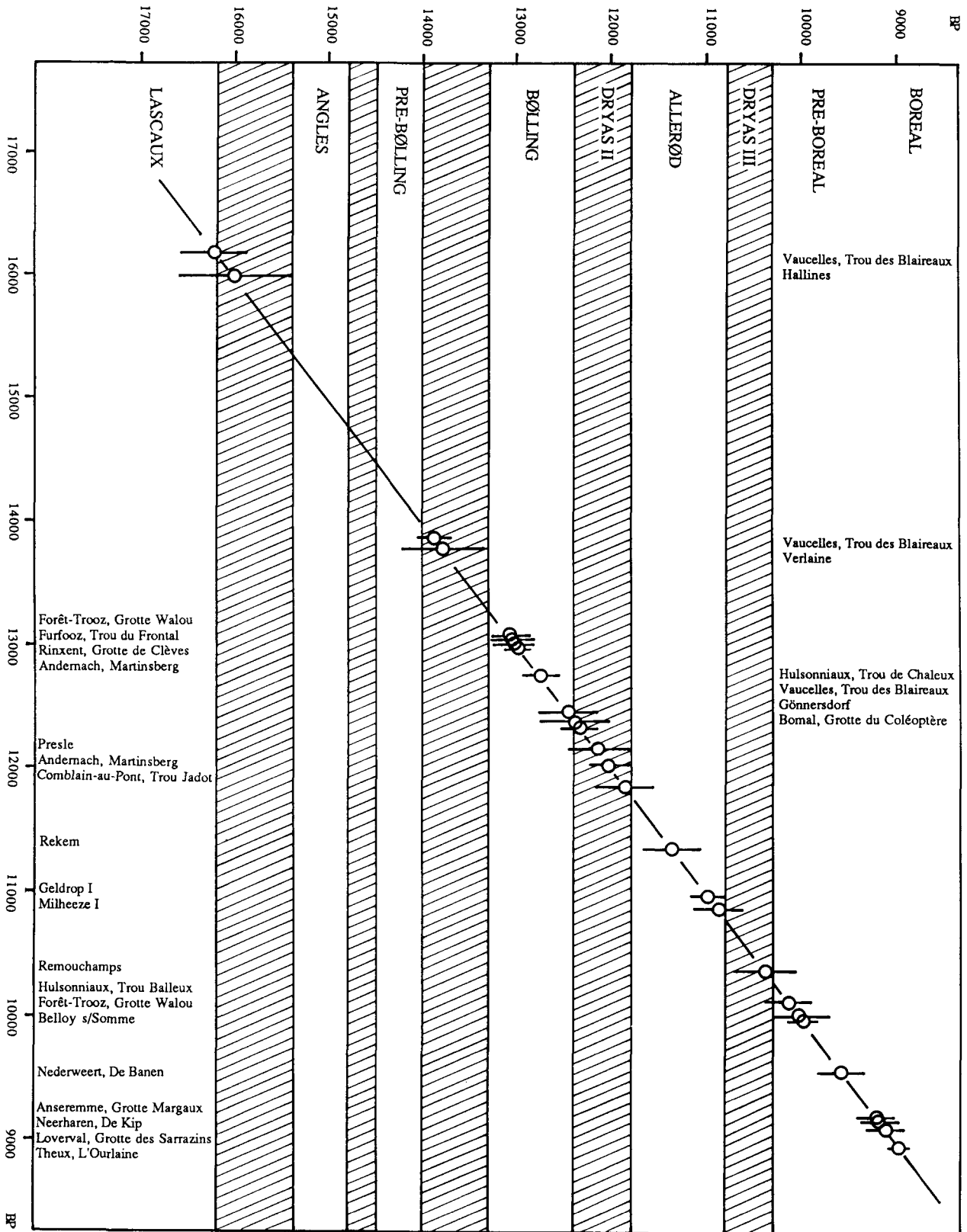


Fig. 18  $^{14}\text{C}$ , distribution, sur l'échelle du temps, des 27 couches d'occupation répertoriées, représentées chacune par leur âge moyen. La barre d'erreur correspond à un écart-type double (95% de certitude) calculé sur la moyenne pondérée.

## Bio- et chronostratigraphie des dépôts du Trou Jadot à partir des Micromammifères

Jean-Marie Cordy  
Michel Toussaint

### A. Introduction

Les fouilles réalisées en 1982 et 1983 au Trou Jadot ont révélé l'existence d'un remplissage sédimentaire datant de l'interstade d'Allerød, dans lequel était conservé un petit amas de débitage du Paléolithique supérieur (Toussaint et Becker, 1986 et 1992). Cette cavité karstique, qui se situe près du Pont-de-Scay (Comblain-au-Pont, province de Liège), à quelque 750 m de la confluence de l'Ourthe et de l'Amblève, a en outre livré, pour la première fois en Belgique, une riche faune à Rongeurs datée par le  $^{14}\text{C}$  de l'oscillation tempérée majeure du Tardiglaciaire.

Le but de cet article est de définir d'une manière complète et détaillée la succession des assemblages de Micromammifères dans l'ensemble des couches de remplissage du Trou Jadot. A partir de ces données, le but final est d'établir une biostratigraphie du gisement ainsi qu'une interprétation climato- et chronostratigraphique des dépôts.

### B. Méthodes

Le lavage-tamissage des couches sédimentaires pour la récolte des Micromammifères a été réalisé au cours des fouilles, à l'initiative de l'un des auteurs (M.T.).

La maille du tamis le plus fin était de 1 mm. La récolte des fossiles dans les refus de tamisage a été faite ultérieurement par l'équipe de fouilleurs.

En principe, à chaque couche définie lithostratigraphiquement correspond un échantillonnage microfaunique. C'est le cas pour les couches supérieures de remplissage, de CGMphi à CRS, dont l'épaisseur varie de 10 à 20 cm. Dans le cas des couches inférieures CAI, CRIB et CRIa, vu leur grande épaisseur, les sédiments ont été tamisés par tranche de 10 cm, chaque échantillon étant individualisé par une lettre grecque ( $\alpha$ ,  $\beta$ ... du haut vers le bas). Un tel échantillonnage est indispensable pour établir une biostratigraphie fine.

Le décompte des Micromammifères s'est déroulé dans un premier temps à partir des premières molaires inférieures (M/1). Lorsque l'échantillon était trop petit ( $N \text{ M/1} < 30$ ), ce décompte traditionnel a été complété par un décompte effectué sur l'ensemble des molaires supérieures et inférieures. Dans ce cas, la répartition des molaires attribuées à *Microtus* sp. entre les différentes espèces de ce genre a été établie au prorata du dénombrement des M/1. Cette nouvelle méthode de décompte et de calcul des proportions des différents constituants de la

Tabl. 2 *Micromammifères : décompte des espèces de Micromammifères par couche stratigraphique et par type dentaire (NM/1 = nombre de premières molaires inférieures; ND = nombre des autres types de molaires; + = présence attestée par d'autres restes).*

COUCHES	CRS		CCSA		CCSB		CRM		LCE		CGMφ		CRIaα		CRIaβ	
	NM/1	ND	NM/1	ND	NM/1	ND	NM/1	ND	NM/1	ND	NM/1	ND	NM/1	ND	NM/1	ND
TAXONS																
<i>Dicrostonyx guilelmi</i>	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	2	—	8	—	6	14
<i>Lemmus Lemmus</i>	—	—	—	6	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Microtus gregalis</i>	—	—	2	—	1	—	2	—	—	—	—	—	3	—	1	—
<i>Microtus nivalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	—	—	—
<i>Marmota marmota</i>	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cricetus cricetus</i>	—	—	1	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Microtus oeconomus</i>	—	—	4	—	—	—	—	—	3	—	90	—	4	—	1	—
<i>Arvicola terrestris</i>	1	1	2	26	1	2	—	3	—	8	15	—	3	—	—	1
<i>Microtus arvalis-agrestis</i>	1	—	20	—	8	—	8	—	7	—	416	—	37	—	2	—
<i>Clethrionomys glareolus</i>	2	1	5	9	1	4	—	4	—	1	3	—	1	—	—	—
<i>Apodemus</i> sp.	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
<i>Microtus</i> sp.	—	1	—	121	—	40	—	32	—	43	—	—	—	—	—	12
<i>Talpa europaea</i>	—	—	—	+	—	1	2	3	1	4	—	+	—	—	—	—
<i>Sorex thaleri</i>	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Sorex</i> cf. <i>subaraneus</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—
<i>Sorex minutus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—
<i>Sorex</i> sp.	—	—	—	3	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mustela erminea</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mustela nivalis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Chiroptère	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—

microfaune a été développée par l'un de nous (J.-M. C.) pour permettre, dans le cas d'échantillons pauvres, de préciser et de valider l'analyse de la représentativité de tous les Micromammifères qui n'appartiennent pas au genre *Microtus*, car dans ce cas la détermination spécifique ne nécessite pas obligatoirement l'emploi de la première molaire inférieure. Comme dans les tableaux 2 et 3, il est donc indispensable de spécifier le nombre de M/1 (N M/1) et le nombre des autres molaires (N DIV) déterminées pour estimer la validité des proportions calculées d'une part sur les Rongeurs du genre *Microtus* et d'autre part sur les autres Micromammifères.

Dans cet article, une nouvelle technique de visualisation des résultats a été utilisée. Elle consiste à disposer les résultats sur un diagramme multigraphique, un peu à la manière d'un diagramme palynologique. Ainsi, les figures 19 et 20 visualisent, sous forme d'une combinaison de graphiques, la fréquence des différents taxons au sein de chaque assemblage et leur évolution dans la série stratigraphique. Sur la figure 20 sont repris de gauche à droite : 1) les microfaunes et leur interprétation chronostratigraphique; 2) le pourcentage d'Insectivores et de Chiroptères par rapport à l'ensemble des Micromammifères (comme indice d'amélioration climatique); 3) par rapport à l'ensemble des Rongeurs, les pourcentages cumulés de six ensembles d'espèces caractéristiques globalement a) d'un climat tempéré à biotopes boisés (*Apodemus sylvaticus* et *Clethrionomys glareolus*), b) d'un climat tempéré à biotopes ouverts (*Microtus arvalis*, *Microtus agrestis* et *Arvicola terrestris*), c) d'un climat steppique (*Ochotona pusilla* et *Cricetus cricetus*) ou montagnard (*Microtus nivalis*), d) d'un climat continental sec (*Microtus gregalis*), e) d'un climat continental humide (*Microtus oeconomus* et *Sicista betulina*), f) d'un climat polaire (*Dicrostonyx gulielmi* et *Lemmus lemmus*); 4) les pourcentages non cumulés des quatre espèces ou groupe d'espèces les mieux représentées; 5) les pourcentages dilatés des espèces plus rares. Dans le graphique des

ensembles paléoécologiques, nous avons opposé les Rongeurs autochtones (A), c'est-à-dire ceux qui vivent encore actuellement en Belgique, aux Rongeurs non-autochtones (NA), afin de bien visualiser les modifications des paléoclimats par rapport au climat actuel pris comme référence.

Enfin, il est bon de noter que la systématique des Rongeurs employée dans cet article est classique, mis à part l'emploi de la dénomination *Dicrostonyx gulielmi* à la place de *Dicrostonyx torquatus* (Agadjanian et von Koenigswald, 1977) et l'emploi de la dénomination *Microtus arvalis/agrestis* pour rassembler indistinctement les espèces *Microtus arvalis* et *Microtus agrestis* qui sont difficiles à séparer. Quant à la systématique des Soricidés (les Musaraignes), elle correspond à celle qu'a développée D. Jammot (1977) dans sa thèse de doctorat.

### C. Résultats

Le détail du décompte des déterminations a été consigné dans le tableau 2 en se référant à chacune des couches reconnues lithostratigraphiquement. Le tableau 3 reprend les pourcentages calculés à partir des chiffres bruts du tableau 2 ainsi que les totaux du dénombrement des M/1 et des autres molaires.

Les couches CAI, CR1b et la partie inférieure de CR1a, c'est-à-dire les trois mètres inférieurs de la fouille, n'ont malheureusement livré aucun reste microfaunique. Par contre, mis à part la couche sommitale CRS, chacune des couches supérieures a fourni un échantillonnage significatif (N Total > 30), y compris les deux tranches supérieures de la couche CR1a ( $\alpha$  et  $\beta$ ); toutefois, en raison du petit nombre de M/1 déterminées (N M/1 < 30) dans les couches CR1a $\beta$ , LCE, CRM, CCSB et CRS, les pourcentages des espèces de *Microtus* pour ces échantillons doivent être considérés avec prudence. La couche CGMphi a fourni de très nombreux restes de Micromammifères; elle formait une sorte de "bone bed" ou "couche à Rongeurs" très caractéristique. Dans ce seul cas, en raison de la

Tabl. 3 *Micromammifères : représentativité (en%) par couche des différentes espèces de Rongeurs ainsi que de l'ensemble des Insectivores et Chiroptères par rapport à l'ensemble de la microfaune. Effectifs des échantillons de Rongeurs sur base des premières molaires inférieures (NM/1 inf.) et des autres molaires (N autres molaires) et effectif total des Rongeurs, des Insectivores et des Chiroptères (N total).*

COUCHES	<i>Dicrostonyx guilielmi</i>	<i>Lemmus lemmus</i>	<i>Microtus gregalis</i>	<i>Microtus oeconomus</i>	<i>Microtus nivalis</i>	<i>Cricetus cricetus</i>	<i>Marmota marmota</i>	<i>M. arvalis/agrestis</i>	<i>Arvicola terrestris</i>	<i>Clethrionomys glareolus</i>	<i>Apodemus cf. sylvaticus</i>	N M/1 inf.	N autres molaires	Insect.-Chiropt./Rong.	N Total
CRS	—	—	—	—	—	—	+	(22,2)	(22,2)	(33,3)	(22,2)	5	4	—	9
CCSA	0,5	3	5,7	11,3	—	2	—	56,5	14	7	+	34	166	3,4	207
CCSB	—	10,9	8,5	—	—	—	—	68,1	4,7	7,8	—	12	52	4,5	67
CRM	2	—	16,8	—	—	—	—	67,2	6	8	—	10	40	9,1	55
LCE	—	—	—	25,6	—	—	—	59,8	12,9	1,6	—	10	52	8,9	68
CGM φ	0,4	—	—	16,9	0,4	—	—	78,3	2,8	0,6	0,6	531	—	5,5	562
CRIa α	13,5	—	5	6,8	5	—	—	62,7	5	1,7	—	59	—	—	59
CRIa β	54,1	—	10,8	10,8	—	—	—	21,6	2,7	—	—	10	27	—	37



TROU JADOT

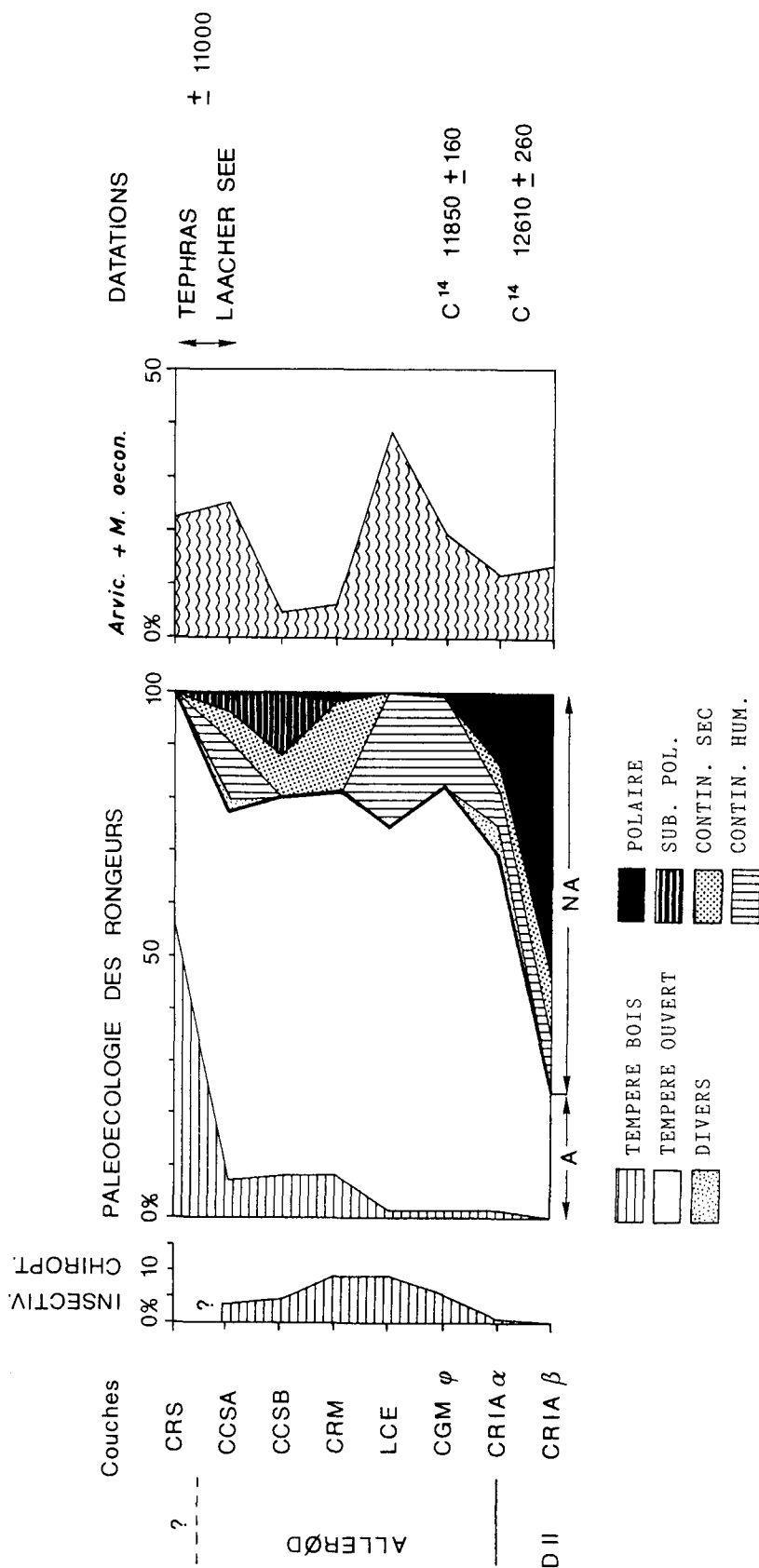


Fig. 19 *Micromammifères* : diagramme biostratigraphique des dépôts supérieurs du Trou Jadot. Interprétation chronostratigraphique et datations.

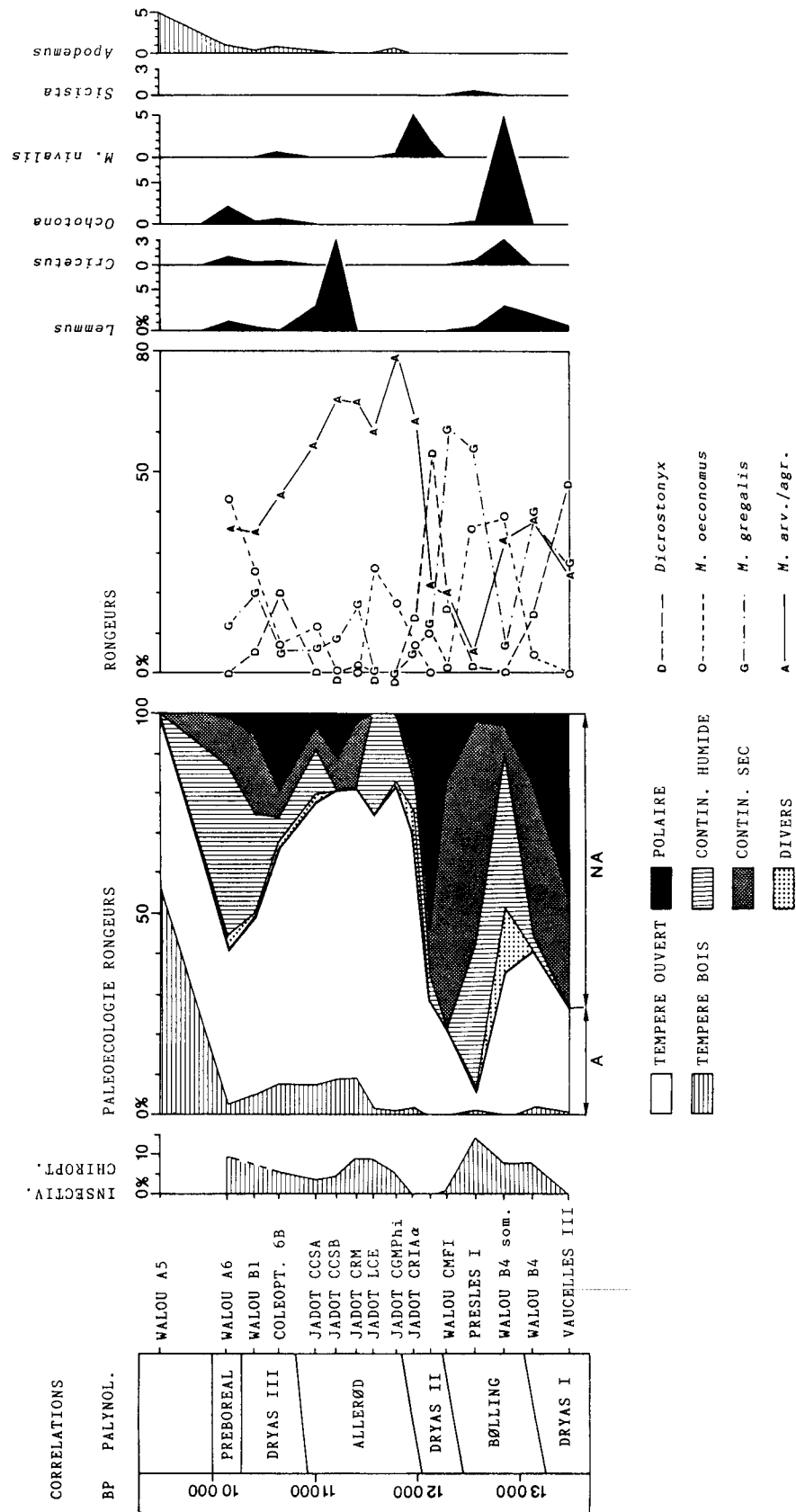


Fig. 20 Micromammifères : diagramme microfaunique composite du Tardiglaciaire belge incluant la série biostratigraphique du Trou Jadot.

richesse de l'échantillonnage, le décompte n'a pas été totalement exhaustif.

La succession des assemblages microfauniques se présente de la manière suivante, du bas vers le haut (tableau 3 et figures 19 et 20) :

#### *Couche CRIa $\beta$*

Cet assemblage de Micromammifères est de toute évidence dominé par le Lemming à collier (*Dicrostonyx gulielmi* = *D. torquatus*) dont le pourcentage de représentativité dépasse les 50%. Les conditions paléoécologiques très rigoureuses sont encore soulignées par l'absence totale de Rongeurs sylvicoles, d'Insectivores et de Chiroptères. En outre, les trois-quarts de la microfaune sont formés par des espèces allochtones.

#### *Couche CRIa $\alpha$*

Cette microfaune, par rapport à la précédente, atteste une nette amélioration climatique. Le Lemming à collier n'atteint plus que 13,5% et les espèces allochtones ne forment plus qu'un tiers de l'assemblage; d'autre part, une espèce sylvicole apparaît, le Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*), et la présence de la Taupe est attestée par quelques ossements. D'une manière absolue, la microfaune est en fait dominée par le groupe du Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) et du Campagnol agreste (*Microtus agrestis*). Parmi les espèces allochtones, le Campagnol des neiges (*Microtus nivalis*) donne une note montagnarde à cette microfaune de transition.

#### *Couche CGMphi*

Cette microfaune (fig. 21 à 23) dénote cette fois des conditions tout à fait interstadiques. Les Rongeurs allochtones ne représentent même plus 20% de l'ensemble et surtout le Lemming à collier a quasiment disparu; vu la faible épaisseur de la couche, il est même possible que sa présence soit le résultat d'une "pollution" issue de la couche CRIa sous-jacente. En outre, les Insectivores dépassent les 5% de représentativité

par rapport à l'ensemble de la microfaune, ce qui est déjà appréciable. Enfin, la présence du Mulot, *Apodemus* cf. *sylvaticus*, à côté du Campagnol roussâtre démontre sans conteste le développement des milieux boisés.

Parmi les *Microtus*, le groupe du Campagnol des champs et du Campagnol agreste forme les trois-quarts des Rongeurs, ce qui indique probablement que le paysage était avant tout constitué de prairies. La dominance du Campagnol nordique, *Microtus oeconomus*, parmi les Rongeurs allochtones témoigne sans doute d'une tendance humide du climat.

#### *Couche LCE*

Cet assemblage de Micromammifères vient confirmer et prolonger l'assemblage précédent. En particulier, les Lemmings sont tout à fait absents et les Rongeurs allochtones semblent réduits à un quart de l'ensemble des Rongeurs. Les *Microtus arvalis/agrestis* sont tout à fait dominants et le Campagnol nordique domine certainement les Rongeurs allochtones, bien qu'il soit nécessaire de rester prudent vu le petit nombre de M/1 de *Microtus* déterminées. Toutefois, le pourcentage du Campagnol terrestre, *Arvicola terrestris*, qui atteint presque 13%, confirme cette tendance à l'humidité. Notons encore que l'augmentation du taux de représentativité des Insectivores et Chiroptères souligne encore l'amélioration climatique; néanmoins, les pourcentages de Rongeurs sylvicoles restent faibles.

#### *Couche CRM*

Les Rongeurs allochtones ne dépassent pas à nouveau les 20% de représentativité. Toutefois, une modification du climat semble s'amorcer par le fait que le Lemming à collier réapparaît d'une manière fort réduite mais significative (2%), et que le Campagnol nordique semble disparaître au profit du Campagnol des hauteurs, *Microtus gregalis*, qui est caractéristique d'un climat plus continental et plus sec. Il faut à nouveau rester prudent dans ces appréciations vu que le nombre de M/1

déterminées dans le genre *Microtus* est petit; toutefois, la réduction du pourcentage du Campagnol terrestre, *Arvicola terrestris*, semble confirmer cette tendance vers des conditions paléoécologiques plus sèches.

Malgré cette légère dégradation du climat, l'importance du Campagnol roussâtre, caractéristique des milieux boisés, augmente très significativement (8%) et l'indice des Insectivores se maintient à une valeur relativement élevée (9,1%).

#### *Couche CCSB*

Cet échantillon microfaunique ne fait que confirmer les modifications pressenties dans l'échantillon de la couche CRM.

Les Rongeurs allochtones avoisinent à nouveau les 20% et parmi ceux-ci le Campagnol des hauteurs, *Microtus gregalis*, semble à nouveau dominer le Campagnol nordique qui paraît inexistant. Les conditions plus sèches du climat et du paléoenvironnement paraissent encore confirmées par le pourcentage réduit d'*Arvicola terrestris*. Toutefois, le trait original de cet assemblage microfaunique est la présence et le taux relativement élevé (10,9%) du Lemming de montagne, *Lemmus lemmus*. Notons que ce Lemming, bien que caractéristique d'un climat sub-polaire, ne traduit pas un refroidissement aussi rigoureux que dans le cas du développement du Lemming à collier.

Ainsi, l'existence d'une dégradation mineure du climat semble bien être démontrée au sein de cette période de type interstadiaire. Ce phénomène climatique semble affecter l'indice des Insectivores qui diminue de moitié; en revanche, le pourcentage des Rongeurs sylvicoles, en particulier celui du *Clethrionomys glareolus*, diminue d'une manière presque insensible.

#### *Couche CCSA*

Cette microfaune est marquée par la réapparition discrète du Lemming à collier et la persistance réduite du Lemming de montagne.

L'augmentation de l'humidité semble bien démontrée par la dominance du Campagnol nordique parmi les Rongeurs allochtones de même que par la réaugmentation du pourcentage du grand Campagnol. La présence de 2% de Hamster (*Cricetus cricetus*) individualise encore cet assemblage.

Par rapport à la couche CCSB, la couche CCSA paraît moins froide (diminution de l'ensemble des Lemmings et du Campagnol des hauteurs); néanmoins, la régression des Insectivores et des Rongeurs sylvicoles, même si elle reste faible, semble se poursuivre.

#### *Couche CRS*

La dernière couche est difficile à interpréter : d'une part, l'échantillon est très réduit (N total = 9) et, d'autre part, il existe visiblement un mélange de faunes avec des éléments osseux et dentaires de grands Mammifères caractéristiques de l'Holocène correspondant à plusieurs périodes, notamment l'époque historique voire subactuelle (Cordy et Toussaint, 1993). En outre, cette couche a été manifestement bioturbée à une époque récente par des Carnivores fouisseurs comme le Blaireau ou le Renard.

Sur le plan de la microfaune, une certaine hétérogénéité transparaît également au travers de la présence de la Marmotte, *Marmota marmota*, représentée par un ossement isolé au sein d'une microfaune dominée par les restes dentaires de Rongeurs sylvicoles (*Clethrionomys* et *Apodemus*) et marquée par l'absence des Rongeurs allochtones de climat continental.

### D. Biozonation et interprétation chronostratigraphique

L'interprétation en terme paléoclimatique du diagramme microfaunique ressort clairement de la figure 19. Trois biozones peuvent être facilement distinguées :

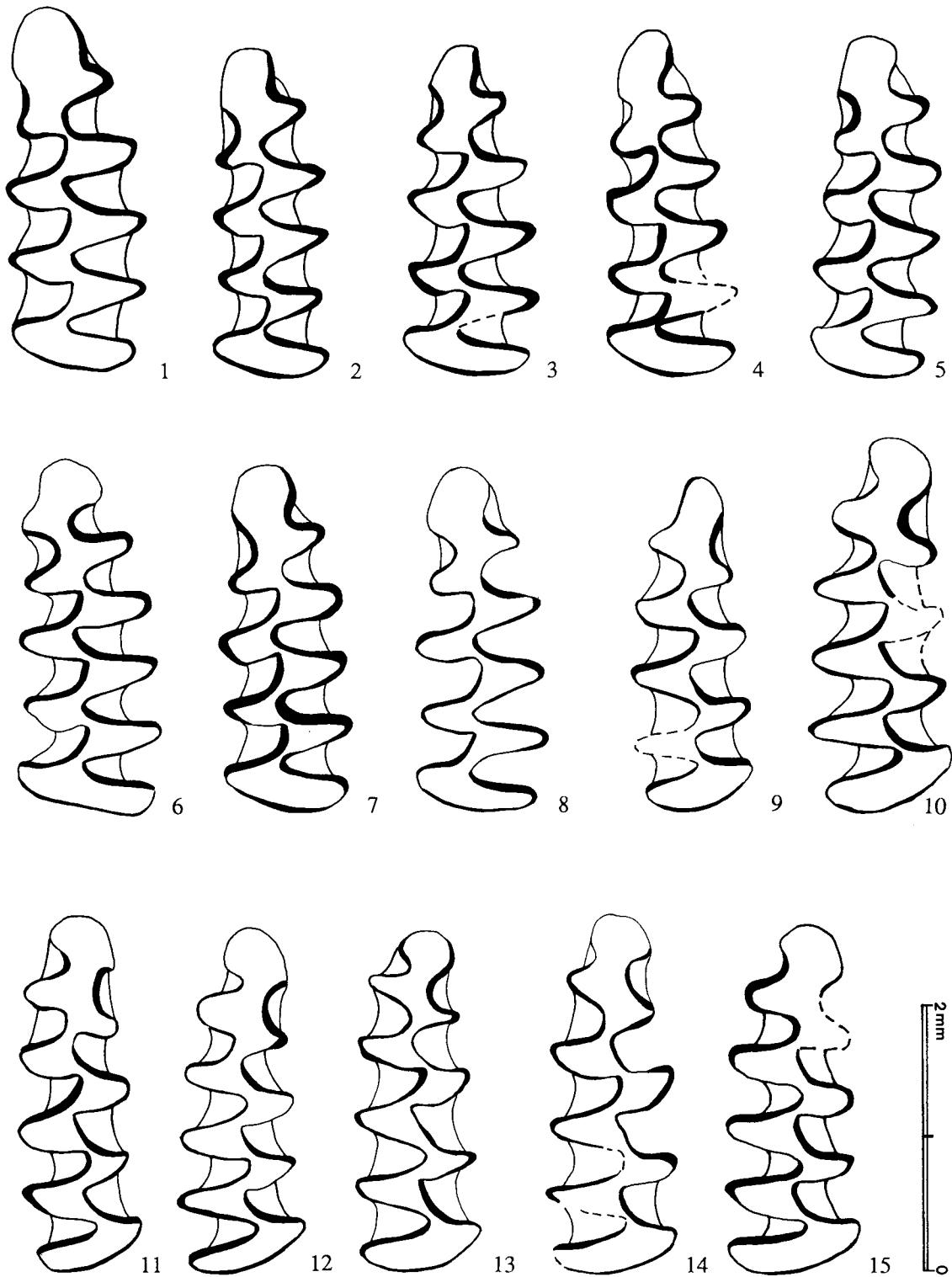


Fig. 21 *Micromammifères* (couche CGMphi) : 1 à 8, *Microtus arvalis-agrestis*,  $M_{1g}$ ; 9 à 15, *Microtus arvalis-agrestis*,  $M_{1d}$  (dessins M.T.).

1) Une première biozone est formée par les deux échantillons de la couche CRIa et correspond de toute évidence à un épisode climatique rigoureux de type arctique avec la dominance absolue des Rongeurs allochtones et surtout du Lemming à collier. Il s'agit sans conteste d'un épisode de type stadiaire ou Dryas, la couche CRIa  $\alpha$  formant une sorte de transition vers une amélioration climatique.

2) La deuxième biozone est constituée par toutes les autres couches supérieures, excepté la couche terminale CRS : la faible représentativité des Rongeurs allochtones (25%), la quasi-absence du Lemming à collier, chef de file de la microfaune polaire, le développement relatif des Insectivores (plus rarement des Chiroptères) et des Rongeurs sylvicoles démontrent à coup sûr une nette amélioration climatique de type interstadaire.

3) La dernière biozone correspond à la couche CRS où les Rongeurs allochtones semblent absents et où la microfaune paraît dominée par les Rongeurs tempérés sylvicoles.

La figure 19 reprend par ailleurs les datations  $^{14}\text{C}$  (Gilot, 1993) et la datation indirecte déduite de la présence de cendres volcaniques du Laacher See (Juvigné, 1993), qui constituent autant d'ancrages chronostratigraphiques pour la séquence paléoclimatique issue de l'analyse microfaunique.

En tenant compte de ces datations, de leur intervalle de confiance et des interprétations paléoclimatiques globales des échantillons microfauniques, il paraît clair et logique de faire correspondre la biozone 1 au Dryas II et la biozone 2 à l'interstade d'Allerød, qui serait enregistré ici d'une manière dilatée et montrerait ainsi toute sa complexité.

Un élément paléontologique vient corroborer cette corrélation avec le Tardiglaciaire. En effet, la présence de deux espèces fossiles de Musaraignes, *Sorex thaleri* et *Sorex subaraneus*, confirme que ces microfaunes ne peuvent être d'âge Holocène. Bien que l'évolution de ces formes et leur remplacement par les espèces

actuelles, *Sorex araneus* et *Sorex coronatus*, soient mal connus (Jammot, 1977), ces Soriciné fossiles semblent déjà absents en Belgique au Préboréal ancien selon l'analyse de la riche microfaune de la couche A6 de la grotte Walou (Cordy, 1991 et 1992).

L'interprétation de la biozone 3 reste incertaine vu l'hétérogénéité des matériaux paléontologiques (voir aussi Cordy et Toussaint, 1993). Néanmoins, tout porte à croire qu'il existe une nette discontinuité entre la faune de la couche CRS et la séquence biostratigraphique sous-jacente. En particulier, aucune couche ne permet d'identifier le Dryas III qui est typiquement caractérisé par un fort redéveloppement du Lemming à collier, ni le Préboréal qui est caractérisé par un taux élevé de Rongeurs allochtones et par la présence concomitante du Lemming de montagne, du Hamster et du Pika (*Ochotona pusilla*). Une lacune stratigraphique correspondant au moins au Dryas III et au Préboréal paraît évidente.

## E. La séquence paléoclimatique du Trou Jadot

La figure 20 et le tableau 4 permettent de replacer la série biostratigraphique du Trou Jadot dans la biozonation climatique du Tardiglaciaire, telle qu'elle découle de l'analyse de plusieurs remplissages karstiques du sud de la Belgique (Cordy, 1991 et 1992). L'apport du Trou Jadot est très important dans l'établissement de ce référentiel puisqu'il permet de combler un vide stratigraphique entre le Dryas II et le Dryas III, stades qui ont été particulièrement bien définis dans les dépôts des grottes du Coléoptère à Bomal-sur-Ourthe (Cordy, 1974) et de Walou aux Fonds-de-Forêt (Cordy, 1991 et 1992).

### *Dryas II*

La tranche sédimentaire CRIa $\beta$  correspond de toute évidence au plein développement du Dryas II, caractérisé par un



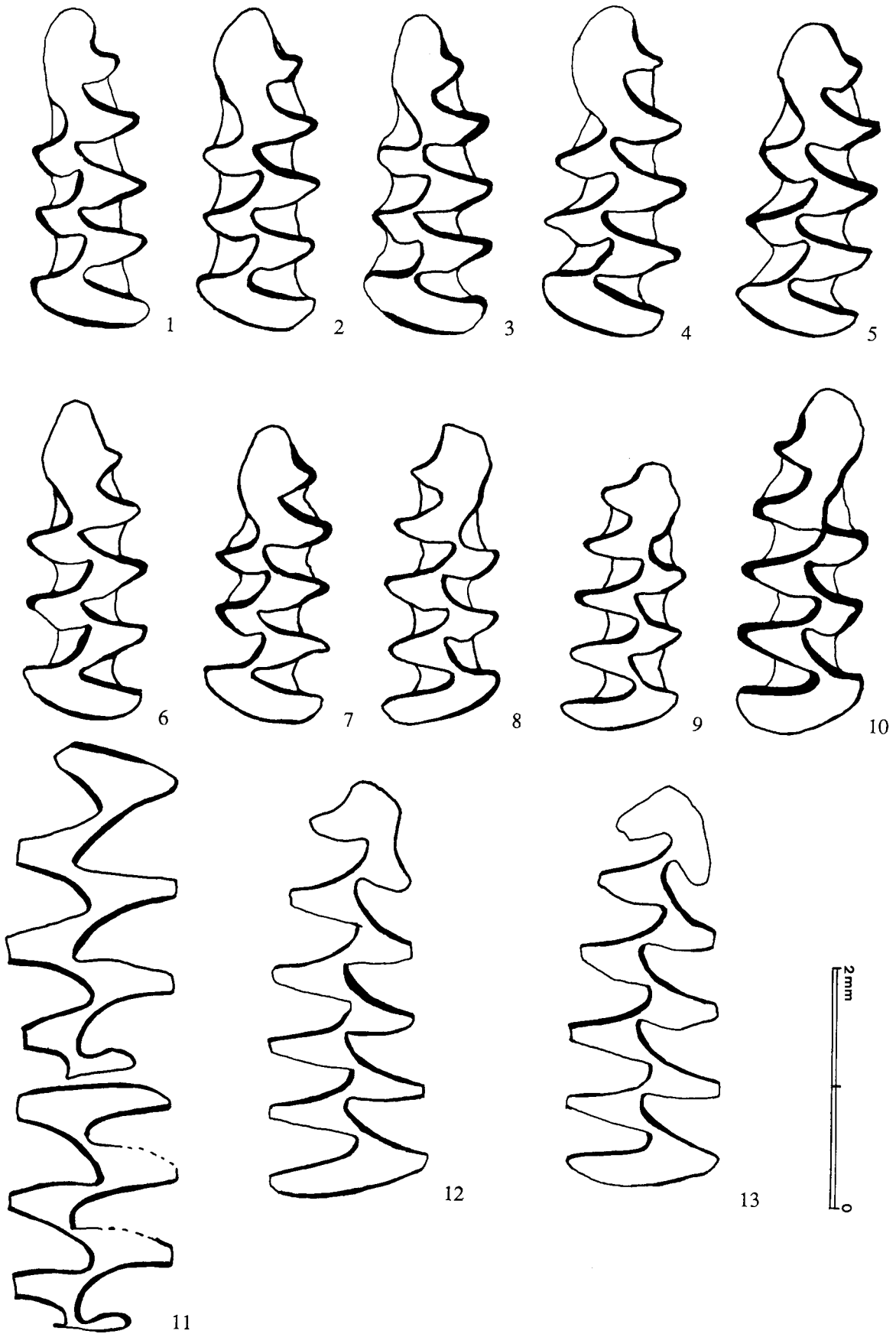


Fig. 22 *Micromammifères* (couche CGMphi) : 1 à 7, *Microtus oeconomus*  $M_1g$ ; 8 à 10, *Microtus oeconomus*  $M_1d$ ; 11, *Dicrostonyx gulielmi*  $M_1g - M_2g$ ; 12 - 13, *Dicrostonyx gulielmi*  $M_1d$  (dessins M.T.).

Tabl. 4 *Micromammifères : corrélation chronostratigraphique des principales séquences à Micromammifères du Tardiglaciaire belge.*

Dates B.P.	Zonation palynol.	CORRELATION ENTRE LES MICROFAUNES DE BELGIQUE			
10.000	Préboréal sup.		<u>Trou Balleux</u>		Walou A5
	Préboréal inf.		Coléoptère 6A	Fonds de forêt	<u>Walou A6</u>
	Dryas III		Coléoptère 6B	<u>Remouchamps</u>	Walou B1.
11.000	Allerød		Coléoptère 7	Jadot CCSA Jadot CCSB Jadot CRM Jadot LCE Jadot CGMPhi	
12.000	Dryas II	Presles ter.	Coléoptère 8	Jadot CRIA	Walou B2/3
13.000	Bølling	Presles I-II	<u>Chaleux</u>		Walou B4 som.
	Dryas I sup.	Presles III	<u>Vaucelles III</u>		<u>Walou B4</u>

climat de type polaire et par la prédominance absolue d'un environnement toundroïde (54,1% de Lemming à collier).

*Transition entre le Dryas II et l'Allerød*

La partie sommitale de la couche CRIa, représentée par l'échantillon CRIaα est liée à la fin du stade glaciaire. Elle est probablement contemporaine d'une phase de transition climatique entre le Dryas II et l'interstade d'Allerød. Le climat est encore nettement froid (13,5% de Lemming), mais l'adoucissement est déjà très sensible. La prédominance d'un milieu très ouvert avec le développement de prairies (62,7% de *M. arvalis/agrestis*) prend nettement le pas sur le milieu toundroïde. Les milieux

boisés, bien que réduits (1,7% de *Clethrionomys glareolus*), se développent certainement.

*Allerød*

Les microfaunes associées à cet interstade sont toutes caractérisées par la prédominance absolue du Campagnol des champs et du Campagnol agreste (*M. arvalis/agrestis*), par la faible représentativité des Rongeurs allochtones (en moyenne 20% de l'ensemble de la microfaune) et par la quasi-absence du Lemming à collier (*Dicrostonyx gulielmi*). L'adoucissement du climat glaciaire est tout à fait manifeste. Les conditions climatiques ne sont certainement plus de type polaire et sont devenues de type tempéré froid avec un facteur de continentalité qui semble

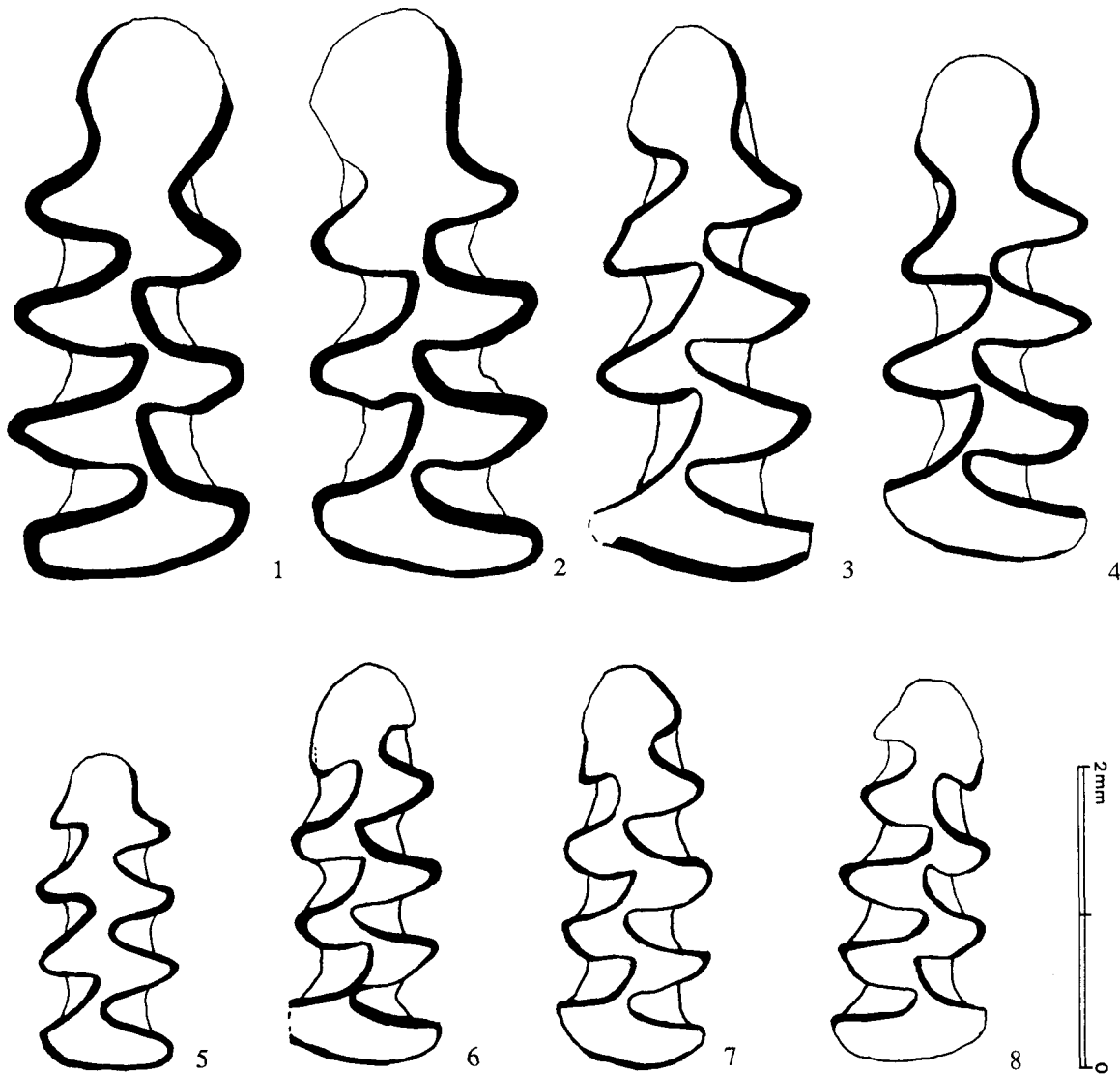


Fig. 23 *Micromammifères* (couche CGMphi) : 1, *Arvicola terrestris*  $M_1d$ ; 2 à 4, *Arvicola terrestris*  $M_1g$ ; 5, *Clethrionomys glareolus*  $M_1g$ ; 6 - 7, *Microtus nivalis*  $M_1g$ ; 8, *Microtus nivalis*  $M_1d$  (dessins M.T.)  
 Rem : la présence de 3 *Microtus nivalis* à la fig. 23 contre 2 seulement dans le tableau 2 tient au fait que le décompte de la microfaune de la couche CGMphi a été arrêté à 562 pièces alors que la fouille en a livré nettement plus.

se réduire sans pour cela disparaître. Le milieu est de type essentiellement ouvert, avec les espaces herbeux dominants; les milieux boisés restent réduits et, de plus, le reboisement semble assez lent et légèrement différé par rapport au début de l'oscillation tempérée.

Cet interstade n'est pas uniforme et semble se subdiviser en trois phases climatiques nettement distinctes. Une première période, enregistrée dans les couches CGMphi et LCE, est avant tout caractérisée par des conditions climatiques humides. La deuxième phase,

correspondant aux couches CRM et CCSB, est surtout marquée par une nette tendance à la sécheresse et tout à la fois par un bref refroidissement marqué d'abord par la réapparition du Lemming à collier, puis surtout du Lemming des montagnes, *Lemmus lemmus*. Enfin, la troisième phase (couche CCSA) semble à nouveau plus humide et plus tempérée; toutefois, l'effet du coup de froid précédent semble se prolonger par une légère dégradation des milieux boisés et par un léger appauvrissement de la faune des Insectivores.

Cela étant, l'occupation préhistorique qui a été découverte dans la couche CGMphi se situe au tout début de l'interstade d'Allerød, puisque cette couche correspond à la première partie de la première phase décrite dans le paragraphe précédent.

## F. Conclusions

1. Les dépôts supérieurs du Trou Jadot semblent correspondre à une séquence continue du Tardiglaciaire du Dryas II à la fin de l'Allerød.

2. Pour la première fois en Belgique, l'Allerød est révélé en milieu karstique par une séquence litho- et biostratigraphique détaillée.

3. La biozonation présentée fait apparaître que l'Allerød peut être subdivisé en trois phases en raison de l'existence d'un stade mineur de refroidissement en son milieu, caractérisé par une phase migratoire du Lemming de montagne, *Lemmus lemmus*.

4. L'occupation préhistorique de CGMphi date du tout début de l'oscillation d'Allerød.

## Bibliographie

- AGADJANIAN, A.K. et KOENIGSWALD, W. v., 1977. Merkmalsverschiebung an den oberen Molaren von *Dicrostonyx* (Rodentia, Mammalia) im Jungquartär. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 153, 1, pp. 33-49.
- CORDY, J.-M., 1974. Etude préliminaire de deux faunes à Rongeurs dans le Tardiglaciaire belge. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 97, 1, pp. 5-9.
- CORDY, J.-M., 1991. Palaeoecology of the Late Glacial and Early Post-glacial of Belgium and Neighbouring Areas. In : Barton, N., Roberts, A. and Roe, D. (éds) - *The Late Glacial in North-West Europe, Council Brit. Archaeol. Res. Rep.*, 77, pp. 40-47.
- CORDY, J.-M., 1992. Le contexte faunique du Magdalénien d'Europe du nord-ouest. *Actes Colloq. Chancelade*, 10-15 oct. 1988, Le peuplement magdalénien, pp. 165-175.
- CORDY, J.-M. et TOUSSAINT, M., 1993. Les restes de grands Vertébrés des couches supérieures du Trou Jadot. In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - *Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. E.R.A.U.L.*, 58, pp. 55-58.
- GILLOT, E., 1993. La présence humaine au Tardiglaciaire en Belgique et dans les régions limitrophes au regard des dates  $^{14}\text{C}$ . In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - *Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. E.R.A.U.L.*, 58, pp. 31-37.
- JAMMOT, D., 1977. *Les Musaraignes (Soricidae - Insectivora) du Plio-Pléistocène d'Europe*. Thèse Doct. Université Dijon, 344 p., 112 fig., 47 pl.

- JUVIGNE, E., 1993. Présence de téphras du volcan du Laacher See dans la coupe du Trou Jadot. In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. *E.R.A.U.L.*, 58, pp. 27-30.
- 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.
- TOUSSAINT, M. et BECKER, A., 1992. Le Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique) et son paléoenvironnement. *Bull. Soc. préhistorique française*, 89 (1), pp. 12-18.

# Les restes de grands Vertébrés des couches supérieures du Trou Jadot

Jean Marie-Cordy  
Michel Toussaint

## A. Introduction

Mise à part la couche sommitale CRS, les dépôts du Trou Jadot se sont avérés très pauvres en restes osseux et dentaires de grands mammifères.

Les fouilles pluridisciplinaires de 1982 et 1983 (Toussaint et Becker, 1986 et 1992) n'ont d'ailleurs livré, en dessous de CRS, que de rares esquilles indéterminables et une seule pièce identifiable, une diaphyse d'un grand Boviné isolée dans la partie supérieure de la couche CR1a et datée au carbone 14 de  $12610 \pm 260$  BP (Lv-1412).

Les travaux préliminaires de E. Dettaille et A. Jadot en 1981 et 1982 ont largement entamé la couche CRS, en grande partie exploitée, mais n'ont que très partiellement concerné les couches sous-jacentes CCSA et CCSB, sans toucher CRM, LCE et la couche archéologique paléolithique CGMphi. En raison de l'absence quasi totale de matériel paléontologique sous CRS lors des fouilles systématiques (Toussaint et Becker, 1986 et 1992), il est dès lors légitime de supposer que l'essentiel du matériel recueilli par Dettaille et Jadot provient également de la couche supérieure CRS. Les éléments paléontologiques recueillis lors des sondages initiaux et des recherches pluridisciplinaires ont dès lors été regroupés dans l'étude qui suit.

## B. Description du matériel

### 1. Restes de Vertébrés

#### 1.a. Faunes holocènes

De nombreux ossements généralement bien conservés ont pu être rapportés aux espèces suivantes :

<i>Bos taurus domesticus</i>	Boeuf domestique
<i>Cervus elaphus</i>	Cerf
<i>Caprinae</i> indét.	Chèvre ou Mouton
<i>Sus cf. domesticus</i>	Cochon
<i>Meles meles</i>	Blaireau
<i>Vulpes vulpes</i>	Renard
<i>Lepus europaeus</i>	Lièvre commun
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Lapin
<i>Erinaceus europaeus</i>	Hérisson
Oiseaux indéterminés	

Cette faune est typiquement holocène, puisque toutes les espèces sont autochtones et actuelles, que la faune est dominée par le Blaireau et le Renard et que des espèces domestiques sont présentes.

Le degré de fossilisation des ossements est faible ou inexistant. Néanmoins, il est possible de distinguer des états de conservation distincts correspondant certainement à des âges différents au sein de l'Holocène.

Certains os portent des traces anthropiques de boucherie, qui témoignent également de l'hétérogénéité de l'échantillon. En effet, quelques restes osseux sont sciés, alors qu'un humérus de Boeuf porte quelques traces de décarnisation qui semblent avoir été produites au moyen d'un éclat de silex.

Enfin, l'abondance de restes de Blaireau et de Renard indique que la grotte a été longtemps utilisée comme terrier. La plupart des ossements récoltés dans la couche CRS ont probablement été rapportés par ces petits Carnivores et d'ailleurs plusieurs d'entre eux portent des traces de morsures ou de mâchures. Cette présence importante du Blaireau et du Renard dans la grotte implique des remaniements sédimentaires en rapport avec les activités fouisseuses de ces espèces, ce qui explique l'hétérogénéité des matériaux osseux et, entre autres, la présence d'un os de Marmotte dans la microfaune recueillie *in situ* lors des fouilles pluridisciplinaires de 1982-1983 (Cordy et Toussaint, 1993).

### 1.b. Faune tardiglaciaire

Parmi les ossements recueillis par les premiers fouilleurs, une petite dizaine d'entre eux présentent un aspect de fossilisation qui les distinguent assez nettement de l'ensemble des matériaux holocènes. Il s'agit de 7 petites esquilles indéterminables et d'une mandibule gauche fragmentaire de Chamois, *Rupicapra rupicapra*. Cette mandibule, qui porte encore les 2e et 3e prémolaires et les molaires, appartient à un jeune individu, puisque la 3e molaire est en cours d'éruption. Vu l'état de conservation de l'os et cette détermination spécifique, cette mandibule a dû être récoltée très probablement dans les couches sous-jacentes à CRS. Sur base des interprétations chronostratigraphiques des couches CCSA et CCSB (Cordy et Toussaint, 1993), il semble donc que le Chamois était présent en Belgique à l'Allerød. Sa présence, ainsi que celle de la Marmotte retrouvée accidentellement en CRS, cadrerait parfaitement avec le contexte paléocéologique propre à la petite oscillation

froide à Lemming de montagne (*Lemmus lemmus*), qui caractérise le milieu de l'Allerød (Cordy et Toussaint, 1993).

## 2. Anthropologie

Six éléments osseux humains ont été trouvés dans la partie supérieure du remplissage lors du sondage exploratoire de E. Daille et A. Jadot, vraisemblablement dans la couche CRS.

### 2.a. Description

1.- Moitié distale d'un humérus gauche d'enfant. La circonférence minimale atteint 45 mm. En comparant la pièce, dont la longueur conservée est de 161 mm, à une série d'autres ossements juvéniles entiers, on peut situer sa longueur originelle dans l'intervalle de 210 à 240 mm. Ces deux valeurs correspondent pratiquement, d'après Stloukal et Hanakova (1978), aux moyennes des enfants slaves de 11 et 14 ans, tandis que les moyennes des sujets de 12 et 13 ans atteignent respectivement 219.9 et 231.2 mm.

2.- Première phalange d'un doigt médian d'enfant, latéralisation indéterminée.

3.- Os coxal droit d'enfant ne comprenant plus que le pubis et l'ischion. La branche ischiopubienne, formée par la branche ascendante de l'ischion et la branche inférieure ou descendante du pubis, est complètement soudée, phénomène qui se produit vers 7 ou 8 ans (Bass, 1986). Le cartilage en Y qui sépare le pubis, l'ischion et l'ilion dans l'acétabulum n'avait pas commencé à s'ossifier lors du décès, alors que ce phénomène débute en principe vers 12 ans selon Bass (1986) et plus précisément vers 10 ans chez les filles et 14 ans chez les garçons d'après Olivier (1960).

4.- Tiers proximal de diaphyse d'un fémur gauche d'enfant, avec petit trochanter et partie postérieure du grand trochanter. Il n'y a pas de troisième trochanter, mais une fosse

hypotrochantérienne nette. Le diamètre transversal sous-trochantérien maximum (Martin 9) vaut 22,2 mm et l'antéro-postérieur au même niveau (Martin 10) 15,3 mm. L'os est donc très aplati dans le sens antéro-postérieur : l'indice de platymérie n'atteint en effet que 68,9.

5.- Calcanéum droit d'enfant, dont la zone du *Sustentaculum tali*, du *Facies art. talaris media* et du *Facies art. talaris posterior* est détruite. La longueur maximale (Martin 1) vaut 58 mm et la largeur minimale (Martin 3) 20 mm.

6.- Première phalange du gros orteil gauche d'un enfant.

## 2.b. Interprétation

Il est vraisemblable, en fonction de leur degré de croissance, que les six pièces découvertes proviennent d'un même sujet, un enfant qui devait avoir de l'ordre de 11 à 12 ans au décès.

## C. Conclusions

1. La présence d'ossements humains dans les dépôts supérieurs du Trou Jadot semble pouvoir être rapprochée des nombreux ossuaires et sépultures collectives néolithiques du bassin de l'Ourthe-Amblève (Toussaint, 1986 et 1987).

L'abri Detaille, situé à une dizaine de mètres au sud-ouest du site, contenait d'ailleurs également des documents anthropologiques associés à une hache polie et à un éclat de silex (Toussaint et Becker, 1991).

2. Outre les ossements humains, les dépôts supérieurs du Trou Jadot (couche CRS) contenaient une faune typique de l'Holocène. Cette faune est hétérogène et rassemble des vestiges osseux d'époques diverses, dont la période néolithique ou protohistorique, la période historique et la période actuelle.

3. La couche CRS principalement, et peut-être également les couches sous-jacentes, ont été perturbées au cours de l'Holocène jusqu'au siècle actuel par les activités fouisseuses de Blaireaux et de Renards. Les dépôts supérieurs du Trou Jadot ont également été perturbés localement par l'inhumation probablement préhistorique précitée.

4. La présence d'une faune de type "alpin" avec le Chamois, *Rupicapra rupicapra*, et sans doute la Marmotte, *Marmota marmota*, paraît attestée dans les couches sous-jacentes à CRS et datées de l'Allerød. Ces éléments fauniques pourraient caractériser une oscillation froide définie à l'intérieur de l'interstade par la migration du Lemming de montagne, *Lemmus lemmus*.

## Bibliographie

- BASS, W., 1986. *Human Osteology, a Laboratory and Field Manual of the Human Skeleton*. Columbia, Missouri Archaeological Society, special publication N° 2, second edition, fourth printing, 288 p.
- CORDY, J.-M. et TOUSSAINT, M., 1993. Bio- et chronostratigraphie du Trou Jadot à partir des Micromammifères. In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. *E.R.A.U.L.*, 58, pp. 39-53.
- OLIVIER, G., 1960. *Pratique anthropologique*, Paris, Vigot, 291 p.
- STLOUKAL, M. et HANAKOVA, H., 1978. Die Länge der Längsknochen altslavischer Bevölkerungen unter besonderer Berücksichtigung von Wachstumsfragen. *Homo*, 29, pp. 53-69.



- TOUSSAINT, M., 1986. Anthropologie et approche spatiale de la sépulture collective de l'Abri Masson. *Société wallonne de Palethnologie*, mémoire 6, pp. 5-40.
- TOUSSAINT, M., 1987. La fissure Jacques à Sprimont : anthropologie et approche spatiale d'un ossuaire du Néolithique récent. *Bull. Soc. roy. belge Anthrop. Préhist.*, 98, pp. 33-74.
- 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.
- TOUSSAINT, M. et BECKER, A., 1991. Les abris Detaille et Malou à Comblain-au-Pont (Province de Liège). *Bulletin des Chercheurs de la Wallonie*, 31, pp. 151-159.
- TOUSSAINT, M. et BECKER, A., 1992. Le Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique) et son paléoenvironnement. *Bull. Soc. préhistorique française*, 89 (1), pp. 12-18.

## Analyse palynologique de la coupe transversale du site archéologique du Trou Jadot à Comblain-au-Pont

Jean Heim

### A. Echantillonnage - préparation

Les prélèvements ont été effectués lors des fouilles. La coupe longitudinale CD a été échantillonnée le 6 avril 1983 et la coupe transversale AB (fig. 24), le 5 août 1984.

La correspondance entre couches archéostratigraphiques et les différents échantillons selon les coupes figure dans le tableau 5.

Les échantillons de sol ont été traités par des méthodes physico-chimiques faisant appel à la technique de séparation des pollens de la matière minérale au moyen d'une liqueur de densité 2 (mélange d'iodure de Cadmium et d'iodure de Potassium).

Les analyses palynologiques ont été réalisées sur les deux coupes AB et CD. Du matériel de facture paléolithique supérieur a été récolté dans le niveau COWb/GCMphi de la coupe longitudinale CD et des datations carbone 14 ont été effectuées sur cette même coupe.

Les spectres des échantillons de la coupe longitudinale CD présentaient des associations polliniques étranges. A côté d'un ensemble d'espèces à affinité manifestement arcto-alpine (*Selaginella*, *Botrychium*, *Thalictrum*, *Cistaceae*, *Empetrum*...) on notait dans les spectres des pollens de *Fagus* et de *Carpinus* en valeur non négligeable, ce qui rendait ces résultats suspects

voire franchement douteux. Il n'y avait pas de terrier de fousseurs à proximité, aussi la cause n'était-elle pas apparente.

Par contre, le diagramme de la coupe transversale AB montrait un épisode pouvant se rattacher à une séquence tardiglaciaire.

### B. Relation végétation actuelle - spectre pollinique récent

Compte tenu de la pollution observée dans certains spectres de la coupe longitudinale, il était intéressant de connaître l'impact des retombées polliniques actuelles. Pour ce faire, on a d'abord dressé la liste des plantes croissant dans un rayon d'une dizaine de mètres autour du site préhistorique et on a quantifié les recouvrements de chaque espèce en utilisant la méthode de l'école de Zurich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1964). Dans ce même plateau on a prélevé au hasard une dizaine de mousses dont on a extrait les spores et pollens au laboratoire, par traitement à la soude caustique. Il suffit ensuite de comparer les valeurs polliniques des différentes espèces au recouvrement moyen de celles-ci pour en déduire la représentation. Le tableau 6 met en parallèle les valeurs des recouvrements moyens et les pourcentages polliniques.

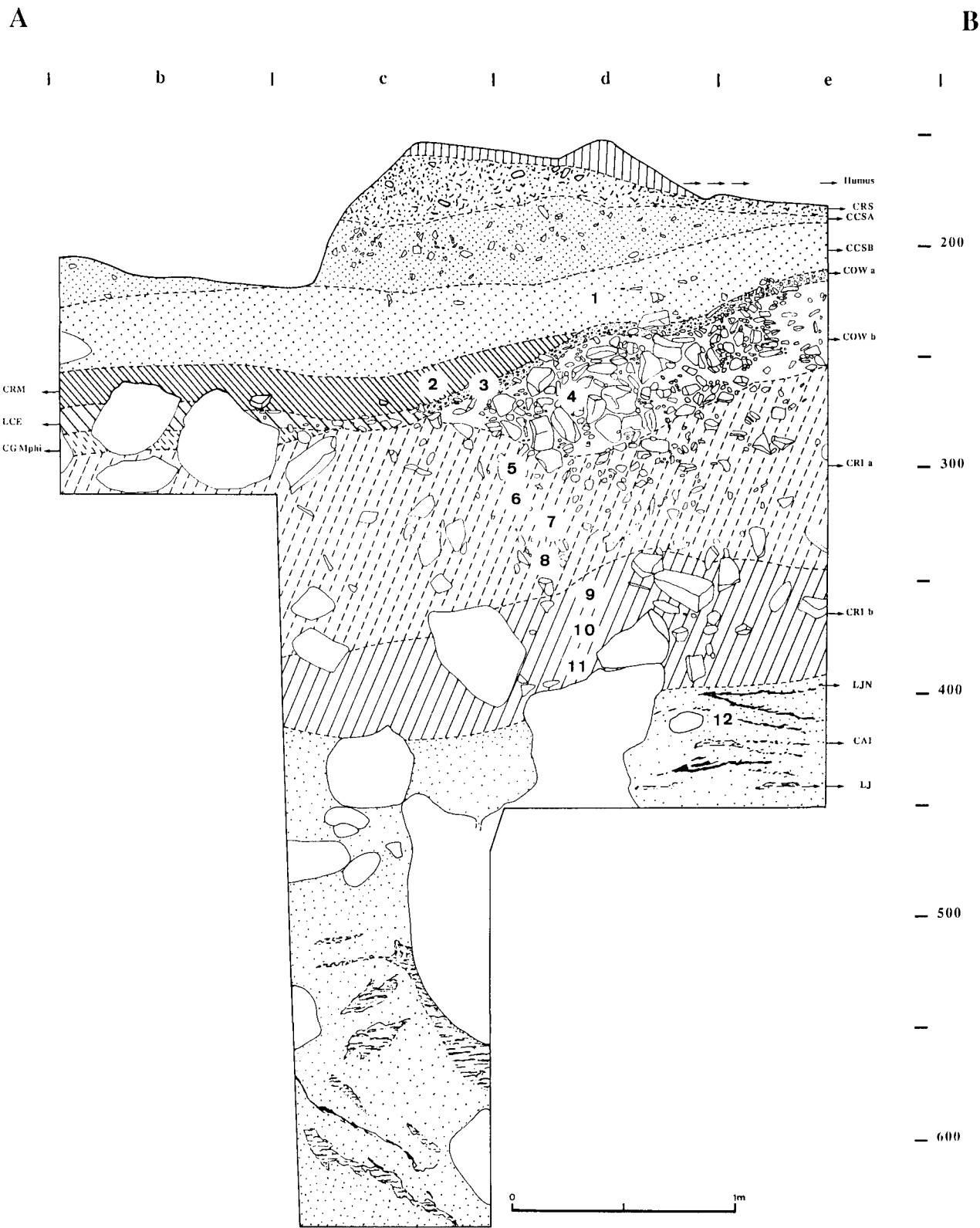


Fig. 24 *Palynologie : position des échantillons sur la coupe stratigraphique transversale AB*

Tabl. 5 Correspondance entre les différents échantillons selon le découpage stratigraphique.

Zones polliniques	Stratigraphie	anciens n°	n° de labo
D	CRS	1	-
	CCSA	2	-
	CCSB	3	1
	CRM	4	2
C	COWa	5	3
	COWb	6	4
B	CR1a	6.7	5
	CR1a	7	6
	CR1a	7bis	7
	CR1a	7.8	8
A	CR1b	8	9
	CR1b	8bis	10
	CR1b	8.9	11
	CAI	9	12

On constate que les espèces ligneuses (arbres + arbustes) fournissent l'apport le plus important. Le taux de boisement (% AP) (= somme des proportions des espèces ligneuses) s'élève à 90,9% et correspond parfaitement à la somme des recouvrements moyens des arbres et arbustes.

La participation de chaque espèce considérée individuellement est variable. Ainsi le noisetier (*Corylus*) est normalement représenté car sa valeur pollinique (35,6%) concorde avec le recouvrement moyen (37,5%). Le frêne (*Fraxinus*) est également normalement représenté. Le pin (*Pinus*) est par contre localement surreprésenté mais l'apport massif de pollens de pin s'explique par sa présence en peuplement dense localisé surtout sur le versant opposé du vallon. Les vents dominants du S-SO sont probablement responsables des retombées au niveau du site archéologique. Le cornouiller sanguin formant des bouquets ainsi que la strate arbustive constituée d'épineux n'interviennent pas dans le spectre pollinique. L'influence des arbres croissant en dehors du plateau est peu importante (*Betula* 6,0%), voire minime (*Quercus* 2,8%, *Picea* 1,9%, *Carpinus* 1,5%, *Fagus* 0,8%...).

Dans la strate herbacée, les espèces ne fleurissent guère sous le couvert forestier. Aussi le spectre pollinique contient-il probablement plus de pollens d'espèces provenant d'un apport régional que des plantes croissant dans le plateau même. Les pollens de lierre ne proviennent nullement de la forme prostrée de *Hedera helix* car cette espèce produit des fleurs uniquement lorsque la liane atteint la cime des arbres.

### C. Commentaire de la séquence palynologique

Les résultats palynologiques ont été rassemblés dans la figure 25. Afin de faciliter la lecture, on a divisé le diagramme palynologique en zones (colonne 1) qui sont mises en correspondance avec les couches archéo-stratigraphiques (colonne 2). Les spectres polliniques ont été calculés de deux façons. Dans le diagramme I on a exprimé les valeurs polliniques par rapport à la somme totale des spores et pollens des plantes vasculaires. Dans le diagramme II on a exclu le pin (*Pinus*) de cette somme de référence. Cette seconde façon de dessiner les proportions polliniques présente l'avantage de faire ressortir les espèces ligneuses

Tabl. 6 *Palynologie : relation entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent.*

(1) : coefficient d'abondance-dominance;

(2) : transformation de ce coefficient en recouvrement moyen selon l'échelle ci-après :

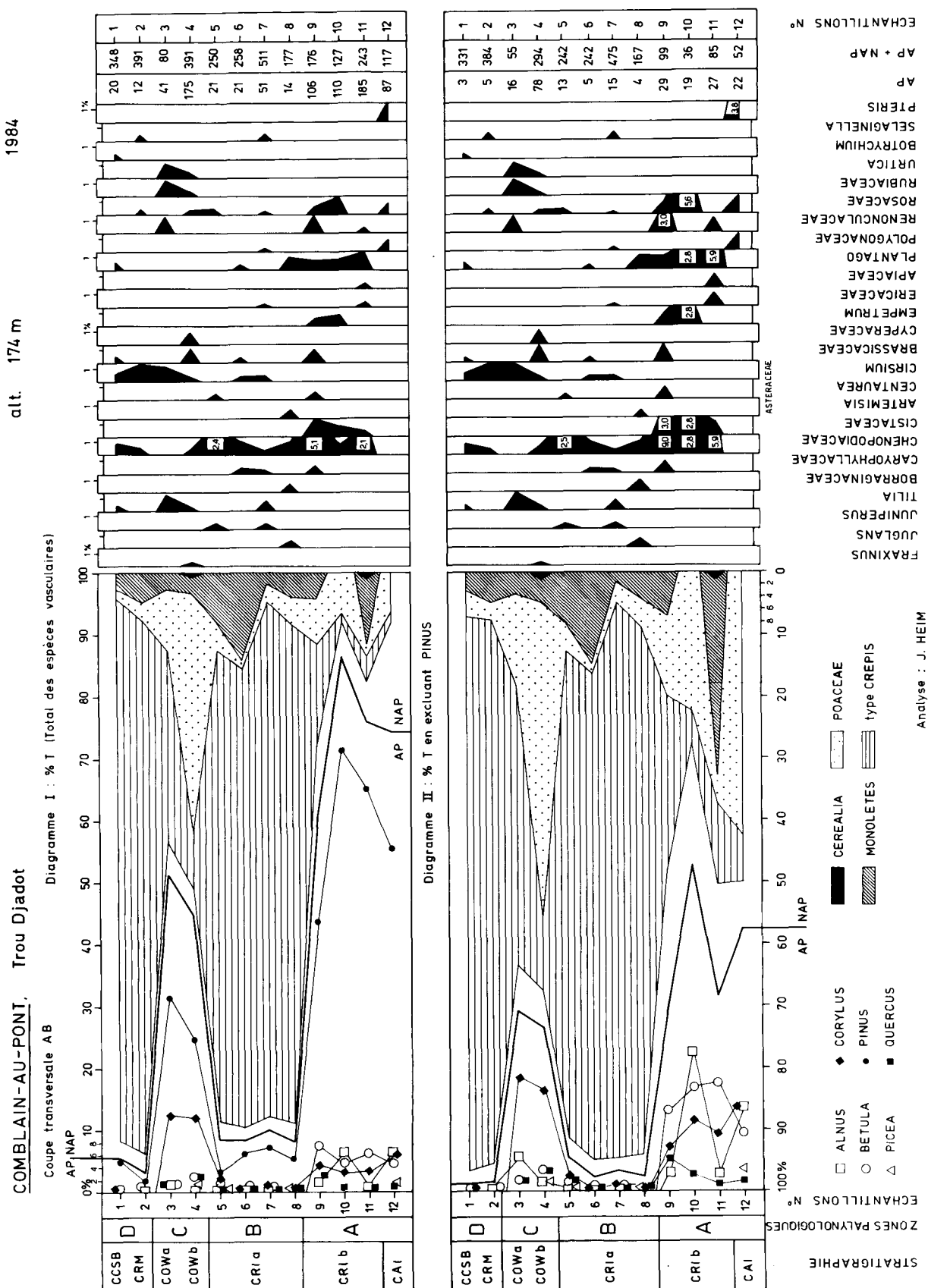
3 = de 25 à 50% (moyenne 37,5%); 2 = de 5 à 25% (moyenne 15%); 1 = 1 à 5% (moyenne 3%); + = inférieur à 1% (moyenne 0,5%);

(3) : pourcentages polliniques.

*Espèces ligneuses (AP)* : Abies (0,2%), Acer (0,1%), Alnus (2,1%), Betula (6,0%), Buxus (0,05%), Carpinus (1,5%), Fagus (0,8%), Juglans (0,05%), Picea (1,9%), Quercus (2,8%), Rhamnus (0,05%), Salix (0,1%), Tilia (0,3%), Ulmus (0,4%).

*Espèces herbacées (NAP)* : Artemisia (0,3%), Cerealia (0,2%), Chénopodiacées (0,2%), Crucifères (0,2%), Epilobium (0,05%), Mercurialis (0,2%), Ombellifères (0,1%), Papilionacées (0,05%), Plantago (0,2%), Polygonacées (0,05%), Rosacées (0,7%), Spores Monoletes (0,3%).

Végétation actuelle			Spectre pollinique
Espèces	(1)	(2)	(3)
<u>Strate arborescente</u>			<u>Pollens AP</u>
<i>Corylus avellana</i>	3	37,5%	35,6%
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	3,0%	3,1%
<i>Pinus sylvestris</i>	2	15,0%	35,5%
<i>Cornus sanguinea</i>	2	15,0%	-
<u>Strate arbustive</u>			
<i>Prunus spinosa</i>	2	15,0%	0,2%
<i>Crateagus oxyacantha</i>	1	3,0%	-
<i>Ribes grossularia</i>	1	3,0%	-
TOTAL LIGNEUX (AP)		91,5%	90,9%
<u>Strate herbacée</u>			
<i>Hedera helix</i>	2	15,0%	0,2%
<i>Hieracium murorum</i>	1	3,0%	0,2%
<i>Senecio jacobea</i>	+	0,5%	
<i>Brachypodium pinnatum</i>	1	3,0%	
<i>Sesleria coerulea</i>	1	3,0%	4,8%
<i>Poa compressa</i>	+	0,5%	
<i>Galium mollugo</i>	+	0,5%	0,05%
<i>Clematis vitalba</i>	+	0,5%	1,3%
<i>Helleborus foetidus</i>	+	0,5%	
<i>Primula veris</i>	+	0,5%	-
<i>Clinopodium vulgare</i>	1	3,0%	-
<i>Campanula trachelium</i>	+	0,5%	-
<i>Fragaria vesca</i>	+	0,5%	-
<i>Vincetoxicum officinale</i>	+	0,5%	-
<i>Carex glauca</i>	+	0,5%	0,2%
<i>Silene vulgaris</i>	+	0,5%	-



Tabl. 7 Répartition, selon les zones polliniques, des pourcentages de certaines espèces.

Zones	A	B	C	D
% AP	73,6	8,9	45,9	4,3
<i>Alnus</i>	3	0,3	1,7	0,3
<i>Betula</i>	5,9	0,8	2,3	0,5
<i>Corylus</i>	3,9	0,9	11	0,1
<i>Pinus</i>	59	5,8	25,9	3,2
<i>Quercus</i>	1,2	0,3	2,1	-
Astéracées	6,9	89,7	13,4	87,7
Fougères	5,2	6	3,1	3,9
Poacées	7,1	3,1	33,5	3,4

lors des phases d'amélioration. Il est d'ailleurs fort probable qu'une partie des pollens de pin soit attribuable à un apport régional, voire lointain. Ce pollen est un excellent voilier grâce à ses ballonnets. Dans le nord québécois au Canada, on a observé dans la région de toundra, à plus de 600 km de la zone d'extension des pinèdes, en moyenne 30,8% de pollens de pin en pleine toundra arctique. On a constaté que cette proportion est d'autant plus importante que les plantes croissant localement sont stériles, c'est-à-dire qu'elles se multiplient principalement par voie végétative. Si, par exemple, on avait soustrait 30% de *Pinus* de nos spectres, on constate qu'on aurait surtout diminué la valeur AP dans les niveaux inférieurs. Toutefois, il ne faudrait pas dénigrer le pin qui constitue une des espèces les plus plastiques s'adaptant à des milieux très variés (sols secs, tourbières, rochers...). Il était certainement présent à l'état dispersé au voisinage du site.

Les diagrammes I et II (fig. 25) montrent deux améliorations avec installation d'une flore de type forestier, séparées par une péjoration passagère :

*Zone A : couche CAI supérieure et CRIB* (échantillons 9 à 12, numéros de laboratoire)

Phase tempérée froide où domine le pin, accompagné surtout du bouleau et de l'aulne.

*Zone B : couche CRIa* (échantillons 5 à 8)  
Episode froid, probablement de courte

durée avec régression de toutes les espèces forestières tempérées et apparition d'espèces arcto-alpines (*Juniperus*, *Selaginella*); extension des composées liguliflores.

Date : Lv-1412 :  $12\ 610 \pm 260$  BP.

*Zone C : couches COWb (= CGMphi) et COWa (= LCE)* (échantillons 3 et 4)

Retour à des conditions tempérées chaudes. L'extension de *Corylus* et l'importance des Poacées indiqueraient une période plus thermophile que celle observée dans la Zone A.

Date : Lv-1411 :  $11\ 850 \pm 160$  BP.

*Zone D : couche CRM et CCSB* (échantillon 1 et 2)

Nouvelle péjoration climatique : recul des espèces ligneuses et réapparition des composées type *Crepis* et *Cirsium*.

Cette alternance de phases froides et tempérées caractérise bien les conditions très changeantes qui ont régné au cours du Tardiglaciaire. Elle reflète bien cette pression constante de la recolonisation forestière en butte aux agressions fluctuantes du climat.

## D. Discussion

Vu que notre séquence pollinique est assez courte et qu'il manque à la fois des indices vers le bas et vers le haut, il n'est pas facile de l'insérer dans un schéma général de l'évolution végétale.

Si on considère l'échelle de temps subdivisée en chronozones établies par Mangerud *et al.* (1974), on constate des disparités entre la palynologie et les dates absolues. Ainsi, la date Lv-1412 ( $12\,610 \pm 260$  BP) effectuée sur une diaphyse de grand Mammifère provenant de la partie supérieure de la couche CR1a (zone B) se place au milieu du Bølling, alors que palynologiquement il s'agit d'un Dryas. De même, la microfaune de la couche CGMphi (zone C), datée de  $11\,850 \pm 160$  BP (Lv-1411) se situe dans la partie du Dryas II proche de l'Allerød alors que la séquence pollinique est franchement thermophile (noisetier et pin).

On peut, palynologiquement, envisager plusieurs hypothèses pour classer les épisodes mis en évidence :

1.- Bølling (zone A), Dryas II (zone B), Allerød (zone C) et Dryas III (zone D);

2.- Pré-Bølling (zone A), péjoration (zone B), Bølling (zone C) et Dryas II (zone D);

3.- Division de l'Allerød en deux phases tempérées séparées par un retour passager à des conditions plus froides, soit : première phase froide tempérée de l'Allerød (zone A), coup de froid passager (zone B), deuxième phase froide tempérée de l'Allerød (zone C) et Dryas III (zone D);

4.- Bølling (zone A), Dryas II (zone B), Allerød (zone C, première phase tempérée et zone D, coup de froid passager).

En se basant sur des critères palynologiques, on retiendra cette dernière proposition. En effet, il existe une gradation nette entre le Bølling (végétation de type subarctique avec des arbustes prostrés) et l'Allerød (caractérisé par une forêt de bouleau, pin...).

En comparant les zones A et C, on constate que les mêmes espèces interviennent dans les diagrammes polliniques : il y a uniquement des différences dans la taille des ligneux et leur importance vis-à-vis du tapis herbacé.

La zone A constituerait une phase migratrice avec installation du pin, du bouleau, de l'aulne, accompagnés du noisetier dans des endroits abrités (rochers, dépressions...) en formant un paysage encore ouvert parsemé de bouquets d'arbustes (cf. Park-Tundra des auteurs germaniques).

La zone B représente un arrêt de cette colonisation forestière due probablement à un retour momentané à des conditions climatiques défavorables.

La zone C montre la progression de la végétation forestière décrite dans la zone A, avec augmentation des valeurs de *Corylus* et apparition de *Tilia* et *Fraxinus*. Dans cette formation végétale plus thermophile, on note une extension des Graminées et une régression des Fougères.

A titre de comparaison, on citera le diagramme pollinique réalisé par Leroi-Gourhan (1978) à Gönnersdorf. Cette localité est située dans la vallée du Rhin, au sud de Bonn, et se trouve pratiquement à la même latitude que le Trou Jadot et présente une disposition semblable. Cette analogie s'applique tant à la position topographique en milieu calcaire abrité créant un microclimat particulier qu'à l'orientation nord-sud de la vallée, facilitant la migration des plantes, et qu'au cortège floristique impliquant les mêmes espèces. La distinction s'opère principalement au niveau de l'importance relative de chacune des espèces.

Le tableau 7 indique la proportion pollinique moyenne des espèces principales dans chacune des zones polliniques du Trou Jadot. C'est ici qu'on constate les différences les plus notoires. Les zones A et C se caractérisent par des valeurs AP élevées où *Corylus*, *Pinus* et les Poacées jouent un rôle important. Dans les zones B et D, les valeurs AP descendent sous les 10%. Ce sont essentiellement les Composées qui dominent les spectres polliniques de ces zones, avec des valeurs supérieures à 75%.



Il nous paraît que l'importance du taux de boisement (% AP = 73,6) dans la zone A, avec 59% de *Pinus* et presque 4% de *Corylus*, caractérise un épisode thermophile qui va se prolonger dans la zone C, où *Corylus* atteint 11%.

## E. Conclusions

Les diagrammes polliniques des sédiments du Trou Jadot montrent quatre zones qui, selon les critères palynologiques, s'apparentent à l'évolution normale du Tardiglaciaire.

## Bibliographie

- LEROI-GOURHAN, Arl., 1978. Analyse pollinique. In : *Geowissenschaftliche Untersuchungen in Gönnersdorf*. Wiesbaden, Franz Steiner Verlag, pp. 46-55.
- MANGERUD, J., ANDERSEN S.T., BERGLUND, B.E. et DONNER, J.J., 1974. Quaternary Stratigraphy of Nodern, a Proposal for Terminology and Classification. *Boreas*, 3, pp. 109-126.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. *Pflanzensoziologie*. Wien, New-York, Springer Verlag, 865 p.

## Typologie et technologie du matériel lithique du Paléolithique supérieur récent du trou Jadot

Michel Toussaint  
Angelika Becker

### A. Typologie

La couche CGMphi a livré un petit atelier de débitage (fig. 26 et 27) réparti dans les carrés C6 et C7 et très accessoirement C5, B6 et B7 du carroyage. De forme ovale à grand axe orienté du nord-est au sud-ouest, cet amas de silex, dont l'épaisseur était de l'ordre de 15 cm, avait une surface qui ne dépassait guère un demi mètre carré. Abstraction faite d'un éclat isolé au sud-ouest du carré C6 et des 3 artefacts situés en C5, B6 et B7, le grand axe de la concentration mesurait 100 cm et le petit environ 60, avec densité décroissante des objets vers la périphérie.

A une exception près, tous les 267 éléments lithiques recueillis dans la structure semblent provenir d'un seul bloc de silex gris-verdâtre à grains fins et à cortex brun-jaunâtre, mince et relativement lisse. Une légère patine grise recouvre l'ensemble des pièces.

Le rognon de silex brut utilisé avait, dans la mesure où les parties conservées permettent d'en juger, une forme ovale irrégulière d'environ 16,5 cm de longueur pour 7,5 à 8,5 cm de largeur maximale. Son épaisseur ne dépassait pas 5,5 à 5,8 cm.

Un remontage principal de 91 artefacts, dont 3 outils, et un ensemble secondaire de 12 pièces ont pu être reconstitués. Leurs

compositions typologiques détaillées sont précisées aux tableaux 8 à 10.

Les 163 autres artefacts de silex gris-verdâtre, tous de petites dimensions, se répartissent en 28 pièces, essentiellement des éclats sans cortex, dont la longueur maximale est comprise entre 25 et 15 mm, et 135 objets dont la longueur maximale n'atteint pas 15 mm (éclats, débris, fragments de lamelles et une majorité d'esquilles de quelques mm). Dix-neuf de ces 163 pièces ont en outre pu être rassemblées pour composer 6 petits remontages accessoires comprenant de 2 à 5 silex chacun.

Le taux de remontage des artefacts en silex gris-verdâtre, c'est-à-dire le pourcentage de pièces qui s'insèrent dans l'ensemble des remontages, vaut 45,9%. Cette valeur peut être considérée comme très élevée dans la mesure où les éléments non raccordables ont tous des longueurs maximales inférieures à 25 mm, avec une forte majorité d'éclats et d'esquilles de moins de 15 mm.

Quatre outils, dont trois appartiennent au remontage principal, ont été découverts :

- un éclat cortical retouché (fig. 28, n° 1);
- une lame avec une encoche et troncature transversale partielle (fig. 28, n° 2);

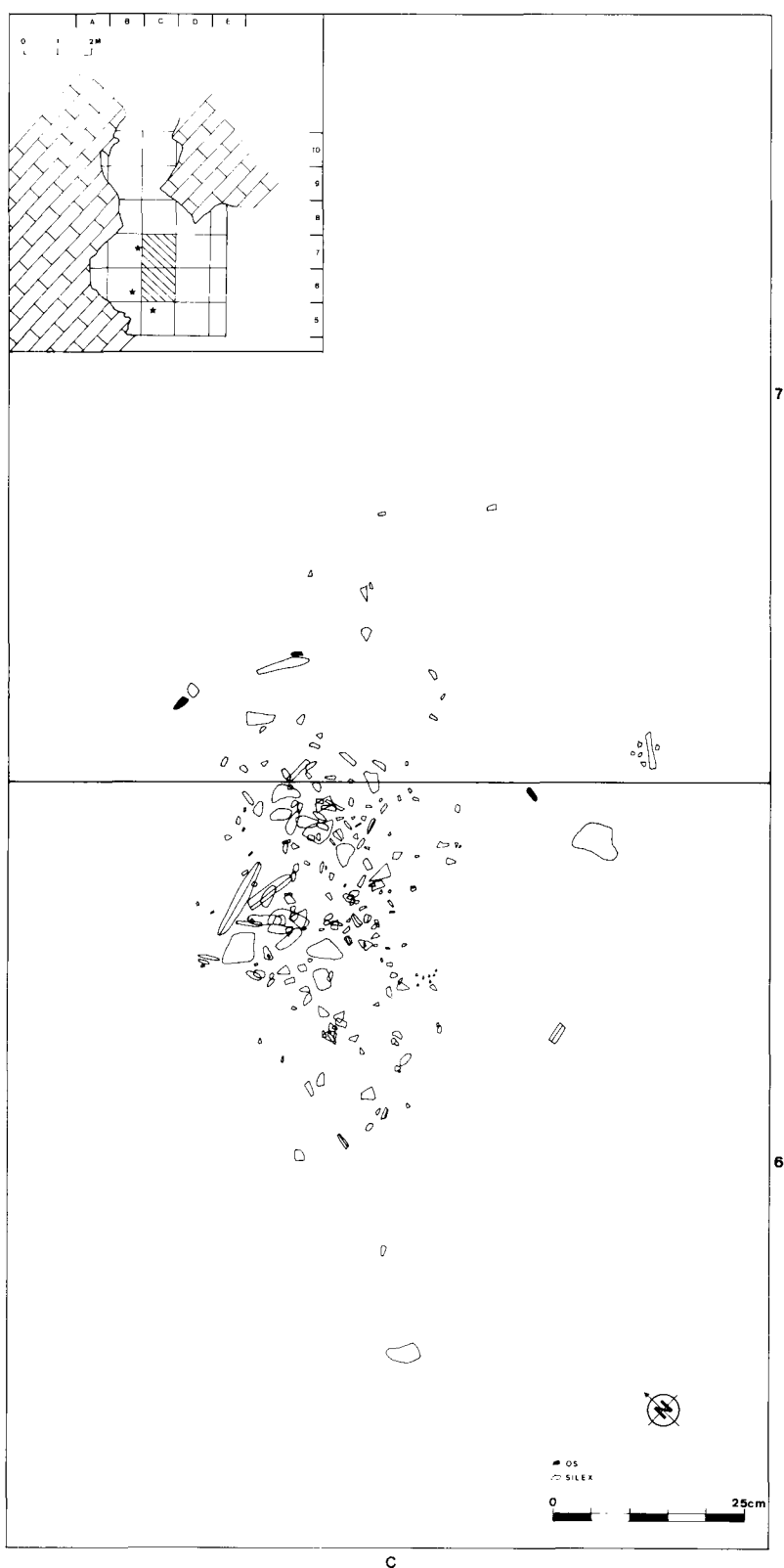


Fig. 26 *Archéologie : répartition des vestiges lithiques et des esquilles osseuses de l'amas de débitage du Paléolithique supérieur de la couche CGMphi. Les 3 étoiles situées sur le plan général du site (cartouche supérieur gauche) permettent de localiser les seuls artefacts lithiques non répartis dans les carrés C6 et C7.*



Fig. 27 Archéologie : photographie d'un détail d'un des décapages successifs de l'amas de débitage de la couche CGMphi.

- une lame à crête à troncature oblique distale (fig. 28, n° 3);

- une grande lame en silex gris à grains très fins, non patinée, dont l'extrémité proximale est émoussée et dont les deux bords proximaux portent des traces d'utilisation (fig. 28, n° 4). L'un des bords de cette pièce semble avoir servi au travail de plantes non ligneuses (Toussaint et Becker, 1986). Il s'agit donc du seul artefact à n'avoir pas été réalisé dans le silex gris-verdâtre caractéristique du gisement.

## B. Ensemble remonté principal

Le remontage principal comprend 91 artefacts (tabl. 8 et 9; fig. 29 à 35). Le nucléus correspondant n'a pas été retrouvé. Il a vraisemblablement été jeté dans la pente précédant la terrasse ou emporté ailleurs par le tailleur paléolithique.

Les premiers éclats débités sur les zones conservées du pourtour du bloc présentent presque tous du cortex, ce qui semble indiquer l'apport d'un rognon brut sur le site, sans mise en forme préliminaire sur les lieux d'extraction.

Le bloc brut était, par rapport au plan de débitage des grandes lames matérialisé sur la figure 29 par la succession des pièces n° 53a, 56, 53b, 68, 67 et 62b, nettement plus épais du côté de l'extrémité 1 que de la 2. Le tailleur paléolithique s'est d'abord attaché à enlever ce surplus de matière, dont le débitage est conventionnellement qualifié de "première séquence" (artefacts n° 1 à 34 du tableau 8). Pour ce faire, l'artisan a décortiqué et épannelé cette partie du rognon, en le percutant perpendiculairement au bord longitudinal conservé, de manière à affecter alternativement les faces dénommées A et B (artefacts 1 à 23 du

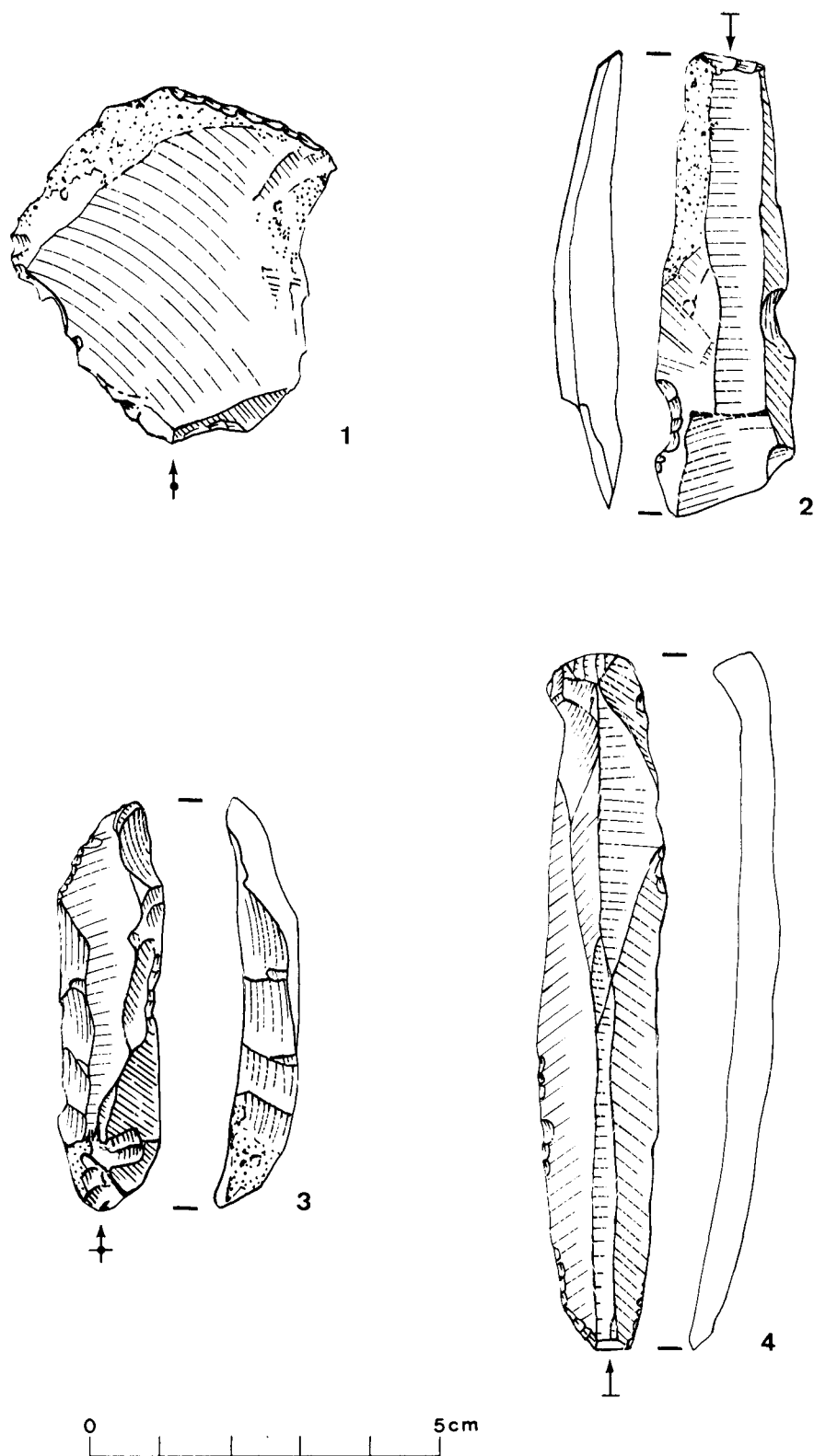


Fig. 28 Archéologie : industrie lithique de la couche CGMphi. 1. Eclat retouché; 2. Lame à troncature transversale partielle; 3. Lame à troncature oblique; 4. Lame émoussée.



Tabl. 8 *Archéologie : remontage principal, première séquence (43 artefacts), avec respectivement l'ordre de débitage (les pièces trouvées en plusieurs morceaux sont désignées par les lettres a, b, c), le n° d'identification à la fouille (n° du carré-n° de l'artefact), la description typologique des artefacts (P = extrémité proximale; M = partie centrale; D = extrémité distale; crtx = présence de plages corticales couvrant moins de 50% de la surface; le terme décortication est utilisé si l'objet présente de 80% à 100% de cortex), la longueur des artefacts selon l'axe de débitage et l'emplacement des séries de pièces dans la séquence de débitage.*

Ordre	Identification	Description	Long. (mm)	Emplacement-séquence
1	C6-19	Eclat de décortication (D)	16	Décortication puis épannelage de la face A, du côté de l'extrémité 1
2a	C6-17	Eclat (P+M); crtx	41	
2b	C6-7	Eclat (D); crtx	16	
3	C6-20	Débris; crtx	24	
4	C6-43	Eclat retouché; crtx	52	
5	C6-115	Eclat (P); crtx	31	
6a	C6-72	Eclat (P); crtx	21	Décortication de l'extrémité 1, face B
6b	C6-6	Eclat (M+D); crtx	31	
7	C6-81	Lamelle corticale	30	
8a	C6-77	Eclat lamellaire cortical (P)	8	Epannelage de la face B
8b	C6-86	Eclat lamellaire cortical (M)	11	
9	C6-36	Eclat	12	
10	C6-140	Eclat	10	Décortication et épannelage de la face A, tout près de l'extrémité 1
11	C7-8	Eclat	19	
12	C6-21	Débris de décortication	12	
13	C6-172	Eclat (D)	15	Epannelage de la face B
14	C6-191	Eclat de décortication	42	
15	C6-145	Eclat	9	
16	C6-12	Eclat; crtx	45	Epannelage de la face A
17a	C7-27	Eclat (P + M); crtx	49	
17b	C6-41	Eclat (D); crtx	17	
18	B6-16-5	Eclat	41	
19	C6-109	Eclat	8	
20	C6-5	Eclat (D)	19	
21	C6-157	Eclat (D)	27	
22	C6-133	Eclat	26	
23	C7-22 (b)	Lamelle	16	Aménagement d'une crête longitudinale
24	C6-84	Eclat; crtx	24	
25	C6-70	Eclat	27	
26a	C6-181	Lamelle d'avivage (P + M)	23	
26b	C6-144	Lamelle d'avivage (D)	19	
27	C6-48	Lamelle	38	
28a	C6-11	Lamelle d'avivage (M)	23	
28b	C7-24	Lamelle d'avivage (D)	15	Débitage d'éclats et de lames à partir de l'extrémité 1
29	C6-186	Eclat	12	
30a	C6-196	Lame (P)	15	
30b	C6-54	Lame (M + D)	58	
31a	C7-7	Lamelle (P)	22	
31b	C6-14	Lamelle (M)	16	
32a	C6-22	Lamelle (M)	33	
32b	C6-118	Lamelle (D)	13	
33	C6-67	Lamelle; crtx	44	
34	C6-151	Eclat; crtx	23	

Tabl. 9 *Archéologie : remontage principal, deuxième séquence (48 artefacts), mêmes abréviations qu'au tableau 8.*

Ordre	Identification	Description	Long. (mm)	Emplacement-séquence
35	C6-175	Eclat de décortilage	13	Extrémité 2, extension
36	C6-200	Eclat	15	
37	C6-7 (b)	Eclat; crtx	17	
38	C6-24	Lamelle d'avivage (P + M)	17	
39	C7-6	Lamelle d'avivage	22	
40	C6-129	Eclat de décortilage	22	Décortilage de la face A du côté de l'extrémité 2
41a	C6-28	Eclat de décortilage (P)	18	
41b	C6-192	Eclat de décortilage (M)	5	
41c	C7-10	Eclat de décortilage (M)	17	
41d	C6-105	Eclat de décortilage (D)	11	
42	C6-114	Eclat de décortilage	48	Décortilage puis épannelage de la face B
43	C6-190	Eclat de décortilage	36	
44	C7-28	Eclat de décortilage	44	
45	C6-55	Eclat; crtx	40	
46	C6-117	Eclat; crtx	52	Extrémité 2, extension
47	C7-13	Eclat; crtx	28	
48a	C7-29	Eclat (P)	13	
48b	C6-96	Eclat (M + D); crtx	37	
49	C6-4	Eclat	11	Aménagement d'une crête longitudinale
50	C6-16	Troncature oblique sur l. à crête	59	
51	C6-132	Eclat de décortilage	14	Extrémité 2, face B
52	C6-63	Eclat (M + D); crtx	17	Débitage laminaire à partir de l'extrémité 1
53a	C6-23	Lame (P); crtx	11	
53b	C6-26	Lame (M)	33	
53c	C6-29	Lame (D); crtx	14	
54	C6-57	Lamelle (P + M); crtx	16	
55	C6-74	Lamelle	38	
56	C6-52	Lame; crtx	48	
57a	C6-69	Lame cassée en 5 fragments	39	
57b	C7-5			
57c	C6-30			
57d	C6-176			
57e	C6-25			
58	C7-22	Lame d'avivage	87	Débitage depuis extrém. 2
59	C7-18	Eclat; crtx	23	Extrémité 2, extension
60a	C6-128	Eclat (P)	21	
60b	C6-127	Eclat (D); crtx	16	
61	C6-104	Eclat; crtx	20	
62a	C6-42	Lame (P); crtx	19	Débitage depuis extrémité 2
62b	C7-1	Lame encochée, tronquée; crtx	68	
63	C6-156	Eclat	21	
64a	C6-73	Eclat	25	Débitage depuis extrémité 1
64b	C6-152	Eclat; crtx	28	
65a	C6-9	Eclat (M + D)	41	Débitage depuis extrémité 2
65b	C6-199	Eclat (D)	20	
66	C6-103	Eclat; crtx	32	
67	C7-30	Lame; crtx	48	
68	C6-136	Lamelle (M + D); crtx	16	

tableau 8; fig. 29 et 30). Il a ensuite procédé à l'aménagement d'une crête longitudinale puis à son débitage à partir de l'extrémité 1 (pièces n° 24 à 28b) et enfin à l'enlèvement d'éclats et surtout de lames encore irrégulières et de lamelles à partir de la même extrémité (n° 29 à 34).

La deuxième séquence chronologique du débitage (artefacts 35 à 68; tabl. 9) a débuté par le décortilage-épannelage de l'extrémité 2 (n° 35 à 39) puis par le décortilage des faces A et B du bloc sur la moitié jouxtant l'extrémité 2, par percussion perpendiculaire à l'axe longitudinal (n° 40 à 45). Après une nouvelle phase d'aménagement de l'extrémité 2 (n° 46 à 48b), il a été procédé à la réalisation d'une crête longitudinale enlevée ensuite à partir de ladite extrémité (n° 49-50). L'essentiel des phases ultérieures consiste en un débitage de lames, de lamelles et d'éclats tirés alternativement des deux extrémités du nucléus (n° 52 à 58 et 62 à 68), parfois réaménagées (n° 59 à 61). Le nucléus présentait donc, à ce stade, deux plans de frappe opposés.

Du point de vue topographique, quasiment toutes les pièces du remontage principal proviennent d'une zone ovale de 75 x 35 cm à grand axe allant du nord-est au sud ouest, dans les carrés C6 et accessoirement C7. Les figures 34 et 35 montrent la répartition des pièces composant respectivement les première et deuxième séquences du bloc, avec juxtaposition des numéros des tableaux 8 et 9, pour indiquer l'ordre chronologique de la taille. Les éclats

successifs sont rarement situés l'un à côté de l'autre. Cette relative dispersion pourrait être due, au moins en partie, à des perturbations d'origine taphonomique, dans la mesure où le relevé des pendages montre une majorité de pièces disposées obliquement, voire sur chant. Des changements répétés de maintien du bloc au cours du travail de mise en forme pourraient également être pris en compte au vu des séquences de débitage (fig. 29 à 33).

### C. Ensemble remonté secondaire

Cette petite série de 12 artefacts (tabl. 10; fig. 36 et 37), qui ne se raccorde pas au remontage principal, correspond à une phase d'avivage d'un des bords longitudinaux du nucléus, avec enlèvement successif d'une tablette, d'une lamelle, d'éclats et d'une grande lame à crête partielle. Toutes les pièces ont la même direction de débitage, perpendiculaire au plan de frappe de la tablette.

A l'exception d'un éclat retrouvé dans le carré B7, les artefacts qui composent cet ensemble remonté étaient tous disposés au centre de l'atelier, sur une surface réduite de 25 x 50 cm à grand axe orienté du nord-est au sud-ouest, dans le carré C6 et aux marges de C7. Pour faciliter l'analyse de la répartition spatiale de l'ensemble, l'ordre chronologique de la taille est indiqué, sur la figure 37, par les numéros du tableau 10 et par des flèches, conformément à la méthode proposée par Cziesla (1986 et 1990).

### Bibliographie

- CZIESLA, E., 1986. Über das Zusammenpassen geschlagener Steinartefakte. *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 16, pp. 251-265.
- CZIESLA, E., 1990. On Refitting of Stone Artefacts. In : Cziesla, E., Eickhoff, S., Arts, N. et Winter, D. (éds) - *The big Puzzle*, Studies in Modern Archaeology, vol. 1, Bonn, pp. 9-44.
- 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.





A

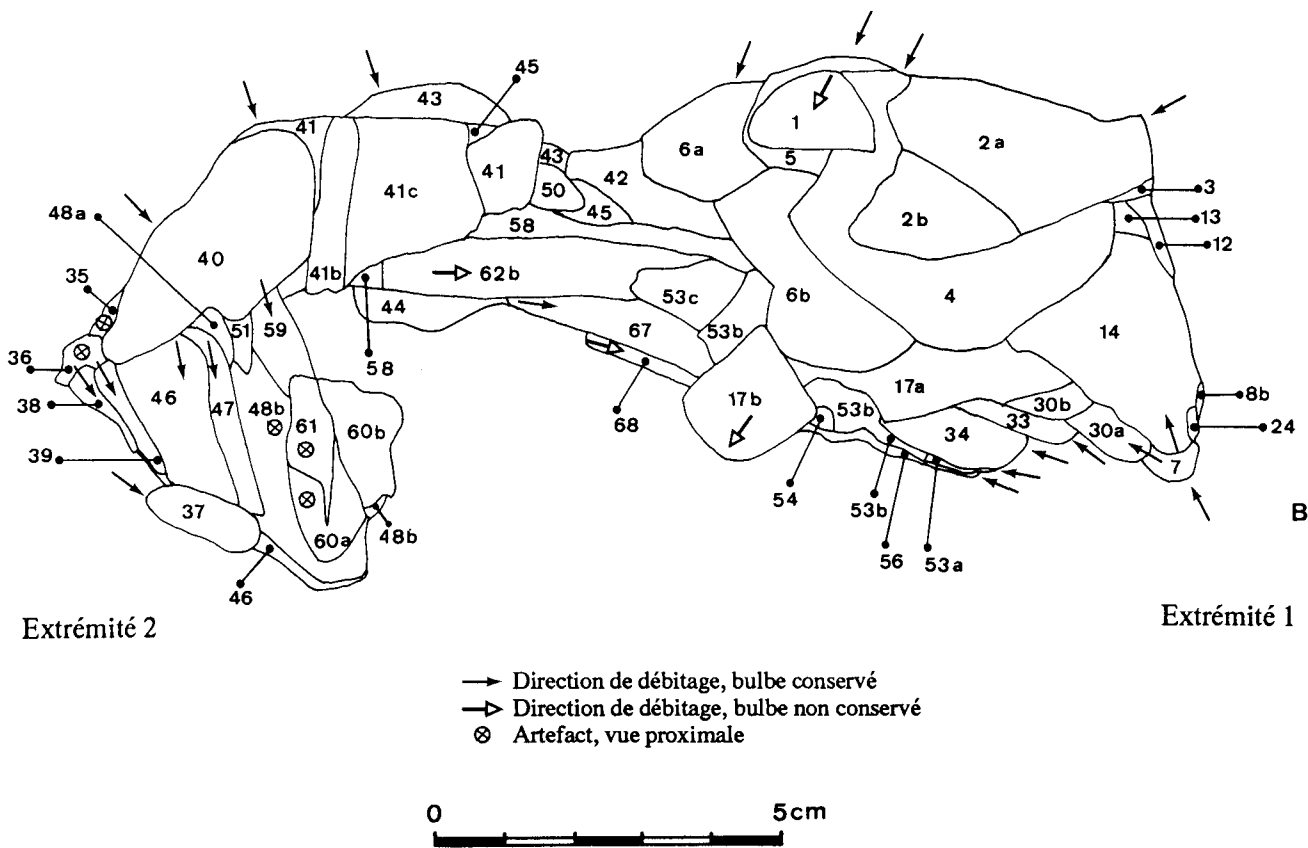
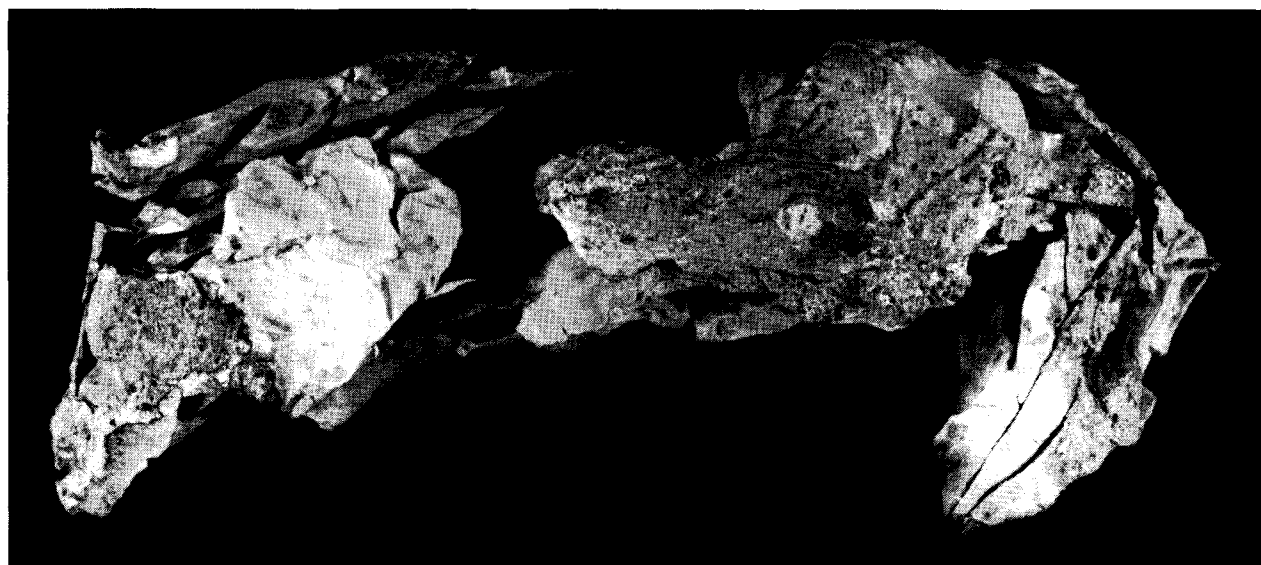
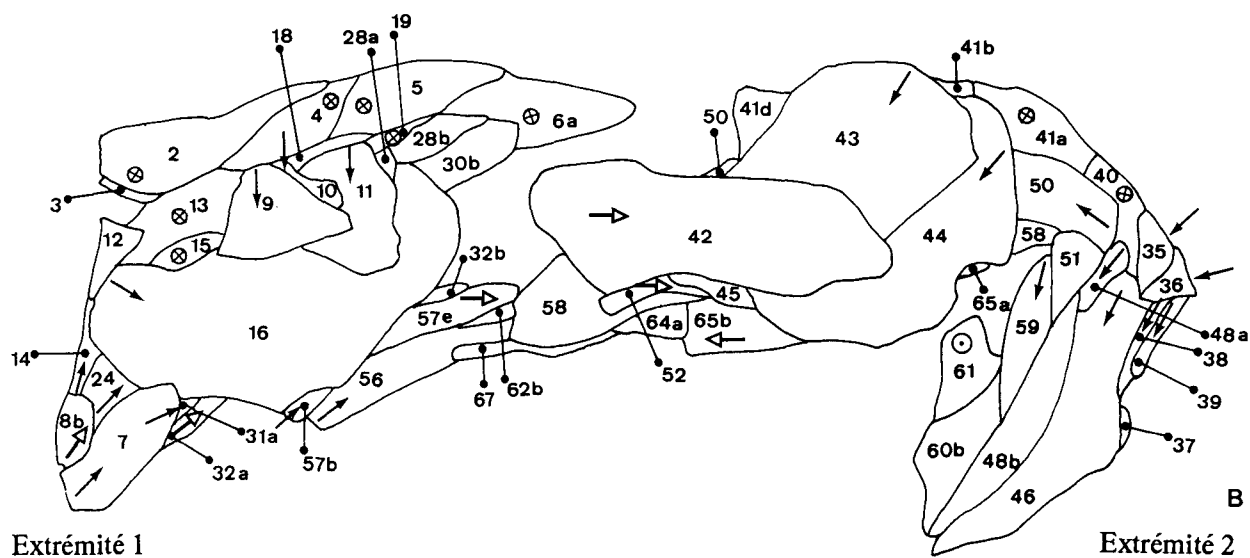


Fig. 29 Archéologie : remontage principal, photographie (A) et schéma d'interprétation (B) de la face A (les photographies des fig. 29 à 33 et de la fig. 36 sont dues à Y. Hanlet.).



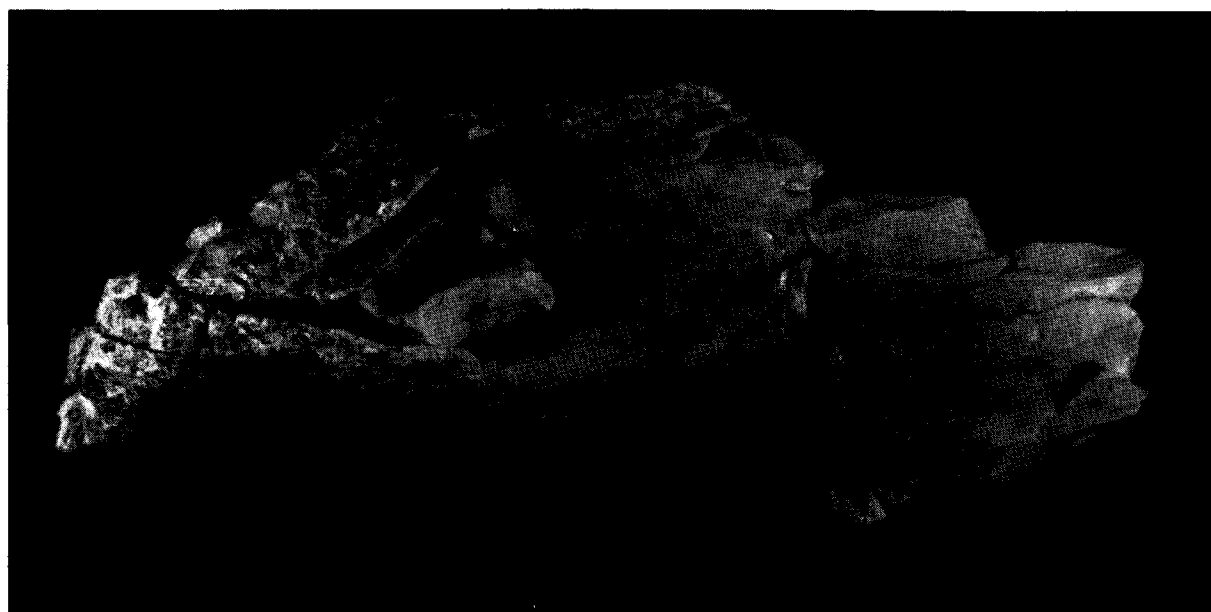
A



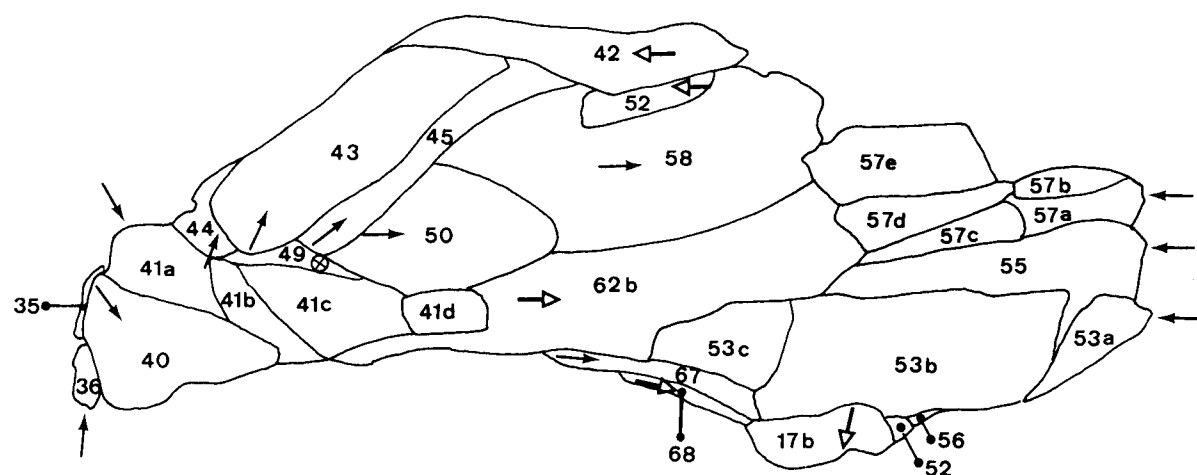
- Direction de débitage, bulbe conservé
- Direction de débitage, bulbe non conservé
- ⊕ Artefact, vue proximale
- ⊙ Artefact, vue distale

0 5 cm

Fig. 30 Archéologie : remontage principal, photographie (A) et schéma d'interprétation (B) de la face B.



A



B

Extrémité 2

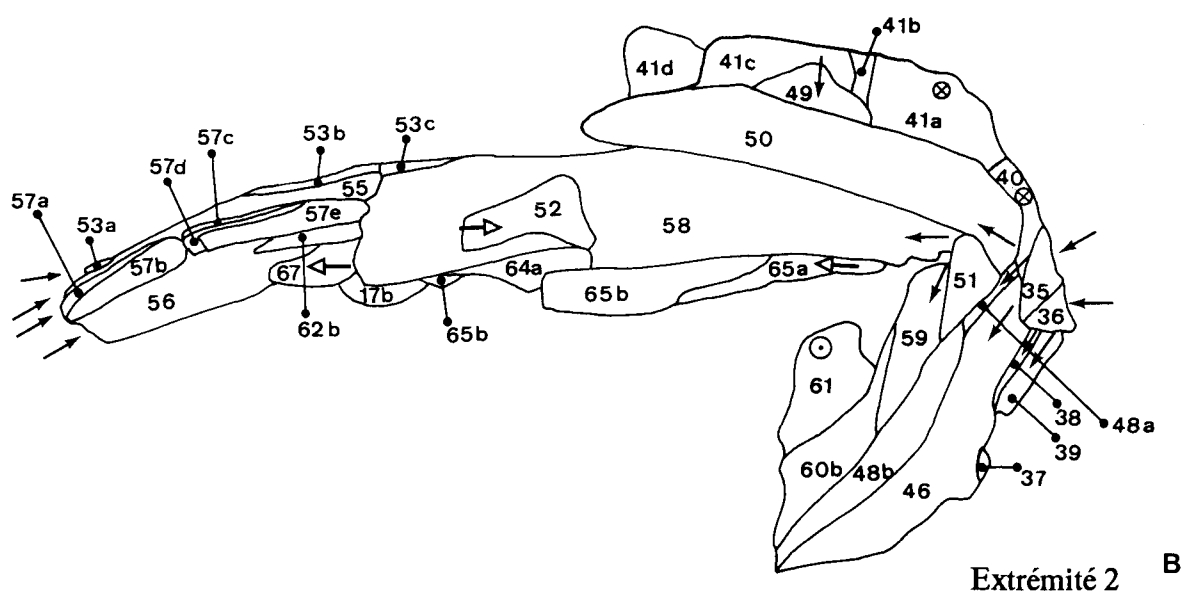
- Direction de débitage, bulbe conservé
- ➔ Direction de débitage, bulbe non conservé
- ⊕ Artefact, vue proximale

0 5 cm

Fig. 31 Archéologie : remontage principal, photographie (A) et schéma d'interprétation (B) en vue supérieure, après enlèvement de la première séquence de débitage (artefacts n° 1 à 34 du tableau 8). Le bloc remonté comprend, à ce stade, 48 artefacts (n° 35 à 68 du tableau 9).



A

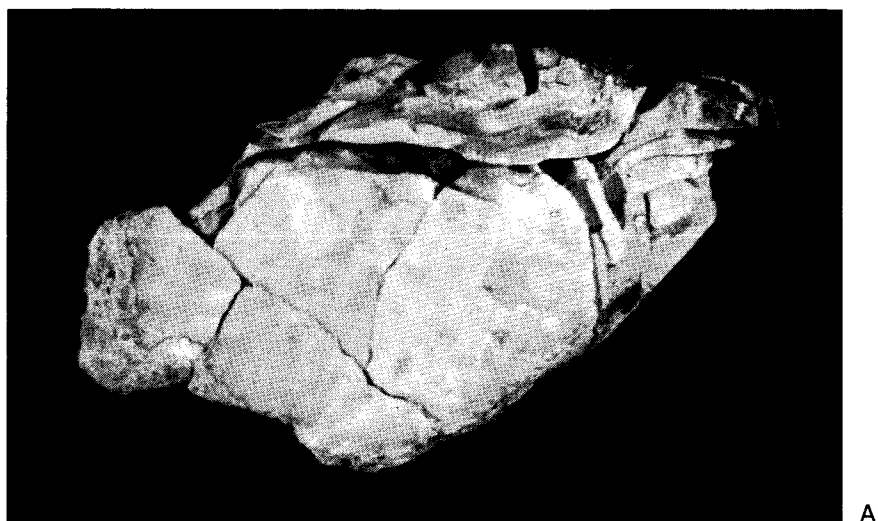


Extrémité 2 B

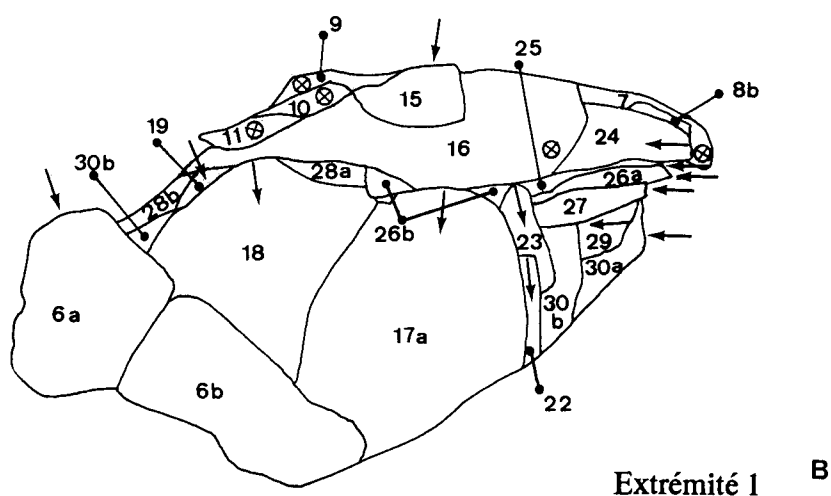
- Direction de débitage, bulbe conservé
- Direction de débitage, bulbe non conservé
- ⊕ Artefact, vue proximale
- ⊙ Artefact, vue distale

0 5 cm

Fig. 32 Archéologie : remontage principal, photographie (A) et schéma d'interprétation (B) de la face B, après enlèvement de la première séquence de débitage (artefacts n° 1 à 34 du tableau 8) et des éclats 42 à 45 du tableau 9. Le bloc comprend, à ce stade, 44 artefacts (n° 35 à 41d et 46 à 68 du tableau 9).



A



Extrémité 1

B

- Direction de débitage, bulbe conservé
- ➔ Direction de débitage, bulbe non conservé
- ⊗ Artefact, vue proximale

0 5 cm

Fig. 33 Archéologie : remontage principal, photographie (A) et schéma d'interprétation (B) de la première séquence de débitage, après enlèvement des éclats 1 à 5 du tableau 8. Le bloc comprend, dans cet état, 37 artefacts (n° 6a à 34 du tableau 8).

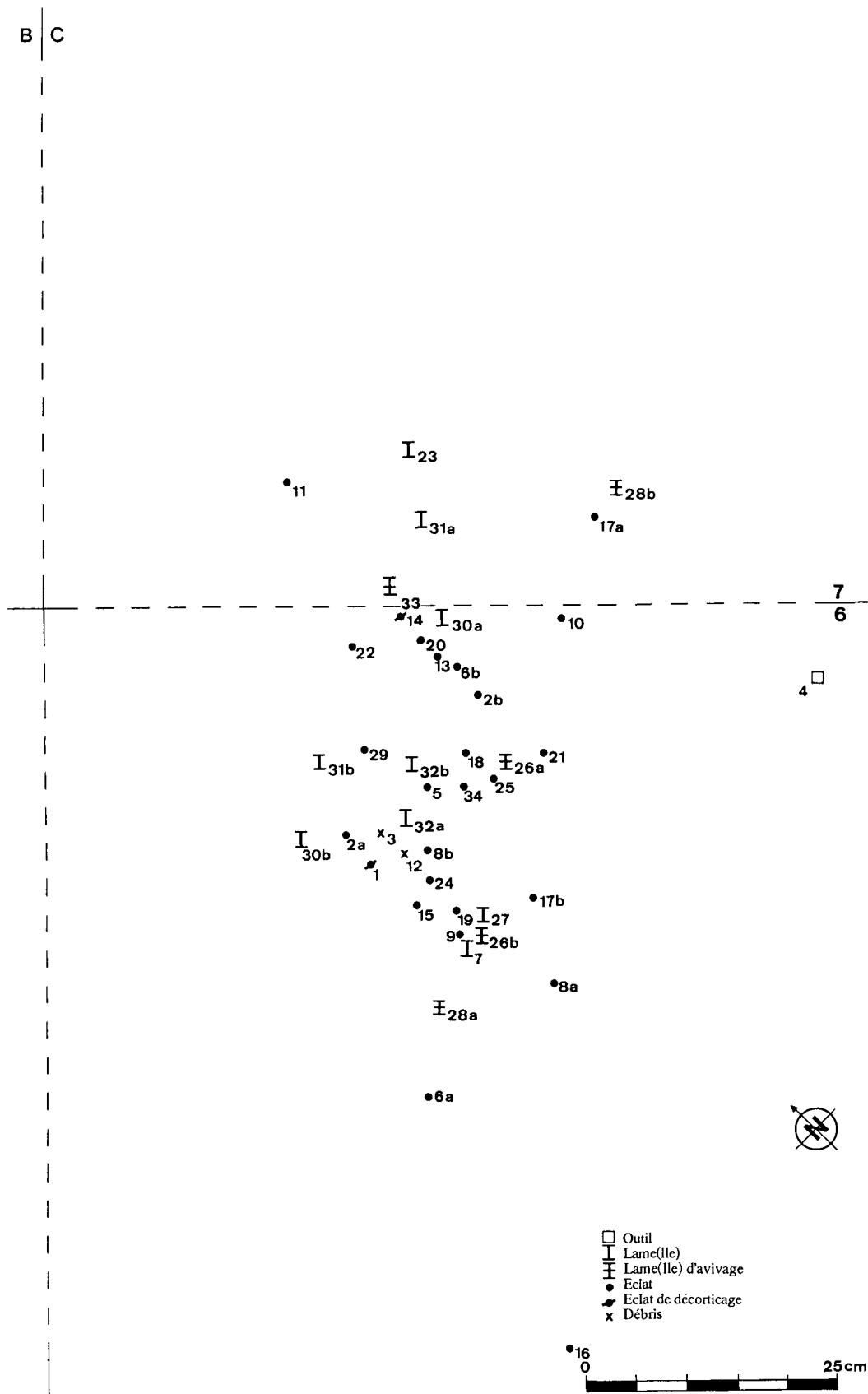


Fig. 34 Archéologie : localisation des 43 artefacts composant la première séquence du remontage principal, avec numéros correspondant à l'ordre chronologique de la taille (n° 1 à 34 du tableau 8).

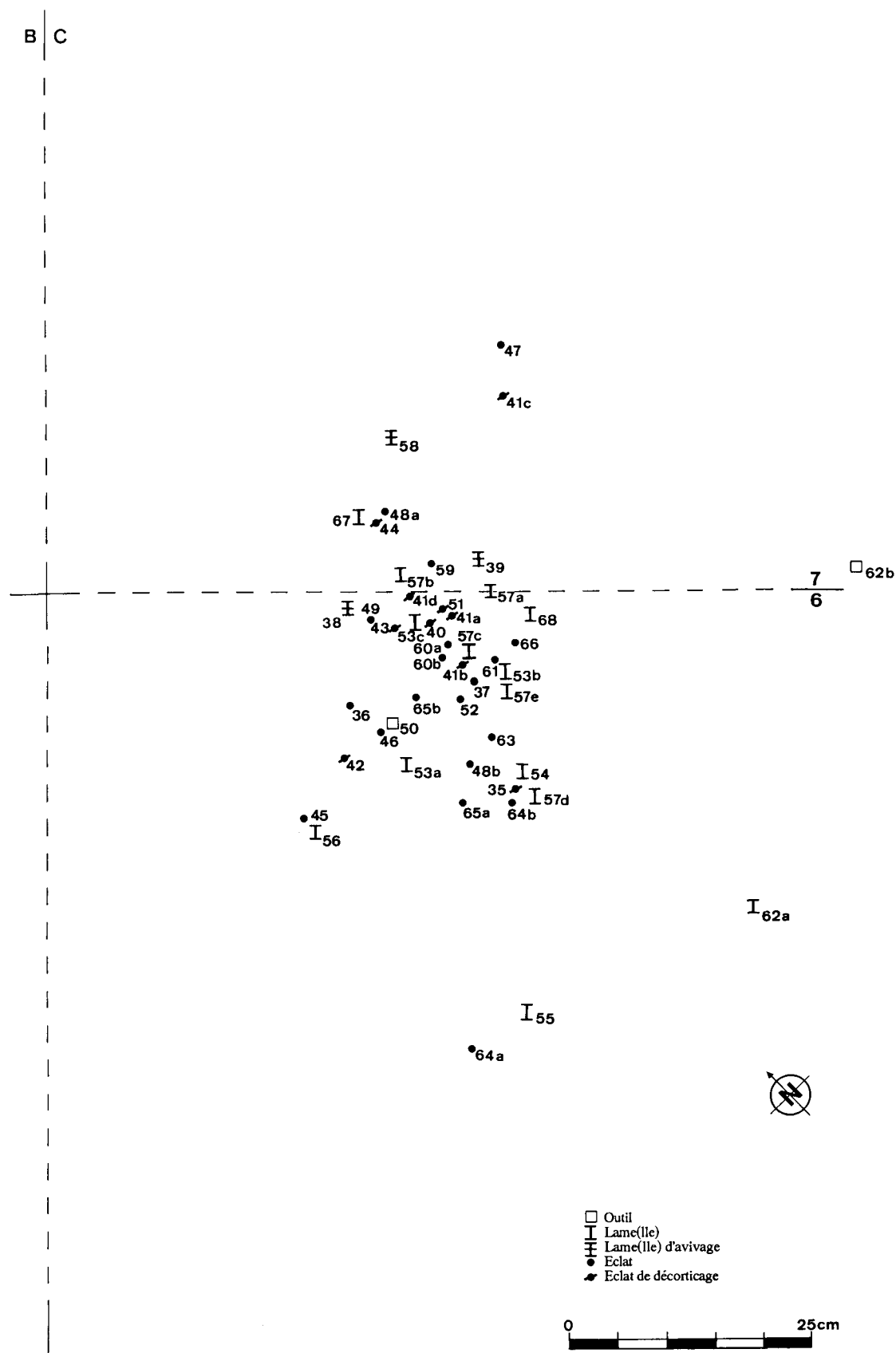
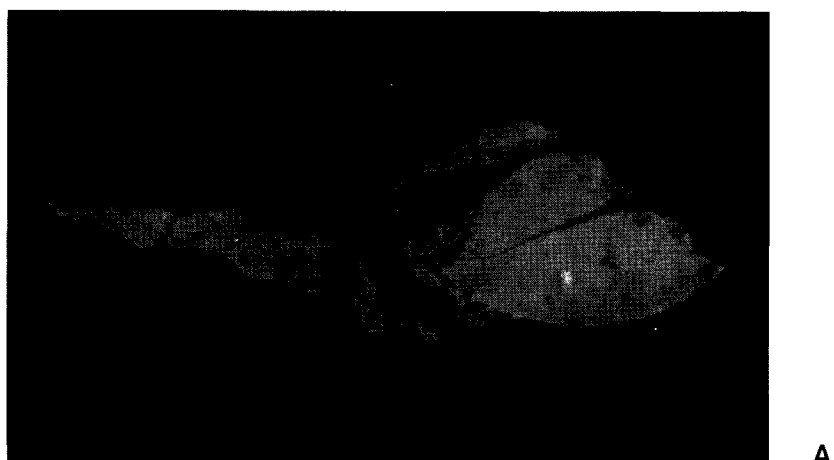
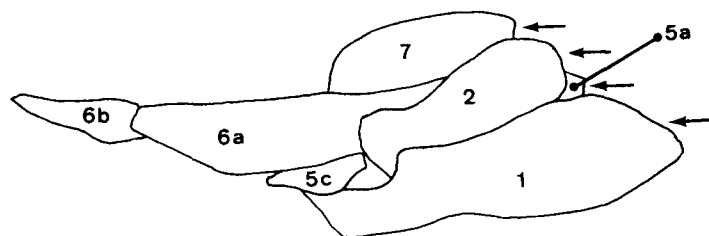


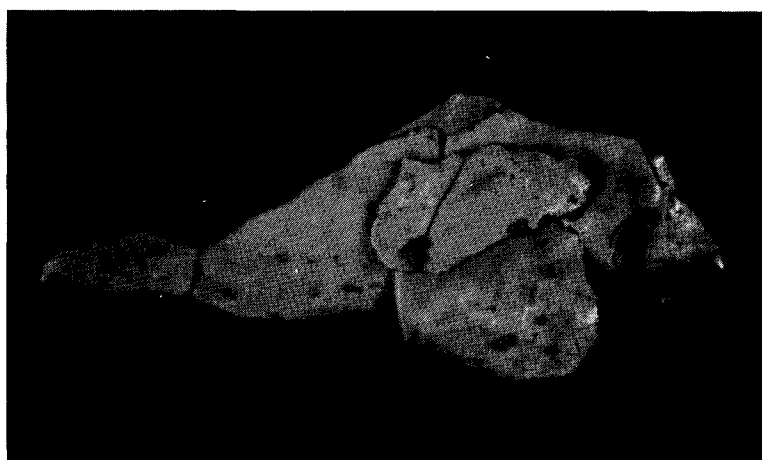
Fig. 35 Archéologie : localisation des 48 artefacts composant la deuxième séquence du remontage principal, avec numéros correspondant à l'ordre chronologique de la taille (n° 35 à 68 du tableau 9).



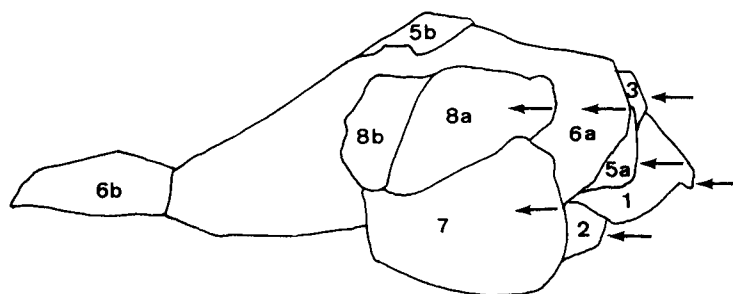
A



B



C



D

→ Direction de débitage, bulbe conservé



Fig. 36 *Archéologie : remontage secondaire, photographie (A) et schéma d'interprétation (B) en vue supérieure; photographie (C) et schéma d'interprétation (D) en vue inférieure.*



Tabl. 10 *Archéologie : remontage secondaire (12 artefacts), mêmes abréviations qu’au tableau 8.*

Ordre	Identification	Description	Long. (mm)
1	C6-18	Tablette	50
2	C6-113	Lamelle	28
3	C6-87	Eclat	13
4	B7-1	Eclat (M)	24
5a	C6-149	Eclat (P)	16
5b	C6-116	Eclat (M + D)	29
5c	C6-148	Eclat (D)	
6a	C6-8	Lame à crête partielle, à un pan (P + M)	58
6b	C7-4	Lame à crête partielle, à un pan (D)	20
7	C6-47	Eclat; crtx	27
8a	C7-26	Eclat lamellaire (P + M)	20
8b	C7-21	Eclat lamellaire (D)	8

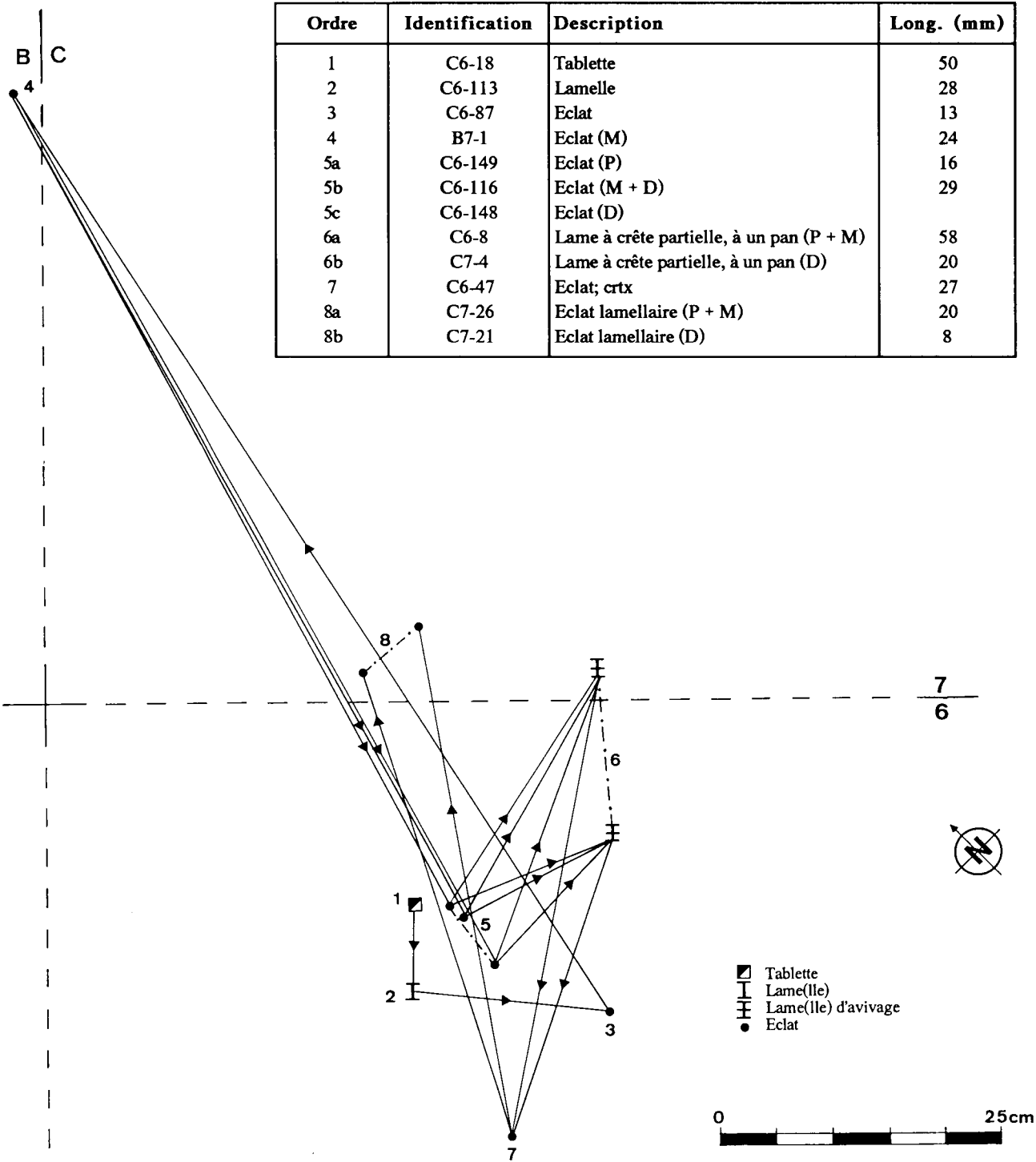


Fig. 37 *Archéologie : localisation des 12 artefacts composant le remontage secondaire. L’ordre chronologique de la taille est indiqué par les numéros du tableau 10 et par des flèches, conformément à la méthode proposée par Czesla (1986 et 1990).*

## Interprétation synthétique des dépôts sédimentaires et de l'occupation du Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot

Michel Toussaint

Les études microfauniques (Cordy et Toussaint, 1993), polliniques (Heim, 1993) et sédimentologiques (Burhenne, 1993) des dépôts du Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Toussaint et Becker, 1986 et 1992) ont mis en évidence une alternance de phases paléoclimatiques rigoureuses et tempérées que les datations  $^{14}\text{C}$  (Gilot, 1993) et l'étude des minéraux mafiques transparents (Juvigné, 1993) permettent de replacer dans la chronostratigraphie du Weichsélien, depuis le Dryas I jusqu'à la fin de l'Allerød. La dernière oscillation tempérée du Tardiglaciaire, représentée par 5 unités stratigraphiques dont la première contenait un petit amas de débitage du Paléolithique supérieur récent, a en outre pu être subdivisée en trois phases.

En synthétisant les résultats de toutes les méthodes d'analyse, les interprétations paléoclimatiques et chronostratigraphiques suivantes peuvent, dans le détail des couches considérées de bas en haut, être envisagées (fig. 38) :

- La couche CAI, pour laquelle l'étude sédimentologique est la seule à donner des résultats interprétables, semble s'être mise en place au cours d'une période sèche très froide qui pourrait, en fonction de la position de l'unité dans la séquence stratigraphique du site, être interprétée comme le Dryas I.

- La couche CR Ib, dont les différents spectres polliniques présentent des taux de boisement supérieurs à 60% en incluant les pollens de pin et à 30% en les excluant, correspond à une période d'amélioration du climat qui peut être attribuée à l'interstade de Bølling.

- La couche CR Ia est caractérisée par des taux de boisement très faibles, moins de 10% en comptant le pin et moins de 5% en l'éliminant. La microfaune est dominée par le Lemming à collier (*Dicrostonyx gulielmi*) qui atteint 50% de représentativité dans la deuxième tranche artificielle de 10 cm d'épaisseur de la couche et 13,5% dans la première. La partie sommitale de CR Ia a en outre livré une diaphyse de grand Mammifère datée au  $^{14}\text{C}$  de  $12\,610 \pm 260$  BP (Lv-1412). L'ensemble de ces considérations permet de rapporter la couche au Dryas II. Sa partie la plus supérieure est cependant liée à la fin du stade glaciaire, traduisant déjà une phase de transition climatique vers l'interstade tempéré sus-jacent.

- Les cinq couches CGMphi, LCE, CRM, CCSB et CCSA, considérées dans leur ensemble du point de vue de l'analyse de la microfaune, dénotent des conditions climatiques de type tempéré froid qui, sur base de la datation  $^{14}\text{C}$  à  $11\,850 \pm 160$  BP (Lv-1411) de la strate CGMphi et en raison de la distribution stratigraphique des

minéraux mafiques, correspondent à l'oscillation interstadaire d'Allerød. Les Campagnols des champs et agrestes (*Microtus arvalis/agrestis*) dominent largement les associations fauniques de toutes les couches, les Rongeurs allochtones ne représentent même plus 20% des individus et le Lemming à collier a quasiment disparu. Le milieu est essentiellement de type ouvert, les zones boisées restent réduites. L'interstade peut d'ailleurs être subdivisé en trois phases climatiques successives, en raison de l'existence d'un épisode mineur de refroidissement en son milieu, caractérisé par la présence de Lemming de montagne (*Lemmus lemmus*). La première de ces phases, aux conditions climatiques assez humides, est enregistrée dans les couches CGMphi et LCE, la seconde, qui est en outre marquée par une nette tendance à la sécheresse, correspond aux unités CRM et CCSB et la troisième, à nouveau plus tempérée et humide, se rattache à la strate CCSA. Au vu des résultats palynologiques, le taux de boisement de l'Allerød semble d'autre part inférieur à celui qui prévalait au cours du Bølling, tandis que celui de la phase secondaire de péjoration climatique qui traduit le milieu de l'interstade est à peine du même ordre que le taux du Dryas II de la couche CR1a.

- La couche CRS, qui scelle les dépôts du Trou Jadot, a livré une microfaune tempérée sylvicole dominée par le Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*) et le Mulot (*Apodemus* cf. *sylvaticus*) et ne présentant pas de Rongeurs allochtones. Malgré des mélanges évidents, l'essentiel de la macrofaune est typique de l'Holocène. Les quelques restes osseux humains appartenant à un enfant de 11 à 12 ans, apparemment inhumé dans cette entité stratigraphique, semblent pouvoir être rapprochés des nombreux "ossuaires" de la fin du Néolithique mosan.

Dans la mesure où aucun des assemblages microfauniques récoltés ne permet d'identifier le Dryas III, habituellement caractérisé par un taux important de Lemming à collier, et le Préboréal, qui présente normalement un pourcentage élevé

de Rongeurs allochtones et comprend du Lemming de montagne, une lacune stratigraphique, peut-être due à un lessivage des sédiments, paraît évidente dans les dépôts supérieurs du site, entre les couches CCSA et CRM.

A ce stade de la discussion, une remarque méthodologique s'impose. Au cours des premières phases de l'étude pluridisciplinaire du Trou Jadot, les résultats sédimentologiques (Burhenne, 1988 et 1993), ont paru inattendu. Ils ne semblaient pas s'intégrer dans le schéma cohérent dégagé par les études microfauniques, palynologiques,  $^{14}\text{C}$  et téphrostratigraphiques. Les dépôts cryoclastiques se trouvaient en effet dans les strates correspondant à des climats tempérés sur base de l'examen des Rongeurs et des pollens alors que le schéma géologique classique, inspiré des travaux des auteurs français et retrouvé dans d'autres sites du bassin de l'Ourthe-Amblève, les grottes de Remouchamps (Dewez *et al.*, 1974) et du Coléoptère (Dewez *et al.*, 1983) notamment, associe généralement la gélifraction maximale aux périodes de froid humide le plus intense. En faisant référence à des sites paléolithiques de Grande-Bretagne (Campbell, 1977), M. Burhenne (1988 et 1993) suggéra alors que sous nos latitudes une diminution d'éléments cryoclastiques pouvait aussi correspondre à un maximum de climat froid tandis que les oscillations tempérées froides seraient caractérisées par une plus grande fréquence des alternances gel-dégel, avec production de dépôts franchement cryoclastiques. A moins d'envisager la percolation systématique des pollens, des minéraux denses et de la microfaune de chacune des couches vers la strate immédiatement sous-jacente et vers elle uniquement, une telle interprétation est en effet la seule façon d'accorder les données sédimentologiques obtenues au Trou Jadot à l'ensemble des résultats des autres disciplines utilisées. On ne peut cependant manquer, en envisageant une telle hypothèse, de se demander pourquoi des couches cryoclastiques d'aspect relativement similaire correspondent à des climats



si variés, rigoureux dans le cas des Dryas du Coléoptère et de Remouchamps et tempéré froid au Trou Jadot. Il n'est pas impossible que les caractéristiques géologiques et microtopographiques des sites figurent parmi les facteurs susceptibles d'expliquer ces différences. Le Trou Jadot est en effet une cavité d'altitude fortement exposée, creusée dans des calcaires dolomitiques du Viséen, tandis que les grottes du Coléoptère et de Remouchamps s'ouvrent presque en fond de vallée, dans des calcaires frasniens. L'interprétation de ces phénomènes ne manquera sans doute pas de poser de nouvelles questions et d'ouvrir de nouvelles perspectives aux futures recherches qui seront conduites dans les dépôts tardiglaciaires de nos régions.

Sur base des résultats chronostratigraphiques obtenus, l'amas de débitage lithique du Paléolithique supérieur fouillé dans la couche CGMphi doit être située au tout début de l'oscillation d'Allerød, à un moment où l'optimum climatique n'était pas encore atteint. Du point de vue typologique, l'extrême rareté des outils trouvés dans l'atelier n'autorise aucune attribution culturelle tout-à-fait sûre. On peut cependant, à titre d'hypothèse (Dewez, 1986), penser qu'en raison de la position chronologique du site dans le dernier tiers du Tardiglaciaire et plus précisément à l'Allerød, la présence d'une lame à troncature oblique est davantage susceptible d'évoquer la tradition creswellienne que le Magdalénien proprement dit, dans la mesure où ce type d'outil est statistiquement rare dans ce dernier groupe qui ne semble guère avoir persisté après le Dryas II dans nos régions. Il n'en reste pas moins qu'une telle attribution ne peut être tenue pour certaine et qu'il est plus prudent de se contenter de classer le site dans le Paléolithique supérieur récent.

Dans les grottes mosanes, le Magdalénien semble s'échelonner de la partie finale du Dryas I, après le Pré-Bølling, jusqu'au Dryas II. Le site de Verlaine, dans le bassin de l'Ourthe, est ainsi daté du Dryas I (Lv-690 :  $13\,780 \pm 220$  BP;

Dewez, 1976; Gilot, 1984), la grotte de Chaleux (Lv-1136 :  $12\,710 \pm 150$  BP; Lv-1568 :  $12\,370 \pm 170$  BP; Lv-1569 :  $12\,990 \pm 140$  BP; Dewez, 1981; Gilot, 1984; Otte et Teheux, 1986) et le Trou du Frontal (Lv-1749 :  $12\,950 \pm 170$  BP; Gilot, 1991) dans le bassin de la Lesse de l'interstade du Bølling, et la couche 7-8 de la grotte du Coléoptère du Dryas II ou du Bølling (Lv-717 :  $12\,400 \pm 110$  BP; Lv-686 :  $12\,150 \pm 150$  BP; Dewez, 1975 et 1987).

Le Creswellien de Presle (Lv-1472 :  $12\,140 \pm 160$  BP; Léotard, 1985) correspond au Bølling et le Creswello-tjongérien du Bois de la Saute (Toussaint *et al.*, 1979; Toussaint et Toussaint, 1983) au Dryas II.

La fourchette chronologique du Paléolithique supérieur récent des grottes wallonnes pris comme un tout est cependant plus large, avec la présence d'occupations d'attribution précise délicate dès le début du Dryas I dans la couche III du Trou des Blaireaux à Vaucelles (Lv-1385 :  $16\,270 \pm 230$  BP; Lv-1558 :  $16\,130 \pm 250$  BP; Bellier et Cattelain, 1986) et jusqu'au début de l'interstade tempéré froid d'Allerød, au Trou Jadot lui-même.

Le petit atelier de taille fouillé en C6-C7 s'étend sur une surface de moins d'un mètre carré. A l'exception d'une grande lame émoussée et non patinée, il ne contient que les éléments de débitage d'un seul rognon de silex dont la chaîne opératoire complète n'a probablement pas nécessité une dizaine de minutes. Il n'y avait ni restes de faune identifiables, ni foyers, ni structures d'habitat dans la couche archéologique. Par ses dimensions réduites et sa position à 30 m au-dessus de la plaine alluviale, dont il est séparé par un talus abrupt, le Trou Jadot présente des caractéristiques générales bien distinctes de celles de la plupart des grands habitats du Paléolithique supérieur récent comme Chaleux, le Coléoptère, Verlaine ou Presle, qui sont précédés de vastes terrasses descendant en pente douce vers une rivière.

Tous ces éléments conduisent à interpréter le site comme une halte temporaire utilisée par exemple à l'occasion d'activités de chasse ou de récolte plutôt que comme un site de base, au sens de Campbell (1977), comme le seraient la grotte du Coléoptère dans la vallée de l'Aisne et celle de Martinrive à  $\pm 3,5$  km à l'est du Trou Jadot.

## Conservation des documents

Tous les documents archéologiques et paléontologiques récoltés au Jadot ainsi que les plans, photographies, cahiers et notes de fouilles sont conservés au musée Ourthe-Amblève, à Comblain-au-Pont.

## Remerciements

Les responsables de la fouille tiennent à exprimer leurs sincères remerciements à tous ceux qui les ont aidé à mener à bien le travail de terrain et les analyses en laboratoire. Ils souhaitent également témoigner leur gratitude à :

Marcel Otte qui a bien voulu accueillir cette monographie dans les "Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège" dont il assure l'édition;

Arthur Jadot qui découvrit le site en compagnie de feu Emile Detaille;

Michèle Arnold, dessinatrice à la Société wallonne de Palethnologie, qui se chargea de réaliser l'essentiel de l'illustration graphique;

Yves Hanlet, du Service de Préhistoire de l'Université de Liège, auteur des photographies des remontages de l'industrie lithique;

M. Burhenne, J.-M. Cordy, E. Gilot, J. Heim et E. Juvigné qui acceptèrent de consacrer une partie de leur temps à étudier les dépôts du Trou Jadot;

A. Matthys et F. Hubert du Service des Fouilles de la Région Wallonne;

John Cronin qui prit en charge la traduction du résumé anglais;

Thomas Terberger, de l'Université de Mayence;

Louis Wilkin, conservateur du Musée Ourthe-Amblève à Comblain-au-Pont.

## Bibliographie

BELLIER, Cl. et CATTELAINE, P., 1986. Le Trou des Blaireaux à Vaucelles. *Helinium*, 26, pp. 46-57.

BURHENNE, M., 1988. Apport de l'étude des sédiments à la compréhension de la stratigraphie et du paléoclimat de dépôts quaternaires en grotte : le Trou Jadot (Province de Liège, Belgique). *Annales de la Société géologique de Belgique*, 111, pp. 113-123.

BURHENNE, M., 1993. Analyse sédimentologique. In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. *E.R.A.U.L.*, 58, pp. 17-26.

CAMPBELL, J., 1977. *The Upper Palaeolithic of Britain. A Study of Man and Nature in the Late Ice Age.* Oxford, Clarendon Press, 264 et 376 p.

CORDY, J.-M. et TOUSSAINT, M., 1993. Bio- et chronostratigraphie des dépôts du Trou Jadot à partir des micromammifères. In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. *E.R.A.U.L.*, 58, pp. 39-53.

DEWEZ, M., 1975. Nouvelles recherches à la grotte du Coléoptère à Bomal-sur-Ourthe (Province du Luxembourg) rapport provisoire de la première campagne de fouille. *Helinium*, 15, pp. 105-133.

- DEWEZ, M., 1976. Remarques à propos d'un fragment de concrétion excentrique en forme de symbole féminin provenant de l'abri de Mégarnie (province de Liège). *Les Chercheurs de la Wallonie*, XXIII, pp. 193-207.
- DEWEZ, M., 1981. Trou Balleux à Hulsonniaux. *Activités 80 du SOS Fouilles*, 2, pp. 215-217.
- DEWEZ, M., 1986. Research and Reflections on the Human Occupation of Wallonia (Belgium) during the Late Last Glacial. In : Roe D.A (éd.) - Studies in the Upper Palaeolithic of Britain and Northwest Europe. *BAR International Series*, 2896, pp. 227-234.
- 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., 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.
- DEWEZ, M., CORDY, J.-M., GILOT, E., KOSLOWSKI, S., MOURER-CHAUVIRE, C., TOUSSAINT, G. et TOUSSAINT, M., 1983. La couche mésolithique de la grotte du Coléoptère (Bomal-sur-Ourthe). *Société wallonne de Palethnologie*, mémoire n° 5, 54 p.
- GILOT, E., 1984. Datations radiométriques. In : Cahen D. et Haesaerts P. (éds) - *Peuples Chasseurs de la Belgique préhistorique dans leur Cadre Naturel*, Bruxelles, pp. 115-125.
- GILOT, E., 1993. La présence humaine au Tardiglaciaire en Belgique et dans les régions limitrophes au regard des dates  $^{14}\text{C}$ . In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. *E.R.A.U.L.*, 58, pp. 31-37.
- HEIM, J., 1993. Analyse palynologique de la coupe transversale du site archéologique du Trou Jadot à Comblain-au-Pont. In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. *E.R.A.U.L.*, 58, pp. 59-66.
- JUVIGNE, E., 1993. Présence de téphras du volcan du Laacher See dans la coupe du Trou Jadot. In : Toussaint, M., Becker, A., Burhenne, M., Cordy, J.-M., Gilot, E., Heim, J. et Juvigné, E. - Le Trou Jadot à Comblain-au-Pont (province de Liège, Belgique). Paléoécologie et archéologie d'un site du Paléolithique supérieur récent. *E.R.A.U.L.*, 58, pp. 27-30.
- LEOTARD, J.-M., 1985. Le Paléolithique supérieur final des grottes de Presle (Aiseau). *Notae Praehistoricae*, 5, pp. 131-132.
- OTTE, M. et TEHEUX, E., 1986. Fouilles 1986 à Chaleux. *Notae Praehistoricae*, 6, pp. 63-77.
- 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.
- TOUSSAINT, M. et BECKER, A., 1992. Le Paléolithique supérieur récent du Trou Jadot à Comblain-au-Pont (Province de Liège, Belgique) et son paléoenvironnement. *Bull. Soc. préhistorique française*, 89 (1), pp. 12-18.
- TOUSSAINT, M., CORDY, J.-M., DEWEZ, M. et TOUSSAINT, G., 1979. Le gisement paléolithique final de la caverne du Bois de la Saute (province de Namur), étude pluridisciplinaire et fiabilité du matériel archéologique. *Société wallonne de Palethnologie*, mémoire n° 1, 69 p.
- TOUSSAINT, M. et TOUSSAINT, G., 1983. Le Paléolithique supérieur final de la caverne du Bois de la Saute (Province de Namur, Belgique). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 80 (3), pp. 88-93.

## Summary

### The Jadot Hole at Comblain-au-Pont (Province of Liège, Belgium), Palaeoecology and Archaeology of a Later Upper Palaeolithic Site.

The Jadot Hole at Comblain-au-Pont, Province of Liège, Belgium, is a narrow cave with a partially collapsed entrance, opening to the southwest, on the edges of the imposing massif of dolomitic limestone "Les Tartines" (Viséen V2a), some thirty metres above the west bank of the Ourthe, a tributary of the Meuse River.

The multi-disciplinary excavation described here was carried out during 1982 and 1983, under the direction of M. Toussaint and A. Becker.

The studies of rodents (J.-M. Cordy and M. Toussaint), of pollens (J. Heim) and of sediments (M. Burhenne) of the deposits have brought to light an alternance of rigorous and temperate phases. The carbon-14 datings (E. Gilot) and the study of transparent heavy minerals (E. Juvigné) allowed us to situate these oscillations within the chronostratigraphy of the Weichselian, from the first Dryas until the end of the Allerød. This last temperate oscillation of the last Glacial, represented by 5 stratigraphical units, the first of which contained a small débitage area from the Later Upper Palaeolithic, has subsequently been further subdivided into three phases.

By synthesizing the results of all the analyses, considering the stratigraphy from below to above, the following palaeoclimatical and chronostratigraphical interpretations can be advanced (fig. 38) :

- The CAI layer, whose sedimentological study is the sole providing interpretable results seems to have been laid down during a very cold, dry period which might, in terms of its position in the stratigraphical sequence of the site, be interpreted as Dryas I.

- The CRIB layer, whose various pollinic spectra present rates of afforestation above 60% including the pine pollens and 30% in excluding them, corresponds to a period of climatic improvement which can be attributed to the Bølling interstadial.

- The CRIa layer is characterized by very weak rates of afforestation, less than 10% counting the pine and less than 5% in eliminating it; the microfauna is dominated by the collared Lemming (*Dicrostonyx gulielmi*) which attains 50% of representativeness in the second artificial 10 cm thick slice of the layer and 13.5% in the first. The summit part of CRIa has also provided a diaphysis of a large mammal, carbon-14 dated at  $12\,610 \pm \text{BP}$  (Lv-1412). All of these considerations allow us to ascribe the layer to Dryas II. Its highest part is nonetheless connected to the end of the glacial stage, already revealing a climatic phase transitional towards the temperate, overlying interstadial.

- The five layers CGMphi, LCE, CRM, CCSB and CCSA, considered together from the point of view of the analysis of the microfauna, denote climatic conditions of the cold-temperate type which, on the basis of the carbon-14 dating at  $11\,850 \pm 160 \text{ BP}$  (Lv-1411) of the CGMphi stratum and due to the stratigraphical distribution of heavy minerals, corresponds to the Allerød interstadial oscillation. Field voles (*Microtus arvalis/agrestis*) largely dominate the faunal associations of all the layers, allochthonous rodents no longer represent even 20% of the individuals and the collared



Lemmings have practically disappeared. The milieu is essentially of an open sort, the wooded zones being limited. The interstadial can, furthermore, be subdivided into three successive climatic phases, due to the existence of a minor cooling of the environment, characterized by the presence of mountain Lemmings (*Lemmus lemmus*). The first of these phases, having rather humid climatic conditions, is recorded in the CGMphi and LCE layers, the second, which is, moreover, marked by a clear tendency towards drought, corresponds to the CRM and CCSB units and the third, once again more temperate and humid, is linked to the CCSA stratum. Given the palynological results, the mean afforestation rate of the Allerød seems, moreover, below that prevailing during the Bølling, whereas that of the phase of slight climatic cooling corresponding to the middle of the Allerød interstadial is hardly of the same order as the Dryas II rate of the CRIa layer.

- The CRS layer, sealing the Jadot Hole deposits, has revealed a temperate, sylviculous microfauna dominated by the bank vole (*Clethrionomys glareolus*) and the field mouse (*Apodemus* cf. *sylvaticus*) and does not present allochthonous rodents. Despite evident mixing, essentially the microfauna is typically of the Holocene. The few human bones belonging to a child between 11 and 12 years old, apparently buried in this layer, seem to be linkable to numerous "ossuaries" from the end of the Meuse Neolithic.

Insofar as none of the microfaunal collection gathered permit identifying the Dryas III, usually characterized by a high percentage of collared Lemmings, and the Pre-boreal, which normally presents an elevated percentage of allochthonous rodents and includes the mountain Lemming, a stratigraphic lacuna, perhaps due to a washing away of sediments, appears obvious in the site's upper deposits, between the CCSA and CRM layers.

On the basis of these chronostratigraphical results, the Upper Palaeolithic débitage area excavated in the CGMphi layer must be situated at the very beginning of the Allerød oscillation, at a moment when the climatic optimum was not yet attained. From the typological point of view, the extreme rarity of tools found in the débitage area does not justify any altogether sure cultural attribution. Hypothetically, one might think that, given the chronological position of the site in the final third of the last Glacial, the presence of an oblique truncation blade is that much more apt to bring to mind the Creswellian tradition than the Magdalenian, properly speaking, insofar as this type of tool is statistically rare in this latter group. Yet such an attribution cannot be held as certain and it is wiser to satisfy oneself in classifying the site within the Later Upper Palaeolithic.

The small débitage area excavated within the C6-C7 squares extends over a surface less than a square metre. With the exception of a large blunted blade, lacking patina, the only débitage elements it contains is a single block whose complete knapping necessitated no more than some ten minutes. There were neither remains of identifiable fauna, nor hearths, nor dwelling structures in the archaeological layer. By its reduced dimensions and its position thirty metres above the alluvial plain, from which it is separated by a sheer slope, the Jadot Hole presents characteristics quite distinct from those of the majority of large habitats of the Later Upper Palaeolithic such as Chaleux, the Coléoptère, Verlaine or Presle, whose vast terraces lead gently down to a stream.

All of these elements lead to interpreting the site as being a temporary halting place or transit site, used for example during hunting or harvesting activities, rather than as a base site, such as may be the case of the Coléoptère cave in the Aisne Valley or of that at Martinrive less than 3.5 km east of the Jadot Hole.

### Zusammenfassung

#### Die Jadot-Höhle von Comblain-au-Pont (Provinz Lüttich, Belgien), Paläoökologie und Archäologie eines Fundplatzes aus dem Spätpaläolithikum

Die Jadot-Höhle von Comblain-au-Pont, Provinz Lüttich, Belgien ist eine schmale Höhle mit teilweise eingestürztem Eingang, der sich nach Südwesten öffnet. Sie liegt etwas abgesetzt von dem eindrucksvollen dolomitischen Kalksteinmassiv "Les Tartines" (Viséen V2a), etwa 30 m über dem linken Ufer der Ourthe, einem Nebenfluß der Maas.

Die mehrjährige Grabung wurde in den Jahren 1982 und 1983 unter der Leitung von M. Toussaint und A. Becker durchgeführt.

Die Untersuchung der Ablagerungen in bezug auf Mikrofauna (J.-M. Cordy und M. Toussaint), Pollen (J. Heim) und Sedimente (M. Burhenne) läßt auf eine paläoklimatische Abfolge von Kalt- und Warmphasen schließen. Die  $^{14}\text{C}$ -Datierungen (E. Gilot) und die Schwermineralanalyse (E. Juvigné) ermöglichten es, die Schichtenfolge dem Weichselien, vom Dryas I bis zum Ende des Alleröd, zuzuordnen. Die letzte Wärmeschwankung des Tardiglazials kann in drei Phasen eingeteilt werden; sie wird durch fünf stratigraphische Einheiten belegt, von denen die erste eine Anhäufung von Steinartefakten aus dem Spätpaläolithikum enthielt.

Die Zusammenfassung sämtlicher Untersuchungsergebnisse aus den einzelnen Schichten, in aufsteigender Reihenfolge, läßt folgende paläoklimatische und chronostratigraphische Schlußfolgerungen zu (Abb. 38) :

- Schicht CAI : Auswertbare Ergebnisse kommen lediglich aus der Sedimentuntersuchung. Demnach scheint sich diese Schicht während eines trockenen und sehr kalten Zeitabschnitts abgelagert zu haben. In bezug auf die gesamte stratigraphische Sequenz wird sie dem Dryas I zugeordnet.

- Schicht CR Ib : Die verschiedenen Pollenspektren ergeben eine 60%tige bzw. 30%tige Bewaldung, je nach Ein- oder Ausschluß der Nadelhölzer, was für einen Temperaturanstieg, sehr wahrscheinlich Böllinginterstadial, spricht.

- Schicht CR Ia : Die Bewaldung ist äußerst schwach, unter Einbezug der Nadelhölzer beträgt sie 10%, ansonsten nur 5%. In der Mikrofauna überwiegt der jungeszeitliche Halsbandlemming (*Dicrostonyx gulielmi*), der mit 50% in der zweiten Teilschicht, von 10 cm Dicke, und mit 13,5% in der ersten vertreten ist. Die Diaphyse eines größeren Tieres aus dem oberen Teil der Schicht CR Ia wurde mit Hilfe der  $^{14}\text{C}$ -Methode auf  $12\,610 \pm 260$  BP (Lv-1412) datiert. Diese Ergebnisse zusammen erlauben es, die Schicht dem Dryas II zuzuordnen, wobei zu beachten ist, daß ihr oberer Teil den Übergang von einer Kaltzeit zu einer Warmzeit darstellt.

- Die fünf Schichten CGMphi, LCE, CRM, CCSB und CCSA, stellen sich bei der Untersuchung der Mikrofauna als eine, für ein gemäßigt kaltes Klima typische Einheit heraus. Die  $^{14}\text{C}$ -Datierung der Schicht CGMphi auf  $11\,850 \pm 160$  BP (Lv-1411) und die stratigraphische Verteilung der Schwerminerale entsprechen einer Zwischenschwankung des Alleröd. Die Feldmaus/Erdmaus (*Microtus arvalis/agrestis*) bestimmt die Mikrofauna dieser Schichten; allochthone Kleinsäuger

kommen kaum zu 20% vor und der Lemming ist fast vollständig verschwunden. Die Landschaft ist hauptsächlich offen, bewaldete Zonen bleiben beschränkt. Das Interstadial kann in drei klimatische Phasen eingeteilt werden; in der mittleren Phase hat ein geringer Temperaturrückgang stattgefunden, wofür das Vorkommen des Berglemmings (*Lemmus lemmus*) charakteristisch ist. Die erste, durch die Schichten CGMphi und LCE belegt, war eine klimatisch feuchte Phase, wogegen in der zweiten das Klima bedeutend trockener war, wie sich aus den Schichten CRM und CCSB ergibt. In der dritten Phase, die der Schicht CCSA entspricht, stiegen Temperatur und Feuchtigkeit wieder an. Aus den Pollenspektren geht hervor, daß die Bewaldung des Alleröd größenordnungsmäßig unter dem Durchschnitt des Bölling liegt. In der zweiten Phase hingegen, während des Temperaturrückgangs in der Mitte des Interstadials, erreicht die Bewaldungsdichte nur kärglich die des Dryas II der Schicht CRIa .

- Schicht CRS : Diese Schicht deckt die Ablagerungen der Jadot-Höhle ab. Die Mikrofauna entspricht einem gemäßigten Waldklima; Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) und Waldmaus (*Apodemus* vgl. *sylvaticus*) überwiegen; allochthone Kleinsäuger kommen im Untersuchungsmaterial nicht vor. Der Großteil der Makrofauna ist typisch für das Holozän. Die wenigen Menschenknochen dieser Schicht stammen von einem 11- bis 12jährigen Kind. Bestattungen dieser Art sind typisch für das Spätneolithikum im Maastal.

Im Untersuchungsmaterial der Mikrofauna gibt es weder Hinweise auf das Dryas III, in dem vorwiegend Halsbandlemminge vorkommen, noch auf das Präboreal, in dem allochthone Kleinsäuger und Berglemminge dominieren. Diese stratigraphische Lücke ist mit einem Wegschwemmen der Sedimente in den oberen Ablagerungen, zwischen den Schichten CCSA und CRM, zu erklären.

Den chronostratigraphischen Untersuchungsergebnissen zufolge entspricht die Anhäufung der spätpaläolithischen Steinartefakte der Schicht CGMphi dem Beginn des Alleröd. Die Klimabegünstigung hat noch nicht ihre Höchstwerte erreicht. Die unzureichenden Steinwerkzeuge erlauben keine unanfechtbare kulturelle Zuordnung. Jedoch die Datierung des Fundplatzes in das letzte Drittel des Tardiglazials, läßt annehmen, daß die Klinge mit schräger Endretusche eher aus dem Creswellien als aus dem eigentlichen Magdalenien stammt, zumal dieser Klingentyp in der letzten Gruppe statistisch nur selten vertreten ist. Dennoch scheint es angebracht, eher von einem Fundplatz aus dem Ende des Spätpaläolithikums zu sprechen.

Die Artefaktverteilung in den Grabungsfeldern C6-C7 bedeckt eine Fläche von annähernd einem Quadratmeter. Bis auf eine abgestumpfte Klinge ohne Patina stammen alle Artefakte von einer Silexknolle, sämtliche Arbeitsvorgänge werden wohl kaum mehr als zehn Minuten gedauert haben. Im archäologischen Horizont wurden weder auswertbare Faunareste noch Feuerstellen oder Wohnstrukturen festgestellt. Die kleinräumige Jadot-Höhle befindet sich, wie gesagt, ungefähr 30 m über dem Flußtal, in einem steil abfallenden Felsmassiv. Somit bietet sie nicht die üblichen Voraussetzungen für eine Höhlenniederlassung aus dem Ende des Spätpaläolithikums wie Chaleux, Le Coléoptère, Verlaine oder Presle, wo große Höhlenvorplätze durch leicht abfallende Hänge mit dem Flußufer verbunden werden.

Die Jadot-Höhle wurde lediglich zu einem kurzen Aufenthalt oder als Zwischenstation beim Jagen oder Sammeln genutzt. Sie war jedenfalls auch kein Basislager wie Le Coléoptère im Aisnetal oder wie der kaum 3,5 km entfernte Fundplatz von Martinrive.