BIO- ET CHRONOSTRATIGRAPHIE DES DEPOTS QUATERNAIRES DE LA GROTTE SCLADINA (PROVINCE DE NAMUR, BELGIQUE) A PARTIR DES MICROMAMMIFERES

J.-M. CORDY*

RESUME

La description et l'interprétation paléoécologique des associations de Micromammifères permettent d'établir une biostratigraphie détaillée des dépôts de la grotte Scladina à Sclayn (Namur, Belgique). Cette étude permet de distinguer neuf biozones principales qui sont corrélées aux grands événements paléoclimatiques du Pléistocène supérieur ancien (fin du stade isotopique 5e au début du stade 4) et de l'Interpléniglaciaire (fin de l'interstade de Moershoofd au complexe interstadiaire d'Hengelo-les Cottés). Cette biozonation constitue la référence la plus complète du genre en Europe du nord-ouest et apporte d'utiles indications sur le plan des migrations des Rongeurs en Europe et de leur paléobiogéographie. Enfin, l'interprétation des résultats fournit des données importantes sur différents sujets et, parmi eux, la validité de la méthode, la taphonomie du gisement, les corrélations avec les autres disciplines, la paléoclimatologie du Pléistocène supérieur et les reconstitutions paléoenvironnementales.

ABSTRACT

The palaeoecological interpretation of micromammal assemblages allows us to obtain a detailed biostratigraphy of Scladina cave deposits in Sclayn (Namur, Belgium). This study distinguishes nine main biozones which are correlated with the main palaeoclimatical events of the early Upper Pleistocene (from the end of oxygen stage 5e to the beginning of stage 4) and the inter pleniglacial period (from the end of the Moershoofd interstadial to the beginning of the interstadial complex of Hengelo-les Cottés). This biozonation provides the most entire reference of this type in northwestern Europe. It provides useful data about rodent migrations into Europe and about their palaeobiogeography. Finally, the interpretation of the results gives several important indications of method accuracy, taphonomy in the cave, correlations with other approaches, palaeoclimate and landscape reconstructions.

I. INTRODUCTION

La grotte de Sclayn, ou plus exactement la grotte Scladina, se situe sur la rive droite de la Meuse, près du village de Sclayn, entre Namur et Andenne (Fig. 1). Plus précisément, la grotte s'ouvre dans un petit vallon (Ruisseau du Fond des Vaux) à proximité immédiate de la vallée de la Meuse.

Depuis une dizaine d'années, le site fait l'objet de fouilles archéologiques systématiques sous la direction de M. Otte, dans le cadre d'une collaboration entre l'Université de Liège et le Cercle Archéologique de Sclayn. Entre autres, ces recherches ont

* Chercheur qualifié au F.N.R.S. - Université de Liège - U.R. Evolution des Vertébrés et Evolution humaine - Place du XX Août 7 - 4000 LIEGE (BELGIQUE).

mis en évidence les témoins d'au moins cinq occupations humaines préhistoriques, dont les deux principales sont moustériennes (Otte, Léotard, Schneider et Gautier, 1983; Otte, 1984; Otte, Evrard et Mathis, 1986).

Dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire du remplissage de la grotte, cette publication est consacrée aux restes de Microvertébrés et plus particulièrement de Micromammifères que recelaient les dépôts. Pour rappel, une première étude préliminaire d'une colonne biostratigraphique en F7 (Fig. 1 et 2) a déjà été publiée dans le cadre du Colloque international de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire à Rennes en 1985 (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986).

Le but de cette nouvelle publication est de présenter dans le détail, non seulement les données complètes de l'étude précédente, mais aussi d'y adjoindre les résultats des recherches entreprises sur deux autres ensembles biostratigraphiques, l'un en C4 et l'autre dans les carrés H et I, 12 et 13 (Fig. 1). Ces nouveaux résultats renforcent considérablement les premières conclusions et les complètent remarquablement.

Ce travail a essentiellement une vocation biostratigraphique. En premier lieu, je chercherai à définir la biozonation des différents dépôts et à établir les corrélations biostratigraphiques entre les différentes coupes étudiées. D'autre part, je proposerai une interprétation paléoécologique des différentes associations microfauniques, afin d'évaluer le paléoclimat et le paléoenvironnement de chaque biozone. Enfin, grâce à la succession des associations microfauniques, je tenterai de reconstruire des séquences d'oscillations paléoclimatiques, de les corréler à la chronostratigraphie climatique du Quaternaire supérieur et d'apporter ainsi une contribution à la datation relative des dépôts étudiés.

La détermination spécifique des différents Micromammifères et l'estimation de leur fréquence relative seront donc utilisées en priorité dans cette publication. Les analyses morphologiques et biométriques des fossiles pour la discrimination interspécifique et la description de la variabilité intraspécifique ne seront pas abordées ici et feront éventuellement l'objet d'une étude ultérieure.

II. MATERIAUX ET METHODES

A. Matériaux d'étude

Cette étude est consacrée à l'ensemble des Micromammifères, c'est-à-dire avant tout les Rongeurs, qui sont nettement les plus abondants, mais aussi les Insectivores, les Chiroptères et une espèce de Lagomorphe de petite taille, le Lièvre siffleur, *Ochotona pusilla*.

Les restes dentaires constituent l'essentiel des matériaux d'identification taxonomique. Toutefois, les ossements particulièrement caractéristiques, comme ceux de la Taupe par exemple, peuvent également être pris en compte pour établir la présence d'un taxon.

L'interprétation paléoécologique des associations microfauniques est fondée sur la définition écologique actuelle de chacun des taxons. A ce sujet, le lecteur se reportera, par exemple, aux travaux de Chaline (1972 et 1977a), Malec (1978) et Marquet (1989).

La systématique des Rongeurs employée ici est classique, mis à part l'emploi de la dénomination *Dicrostonyx gulielmi* à la place de *Dicrostonyx torquatus* (Agadzhanian et von Koeningswald, 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), le seul écart par rapport à la norme concerne l'espèce *Sorex araneus* qui rassemble indistinctement les espèces jumelles encore actuelles, *Sorex araneus* et *Sorex coronatus*, et éventuellement des

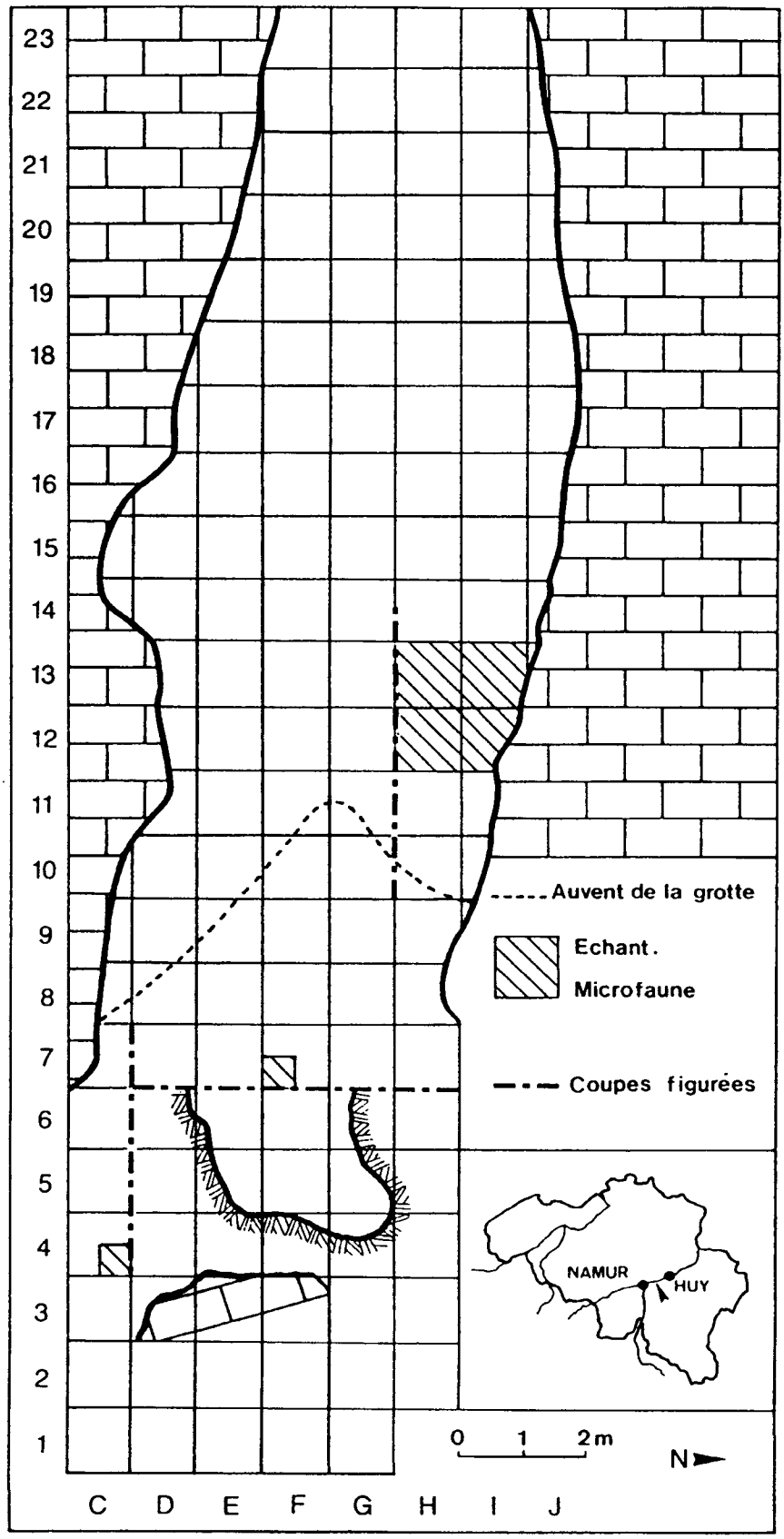

Figure 1 : Plan des fouilles dans la grotte Scladina et plan de situation de Sclayn en Belgique (D'après Bastin et al., 1986). Emplacement des colonnes biostratigraphiques de prélèvement de la microfaune.

espèces fossiles de même taille comme *Sorex subaraneus* et *Sorex thaleri* définies dans la thèse de Jammot (1977).

B. Méthodes

1. Echantillonnage décimétrique continu

A ma demande, les prélèvements sédimentaires pour la récolte des restes de Micromammifères ont été réalisés en continu dans des colonnes stratigraphiques choisies. Chaque couche définie lithostratigraphiquement fournit au moins un prélèvement; toutefois, si la couche présente une épaisseur supérieure à 10 cm, elle est subdivisée en tranches de 10 cm, voire parfois de 5 cm aux abords d'une interface de couches. Les figures 2, 4 et 7 visualisent ce découpage décimétrique continu adopté pour quatre colonnes biostratigraphiques dans la grotte de Sclayn.

Cette nouvelle forme d'échantillonnage est indispensable pour fonder une biostratigraphie fine d'un gisement.

Chacun des prélèvements est lavé et tamisé sous eau et, après séchage, le refus de tamisage est alors trié sous loupe binoculaire pour en recueillir les restes de microfaune.

2. Décompte des dents

Le décompte des Micromammifères a été réalisé dans un premier temps à partir des premières molaires inférieures (M/1). Comme les échantillons étaient le plus souvent trop petits (N M/1 < 30), ce décompte traditionnel a été complété par un décompte effectué sur l'ensemble des molaires supérieures et inférieures. Dans ce cas, les molaires de *Microtus* sp. qui n'ont pu être déterminées au niveau spécifique ont été réparties dans le décompte des différentes espèces de ce genre au prorata du dénombrement des M/1. Cette nouvelle méthode de décompte et de calcul des proportions des différents constituants de la microfaune a été développée 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* puisque, dans ce cas, la détermination spécifique ne nécessite pas obligatoirement l'emploi de la première molaire inférieure. Dans les tableaux de décompte (Tabl. 1 à 8), il est donc indispensable de spécifier le nombre de M/1 de *Microtus* et le nombre de l'ensemble des molaires 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.

3. Présentation des résultats

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 3, 5, 8 et 9 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 chaque diagramme sont repris de gauche à droite : 1) les biozones reconnues, leur interprétation chronostratigraphique et la disposition des échantillons microfauniques au sein des différentes couches; 2) le pourcentage d'Insectivores et des 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, Cricetus cricetus, Cricetulus migratorius, Lagurus lagurus* et *Citellus* sp.) 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 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) ou allochtones, afin de bien visualiser les modifications des paléoclimats par rapport au climat actuel pris comme référence.

La figure 6 est un diagramme microfaunique complémentaire dans lequel sont représentés graphiquement les pourcentages non cumulés des quatre espèces ou groupes d'espèces les mieux représentés. En outre, la partie droite du graphique visualise le pourcentage cumulé de deux espèces inféodées aux milieux humides, *Arvicola terrestris* et *Microtus oeconomus*, ainsi que le pourcentage cumulé des Micromammifères de climat continental steppique, tels que *Ochotona pusilla, Lagurus lagurus* et *Citellus* sp. (trame ponctuée).

C. Récolte des échantillons microfauniques

Quatre colonnes biostratigraphiques ont été prélevées dans le gisement (Fig. 1). Deux d'entre elles se situent au devant de l'entrée de la grotte dans les dépôts dits de «terrasse». Elles concernent un quart de mètre carré de F7 et de C4 et, dans les deux cas, les prélèvements pour la recherche microfaunique ont été faits en parallèle avec des prélèvements palynologiques. Les deux autres colonnes correspondent à une fouille décimétrique de deux couples de carrés juxtaposés, H-I 12 et H-I 13, qui se situent cette fois dans la grotte proprement dite. Du fait de leur situation respective et de la nomenclature stratigraphique employée par les fouilleurs, les colonnes biostratigraphiques se réfèrent à deux numérotations différentes des couches (chiffres romains en «terrasse» et chiffres arabes en grotte) (Fig. 2, 4 et 7).

Concrètement, les échantillons en «terrasse» ont été prélevés par B. Bastin avec l'aide de D. Mangon et les échantillons en grotte ont été prélevés par les fouilleurs eux-mêmes sous la responsabilité de F. Collin.

Le lavage-tamisage des différents prélèvements sédimentaires ainsi que le premier tri des refus de tamisage pour en extraire l'ensemble des fossiles ont été accomplis par l'équipe de fouilles. Le dernier tri sélectif des fossiles déterminables a été, bien entendu, réalisé par mes soins.

III. COLONNE BIOSTRATIGRAPHIQUE EN F7

A. Introduction

Cette colonne biostratigraphique a déjà fait l'objet d'une première analyse (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986). Depuis lors, la microfaune a été révisée et les décomptes des espèces ont été réalisés sur l'ensemble des molaires et non plus seulement sur la première molaire inférieure. L'extension des déterminations spécifiques à l'ensemble des molaires a permis d'augmenter sensiblement les effectifs des échantillons (tableau 1); toutefois, ceux-ci restent pauvres dans la majorité des cas, ce qui incite à des interprétations prudentes. Néanmoins, non seulement il reste possible de dégager une biozonation (Fig. 2), mais en outre, celle-ci s'avère remarquablement concordante avec les résultats de la palynologie (Bastin, 1992), comme cela avait déjà été signalé dans l'étude initiale. Notons encore l'extrême pauvreté des couches IX à XIII (Echantillons 17 à 36) dans lesquelles seule la présence sporadique de restes de Batraciens a pu être reconnue.

Dans son ensemble, la nouvelle analyse de la colonne biostratigraphique F7 ne fait que confirmer les interprétations déjà développées antérieurement (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986) (Fig. 3). Ainsi, elle permet de définir cinq grandes biozones alternativement tempérées et froides, dont les transitions semblent se produire à la base

des couches VII, VI, VB et V ocre. D'autre part, les biozones tempérées 3 et 5, rapportées dans la première publication aux stades isotopiques 5c et 5a, se caractérisent par une association microfaunique très tempérée d'aspect interglaciaire. Enfin, il se confirme que les deux biozones de type glaciaire 2 et 4, attribuées aux stades isotopiques 5d et 5b, paraissent significativement différentes : la première correspondrait à un épisode climatique moins rigoureux et plus humide que la seconde qui se caractérise par un indice de continentalité et de sécheresse assez marqué.

Toutefois, cette révision apporte quelques corrections au tableau faunique préalablement publié. En particulier, il faut souligner la présence du Hamster migrateur *(Cricetulus migratorius* plutôt que *Allocricetus bursae)* dans l'échantillon 12 et non 2 et l'absence de l'Ecureuil *(Sciurus vulgaris)* dans la couche 2. D'autre part, la nouvelle analyse apporte de nombreuses précisions complémentaires au tableau faunique et met surtout en évidence l'existence d'un phénomène nettement interstadiaire au sein de la phase froide définie par la biozone 2. Le phénomène n'avait pu être décelé dans la première étude.

B. Biozonation (Figure 3, Tableaux 1 et 2)

1. Biozone 1 (Couche VIII; Echantillons 16 et 15)

Compte tenu de la grande pauvreté des échantillons concernés, nous ne les avons pas figurés sur le diagramme paléoécologique (Fig. 3). Néanmoins, la couche VIII paraît caractérisée par l'absence des espèces allochtones et, parmi elles, des Lemmings; la présence du Mulot *(Apodemus sylvaticus)* et d'un Chiroptère semble bien confirmer le caractère tempéré du climat. Dans notre première publication, nous avions également utilisé les caractéristiques de la macrofaune pour asseoir cette biozone tempérée et pour l'étendre hypothétiquement jusqu'à la couche XI. La persistance de Chiroptères dans l'échantillon 14 pourrait indiquer le prolongement de cette biozone jusqu'à la base de la couche VII.

2. Biozone 2 (Couche VII; Echantillons 14 à 10)

A la base de la couche VII, dans l'échantillon 14, la présence simultanée de Chiroptères et du Lemming à collier *(Dicrostonyx gulielmi)* paraît quelque peu contradictoire. Il est probable que cet échantillon soit hétérogène et qu'il contienne à la fois un prolongement de la biozone 1 tempérée et l'amorce de la biozone 2 marquée par un très net refroidissement du climat.

L'apparition du Lemming à collier, du Campagnol des hauteurs *(Microtus gregalis)* et du Campagnol nordique *(Microtus oeconomus)* indique sans conteste l'établissement d'un climat de type continental froid à subpolaire. La très nette dégradation climatique est encore démontrée par la présence du Siciste des bouleaux *(Sicista betulina)*, espèce caractéristique de la forêt boréale. La continentalisation du climat est, quant à elle, confirmée par la présence du Hamster migrateur *(Cricetulus migratorius)*.

Cet épisode glaciaire apparaît toutefois complexe puisqu'il semble se subdiviser en trois phases (pour autant que les échantillons microfauniques soient représentatifs) :

a) A la base de la couche VII (Echantillon 14), la biozone débute par une phase très froide à Lemming à collier (6,7 %);

b) Dans les échantillons 13 et 12, apparaît un net épisode interstadiaire : les Rongeurs allochtones deviennent tout à fait minoritaires (4,7 et 15,4 %) et les milieux boisés semblent quelque peu se réinstaller, comme l'atteste la présence du Mulot *(Apodemus sylvaticus)* (7,7 %), du Campagnol roussâtre *(Clethrionomys glareolus)* (15,4 %) et du Siciste (7,7 %) dans l'échantillon 12; en outre, ce dernier Rongeur et l'importance du Campagnol terrestre *(Arvicola terrestris)* dans l'échantillon 13 (53,1 %) semblent démontrer le caractère humide du climat; le groupe du Campagnol agreste *(Microtus*

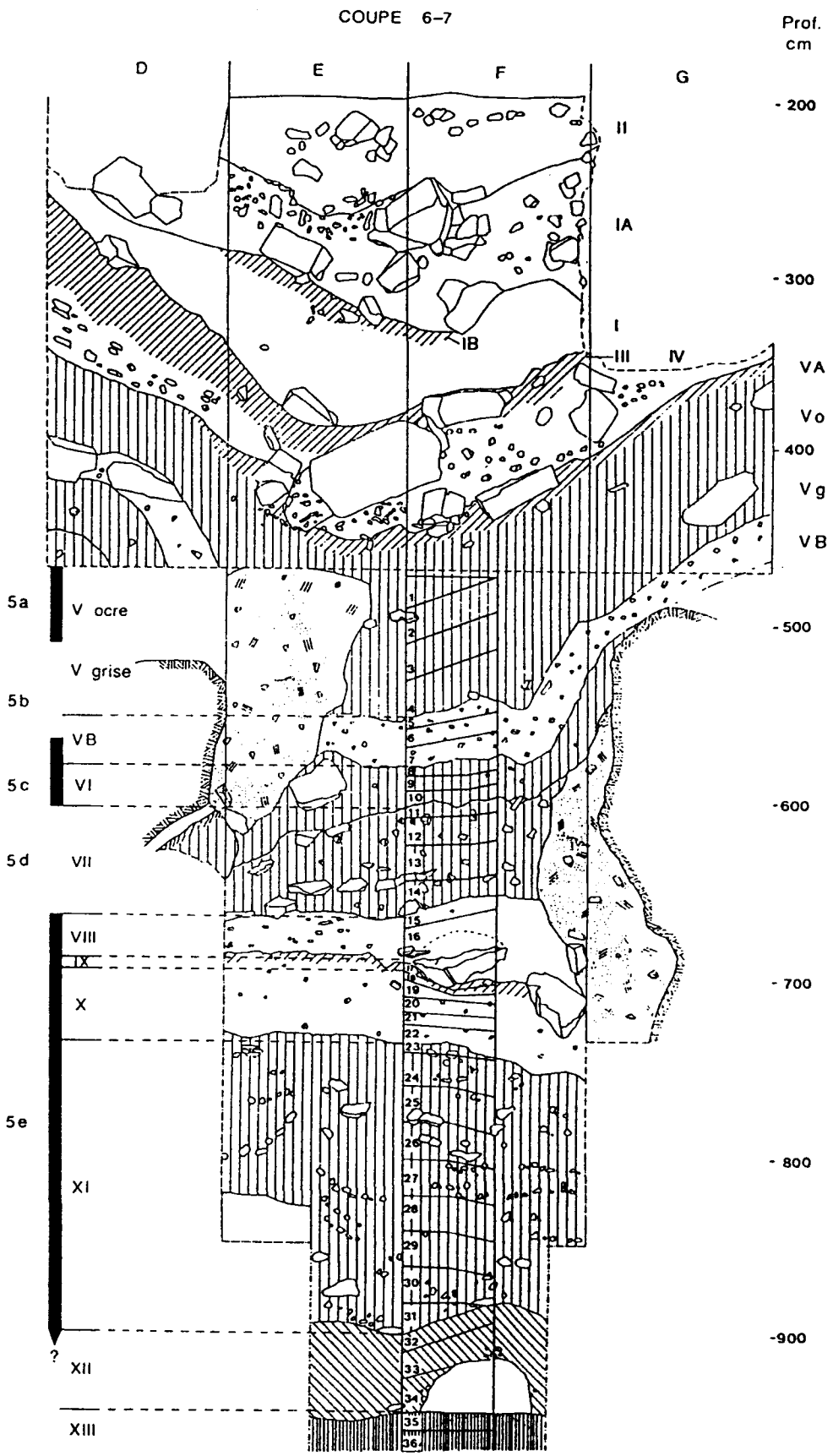

Figure 2 : Coupe stratigraphique transversale de la "terrasse" (Face est des carrés D7 à G7) (D'après Otte et al., 1983). Projection schématique de la colonne des prélèvements pour la recherche de la microfaune en F7.

agrestis) et du Campagnol des champs *(Microtus arvalis)* domine tout à fait cette sous-biozone (42,2 à 53,8 %) et atteste l'importance des biotopes herbeux découverts.

c) Au sommet de la couche VII (Echantillon 11), une nouvelle phase de péjoration climatique s'individualise clairement : bien que les Lemmings ne semblent pas réapparaître, les Rongeurs allochtones sont à nouveau prédominants et les Rongeurs tempérés sylvicoles, ainsi que les Insectivores, disparaissent à nouveau; cette phase se prolonge sans doute à la base de la couche VI (Echantillon 10), puisque l'on y observe la persistance d'un effectif majoritaire de Campagnol des hauteurs et de Campagnol nordique (58,4 %).

3. Biozone 3 (Couche VI; Echantillons 9 et 8)

La quasi-disparition des espèces froides allochtones, l'importance des espèces forestières et leur dominance dans l'échantillon 8 (58,3 %), le redéploiement des Insectivores et l'apparition du Campagnol souterrain *(Pitymys subterraneus)* témoignent sans conteste d'un réchauffement marqué du climat qui, par toutes ces caractéristiques microfauniques, présente une allure interglaciaire.

Il est probable que cette biozone se prolonge dans la première moitié de la couche VB puisque l'échantillon 7 est encore caractérisé par la présence du Mulot, de la Taupe et d'une Musaraigne (Tabl. 1). L'interprétation de cet échantillon reste toutefois délicate vu son faible effectif et la présence du Lemming des toundras *(Lemmus lemmus)* qui contredit les données précédentes.

4. Biozone 4 (Couches VB et V grise; Echantillons 6 à 3)

A partir de la moitié supérieure de la couche VB, les associations microfauniques sont marquées par la réapparition des espèces arctiques, comme le Lemming à collier, et des espèces continentales à subarctiques, comme le Campagnol des hauteurs et le Campagnol nordique. Il est évident que cette biozone correspond à un nouvel épisode glaciaire. Il est possible que la présence du Lemming des toundras dans l'échantillon 7, dans la partie inférieure de la couche VB, soit un premier indice de cette dégradation climatique (Tabl. 1).

Cette nouvelle phase glaciaire semble plus rigoureuse que la première en raison de l'importance accrue et persistante du Lemming à collier et de la faiblesse apparente des espèces tempérées autochtones (27,3 à 0 %) (Fig. 3). D'autre part, elle s'individualise par la présence d'un Rongeur particulier, typique des steppes continentales sèches : le Lemming des steppes *(Lagurus lagurus)*. Cette donnée suggère que le climat était nettement de type continental et probablement tendant vers une certaine aridité. D'ailleurs, l'apparition dans l'échantillon 2 de deux nouveaux Micromammifères adaptés au contexte des steppes continentales sèches d'Eurasie, le Lièvre des steppes *(Ochotona pusilla)* et le Spermophile *(Citellus* sp.*)*, ne fait que confirmer cette tendance.

5. Biozone 5 (Couche V ocre; Echantillons 2 et 1)

Il faut souligner le caractère de transition de l'échantillon 2 à la base de la couche V ocre. D'une part, les conditions climatiques rigoureuses semblent se relâcher puisque le Lemming à collier disparaît d'une manière tout à fait significative (aucune dent sur 96 molaires de Rongeurs) et que les autres Rongeurs allochtones ne représentent plus que 56,3 % de la totalité. De plus, les Rongeurs sylvicoles se redéveloppent remarquablement (39,6 %) et les Insectivores et Chiroptères se redéploient (11,9 %). Toutefois, plusieurs indices prolongent quelque peu l'épisode glaciaire précédent, comme l'absence du Campagnol agreste *(Microtus agrestis)* et du Campagnol des champs *(Microtus arvalis)* et comme la présence du Lièvre siffleur et du Spermophile qui attestent la persistance de conditions climatiques continentales malgré le réchauffement.

La partie supérieure de la couche V ocre (Echantillon 1) est, quant à elle, caractérisée par une association microfaunique en grande partie tempérée. En particulier, les Rongeurs

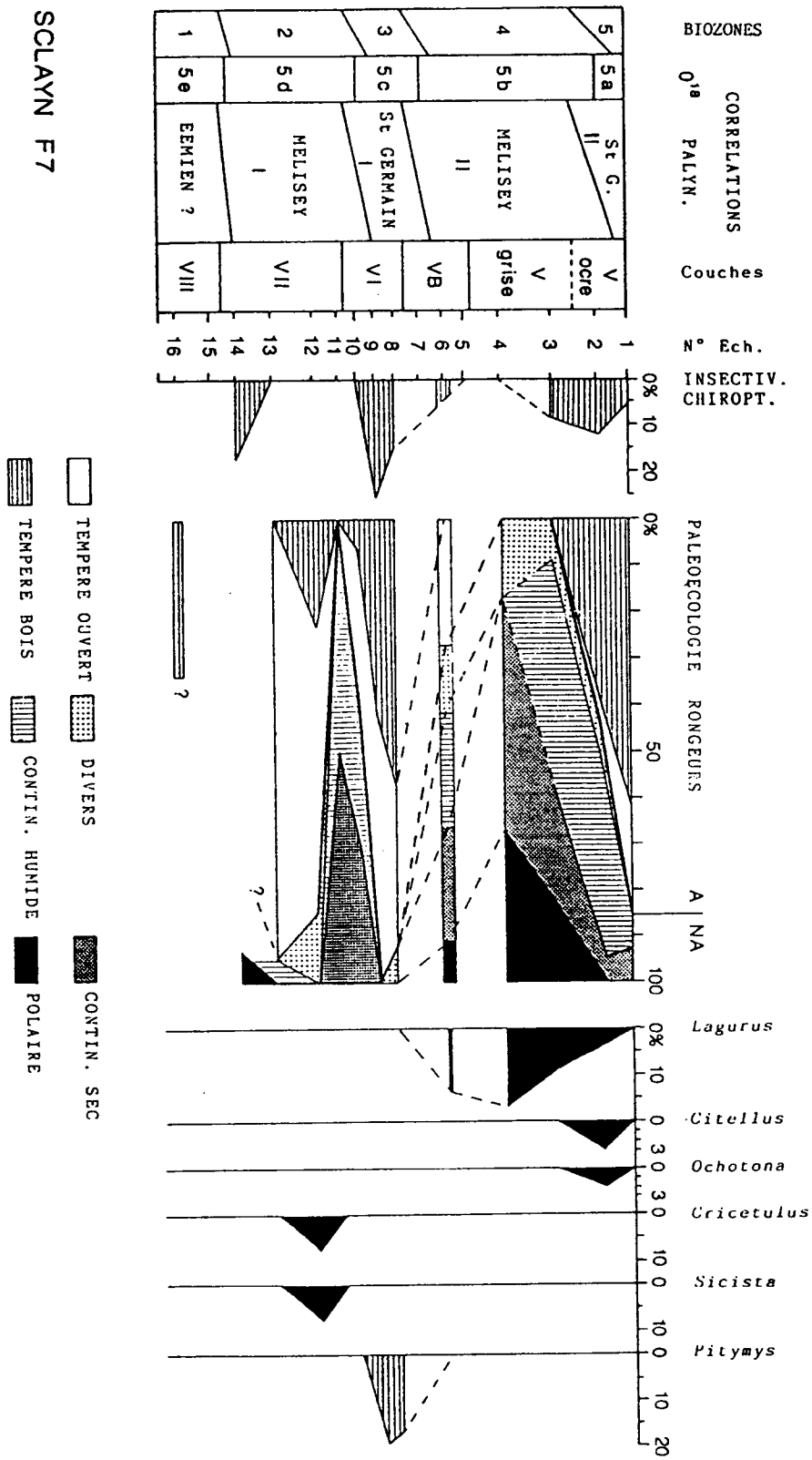

Figure 3 : Diagramme microfaunique de la colonne biostratigraphique en F7 de la grotte Scladina. Signification des différentes parties du diagramme: voyez le texte (Introduction). Le tracé est fonction de la profondeur moyenne de chacun des prélèvements (1 = -477,6 cm, 16 = -686,7 cm; cf. Tabl. 1 et 2).

sylvicoles tempérés, tels que le Mulot (47,5 %) et le Campagnol roussâtre (13,1 %), auxquels vient s'ajouter le Loir *(Glis glis)*, forment 62,3 % de l'ensemble. Les Rongeurs allochtones, parmi lesquels on ne retrouve plus trace des Lemmings, du Spermophile et du Lièvre siffleur, n'atteignent plus que 14,4 % de représentativité. Enfin, il faut encore signaler d'une part, la prédominance du Mulot (47,5 %) et d'autre part, la dominance du groupe du Campagnol des champs et du Campagnol agreste (21,6 %) sur le Campagnol des hauteurs (7,2 %) et le Campagnol nordique (7,2 %). Il est clair que toutes ces caractéristiques microfauniques correspondent à un climat tempéré nettement affirmé, allié à un net redéveloppement des milieux boisés.

IV. COLONNE BIOSTRATIGRAPHIQUE EN C4

A. Introduction

La colonne biostratigraphique en C4 a livré un échantillonnage extrêmement intéressant. D'une part, les fossiles déterminés sont nettement plus nombreux; le décompte total est de 2186 molaires, dont plus d'un millier déterminées spécifiquement, soit en moyenne plus de 48 fossiles par échantillon, alors qu'en F7 la moyenne atteignait seulement 22. Les interprétations sont dès lors beaucoup mieux fondées. D'autre part, la séquence biostratigraphique est plus longue et plus détaillée puisque 45 échantillons se répartissent sur près de 4 mètres (de -525 à -140 cm) correspondant à sept couches successives, VII, VI, VB, V, IV, III et I (Fig. 4). Notons que la couche V ne se décompose pas en deux composantes, V grise et V ocre, comme en F7. Notons encore que la couche III se présente comme un horizon humifère qui serait une forme d'altération du sommet de la couche IV (Otte, Léotard, Schneider et Gautier, 1983; Deblaere et Gullentops, 1986; Haesaerts, 1992). Soulignons enfin qu'il existe une lacune sédimentaire entre la couche III et la couche I, concrétisée par le niveau d'altération de la couche III et par l'absence de la couche 2A qui se cantonne dans la grotte proprement dite (Fig. 7).

Dans l'ensemble, cette colonne biostratigraphique confirme les résultats obtenus en F7, mais avec beaucoup plus de détails et une plus grande dilatation des biozones (Fig. 5). En particulier, les cinq biozones ressortent à nouveau indiscutablement et la biozone 2 présente à nouveau trois sous-phases distinctes. D'autre part, les zones de transition semblent bien exister à la base des couches VII, VI et V supérieure (équivalent de la V ocre).

La seule divergence éventuelle réside au niveau de la couche VB qui paraissait plutôt glaciaire en F7 et qui se présente comme la fin d'un réchauffement en C4.

De nouveaux éléments apparaissent en C4, en particulier la dilatation des biozones tempérées 3 et 5, qui semblent se subdiviser chacune en 3 sous-phases climatiques, et bien entendu l'existence de nouvelles biozones pour les couches supérieures III et I.

B. Biozonation (Figures 5 et 6, Tableaux 3 et 4)

1. Biozone 1 (Base de la couche VII; Echantillon 45)

Il semble que la base de la couche VII appartienne à une biozone tempérée distincte de la biozone glaciaire qui lui succède. En effet, les Rongeurs allochtones paraissent inexistants alors que les Rongeurs tempérés sylvicoles sont de toute évidence présents.

Cette interprétation rejoint celle qui a déjà été formulée dans le cadre de la séquence biostratigraphique en F7. Malgré la faiblesse des échantillons, la conjonction des observations paraît bien confirmer l'existence de cette biozone tempérée, qui se prolongerait donc jusqu'à la base de la couche VII.

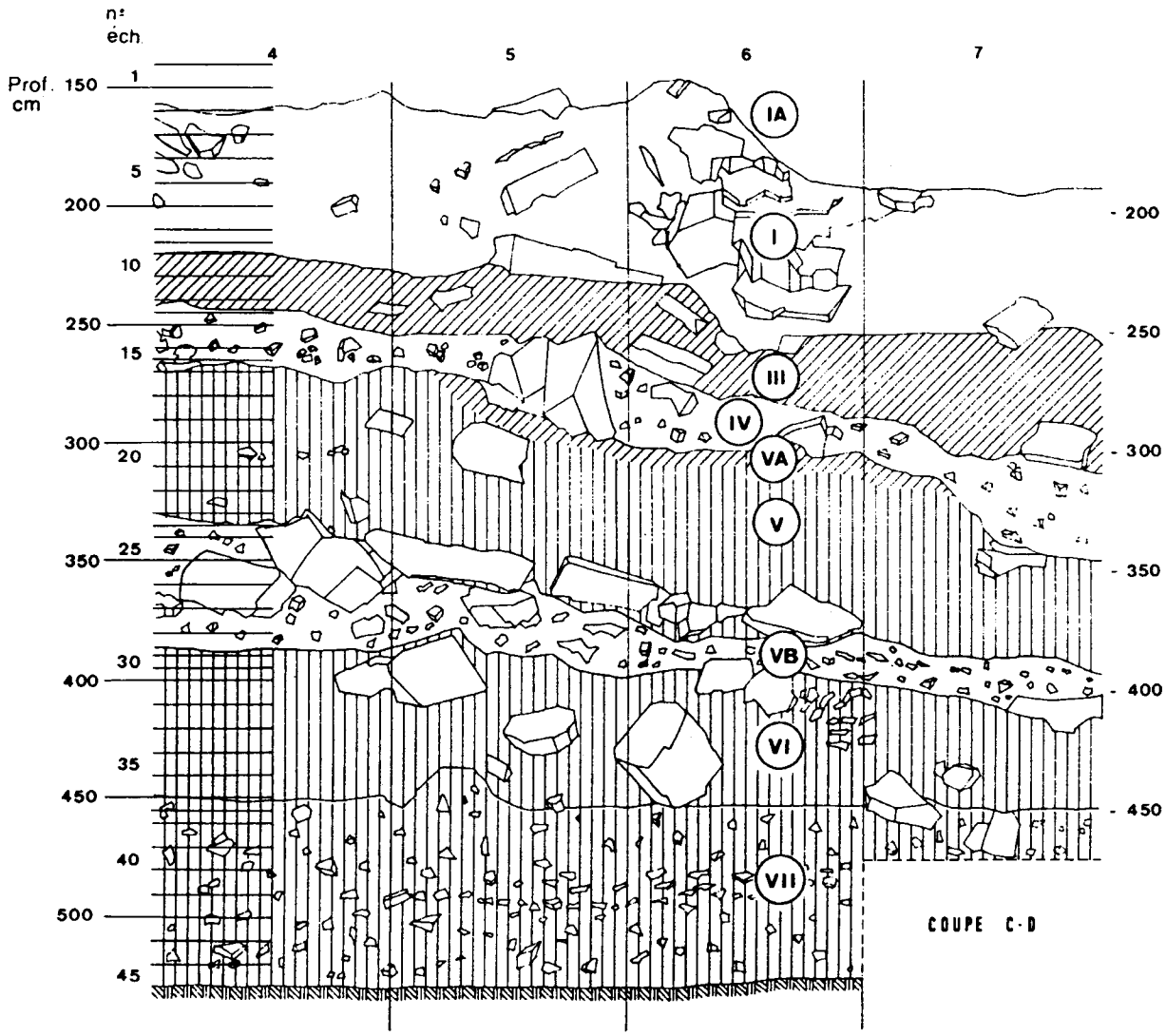

Figure 4 : Coupe stratigraphique longitudinale du côté sud de la "terrasse" (Face nord des carrés C4 à C7) (D'après Otte et al., 1983). Projection schématique de la colonne des prélèvements pour la recherche de la microfaune en C4.

2. Biozone 2 (Couche VII; Echantillons 44 à 36)

La présence réduite (< 5%), mais répétée du Lemming à collier *(Dicrostonyx gulielmi)*, l'importance des Rongeurs non-autochtones, l'absence de Rongeurs sylvicoles et la rareté des Insectivores et des Chiroptères définissent clairement cette biozone qui témoigne d'un refroidissement relativement rigoureux.

Il se confirme d'une manière tout à fait significative, vu l'effectif des échantillons, que cette biozone peut être subdivisée en trois phases :

a) Dans la partie inférieure de la couche VII (Echantillons 44 à 42), une phase assez rigoureuse est marquée par la présence du Lemming à collier (0,7 à 2,7 %) et par la dominance absolue des Rongeurs allochtones (51,7 à 68,4 %) et avant tout du Campagnol nordique *(Microtus oeconomus)* (Fig. 6). L'importance de ce dernier Rongeur semble bien indiquer que le climat et l'environnement étaient fort humides.

b) Dans les échantillons 41 à 39, un épisode de type interstadiaire est nettement attesté par la diminution relative des Rongeurs non-autochtones (41 à 25,1 %) et par le développement du Campagnol agreste *(Microtus agrestis)* et du Campagnol des champs *(Microtus arvalis)* qui deviennent dominants (> 40 %) (Fig. 6). La présence sporadique de quelques Insectivores souligne encore ce réchauffement. Par contre, contrairement aux résultats obtenus en F7, les espèces sylvicoles semblent totalement absentes; au delà des aléas de l'échantillonnage, cet élément indique probablement que la recolonisation forestière reste peu développée. L'importance relative du Campagnol terrestre *(Arvicola terrestris)* ne compense pas la forte diminution du Campagnol nordique, ce qui pourrait démontrer une nette diminution du caractère humide du climat (Fig. 6).

c) Enfin, au sommet de la couche VII (Echantillons 38 à 36), la biozone est caractérisée par une nouvelle augmentation des Rongeurs de climat continental, tels que le Campagnol nordique et le Campagnol des hauteurs *(Microtus gregalis)* (44,3 à 40 %), et par la réapparition discrète, mais significative du Lemming à collier (2,5%). Ces caractéristiques démontrent la réinstallation d'un climat de type continental froid à subarctique. Cette phase paraît cependant moins rigoureuse que la précédente au vu de la moindre importance des Rongeurs allochtones et des Lemmings. Bien que les effectifs des M/1, à partir desquels s'effectue la détermination spécifique des *Microtus*, soient fort faibles et incitent à la prudence, il semble que l'importance relative du Campagnol nordique diminue au profit du Campagnol des hauteurs, ce qui pourrait indiquer que le climat continental à tendance humide deviendrait plutôt sec (Fig. 6). Cette hypothèse semble bien se confirmer par la régression du Campagnol terrestre et l'apparition du Lièvre des steppes *(Ochotona pusilla)* au début de la biozone suivante (Fig. 5).

L'échantillon 36 présente des traits de transition entre une biozone froide où les Rongeurs allochtones atteignent encore 40 % et une biozone tempérée où les Insectivores réapparaissent et où les Rongeurs sylvicoles atteignent déjà 15 %. Ainsi, la biozone 2 pourrait se prolonger jusqu'à la base de la couche VI.

3. Biozone 3 (Couches VI et VB; Echantillons 35 à 25)

Cette biozone est très bien définie par la régression parfois complète des espèces allochtones et plus précisément par la quasi-inexistence des Lemmings, ainsi que par la prédominance absolue des espèces autochtones (Fig. 5). En outre, la microfaune est tout à fait dominée par le Campagnol agreste et le Campagnol des champs qui représentent bien souvent près des deux tiers des effectifs (Fig. 6); le groupe des Rongeurs sylvicoles (Campagnol roussâtre et Mulot) est second en importance.

Par toutes ces caractéristiques microfauniques, cette période de réchauffement a un peu l'allure d'un interglaciaire, ce qui est encore confirmé par la présence du Campagnol souterrain *(Pitymys subterraneus)* (Fig. 5), comme dans le cas de la séquence microfaunique en F7. Toutefois, la persistance d'un fond variable d'espèces non-autochtones (avec des espèces nettement continentales comme le Campagnol des hauteurs et le Lièvre siffleur) et

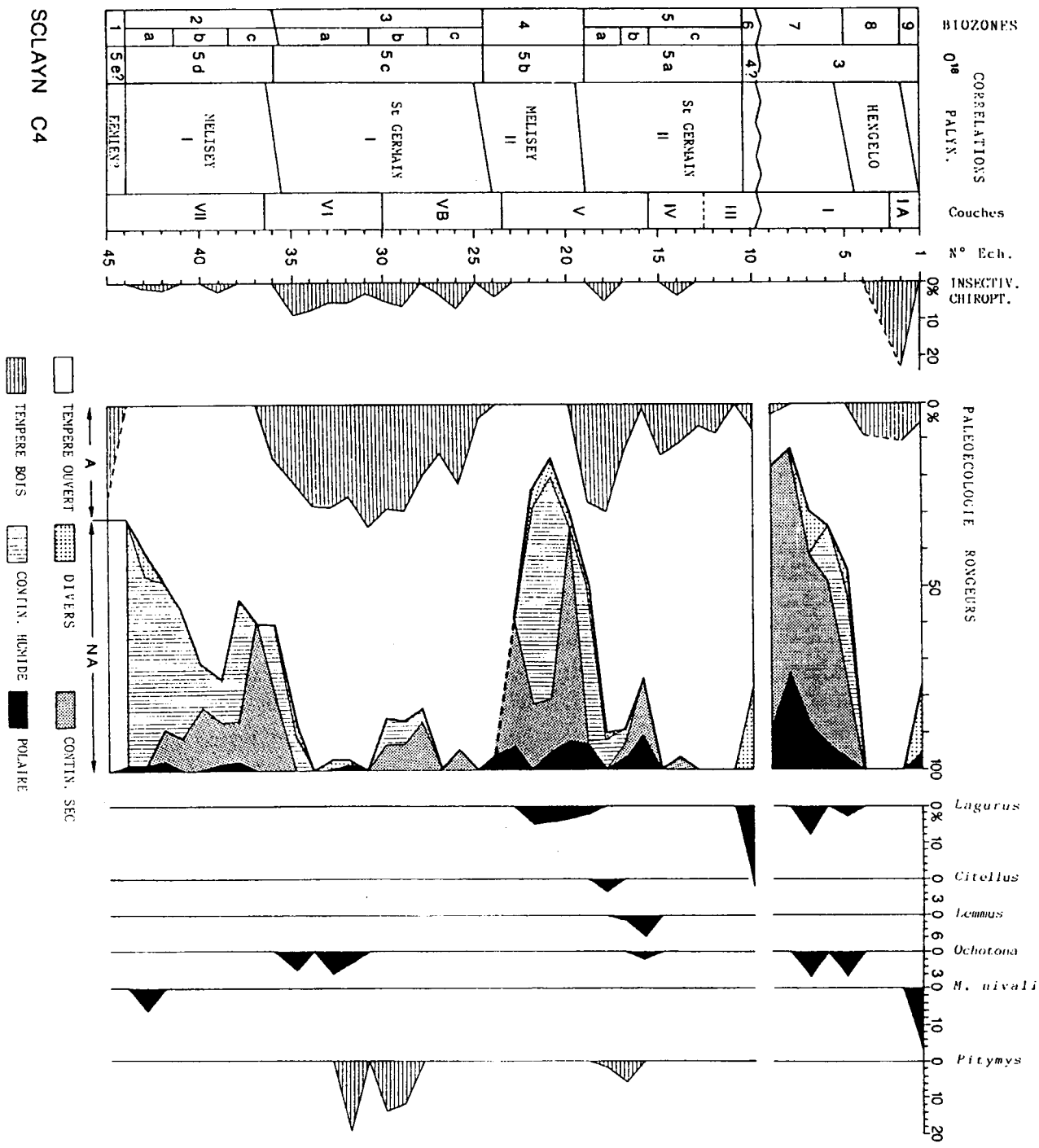

Figure 5 : Diagramme microfaunique de la colonne biostratigraphique en C4 de la grotte Scladina. Signification des différentes parties du diagramme: voyez le texte (Introduction). Le tracé est approximativement fonction de la profondeur moyenne de chacun des prélèvements (1 = -145 cm, 45 = -522,5 cm; cf. Tabl. 3 et 4).

le maintien de la dominance des espaces herbeux me contraignent à être plus nuancé que dans la première publication.

Du point de vue de l'humidité, il semble que cette période d'adoucissement soit caractérisée par une certaine continentalité et aridité, puisqu'elle est marquée en son début par une immigration du Lièvre siffleur *(Ochotona pusilla)* et par la faiblesse des espèces de milieux humides telles que le Campagnol terrestre, parmi les espèces autochtones, et le Campagnol nordique, parmi les espèces allochtones (Fig. 6).

La couche VB est avant tout caractérisée par la dégradation du paysage comme en témoignent la régression des espèces sylvicoles et l'augmentation des espèces de prairies (Campagnol agreste et Campagnol des champs) (Fig. 5 et 6). Toutefois, aucun développement particulier d'espèces non-autochtones ne vient démontrer l'avènement d'une nette dégradation climatique, si ce n'est l'échantillon 24 au sommet de la couche VB qui se signale par la présence du Lemming à collier représentant déjà plus de 4 % de l'ensemble des Rongeurs. La pauvreté des effectifs en M/1 à partir de l'échantillon 25 oblitère peut-être les signes d'un net refroidissement comme semblait en témoigner l'échantillon 6 en F7. Dans le détail, la microfaune de la partie inférieure de la couche VB révèle peut-être l'existence d'une petite phase stadiaire puisque la présence des Rongeurs non-autochtones semble augmenter jusqu'à plus de 15 % et qu'en correspondance s'amorcent la régression des Rongeurs sylvicoles, une forte diminution temporaire des Insectivores et la disparition du Campagnol souterrain (Fig. 5).

4. Biozone 4

(Sommet de la couche VB et partie inférieure de la couche V; Echantillons 24 à 20)

La réapparition du Lemming à collier et le redéveloppement rapide des autres espèces de climat continental froid caractérisent cette biozone qui correspond évidemment à un nouvel épisode glaciaire (Fig. 5). La disparition totale des espèces sylvicoles, des Insectivores et des Chiroptères ne fait que souligner encore le caractère rigoureux de cette nouvelle dégradation climatique.

Le début de cette biozone est délicat à définir en raison de la petitesse des échantillons microfauniques, c'est pourquoi le diagramme correspondant est figuré en pointillé (Fig. 5). Elle pourrait néanmoins débuter dans l'échantillon 25.

Comme le suggérait déjà la séquence en F7, cet épisode glaciaire paraît plus accentué que celui représenté par la biozone 2. En effet, le taux d'espèces non-autochtones paraît plus élevé (jusqu'à 85 % dans l'échantillon 21) et les fréquences du Lemming à collier paraissent également plus élevées (jusqu'à 7,7 % en 20).

Comme en F7, cette biozone s'individualise avant tout par la migration d'un Rongeur particulier, le Lemming des steppes *(Lagurus lagurus)*, qui atteste le caractère aride et nettement continental du climat (Fig. 5). L'apparition ultérieure, dans le début de la biozone 5, du Spermophile *(Citellus* sp.) et du Lièvre siffleur ne fera que confirmer à nouveau, à l'instar de la séquence en F7, le développement de conditions climatiques de type continental sec avec installation de steppes semi-arides.

Notons que les fréquences élevées du Campagnol nordique sont en contradiction avec la présence bien marquée d'espèces de climat continental semi-aride (Fig. 6). Il est évident que la petitesse des échantillons, en particulier au niveau des M/1, fausse les évaluations de la représentativité des *Microtus*. En l'occurence, il y a probablement une surévaluation du Campagnol nordique aux dépens du Campagnol des hauteurs. D'ailleurs, les variations extrêmes de leur représentativité (par exemple, l'hétérogénéité de la succession des fréquences du Campagnol nordique des échantillons 23 à 18) (Fig. 6) montrent bien que ces évaluations ne sont sans doute pas crédibles.

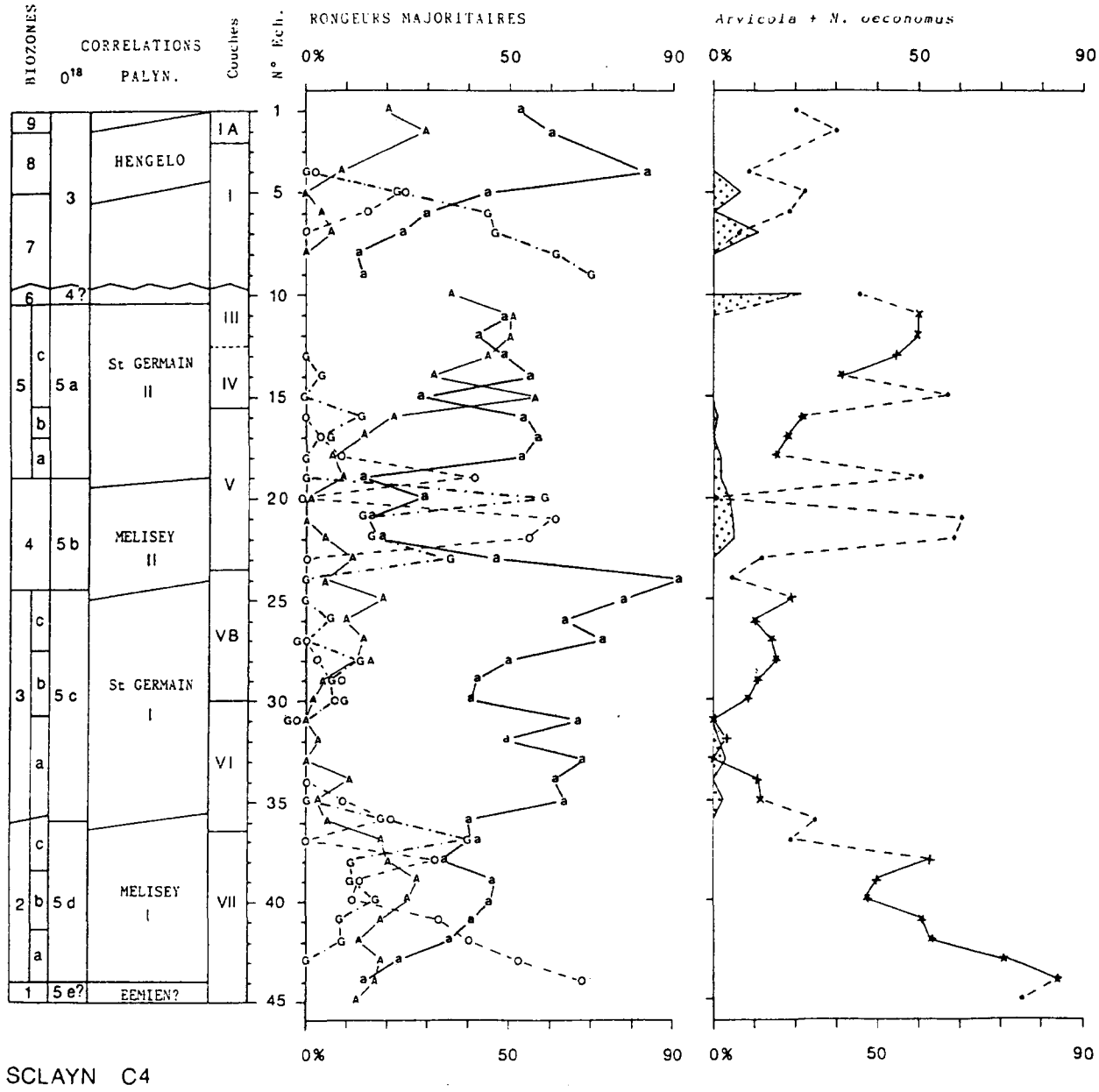

*Figure 6 : Diagramme microfaunique complémentaire de la colonne biostratigraphique en C4 de la grotte Scladina. Signification des différentes parties du diagramme: voyez le texte (Introduction). Graphique de gauche: a = Microtus arvalis-agrestis; A = Arvicola terrestris; G = Microtus gregalis; O = Microtus oeconomus. Graphique de droite: * = valeur significative; + = valeur moyenne; . = valeur peu significative; aire pointillée = fréquence des Micromammifères steppiques.*

5. Biozone 5

(Partie supérieure de la couche V, couches IV et III; Echantillons 19 à 11)

Au milieu de la couche V, la chute rapide des effectifs des espèces de climat continental froid et le redéploiement des espèces sylvicoles et des Insectivores indiquent sans conteste le redéveloppement de conditions climatiques tempérées. Comme la biozone 3, la biozone 5 est à nouveau caractérisée par : 1) une prédominance absolue voire totale des espèces autochtones (Fig. 5), 2) le redéveloppement variable des Rongeurs sylvicoles et des Insectivores, 3) une dominance du Campagnol agreste et du Campagnol des champs, ainsi que du Campagnol terrestre dans la deuxième moitié de la séquence (Fig. 6).

L'échantillon 19, tout comme l'échantillon 2 en F7, présente un caractère quelque peu hétérogène. D'une part, il conserve des traits qui le rattachent à la biozone glaciaire précédente comme la persistance non négligeable du Lemming à collier (7,1 %), l'importance des espèces non-autochtones (50,4 %) et l'absence d'Insectivores. D'autre part, il présente des signes de transition tels que la réduction rapide des fréquences des Rongeurs non-autochtones et le développement brusque des Rongeurs sylvicoles (atteignant d'emblée 26,8 %), qui constitue un trait typique de la biozone 5. Ces caractères contradictoires peuvent être expliqués par un réchauffement accentué et brusque du climat, allié à une sédimentation relativement faible qui entraîne un télescopage des microfaunes.

La relative richesse des échantillons microfauniques permet d'assurer la définition probable de trois phases climatiques au sein de cette biozone 5 :

a) Dans les échantillons 18 et 17, un très net réchauffement du climat entraînant une recolonisation rapide des milieux boisés est attesté par la régression considérable des Rongeurs non-autochtones qui ne représentent plus qu'environ 10 % de l'ensemble, par le développement des Rongeurs sylvicoles qui atteignent près de 30 %, par la réapparition des Insectivores (4,8 %) et par la réinstallation temporaire du Campagnol souterrain (5,3 %). Toutefois, le caractère continental du climat et une certaine sécheresse semblent persister comme l'indiquent l'apparition discrète, mais très significative du Spermophile *(Citellus* sp.) et la relative faiblesse du groupe du Campagnol terrestre et du Campagnol nordique (Fig. 6). En outre, la dominance absolue du Campagnol agreste et du Campagnol des champs (> 50 %) témoigne de la prépondérance des paysages découverts.

b) Ensuite, le sommet de la couche V (Echantillon 16) est caractérisé significativement par une réaugmentation des espèces de climat continental sec et de climat polaire (23,3 %); le Lemming à collier (2,9 %) et le Campagnol des hauteurs (13,5 %) réapparaissent, mais aussi le Lemming des toundras *(Lemmus lemmus)* (5,9 %) et le Lièvre siffleur *(Ochotona pusilla)* (1 %) (Fig. 5). Corrélativement, les Rongeurs sylvicoles et les Insectivores tendent à disparaître. Tous ces éléments semblent bien démontrer l'existence d'un bref, mais non moins marqué, épisode stadiaire accompagné d'une relative sécheresse du climat.

c) Les couches IV et III (Echantillons 15 à 11) semblent révéler une nouvelle sous-zone malgré leur relative pauvreté en fossiles; en effet, tous ces échantillons présentent une grande homogénéité et se confortent donc mutuellement. Les Rongeurs non-autochtones et parmi eux les Lemmings sont quasi ou totalement inexistants; d'autre part, parmi les Rongeurs autochtones, le Campagnol terrestre et le groupe du Campagnol agreste et du Campagnol des champs se partagent la dominance de la microfaune (Fig. 6); de plus, les Rongeurs sylvicoles rétablissent quelque peu leurs effectifs, mais ne dépassent plus les 15 % et d'ailleurs régressent progressivement (Fig. 5); enfin, les Insectivores restent très discrets. Tout semble indiquer que l'adoucissement climatique reste insuffisant pour permettre le rétablissement de conditions climatiques de type interglaciaire avec développement des milieux boisés; néanmoins, il n'y a aucun témoin de conditions climatiques défavorables et le développement du Campagnol terrestre semble indiquer une certaine humidité du climat qui contraste avec la relative sécheresse du début de cette biozone (Fig. 6).

6. Biozone 6 (Sommet de la couche III; Echantillon 10)

Malgré la petitesse de l'échantillon, la présence bien attestée (3 dents sur 14) du Lemming des steppes (Lagurus lagurus) semble marquer le passage à une autre biozone qui serait caractérisée en son début par une réimmigration de ce Rongeur adapté actuellement aux steppes sèches d'Asie centrale. Ce fait témoignerait donc du début d'une nouvelle péjoration climatique à caractère continental et relativement aride. Toutefois, compte tenu de l'existence du Lemming des steppes dans la couche I sus-jacente et du prélèvement de l'échantillon 10 au sommet de la couche III, il se pourrait également que cet échantillon soit «pollué» par le haut et que cette biozone 6 ne soit qu'une fausse apparence. Rappelons néanmoins qu'il existe une lacune sédimentaire entre la couche III et la couche I.

7. Biozone 7 (Moitié inférieure de la couche I; Echantillons 9 à 5)

Cette biozone est très bien définie par la dominance absolue des Rongeurs non-autochtones qui peuvent atteindre des fréquences très élevées comme dans l'échantillon 8 (87,7 %) (Fig. 5). En outre, le Lemming à collier est non seulement présent, mais peut atteindre lui aussi des taux élevés (jusqu'à 26,3 % dans l'échantillon 8). Corrélativement, les espèces sylvicoles sont quasi inexistantes et les Insectivores sont absents. Toutes ces caractéristiques attestent un climat subpolaire à polaire qui constitue l'épisode glaciaire le plus rigoureux de la séquence en C4. La seconde moitié de la biozone est caractérisée par une diminution progressive, mais continue des fréquences des Rongeurs continentaux froids et parmi eux du Lemming à collier. A la faveur de cette régression de la rigueur du climat, le Lemming des steppes et le Lièvre siffleur font leur réapparition et témoignent de l'installation de conditions paléoécologiques très continentales et arides (Fig. 5). Par ailleurs, la dominance absolue du Campagnol des hauteurs dans la microfaune confirme tout à fait ces caractéristiques climatiques. En outre, l'apparente faiblesse des fréquences du Campagnol terrestre et du Campagnol nordique est tout à fait en conformité avec la sécheresse du climat (Fig. 6).

Notons encore que les différences très marquées dans la composition microfaunique des échantillons 9 et 10 indiquent qu'il existe une nette discontinuité entre les couches III et I correspondant logiquement à une lacune de sédimentation.

8. Biozone 8 (Partie supérieure de la couche I; Echantillons 4 à 2)

Ces trois échantillons sont très pauvres et, de ce fait, ont été représentés en pointillé sur le diagramme paléoécologique (Fig. 5). Néanmoins, ils présentent les traits fauniques suivants : 1) absence de Lemmings (sur 25 déterminations), 2) absence apparente de Rongeurs non-autochtones, 3) en revanche, présence du Campagnol roussâtre qui est une espèce typiquement sylvicole (2 dents sur 25) et présence d'un Chiroptère. Ces caractéristiques tranchent vis-à-vis de la biozone glaciaire précédente et témoignent plutôt d'un adoucissement climatique. Toutefois, il reste difficile de préciser le détail de cette phase de réchauffement qui semble à première vue bien accusée. Néanmoins, l'importance accrue du Campagnol terrestre semble indiquer une relative augmentation de l'humidité (Fig. 6); la présence du Campagnol des neiges (*Microtus nivalis*) dans l'échantillon 1 pourrait confirmer cette hypothèse (Fig. 5).

9. Biozone 9 (Couche IA; Echantillon 1)

Malgré la persistance d'un Rongeur sylvicole, le Campagnol roussâtre (5 %), une nouvelle biozone semble s'amorcer avec la réapparition significative du Lemming à collier (5 %) alliée à la présence d'un Rongeur montagnard, le Campagnol des neiges (17,5 %). Vu la petitesse de l'échantillon, il n'est toutefois pas possible de définir les caractéristiques de ce nouvel épisode climatique.

V. COLONNES BIOSTRATIGRAPHIQUES EN H-I/12-13

A. Introduction

Les derniers échantillonnages microfauniques ont été prélevés au cours de la fouille de deux paires de carrés juxtaposés dans la grotte, un peu au delà de son entrée actuelle (Fig. 7). Ces prélèvements s'étalent sur environ deux mètres d'épaisseur, de la couche 4 à la couche 1A, et n'ont malheureusement pas été poursuivis dans les couches inférieures. Il faut encore souligner que les fouilleurs ont instauré un léger décalage entre le découpage décimétrique des carrés H-I 12 et des carrés H-I 13 (Fig. 7) et que la numérotation stratigraphique change en fonction du passage des dépôts de «terrasse» aux dépôts de la grotte proprement dite. Notons enfin que la couche 2B (équivalent de la couche III en «terrasse») est un horizon humifère qui serait une forme d'altération pédologique du sommet de la couche 3 (Otte, Léotard, Schneider et Gautier, 1983; Deblaere et Gullentops, 1986; Gullentops et Deblaere, 1992).

Bien que la microfaune provienne en principe du lavage-tamisage de quatre mètres carrés, les effectifs sont particulièrement faibles. En effet, l'ensemble des quatre carrés n'a livré que 706 restes dentaires (dont 446 ont pu être déterminés spécifiquement), ce qui correspond à une moyenne de 2 dents par échantillon et par quart de mètre carré.

Pour pallier en partie à cette pauvreté des effectifs, j'ai groupé les échantillons qui se correspondent en stratigraphie métrique, c'est-à-dire d'une part, ceux des carrés H et I 12 et d'autre part, ceux des carrés H et I 13 (Tabl. 5 à 8). Malgré cela, les chiffres obtenus restent très souvent peu significatifs, ce qui entraîne l'aspect parfois hétérogène, voire contradictoire, des diagrammes microfauniques (Fig. 8 et 9). Une évidente prudence s'impose quant à leur interprétation.

Un autre problème s'ajoute à la faiblesse des effectifs et affecte en particulier les couches supérieures à la couche 2B. D'une part, on observe dans les microfaunes une abondance de restes osseux de Batraciens dont l'aspect paraît bien souvent non fossilisé. D'autre part, les associations de micromammifères présentent quelquefois d'apparentes incohérences : a) un même échantillon peut contenir à la fois des fréquences importantes de Rongeurs sylvicoles tempérés (autour de 30 %) et des fréquences parfois élevées de Rongeurs allochtones, dont le Lemming à collier qui est typiquement adapté aux climats de type polaire et à un paysage toundroïde; b) les fréquences des Insectivores et Chiroptères peuvent présenter également des incompatibilités du même type. Ces constats doivent, de toute évidence, être mis en rapport avec l'existence de plusieurs terriers de Blaireau ou de Renard qui se concentrent dans la couche limoneuse 1B, facile à pénétrer, pas trop profonde et stable entre deux horizons d'aspect cryoclastique (3 et 1A) (Gullentops et Deblaere, 1992). Le remaniement et la «pollution» des microfaunes fossiles par des éléments récents (Batraciens, Rongeurs sylvicoles, Insectivores...) sont incontestablement la conséquence des bioturbations produites par ces Carnivores fouisseurs.

En dépit de leurs défauts, ces données peuvent néanmoins être interprétées avec un esprit critique à la lumière de la biozonation définie en C4; elles présentent d'ailleurs une bonne cohérence dans le cas de la couche 4. L'intérêt de ces deux nouvelles séquences biostratigraphiques réside avant tout dans la corrélation entre les dépôts de «terrasse» et de grotte et dans l'essai de définition paléoclimatique de la couche 2A qui réduit partiellement l'hiatus constaté entre les couches III et I en C4.

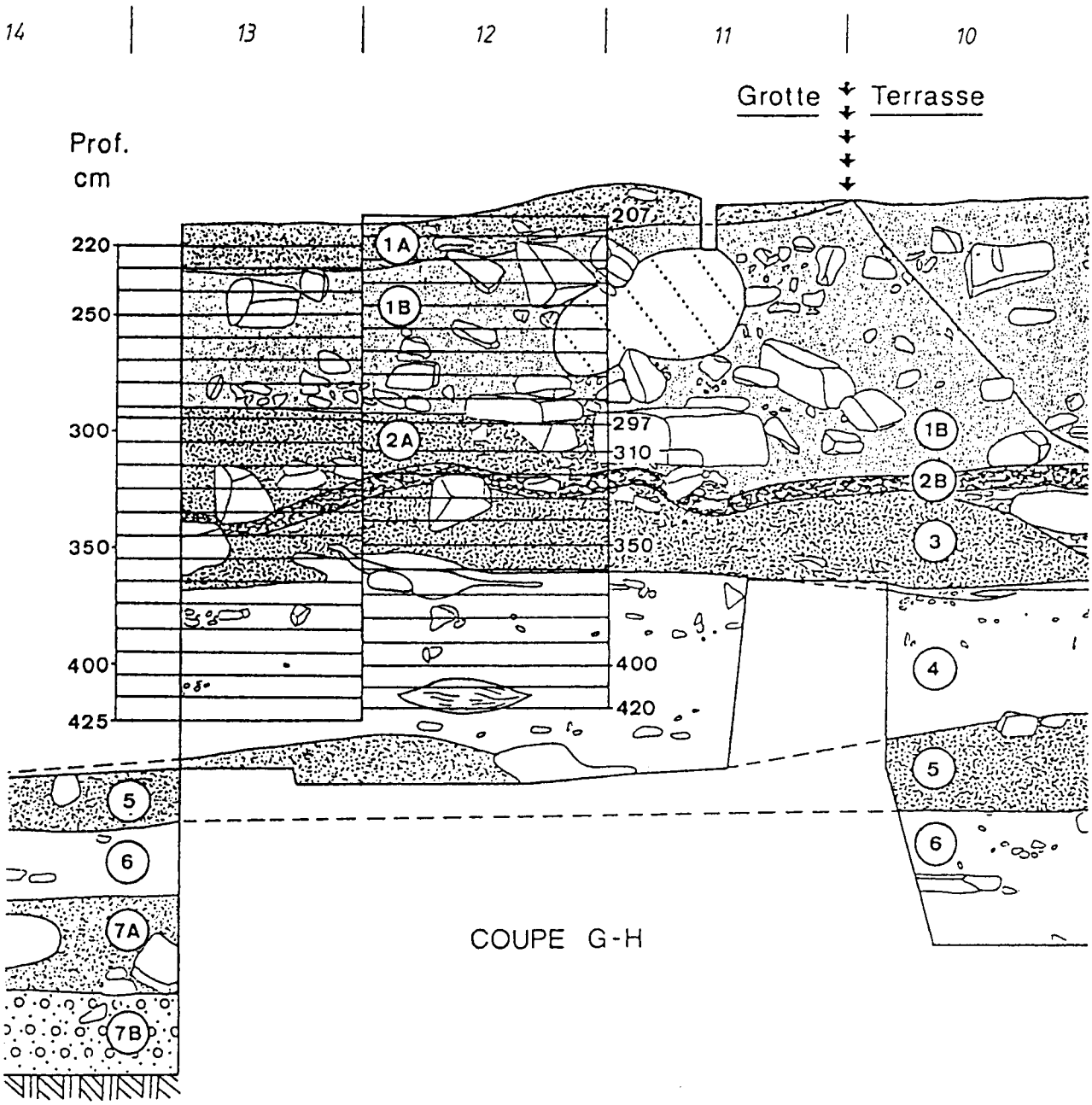

Figure 7 : Coupe stratigraphique longitudinale des dépôts de la grotte (Face sud des carrés H 14 à H 10) (D'après Otte et coll., inédit). Projection schématique des colonnes des prélèvements pour la recherche de la microfaune en H 12 et H 13.

B. Biozonation (Figures 7 et 8, Tableaux 5 à 8)

1. 1ère biozone (Couche 4)

Sur les deux diagrammes microfauniques, une première biozone s'individualise très clairement de -420 à environ -390 cm. Elle se caractérise par un pourcentage élevé de Rongeurs non-autochtones (de 60 à 81 %), par la présence parfois très marquée du Lemming à collier (jusqu'à 30,8 % en H et I 13), par la quasi-absence des Rongeurs sylvicoles et des Insectivores et enfin par la présence de quatre Rongeurs très significatifs : le Lemming des steppes *(Lagurus lagurus)*, le Spermophile *(Citellus* sp.), le Hamster migrateur *(Cricetulus migratorius)* et le Lemming des toundras *(Lemmus lemmus)* (Fig. 8 et 9). Les riches échantillons des carrés H et I 13 témoignent de la présence continue du Lemming à collier (Tabl. 8). L'ensemble de la biozone correspond de toute évidence à un épisode climatique glaciaire.

Dans le détail, les deux diagrammes indiquent que les quatre Rongeurs précités sont associés à la base de cette biozone (Fig. 8 et 9). En particulier, le Lemming des steppes, le Hamster migrateur et, dans une moindre mesure, le Spermophile indiquent que le climat était franchement de type continental et marqué avant tout par une grande aridité. L'apparente importance du Campagnol nordique (milieux continentaux humides), qui semble contradictoire, est très certainement liée aux aléas du petit échantillonnage. Par la suite, le froid semble s'intensifier comme l'indique l'augmentation des Rongeurs allochtones en général et du Lemming à collier en H et I 13 (Fig. 9). Simultanément, l'aridité semble s'atténuer vu que les Rongeurs continentaux steppiques disparaissent dans les deux séquences microfauniques et que le Campagnol nordique domine nettement le Campagnol des hauteurs. Enfin, cet épisode glaciaire semble régresser particulièrement rapidement en même temps que les Rongeurs sylvicoles se redéveloppent tout aussi brusquement, au point qu'il semble qu'il y ait un certain télescopage de microfaunes en H et I 13 (Fig. 9).

Les caractéristiques de cette biozone et l'évolution des fréquences telle qu'elle apparaît sur les diagrammes microfauniques sont très analogues à celles de la biozone 4 précédemment définie en C4. Il est à noter qu'en C4 également, l'extension principale du Lemming à collier est effectivement précédée par l'acmé du Lemming des steppes.

2. 2e biozone (Couches 4 supérieure et 3 ?)

Sur les deux diagrammes microfauniques (de -385 à -355 en H et I 12; de -380 à -370 en H et I 13) (Fig. 8 et 9), le début de la biozone suivante se définit nettement par la diminution brusque des fréquences des Rongeurs non-autochtones jusqu'à leur complète disparition, ainsi que par la brusque augmentation des fréquences des Rongeurs tempérés sylvicoles et la réapparition discrète, mais significative des Insectivores et Chiroptères. De toute évidence, la deuxième biozone correspond à un réchauffement important du climat favorisant le redéveloppement des milieux forestiers qui restent néanmoins dominés par les espaces découverts herbeux.

Cette biozone, qui correspond sans aucun doute à la biozone 5 de C4, pourrait éventuellement se prolonger dans la couche 3 puisque, dans les échantillons microfauniques correspondants, les Rongeurs non-autochtones sont pratiquement inexistants (Fig. 8 et 9); il faut toutefois rester prudent vu la petitesse des échantillons (Tabl. 5 et 7). Notons encore que les Rongeurs tempérés sylvicoles et les Insectivores semblent disparaître dans la couche 3 et que ce fait évoque remarquablement la régression de ces Micromammifères dans la dernière phase «c» de la biozone 5 en C4.

Dans le détail, en H et I 12 (Fig. 8), la régression des Rongeurs sylvicoles à -365 cm pourrait éventuellement correspondre à la phase stadiaire «b» de la biozone 5 en C4. Notons encore que le Lemming à collier figuré à -375 cm a été recueilli en fait dans la partie inférieure de cet échantillon et illustre donc la fin de l'épisode glaciaire de la biozone précédente. Quant aux carrés H et I 13 (Fig. 9), ils sont caractérisés par la

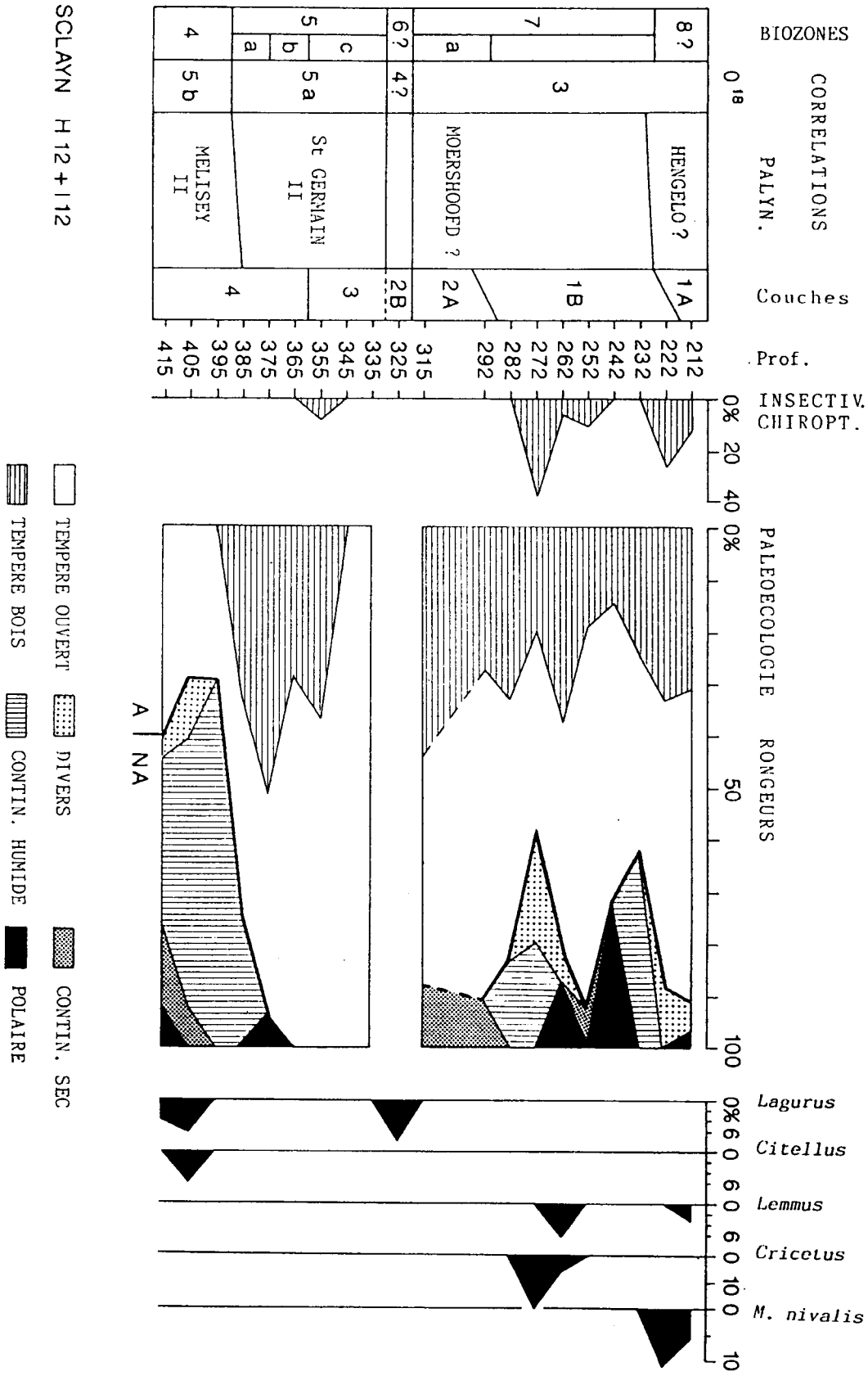

Figure 8 : Diagramme microfaunique de la colonne biostratigraphique en H et I 12 de la grotte Scladina. Signification des différentes parties du diagramme: voyez le texte (Introduction). Le tracé est fonction de la profondeur moyenne de chacun des prélèvements.

réapparition d'un Spermophile *(Citellus* sp.) vers -360 cm (partie inférieure), juste après le grand pic de fréquence des Rongeurs sylvicoles; cette situation évoque cette fois la phase «a» de la biozone 5 en C4 qui est caractérisée également par une petite phase migratoire de ce rongeur adapté aux steppes herbeuses continentales, surtout en milieu loessique.

3. Le problème de la couche 2B

La couche 2B étant peu épaisse et peu riche en microfaune (Tabl. 5 et 7), elle reste difficile à interpréter. L'apparente absence de Rongeurs sylvicoles alliée à la présence du Lemming des steppes *(Lagurus lagurus)* en I 12 pourrait suggérer un rapprochement avec la biozone 6 définie en C4. D'ailleurs, ces deux caractéristiques microfauniques opposent ces échantillons à ceux de la couche 2 A, puisque les associations de la base de cette dernière semblent, au contraire, définies par des fréquences élevées de Campagnol roussâtre (16 à 44 %) et une absence totale du Lemming des steppes.

Un hiatus stratigraphique pourrait donc exister entre ces deux couches. Toutefois, la faiblesse des effectifs microfauniques dans tous ces échantillons nous oblige à rester prudent.

4. 3e biozone (Couches 2A ? et 1B)

Les couches supérieures à la couche 2B présentent, du point de vue microfaunique, un manque évident d'homogénéité et même d'importantes contradictions. Ce problème a été évoqué dans le paragraphe V.A. Néanmoins, il est quand même possible d'envisager, avec beaucoup de prudence, quelques hypothèses globales en recherchant les points communs entre les deux diagrammes (Fig. 8 et 9).

La troisième biozone semble être caractérisée par une importance variable des Rongeurs non-autochtones et par des taux parfois élevés de Lemming à collier dès la fin de la couche 2A en I 13 et jusque dans la partie supérieure de la couche 1B en H 12. Cette biozone correspond sans conteste à une période climatique assez froide à très froide. Elle est encore individualisée dans les deux diagrammes par la présence du grand Hamster *(Cricetus cricetus)* dans la couche 1B (environ -260 cm). Il faut encore noter que les fréquences du Campagnol terrestre et du Campagnol nordique, qui donnent une certaine estimation de l'importance des milieux humides à marécageux et donc de l'humidité relative du climat, sont assez à fort élevées.

Vu sa position relative et les corrélations stratigraphiques entre les couches de la «terrasse» et celles de la grotte, cette troisième biozone devrait correspondre à la biozone 7 définie en C4. Toutefois, elle s'oppose à celle-ci par l'absence apparente du Lemming des steppes *(Lagurus lagurus)* et du Lièvre siffleur *(Ochotona pusilla)*; corrélativement, ces biozones se contredisent encore par le caractère humide du climat en H et I ou aride en C4. La petitesse des échantillons microfauniques en H et en I ne permet peut-être pas de déceler l'existence de ces espèces particulières, qui restent discrètes en C4.

Dans le détail, cette biozone semble débuter par une phase relativement peu rigoureuse dans une bonne part de la couche 2A (phase «a»); en effet, les Lemmings semblent absents et les Rongeurs continentaux froids peuvent être peu représentés comme en H et I 12 (9,3 à 11,1 %); en outre, la base de la couche 2A en H 13 semble bien démontrer la présence du Campagnol roussâtre, d'Insectivores et de Chiroptères (Fig. 9), ce qui correspondrait bien à une phase moins rigoureuse du climat glaciaire. Par la suite, le climat devient sans doute nettement plus rigoureux comme l'attestent les fréquences élevées du Lemming à collier (jusqu'à près de 30 %) et l'augmentation des Rongeurs non-autochtones. Cette période glaciaire, qui paraît complexe, semble débuter dans la partie supérieure de la couche 2A et se terminer dans la moitié supérieure de la couche 1B.

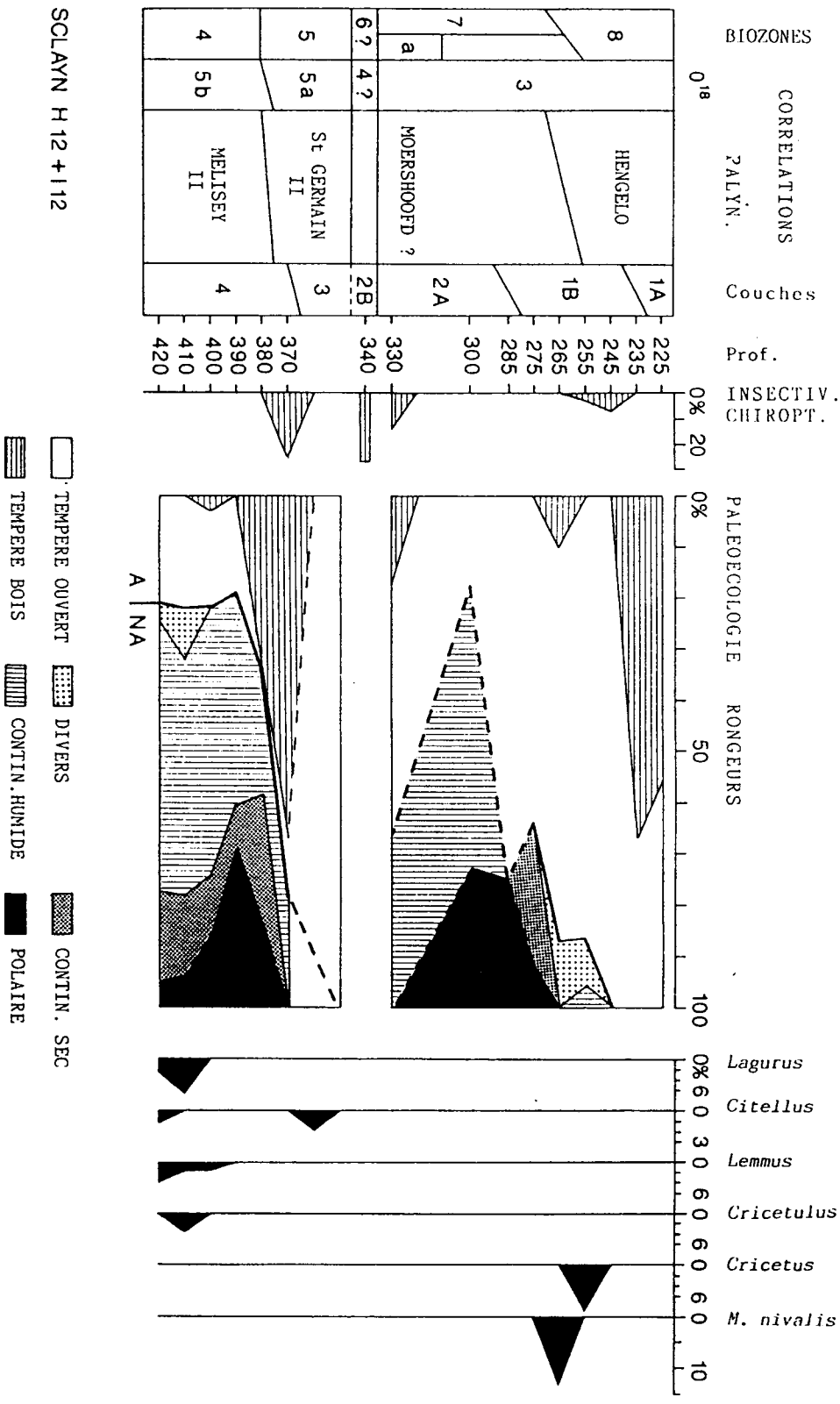

Figure 9 : Diagramme microfaunique de la colonne biostratigraphique en H et I 13 de la grotte Scladina. Signification des différentes parties du diagramme: voyez le texte (Introduction). Le tracé est fonction de la profondeur moyenne de chacun des prélèvements.

5. 4e biozone (Partie supérieure de la couche 1B et base de la couche 1A)

A partir de -230 cm en H et I 12 et de -265 cm en H et I 13, une nouvelle biozone se distingue par la disparition complète du Lemming à collier, par la régression rapide des Rongeurs allochtones, voire leur apparente disparition en H et I 13, et par le développement des Rongeurs sylvicoles et, dans une moindre mesure, des Insectivores et Chiroptères (Fig. 8 et 9). Cette biozone correspond de toute évidence à un interstade climatique très accusé et peut être corrélée logiquement à la biozone 8 définie en C4. Il faut encore noter que, dans les trois séquences biostratigraphiques, se trouve associé à cette biozone le développement d'une petite population de Campagnol des neiges *(Microtus nivalis)* qui pourrait témoigner de conditions climatiques quelque peu montagnardes et relativement humides.

Enfin, l'apparition du Lemming des toundras *(Lemmus lemmus)* en I 12 vers -210 cm (Fig. 8) pourrait éventuellement être considérée comme un premier élément annonciateur d'une nouvelle dégradation climatique correspondant à la biozone 9 définie en C4.

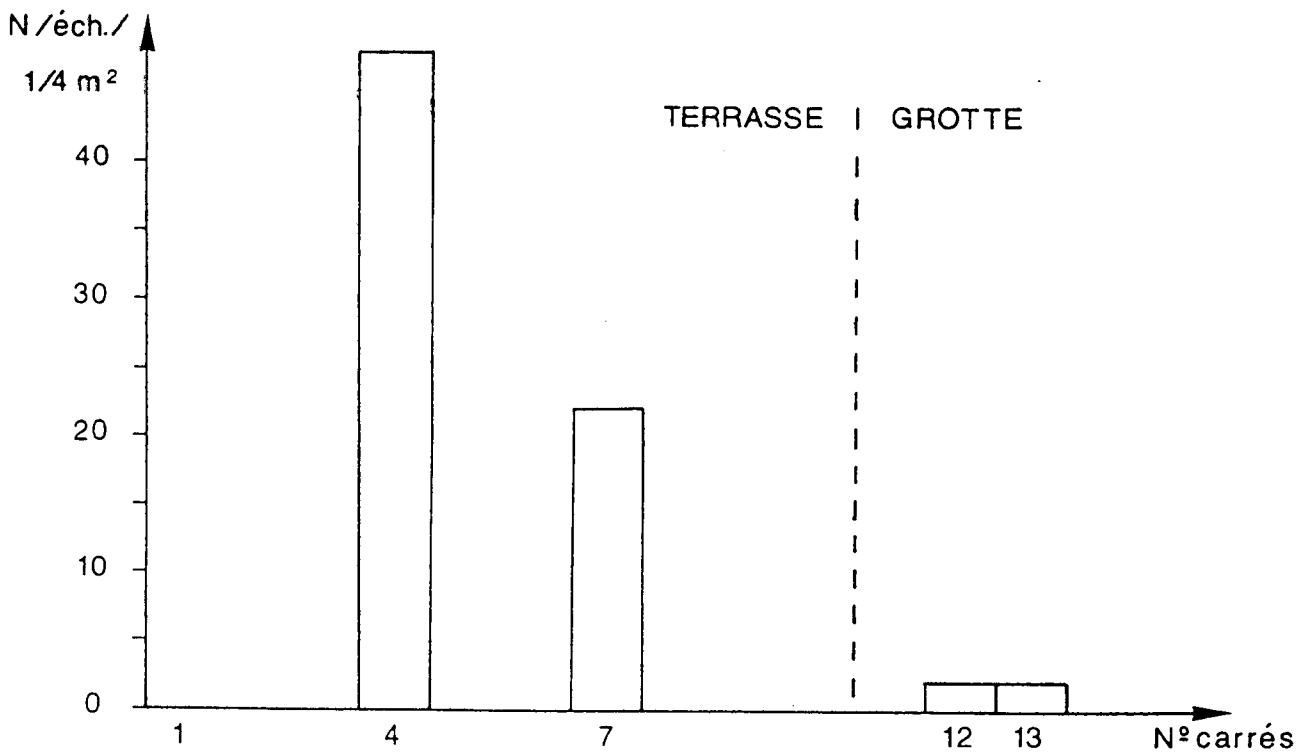

Figure 10 : Histogramme représentant le nombre moyen de molaires de micromammifères identifiées par échantillon et par quart de mètre carré en fonction de l'emplacement des colonnes biostratigraphiques étudiées (N° des carrés).

VI. INTERPRETATIONS

A. Taphonomie

Les restes de Micromammifères proviennent probablement, dans des proportions variées, de cadavres d'animaux morts sur place, de proies de petits Carnivores et surtout de proies d'Oiseaux Rapaces. En se référant aux chiffres donnés précédemment dans cet article pour chaque colonne biostratigraphique, il est intéressant de noter que la richesse en microfaune diminue sensiblement des dépôts de «terrasse» aux dépôts de la grotte proprement dite (Fig. 10). Cette diminution progressive doit sans doute être liée à la position relative des carrés échantillonnés par rapport à l'entrée primitive. En effet, l'endroit le plus favorable pour l'accumulation de restes de microfaune se situe dans les environs immédiats du porche d'entrée: d'une part, les animaux morts naturellement vivaient sur le devant de la grotte de l'époque et d'autre part, les Oiseaux Rapaces nichaient dans le porche et se postaient sur le rocher surplombant l'entrée primitive. Ainsi, il est probable que l'entrée de la grotte à l'époque du dépôt des fossiles se situait aux environs des carrés 4, là où les couches sont les plus fossilifères, et non au niveau des carrés 10 et 11 dans la situation actuelle.

Au niveau de la colonne biostratigraphique en F7, notons encore la rareté voire l'absence de fossiles de Micromammifères à partir de la couche VIII. Il est possible que ce phénomène soit dû en partie au passage à de nouveaux types de dépôts qui se seraient sédimentés dans une partie de la grotte assez éloignée de l'entrée. D'ailleurs, la palynologie met en évidence un hiatus entre les couches VIII et VII (Bastin, 1992) et les couches VIII à XIII se situent visiblement dans une galerie inférieure dont le toit s'est effondré (Haesaerts, 1992).

B. Bio- et lithostratigraphie

Au delà de la continuité des couches de la «terrasse» à la grotte (Deblaere et Gullentops, 1986), les corrélations biostratigraphiques entre les séquences en C4 et en H-I 12-13 mettent bien en évidence la contemporanéité relative des couches V et 4, IV et 3, III et 2B, I et 1B, IA et 1A (Fig. 11).

D'autre part, l'analyse détaillée des différentes séquences montre qu'il n'y a pas nécessairement coïncidence entre les limites biostratigraphiques et les limites lithostratigraphiques (Fig. 11). D'ailleurs, le plus souvent, il n'y a pas de correspondance étroite et les unités lithostratigraphiques peuvent même receler des associations microfauniques définissant des épisodes climatiques tout à fait différents, comme dans le cas des couches V, VB et 4. Ces constats soulignent les imprécisions voire les confusions qui peuvent découler de toute forme de prélèvement basé exclusivement sur la lithostratigraphie et confirment le bien-fondé d'un prélèvement décimétrique (ou inférieur) et en continu des couches.

Enfin, les corrélations biostratigraphiques entre les différentes séquences indiquent que les limites des biozones ne correspondent pas toujours aux mêmes épaisseurs de couches (Fig. 11). Ainsi, par exemple, la biozone 3 découpe différemment les couches VI et VB en C4 et F7; d'autre part, la base des biozones 4 et 8 ne se positionne pas de la même manière dans la couche 4 et la couche 1B en H-I 12 et H-I 13. Au delà des imprécisions dues à la méthode de prélèvement et aux aléas de l'échantillonnage, ces observations mettent sans doute en évidence les variations spatiales de la vitesse et du volume de la sédimentation.

Tous ces éléments portent bien entendu à conséquence. Sur le plan archéologique, il sera indispensable de tenir compte de la position en profondeur des artefacts au sein d'une couche pour définir exactement le type d'environnement auquel se rattache l'occupation préhistorique; c'est en particulier le cas de l'occupation moustérienne de la couche VB. Sur le plan des macrorestes fauniques, il serait tout aussi indispensable de connaître les

coordonnées spatiales des fossiles pour pouvoir résoudre l'hétérogénéité potentielle de chaque couche lithologique. La mosaïque d'espèces décelée dans la couche VB et la coexistence d'espèces écologiquement incompatibles dans la couche V (Simonet, 1992) sont sans doute des données faussées découlant d'un prélèvement macrofaunique trop sommaire à l'échelle des couches lithostratigraphiques.

C. Parallélisme avec les autres disciplines biostratigraphiques

Comme cela avait déjà été souligné dans la première publication (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986), les épisodes climatiques déduits de l'interprétation des associations microfauniques sont tout à fait semblables à ceux mis en évidence indépendamment par la palynologie (Bastin, 1992). Leur nombre, leurs caractéristiques et leur succession stratigraphique se correspondent parfaitement. Dans certains cas favorables, comme les couches VI et VB en C4, la correspondance est même perçue dans le détail des phases climatiques.

Ce parallélisme étroit entre les résultats de l'analyse microfaunique et ceux de l'analyse palynologique démontre définitivement la validité de la première méthode (Chaline, 1977a). En outre, il atteste le degré de précision remarquable que ce type d'étude biostratigraphique peut atteindre et cela, malgré la faiblesse occasionnelle des effectifs microfauniques. Les nouvelles règles méthodologiques adoptées ici ont probablement contribué à l'obtention d'une telle qualité.

Il faut toutefois noter l'existence de quelques divergences d'interprétation entre la micropaléozoologie et la palynologie dans le cas des analyses de Sclayn. Vraisemblablement, ces divergences sont surtout liées à une certaine subjectivité dans la définition des limites des épisodes climatiques et à de probables petits diachronismes entre les réponses du milieu végétal et celles du milieu animal à de mêmes phénomènes climatiques.

En premier lieu, dans le cas de la couche VII en C4 (Fig. 5), malgré une diminution globale des Rongeurs allochtones tout au long de cette couche, je considère que la dernière phase «c» de la biozone 2 correspond encore à un stade glaciaire en dépit du début d'un redéploiement des Rongeurs sylvicoles. En effet, les Rongeurs allochtones constituent encore environ 40 % de la microfaune et le Lemming à collier est encore présent au début de cette phase. Dans l'interprétation palynologique (Bastin, 1992), cette phase s'inscrit dans le cours d'un net adoucissement climatique qui débuterait déjà dans la moitié supérieure de la couche VII, c'est-à-dire en correspondance avec la phase «b» interstadiaire de la biozone 2 décrite par la microfaune.

En second lieu, dans le cas du second grand épisode tempéré, l'analyse microfaunique en C4 (Fig. 4) et H-I 12-13 (Fig. 7 et 8) indique assez clairement que son début correspond à la moitié supérieure de la couche V (V ocre) ou de la couche 4, alors que l'analyse palynologique le situe plutôt à la base de la couche V.

Enfin, le parallélisme entre l'analyse microfaunique et celle fondée sur les associations de Macromammifères (Simonet, 1992) paraît globalement très positif. Les quelques divergences d'interprétation paléoécologique peuvent facilement s'expliquer par l'hétérogénéité des couches du point de vue climatique, hétérogénéité dont les fouilleurs n'ont pas tenu compte lors de la récolte des restes de grands Mammifères. La composition assez éclectique voire contradictoire de certaines associations macrofauniques, comme dans les couches VB et V (Simonet, 1992), peut sans doute s'expliquer en grande partie par les caractéristiques de la fouille.

Une première divergence apparente concerne la couche VB qui renferme l'occupation moustérienne principale. Dans cette couche, l'étude de la macrofaune fait apparaître «une mosaïque d'espèces» qui évoque une dégradation relative du climat dans la suite logique de l'épisode tempéré précédent (Simonet, 1992). Le seul échantillon microfaunique

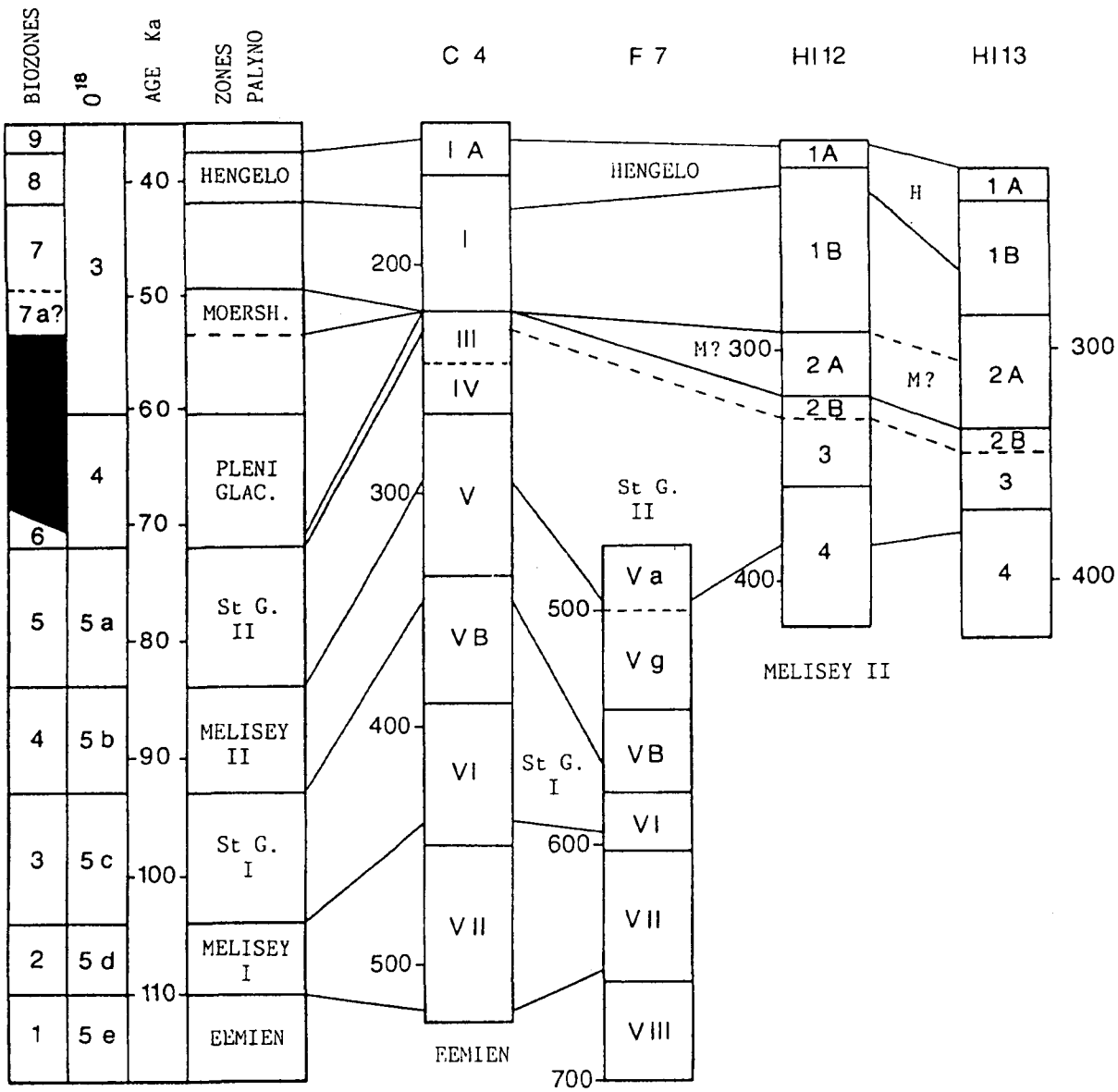

Figure 11 : Corrélation biostratigraphique des différentes colonnes sédimentaires qui ont été utilisées pour la recherche de la microfaune. Les colonnes sont représentées à la même échelle (profondeurs indiquées en cm), mais pas nécessairement à la même altimétrie (pour des raisons graphiques). Le tracé de la partie gauche du tableau est fonction de la chronologie du Pléistocène supérieur (Imbrie et al., 1984; Guiot et al., 1989).

significatif décrit en F7 dans la moitié supérieure de la couche VB (Fig. 2) paraissait s'opposer à cette interprétation et indiquer le début d'une période glaciaire déjà assez marquée (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986). Toutefois, la séquence plus complète en C4 (Fig. 4) corrige cette première impression et montre qu'une part importante de la couche VB correspond bien à la dégradation climatique de la période tempérée et qu'il faut attendre la partie sommitale de la même couche pour voir se développer la nouvelle période glaciaire marquée par le développement du Lemming à collier. De toute manière, intrinsèquement, la couche VB n'est pas homogène d'un point de vue climatique.

Un problème analogue existe pour les couches 1B et I qui paraissent également hétérogènes paléoécologiquement sur la base des analyses microfauniques (Fig. 4, 8 et 9). Dans ce cas, la macrofaune, qui présente d'évidentes caractéristiques interstadiaires, pourrait essentiellement provenir de la partie supérieure de la couche 1B.

D. Chronostratigraphie

Dans le cadre de ce travail, les corrélations chronostratigraphiques ont été établies en priorité avec les stades isotopiques des enregistrements océaniques (Emiliani, 1955; Shackleton, 1969) et avec les palynozones qui, dans le domaine continental, offrent parfois une précision plus grande, en particulier pour les périodes correspondant aux stades isotopiques 4 et 3 qui nous occupent en partie ici. Sur le plan de la nomenclature des palynozones, je me référerai aux travaux de Woillard (1978 et 1982), Leroi-Gourhan et Renault-Miskovsky (1977 et 1981). Quant à la chronologie absolue, elle correspond à l'échelle des temps SPECMAP (Imbrie *et al.*, 1984) adoptée également par Guiot, Pons, de Beaulieu et Reille (1989) dans la reconstitution du climat à partir des enregistrements polliniques de la Grande Pile et des Echets.

L'interprétation chronostratigraphique des séquences paléoclimatiques déduites des différentes analyses microfauniques reste globalement identique à celle déjà publiée précédemment (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986).

Un premier point d'ancrage concerne la biozone 1 de la couche VIII. En effet, l'analyse palynologique des couches XI à VIII démontre le caractère interglaciaire du climat et la signature du début de l'Eemien *sensu stricto* (Bastin, 1992). Les datations $^{230}Th/^{234}U$ du plancher stalagmitique SCPL1-CC6 sont tout à fait cohérentes avec cette attribution au stade isotopique 5e (Gewelt, Schwarcz et Szabo, 1992).

L'ancrage de la séquence la plus ancienne (couches VII à III, couches 4 à 2B)(Fig. 11 et 12) se fonde sur l'association de plusieurs critères. Le premier d'entre eux a trait, bien entendu, à la définition et à la succession des phases climatiques définies par l'analyse paléoécologique des microfaunes et en particulier à l'aspect très tempéré voire interglaciaire des biozones 3 et 5, qui est encore souligné par les analyses palynologiques correspondantes (Bastin, 1992). D'autre part, les datations radiométriques indiquent clairement que les planchers stalagmitiques correspondant aux couches 4 et 3 (équivalentes aux couches V et IV en «terrasse») sont à rapporter au stade isotopique 5 (Gewelt, Schwarcz et Szabo 1992). En tenant compte de tous ces éléments et du premier point d'ancrage, il semble évident que les deux biozones tempérées 3 et 5 d'aspect interglaciaire, qui suivent l'Eemien *sensu stricto*, doivent être corrélées aux stades isotopiques 5c et 5a, c'est-à-dire aux palynozones de Saint-Germain I et Saint-Germain II. Dans la même optique, les biozones glaciaires 2 et 4, qui séparent nettement les trois biozones tempérées précédentes, sont évidemment corrélées aux stades isotopiques 5d et 5b, c'est-à-dire aux palynozones de Melisey I et Melisey II.

Le petit stade glaciaire «b» de la biozone 5 reconnu en C4 (Fig. 5) pourrait éventuellement conduire à une interprétation qui viendrait quelque peu compliquer la précédente. En effet, on pourrait envisager que cet épisode soit l'équivalent d'un des coups de froid initialisant la phase pléniglaciaire du stade isotopique 4 et appartenant au début de la palynozone de Lanterne I. Dans le cadre de cette hypothèse, la biozone 5c pourrait être corrélée à la palynozone d'Ognon I de la Grande Pile (Woillard, 1978). Ce modèle n'a pas

été retenu ici pour deux raisons: d'une part, il impliquerait une sédimentation particulièrement faible dans le cas du stade 5a, qui se réduirait à une portion de couche stratigraphique; d'autre part, la disjonction relevée entre les datations radiométriques du plancher stalagmitique CC4 et les interprétations paléontologiques de la couche 4 (Gewelt, Schwarcz et Szabo, 1992) ne ferait que s'amplifier. Dès lors, dans le modèle chronostratigraphique choisi ici, seule la biozone 6 pourrait éventuellement correspondre au début de Lanterne I.

Dans la première étude (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986), j'avais également utilisé la migration du Lemming des steppes *(Lagurus lagurus)* comme argument pour corréler la biozone 4 au début de la dernière glaciation (Jánossy, 1960 et 1986; Chaline, 1972 et 1977b; Chaline et Monnier, 1976; Nadachowski, 1982). Toutefois, cet argument n'est plus déterminant puisque nos résultats démontrent que le Lemming des steppes a effectué au moins trois immigrations en Europe occidentale au cours du Pléistocène supérieur et que l'une de ces phases migratoires se produit au cours de l'Interpléniglaciaire, juste avant l'interstade d'Hengelo (Fig. 5).

Enfin, l'ancrage de la séquence biostratigraphique terminale (couches I à IA, couches 1B à 1A) est fondé essentiellement sur la datation ^{14}C d'ossements provenant de la couche archéologique IA, qui est de 38.560 +/- 1500 BP (Gilot, 1992). Compte tenu que la base de la couche IA correspond, avec la partie supérieure de la couche I, à une biozone de type interstadiaire, il est logique de corréler cette biozone 8 à l'interstade d'Hengelo, qui est probablement l'équivalent du premier terme tempéré de l'interstade würmien (Laville, Paquereau et Bricker, 1985). En conséquence, le stade glaciaire de la biozone 7 peut être corrélé à une phase froide du stade isotopique 3.

Il existe donc une discontinuité flagrante entre les deux séquences paléoclimatiques (Fig. 11 et 12), qui est d'ailleurs matérialisée par une lacune sédimentaire entre les couches III et I dans les dépôts de «terrasse» (Deblaere et Gullentops, 1986; Haesaerts, 1992). La couche 2A dans la grotte vient combler en partie cette lacune (Fig. 7). Malheureusement, la faiblesse des effectifs et les bioturbations altèrent la définition paléoécologique des associations microfauniques. Néanmoins, l'apparente opposition entre la microfaune de la couche 2B et celle de la couche 2A (cf. paragraphe V.B.3) semble indiquer l'existence d'un nouvel hiatus chronologique. Dès lors, en rattachant les associations microfauniques de la couche 2A à la séquence biostratigraphique terminale (Fig. 8, 9 et 11), il est possible de corréler hypothétiquement la biozone 7a, qui n'apparaît pas franchement glaciaire, à la fin du complexe interstadiaire de Moershoofd.

E. Biocorrélations

En Europe occidentale, la principale biozonation paléoclimatique a été élaborée en France par Chaline (1972) et complétée récemment par la thèse de Marquet (1989).

Dans la première publication sur la microfaune de Sclayn (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986), j'avais tiré argument de la migration ponctuelle du *Lagurus lagurus* pour corréler la biozonation de Sclayn avec celle du Würm ancien de France définie en particulier à partir des associations microfauniques de la grotte du Régourdou (Simard-Pélissier, 1966; Chaline, 1972). Puisqu'il apparaît maintenant que le Lemming des steppes a migré au moins trois fois en Belgique au cours du Pléistocène supérieur, ce point d'ajustement des deux biozonations n'a plus de valeur absolue. Néanmoins, compte tenu des caractéristiques écologiques des biozones de Chaline (1972 et 1977 b) et de leur attribution au Würm I, je maintiens le même schéma de corrélation que j'avais publié précédemment. Ainsi, la biozone 2 de Sclayn, froide et humide, correspondrait au stade de Santenay; la biozone 3 tempérée à l'interstade du Régourdou 7; la biozone 4, froide et aride, caractérisée par la première migration du *Lagurus*, au stade steppique du Régourdou 4; enfin, la biozone 5 tempérée à l'interstade du Régourdou 2.

Ce modèle de biocorrélation permet, entre autres, de proposer une datation relative plus précise des biozones françaises du Würm I. Le stade de Santenay correspondrait au stade isotopique 5d, l'interstade du Régourdou 7 au stade 5c, le stade steppique du Régourdou 4 au stade 5b et l'interstade du Régourdou 2 au stade 5a. Cet essai de chronocorrélation s'oppose quelque peu à celui proposé par Marquet (1989), qui corrèle la phase migratoire du Lemming des steppes et donc le stade steppique du Régourdou 4 avec le stade isotopique 4. A mon sens, cette dernière hypothèse explique assez mal l'existence d'un «interstade» très tempéré (Régourdou 2) après le stade steppique à *Lagurus*, alors que le modèle de Sclayn l'explique logiquement. Il n'empêche qu'une nouvelle phase migratoire du Lemming des steppes semble bien exister en Belgique au tout début du stade isotopique 4 (Fig. 5).

Enfin, la biostratigraphie de la grotte de Sclayn montre que le Pléistocène supérieur ancien a été émaillé de diverses migrations parfois répétitives (Fig. 12), ce qui contraste avec la seule phase migratoire mise en évidence dans le domaine atlantique français en correspondance avec le stade isotopique 4 (Marquet, 1989). Cette divergence illustre très probablement les différences paléoécologiques et biogéographiques régionales qui résultent des différences de latitude et de longitude des régions étudiées et de l'influence climatique de la proximité de l'océan dans le domaine atlantique français.

F. Discrimination des oscillations climatiques

L'approfondissement des analyses et leur extension à des colonnes biostratigraphiques plus riches et plus complètes comme celle en C4 (Fig. 5) confirment plusieurs hypothèses climatiques qui avaient déjà été exprimées dans l'étude préliminaire de la microfaune (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986).

1. Dégradation progressive du climat

La première phase froide (Biozone 2, Melisey I, stade 5d) semble marquée par un climat de type sub-arctique humide où la présence du Lemming à collier reste encore fort réduite (< 5%). La deuxième phase froide (Biozone 4, Melisey II, stade 5c) est davantage caractérisée par un climat plus arctique et plus sec, où l'importance du Lemming à collier double et dépasse légèrement les 10% de représentativité. Enfin, la troisième phase glaciaire, qui se situe dans l'Interpléniglaciaire, est encore plus rigoureuse au vu de l'importance des Rongeurs allochtones et plus spécialement du Lemming à collier qui peut dépasser largement les 20%.

2. Continentalisation du climat

En parallèle avec l'augmentation de l'ampleur des phases glaciaires, qui se traduit par la représentativité de plus en plus marquée des Rongeurs allochtones et du Lemming à collier, le climat se continentalise progressivement.

La continentalisation débute déjà au cours du premier épisode glaciaire (Biozone 2, Melisey I) comme l'indiquent une première immigration du Hamster migrateur *(Cricetulus migratorius)* typique des milieux continentaux steppiques (Fig. 3) et la diminution rapide et significative des Rongeurs de milieux humides tels que le Campagnol terrestre *(Arvicola terrestris)* et le Campagnol nordique *(Microtus oeconomus)* (Fig. 6). Elle se poursuit au cours de l'épisode tempéré suivant (Biozone 3, Saint-Germain I) par une très faible représentativité des Rongeurs de milieux humides (Fig. 6) et par une première migration du Lièvre siffleur *(Ochotona pusilla)* caractéristique des steppes d'Asie centrale (Fig. 4). Le deuxième épisode glaciaire (Biozone 4, Melisey II) semble être caractérisé par un climat tout à fait continental et aride, comme en témoigne le cortège des espèces typiques des steppes eurasiatiques (Corbet, 1978) (Fig. 3, 5, 7 et 8): le Lemming des steppes *(Lagurus lagurus)*, le Spermophile *(Citellus* sp.), le Hamster migrateur et éventuellement le Lièvre siffleur. Le début de la période tempérée suivante (Biozone 5, Saint-Germain II) est encore marqué par des fréquences relativement basses des Rongeurs de milieux humides (Fig. 6) et

par la persistance du Lièvre siffleur et du Spermophile. Enfin, après une courte augmentation de l'humidité (Fig. 6), la séquence s'achève par le retour du *Lagurus*, qui témoigne d'une nouvelle phase climatique aride.

Cette continentalisation n'est pas nécessairement la conséquence directe de l'abaissement de la température globale puisqu'elle est observée aussi bien durant les périodes froides que les périodes tempérées. Elle serait plutôt la conséquence d'un changement de régime météorologique (circulation générale, champ de pression atmosphérique, vents...) qui supprimerait l'influence prédominante des courants d'ouest d'origine maritime.

3. Interglaciaires ou interstadiaires ?

Dans l'étude préliminaire (Bastin, Cordy, Gewelt et Otte, 1986), j'avais insisté sur le fait que les phases tempérées correspondant aux biozones 3 et 5 après l'Eemien *sensu stricto* présentaient un aspect interglaciaire et non interstadiaire. La riche séquence en C4 (Fig. 5 et 6) permet maintenant d'approfondir et de nuancer ce jugement.

Il est clair que l'importance des Rongeurs sylvicoles, qui peuvent atteindre 30 % de représentativité, le développement relatif des Insectivores et des Chiroptères, qui représentent jusqu'à 10 % de la microfaune, et la faiblesse ou l'absence des Rongeurs allochtones sont autant de critères pour souligner le caractère nettement tempéré de ces deux épisodes. A cela, il faut encore ajouter la présence du Campagnol souterrain *(Pitymys subterraneus)*, dont l'extension septentrionale actuelle ne dépasse pas le 52e parallèle environ (Corbet, 1978).

Il faut toutefois nuancer cette première impression. En effet, au cours de l'Holocène, qui peut servir d'étalon pour établir la définition d'un interglaciaire, il n'est pas exceptionnel que les Rongeurs sylvicoles forment les deux tiers de l'ensemble des Micromammifères. D'autre part, hormis durant le Préboréal ancien, les Rongeurs allochtones sont tout à fait inexistants. Dès lors, la relative faiblesse des Rongeurs sylvicoles et la persistance réduite, mais significative, de Rongeurs continentaux froids indiquent que Saint-Germain I et II ne sont pas strictement homologues à l'interglaciaire actuel.

La comparaison des diagrammes microfauniques des biozones 3 et 5 de Sclayn avec ceux correspondant aux interstades de Bölling et d'Alleröd en Belgique (Cordy, 1991 et 1992) indique cependant qu'à l'apogée de ces interstades les mieux marqués du Tardiglaciaire, les pourcentages de Rongeurs sylvicoles ne dépassent pas les 10 % et ceux des Rongeurs allochtones ne régressent pas en dessous des 20 %. Ceci montre bien que les épisodes tempérés rapportés ici à Saint-Germain I et II ne peuvent pas non plus être réduits à de simples interstades. En fait, ces périodes tempérées peuvent être considérées comme des réchauffements climatiques de grande ampleur et donc de type interglaciaire, mais altérés probablement par les effets de la continentalisation du climat. La moyenne annuelle des températures n'était pas nécessairement différente de celle de l'Eemien *sensu stricto* ou de l'Holocène, mais le facteur déterminant a probablement été la modification de l'amplitude des températures saisonnières et l'assèchement du climat.

VII. CONCLUSIONS

Les résultats obtenus par l'analyse des associations de Micromammifères dans la grotte Scladina sont extrêmement intéressants. Au niveau de ce gisement, ils fournissent un cadre biostratigraphique fort détaillé et précis de la chronologie des couches et des conditions paléoécologiques qui régnaient lors de leur dépôt (Fig. 12). En outre, ces résultats sont en très bon accord avec ceux qui ressortent des autres disciplines biostratigraphiques.

La biozonation obtenue a non seulement valeur dans le gisement de Sclayn, mais a également valeur de référence régionale et même internationale. En effet, pour l'Europe du nord-ouest, il s'agit du premier tableau climatostratigraphique aussi complet et précis, en particulier du Pléistocène supérieur ancien, qui est fondé sur l'étude des Micromammifères. En cela, le gisement de la grotte Scladina devient une référence dans le domaine de la biostratigraphie et de la paléobiogéographie des Rongeurs. En particulier, plusieurs biozones locales sont suffisamment documentées et bien décrites paléontologiquement pour définir, dans le cadre des analyses microfauniques, des climatozones, c'est-à-dire des zones climatiques d'importance à tout le moins régionale et qui peuvent être corrélées aux grands événements de la paléoclimatologie du Pléistocène supérieur (Fig. 12). Ces climatozones seront dénommées en fonction des couches stratigraphiques qui les définissent le mieux. Il s'agit du stade glaciaire de Sclayn VII (Biozone 2 = stade isotopique 5d), de l'interglaciaire de Sclayn VI (Biozone 3 = stade 5c), du stade glaciaire de Sclayn V grise (Biozone 4 = stade 5b), de l'interglaciaire de Sclayn V ocre (Biozone 5 = stade 5a), du stade glaciaire de Sclayn I (Biozone 7 = stade 3 entre Moershoofd et Hengelo) et de l'interstade de Sclayn IA (Biozone 8 = stade 3, interstade d'Hengelo ou des Tambourets) dont la définition microfaunique reste cependant imparfaite. Les autres biozones n'ont qu'une valeur locale en raison de leur définition imprécise, voire parfois hypothétique.

Sur le plan de la paléoclimatologie, cette étude semble mettre en évidence l'existence de phénomènes mineurs qui pourraient ne pas avoir été répertoriés jusqu'à présent par d'autres méthodes ou qui n'ont pu être corrélés avec assurance à des événements paléoclimatiques déjà connus. En attendant, il me paraît utile de les distinguer et de les dénommer en employant la toponymie locale. Il s'agit de l'interstade de Friet (Biozone 2b au sein du stade glaciaire de Sclayn VII = Melisey I), du stade de Renoster (Biozone 3b au sein de l'interglaciaire de Sclayn VI = Saint-Germain I) et du stade de Scladina (Biozone 5b au sein de l'interglaciaire de Sclayn V ocre = Saint-Germain II) (Fig. 12). La signification et l'ampleur réelle de ces épisodes paléoclimatiques devront être précisées ultérieurement par des analyses, microfauniques ou autres, dans des gisements quaternaires belges et étrangers.

Dans un cadre plus général, les résultats de cette étude démontrent définitivement que, dans de bonnes conditions méthodologiques, les analyses microfauniques peuvent être aussi performantes que les analyses palynologiques. La détermination spécifique des fossiles (et non, au mieux, générique en palynologie) pallie certainement à la relative faiblesse des effectifs.

Pour terminer, il est utile de résumer les résultats obtenus sur le plan paléoécologique et sur la définition schématique des biozones par l'énumération des événements paléoclimatiques reconnus (Fig. 12) :

1) Biozone 1: Eemien (Fin?)
Couche VIII et base de la couche VII
La pauvreté des échantillons microfauniques permet seulement d'envisager une période tempérée et un environnement boisé.

2) Biozone 2a: Melisey I (Optimum?)
Couche VII (Partie inférieure)
Climat de type continental froid et très humide. Environnement essentiellement de type ouvert, peut-être un peu toundroïde; vallée caractérisée par des zones inondées, voire marécageuses.
Les Rongeurs allochtones sont nettement majoritaires. *Microtus oeconomus* est de loin l'espèce la plus abondante et la présence de *Dicrostonyx gulielmi* (3 à 6,7 %) est significative.

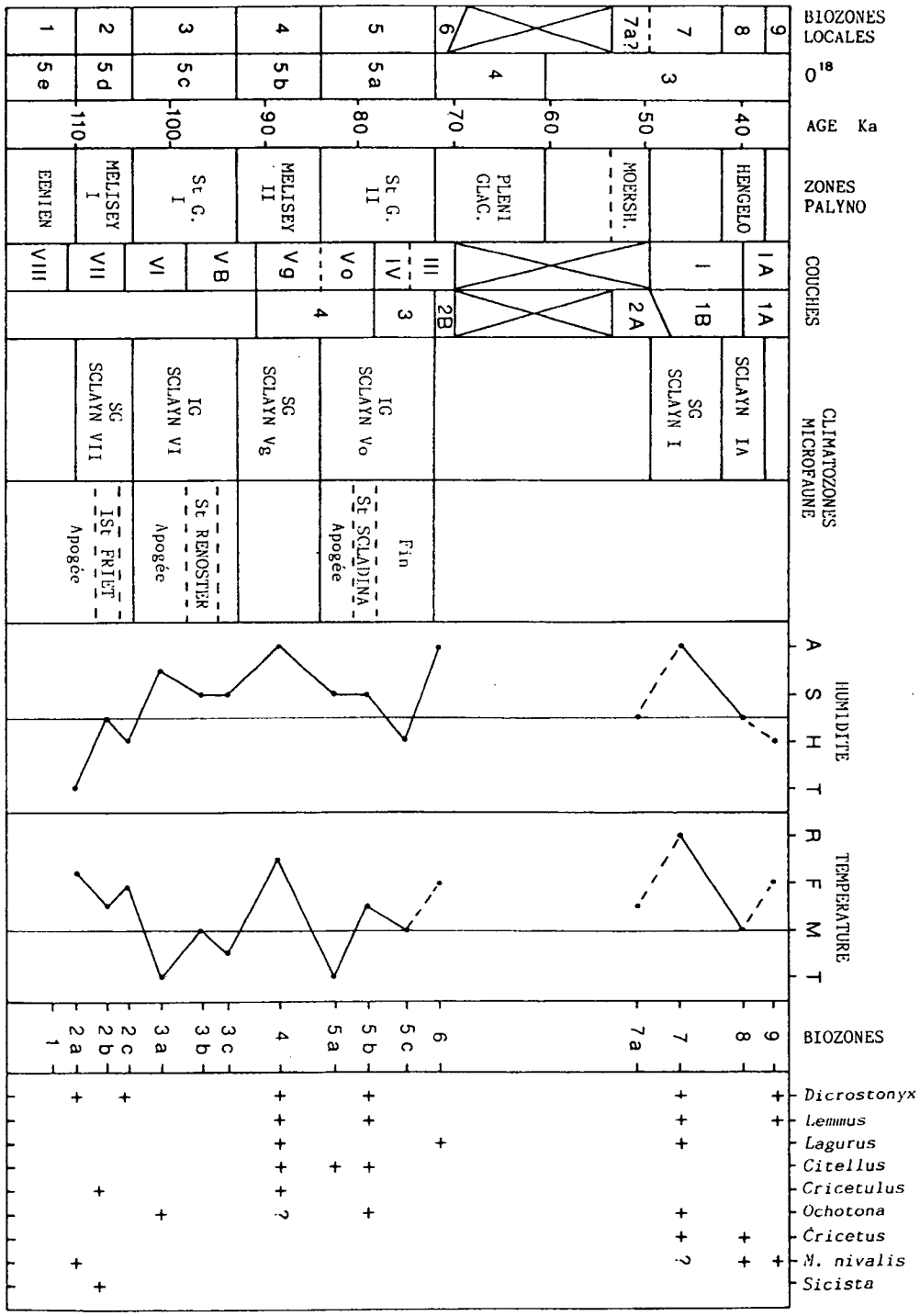

Figure 12 : Tableau synthétique global de biozonation microfaunique, de chronostratigraphie et d'interprétation paléoécologique. Le tracé est fonction de la chronologie du Pléistocène supérieur (Imbrie et al., 1984; Guiot et al., 1989). Humidité: A = aride; S = sec; H = humide; T = très humide. Température: R = rigoureux sub-polaire; F = froid; M = médium tempéré-froid; T = tempéré.

3) Biozone 2b: Melisey I (Interstade)
Couche VII (Partie moyenne)
Climat de type continental tempéré froid et humide. Environnement tout à fait dominé par des prairies, peut-être quelque peu steppiques; les milieux boisés se redéveloppent relativement peu.
Les Rongeurs autochtones sont nettement majoritaires. Le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* domine la microfaune et *Arvicola terrestris* en est le deuxième terme important. Une petite migration de *Cricetulus migratorius* et de *Sicista betulina* semble caractériser la fin de l'Interstade.

4) Biozone 2c: Melisey I (Fin)
Couche VII (Partie supérieure) et base de la couche VI
Climat de type continental froid et encore relativement humide. Environnement tout à fait dominé par des biotopes ouverts, éventuellement un peu toundroïdes.
Les Rongeurs allochtones sont quelque peu majoritaires. *Microtus oeconomus, Microtus gregalis* et le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* sont à peu près équivalents et forment l'essentiel de la microfaune.

5) Biozone 3a: Saint-Germain I (Apogée)
Couche VI
Climat de type tempéré à tendance continentale, marqué avant tout par la sécheresse. Environnement caractérisé par de grands espaces herbeux, quelque peu steppiques, et par le développement important des milieux boisés.
Les Rongeurs allochtones sont quasi ou totalement absents. Le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* est tout à fait prédominant. Le groupe des Rongeurs sylvicoles est deuxième en importance. Le plein développement de cet épisode est encore marqué par la présence de *Pitymys subterraneus* et son début est caractérisé par une migration d'*Ochotona pusilla.*

6) Biozone 3b: Saint-Germain I (Evénement stadiaire)
Couche VB (Partie inférieure)
Climat de type tempéré continental et sec. Environnement du même type que dans la phase précédente avec une légère régression des milieux boisés.
Les Rongeurs allochtones minoritaires sont significativement présents (près de 20 %). Le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* reste dominant et le groupe des Rongeurs sylvicoles deuxième en importance.

7) Biozone 3c: Saint-Germain I (Fin)
Couche VB (Partie moyenne à supérieure)
Climat de type tempéré à tendance continentale, relativement sec. Environnement de plus en plus dominé par les espaces herbeux, alors que les milieux boisés régressent. Les Rongeurs allochtones semblent quasi absents. Le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* est tout à fait prédominant.

8) Biozone 4: Melisey II
Couche VB (Partie supérieure) et surtout couche V (Moitié inférieure = Couche V grise) ou 4 (Partie inférieure et moyenne)

Climat de type continental froid à tendance polaire, sec à aride. Environnement tout à fait découvert, variant entre un paysage relativement toundroïde et un paysage de steppe aride.
Les Rongeurs allochtones sont tout à fait prédominants. *Microtus gregalis* devrait être l'espèce dominante. *Dicrostonyx gulielmi* peut atteindre 10 % de représentativité. Plusieurs migrations d'origine orientale individualisent cet épisode: *Lagurus lagurus* (la mieux attestée), *Citellus* sp., *Cricetulus migratorius* et sans doute *Ochotona pusilla*. On note encore la présence de *Lemmus lemmus*.

9) Biozone 5a: Saint-Germain II (Apogée)
Couche V (Partie supérieure = Couche V ocre) ou 4 (Partie supérieure)
Climat de type tempéré continental, encore relativement sec. Environnement caractérisé par de grands espaces herbeux, quelque peu steppiques, et par le développement important des milieux boisés.
La présence des Rongeurs allochtones est fortement réduite (< 15 %). Le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* est nettement prédominant et le groupe des Rongeurs sylvicoles est deuxième en importance. *Citellus* sp. semble persister au début de cette période.

10) Biozone 5b: Saint-Germain II (Evénement stadiaire)
Couche V ou 4 (Sommet) et (?) base de IV ou 3
Climat de type continental froid et encore un peu sec. Environnement nettement dominé par les biotopes de prairies, quelque peu steppiques, alors que les milieux boisés régressent.
Le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* reste clairement dominant. Les Rongeurs allochtones prennent de l'importance (près de 25 %) et, parmi eux, on note la présence significative du *Dicrostonyx gulielmi* (2,9 à 6,3 %). Enfin, ce petit stade glaciaire paraît individualisé par la migration de *Lemmus lemmus, Ochotona pusilla* et peut-être à nouveau de *Citellus* sp.

11) Biozone 5c: Saint-Germain II (Fin)
Couche IV ou 3 et couche III (Partie inférieure)
Climat de type continental tempéré froid, relativement humide à humide. Environnement de plus en plus dominé par les prairies plutôt humides au détriment des milieux boisés qui se réduisent considérablement.
Assez curieusement, malgré la dégradation du paysage, les Rongeurs allochtones paraissent quasiment ou totalement absents. *Arvicola terrestris* et le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* se partagent la domination absolue de la microfaune.

12) Biozone 6: ? Lanterne I (Début)
Couche III (Sommet) ou 2B
Les échantillons microfauniques étant très pauvres, seule la présence de *Lagurus lagurus* semble démontrer l'existence d'un climat de type continental, probablement tempéré froid à froid et avant tout sec à aride.

13) Biozone 7a: ? Moershoofd (Fin)
Couche 2A (Partie inférieure)

La faiblesse des effectifs microfauniques permet seulement d'envisager l'existence de la fin d'une période interstadiaire qui serait marquée par un état relativement minoritaire des Rongeurs allochtones.

14) Biozone 7: Stade glaciaire de l'Interpléniglaciaire
Couche 2A (Partie supérieure) et couche I ou 1B (Partie inférieure)
Climat de type continental froid à polaire et très sec. Environnement tout à fait découvert, variant entre un paysage de toundra et un paysage de steppe aride.
Les Rongeurs allochtones semblent dominer parfois très nettement la microfaune. Si l'on s'en tient à la colonne biostratigraphique principale en C4, *Microtus gregalis* représente clairement l'espèce majoritaire. En outre, *Dicrostonyx gulielmi* peut atteindre des fréquences proches de 25 % ou même supérieures. Enfin, cette phase climatique est caractérisée par une nouvelle migration de *Lagurus lagurus* et d'*Ochotona pusilla*. On note également la présence de *Cricetus cricetus* et de *Lemmus lemmus*.

15) Biozone 8: Interstade d'Hengelo (1er terme de l'interstade würmien)
Couche I ou 1B (Partie supérieure) et couche IA ou 1A (Partie inférieure)
Climat de type tempéré à tempéré froid avec de légères tendances continentales et relativement humide. Environnement clairement dominé par les espaces découverts herbeux, mais caractérisé également par un net redéveloppement des milieux boisés.
Les Rongeurs allochtones paraissent fort réduits (10 % maximum) ou absents. Le groupe du *Microtus arvalis-agrestis* semble nettement prédominer. La présence de *Microtus nivalis* au début et en fin de cet épisode semble indiquer des conditions climatiques quelque peu montagnardes.

16) Biozone 9: Début d'un stade glaciaire (2e terme de l'interstade würmien ?)
Couche IA ou 1A (Partie moyenne à supérieure ?)
Le nombre d'échantillons microfauniques et leur relative pauvreté n'autorisent pas de définition paléoécologique précise. Toutefois, la présence de *Dicrostonyx gulielmi* et de *Lemmus lemmus* inaugure sans conteste une nouvelle période climatique de type continental froid à polaire.

REMERCIEMENTS

Je remercie vivement M. Otte, directeur du chantier de fouilles de Sclayn, de m'avoir confié, pour étude, les matériaux microfauniques récoltés dans ce gisement et d'avoir mis à ma disposition le personnel adéquat pour le prélèvement et le lavage-tamisage des échantillons biostratigraphiques. A l'occasion de ce travail, j'ai pu apprécier en particulier les qualités de D. Mangon, technicien-fouilleur.

J'exprime également toute ma gratitude à mon collègue palynologue B. Bastin pour son aide extrêmement précieuse sur le terrain lors des échantillonnages biostratigraphiques et pour les discussions fructueuses que nous avons eues dans le cadre de nos recherches.

Je sais gré également à différents collègues des échanges d'informations dont j'ai pu profiter au cours de cette étude, en particulier à P. Simonet et M. Gewelt.

Enfin, à différents stades de ce travail, j'ai bénéficié de l'aide technique du personnel du Service d'Intervention en Paléontologie (TCT n° 6895): R. Fontaine et P. Hustinx pour le tri des microfaunes, F. Giraldo pour le graphisme et A. Taverna pour les travaux de secrétariat. C'est avec plaisir que je les remercie de leur efficacité.

BIBLIOGRAPHIE

AGADJANIAN, A.K. et KOENINGSWALD, W. v., 1977. Merkmalsverschiebung an den oberen Molaren von *Dicrostonyx* (Rodentia, Mammalia), im Jungquartär. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 153, 1 : 33-49.

BASTIN, B., 1992. Analyse pollinique des sédiments détritiques, des coprolithes et des concrétions stalagmitiques du site préhistorique de la grotte Scladina (Province de Namur, Belgique). *E.R.A.U.L.*, 27, Liège : 59-77.

BASTIN, B., CORDY, J.-M., GEWELT, M. et OTTE, M., 1986. Fluctuations climatiques enregistrées depuis 125.000 ans dans les couches de remplissage de la Grotte Scladina (Province de Namur, Belgique). *Bull. Assoc. Fr. Et. Quat.*, 2e sér., 25-26 : 168-177.

CHALINE, J., 1972. Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France. *Cahiers Paléontol.*, C.N.R.S. (éd.), Paris : 410 p.

CHALINE, J., 1977a. Les Rongeurs au pilori ? Analyse critique des reconstitutions paléoécologiques en microthériodontologie. *In* : LAVILLE, H. et RENAULT-MISKOVSKY, J. (éds), Approche écologique de l'Homme fossile. *Suppl. Bull. Assoc. Fr. Et. Quat.*, 47 : 75-81.

CHALINE, J., 1977b. Les Rongeurs et l'évolution des paysages et des climats au Pléistocène supérieur en France. *In* : LAVILLE, H. et RENAULT-MISKOVSKY, J. (éds), Approche écologique de l'Homme fossile. *Suppl. Bull. Assoc. Fr. Et. Quat.*, 47 : 161-170.

CHALINE, J. et MONNIER, J.-L., 1976. Une faune à *Lagurus* d'âge post-Brörup dans le site moustérien du Mont-Dol (Ille-et-Vilaine). *Bull. Assoc. Fr. Et. Quat.*, 47 : 95-98.

CORBET, G.B., 1978. *The Mammals of the Palaeartic Region : a taxonomic review.* Cornell Univ. Press, London : 314 p.

CORDY, J.-M., 1991. Palaeoecology of the Late Glacial and early Postglacial of Belgium and neighbouring areas. *In* : BARTON, N., ROBERTS, A.J. and ROE, D.A. (eds), The Late Glacial in north-west Europe. *C.B.A.Research Rep.*, 77 : 40-47.

CORDY, J.-M., 1992. Le contexte faunique du Magdalénien d'Europe du nord-ouest. *In : Le peuplement magdalénien.* Actes Colloque Chancelade, 10-15 oct. 1988. Doc. Préh., 2, C.T.H.S. (éd.), Paris : 165-175.

DEBLAERE, Chr. et GULLENTOPS, Fr., 1986. Lithostratigraphie de la grotte Scladina. *Bull. Assoc. Fr. Et. Quat.*, 2e sér., 25-26 : 178-181.

EMILIANI, C., 1955. Pleistocene temperatures. *Journ. Geol.*, 63, 6 : 538-578.

GEWELT, M., SCHWARCZ, H.P. et SZABO, B.J., 1992. Datations $^{230}Th/^{234}U$ et ^{14}C de concrétions stalagmitiques de la grotte Scladina. *E.R.A.U.L.*, 27, Liège : 159-172.

GILOT, E., 1992. Sclayn : Datation par ^{14}C du Moustérien final. *E.R.A.U.L.*, 27, Liège : 1973.

GUIOT, J., PONS, A., de BEAULIEU, J.-L. et REILLE, M., 1989. A 140,000-year continental climate reconstruction from two European pollen records. *Nature*, 338 : 309-313.

GULLENTOPS, Fr. et DEBLAERE, Chr., 1992. Erosion et remplissage de la grotte Scladina. *E.R.A.U.L.*, 27, Liège : 9-31.

HAESAERTS, P., 1992. Les dépôts pléistocènes de la terrasse de la grotte Scladina à Sclayn (Province de Namur, Belgique). *E.R.A.U.L.*, 27, Liège : 33-55.

IMBRIE, J., HAYS, J., MARTINSON, D.G., Mc INTYRE, A., MIX, A.C., MORLEY, J.J., PISIAS, N.G., PRELL, W.L. et SHACKLETON, N.J., 1984. The orbital theory of Pleistocene climate : support of a revised chronology of the marine $\partial^{18}O$ record. *In* : BERGER, A. *et al.* (eds), *Milankovitch and Climate*. D. Reidel Pub. Comp., Dordrecht : 269-305.

JAMMOT, D., 1977. *Les Musaraignes (Soricidae-Insectivora) du Plio-Pléistocène d'Europe*. Thèse Doct., Univ. Dijon : 344 p., 112 fig., 47 pl.

JANOSSY, D., 1960. Wirbeltierkleinfauna aus den Mousterien-Schichten der Subalyuk-Höhle (NO-Ungarn). *In* : Mammalia Pleistocaenica. *Suppl. Anthropos*, Brno : 71-76.

JANOSSY, D., 1986. Pleistocene vertebrate faunas of Hungary. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, 8, Elsevier (ed.) : 208 p.

LAVILLE, H., PAQUEREAU, M.-M. et BRICKER, H., 1985. Précisions sur l'évolution climatique de l'interstade würmien et du début du Würm récent : les dépôts du gisement castelperronien des Tambourets (Haute-Garonne) et leur contenu pollinique. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 301 (II), 15 :1137-1140.

LEROI-GOURHAN, Arl. et RENAULT-MISKOVSKY, J., 1977. La palynologie appliquée à l'archéologie, méthodes, limites et résultats. *In* : LAVILLE, H. et RENAULT-MISKOVSKY, J. (éds), Approche écologique de l'Homme fossile. *Suppl. Bull. Assoc. Fr. Et. Quat.*, 47 : 35-49.

MALEC, F., 1978. Kleinsäugerfauna. *In* : BRUNNACKER, K. (ed.), *Geowissenschaftliche Untersuchungen in Gönnersdorf*. F. Steiner Verlag, Wiesbaden : 105-227.

MARQUET, J.-C., 1989. *Paléoenvironnement et chronologie des sites du domaine atlantique français d'âge Pléistocène moyen et supérieur d'après l'étude des Rongeurs*. Thèse Doct., Univ. Dijon : 637 p.

NADACHOWSKI, A., 1982. Late quaternary rodents of Poland with special reference to morphotype dentition analysis of voles. *Polska Akad. Nauk Zaklad Zool. System. Dosw.*, Krakow : 109 p.

OTTE, M., 1984. Sol d'occupation du Paléolithique moyen aux grottes de Sclayn (Belgique). *L'Anthrop.*, Paris, 88, 1 : 115-117.

OTTE, M., EVRARD, J.-M. et MATHIS, A., 1986. L'occupation du Paléolithique moyen à Sclayn (Belgique). *In* : TUFFREAU, A. (éd.), Cultures et industries paléolithiques en milieu loessique. Actes Colloque Amiens. *Rev. Archéol. Picardie*, 1-2 : 115-124.

OTTE, M., LEOTARD, J.-M., SCHNEIDER, A.-M., GAUTIER, A., 1983. Fouilles aux grottes de Sclayn (Namur). *Helinium*, 23 : 112-142.

RENAULT-MISKOVSKY, J. et LEROI-GOURHAN, Arl., 1981. Palynologie et Archéologie. Nouveaux résultats du Paléolithique supérieur au Mésolithique. *Bull. Assoc. Fr. Et. Quat.*, 2e sér., 7-8 : 121-128.

SHACKLETON, N.J., 1969. The last interglacial in the marine and terrestrial records. *Proceed. Roy. Soc. London*, B, 174 : 135-154.

SIMARD-PELISSIER, S., 1966. *Etude paléontologique des Micromammifères de la grotte du Régourdou, Montignac (Dordogne)*. Thèse 3e cycle, Univ. Paris : 78 p., 37 pl.

SIMONET, P., 1992. Les associations de grands mammifères du gisement de la grotte Scladina à Sclayn (Namur, Belgique). *E.R.A.U.L.*, 27, Liège : 127-151.

WOILLARD, G., 1978. Grande Pile peat bog : a continuous pollen record for the last 140,000 years. *Quaternary Research*, 9 : 1-21.

WOILLARD, G. et MOOK, W.G., 1982. Carbon 14 dates at Grande Pile : Correlation of land and sea chronologies. *Science*, 215 : 159-161.

Couches	V ocre		V gris		V B		VI		VII			VIII		
Profondeurs moyennes	477,6	491,8	513,3	534,7	551,0	560,2	571,4	581,6	588,8	599,0	606,1	617,3	635,7	652,0	663,3	686,7
Numéros de prélèvements	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Lagurus lagurus		4	1	1		3										
Citellus sp.		3														
Cricetulus migratorius												1				
Sicista betulina												1				
Ochotona pusilla		2														
Lemmus lemmus						1										
Dicrostonyx gulielmi			2	2	1	2								1		
Microtus gregalis	1*	1*	1*	2*	3*			1*	1*		1*					
Microtus oeconomus	1*	7*	2*		1*	3*			1*		1*		1*			
Microtus arvalis / agrestis	3*							1*	2*	1*	1*	9*			1*	
Pitymys subterraneus								2*	1*							
Microtus sp.	17	37	5	1	5	1			4	11	19	6	5	11	1	123
Arvicola terrestris	1	4			6			1		1		1	17	3	1	
Clethrionomys glareolus	8	11							2	1		2				
Apodemus cf. *sylvaticus*	29	27			1			7	3			1	+		1	
Glis glis	1															
Erinaceus europaeus			1?		1					1						
Talpa europaea	2	+	+		+	+		+	2	+		+				
Sorex "araneus"		6						2	1							
Sorex minutus		4														
Crocidura sp.		+														
Soricidae	+					+						+				
Chiroptera	1	3												3	1	
Total M/1 du genre *Microtus*	5	8	3	2	1	6	0	2	2	3	2	1	10	0	0	1	46
Total molaires de Rongeurs	61	96	11	6	2	22	3	12	12	16	21	13	32	15	1	3	326
Total molaires Insectiv. + Chiropt.	3	13	1	0	0	1	0	2	4	0	0	0	0	3	1	0	28
Total molaires Micromammifères	64	109	12	6	2	23	3	14	16	16	21	13	32	18	2	3	354
Numéros des prélèvements	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Tableau 1 : Détail des déterminations des micromammifères de la colonne biostratigraphique en F7 de la grotte Scladina.
* = décompte réalisé essentiellement à partir des M1 inférieures.
+ = présence attestée par des éléments autres que des molaires.

Couches	Profondeurs	Numéros des prélèvements	*Lagurus lagurus*	*Citellus* sp.	*Cricetulus migratorius*	*Sicista betulina*	*Ochotona pusilla*	*Lemmus lemmus*	*Dicrostonyx gulielmi*	*Microtus gregalis*	*Microtus oeconomus*	*Microtus arvalis / agrestis*	*Pitymys subterraneus*	*Microtus* sp.	*Arvicola terrestris*	*Clethrionomys glareolus*	*Apodemus* cf. *sylvaticus*	*Glis glis*	Insectiv. + Chiropt./Micromammif.	Total M/1 du genre *Microtus*	Total molaires de Rongeurs	Total molaires Insectiv. + Chiropt.	Total molaires Micromammifères	Numéros des prélèvements
V ocre	477,6	1								7,2	7,2	21,6			1,6	13,1	47,5	1,6	4,7	5	61	3	64	1
	491,8	2	4,2	3,1			2,1			5,9	41,0				4,2	11,5	28,1		11,9	8	96	13	109	2
V gris	513,3	3	(9,1)						(18,2)	(24,2)	(48,5)								(8,3)	3	11	1	12	3
	534,7	4	(16,7)						(33,3)	(50,0)										2	6	0	6	4
V B	551,0	5							(50,0)		(50,0)									1	2	0	2	5
	560,2	6	13,6						9,1	25,0	25,0				27,3				4,3	6	22	1	23	6
	571,4	7						(33,3)						(33,3)			(33,3)		+	0	3	0	3	7
VI	581,6	8								(8,3)		(8,3)	(16,7)		(8,3)		(58,3)		(14,3)	2	12	2	14	8
	589,8	9										(38,9)	(19,4)			(16,7)	(25,0)		(25,0)	2	12	4	16	9
	599,0	10								(29,2)	(29,2)	(29,2)			(6,3)	(6,3)			+	3	16	0	16	10
VII	606,1	11								(50,0)	(50,0)									2	21	0	21	11
	617,3	12			(7,7)	(7,7)						(53,8)			(7,7)	(15,4)	(7,7)		+	1	13	0	13	12
	635,7	13									4,7	42,2			53,1		+			10	32	0	32	13
	652,0	14							(6,7)					(73,3)	(20,0)				(16,7)	0	15	3	18	14
VIII	663,3	15												(100)					(50,0)	0	1	1	2	15
	686,7	16										(33,3)			(33,3)		(33,3)			1	3	0	3	16
																				46	326	28	354	

Tableau 2 : Composition en % des associations de micromammifères de la colonne biostratigraphique en F7 de la grotte Scladina.
() = valeur peu significative, calculée sur un effectif réduit.
+ = présence attestée par des éléments autres que des molaires.

Couches	Profondeurs moyennes	Numéros des prélèvements	*Lagurus lagurus*	*Citellus* sp.	*Ochotona pusilla*	*Lemmus lemmus*	*Dicrostonyx gulielmi*	*Microtus gregalis*	*Microtus oeconomus*	*Microtus nivalis*	*Microtus arvalis / agrestis*	*Pitymys subterraneus*	*Microtus* sp.	*Arvicola terrestris*	*Clethrionomys glareolus*	*Apodemus* cf. *sylvaticus*	*Erinaceus europaeus*	*Talpa europaea*	*Sorex "araneus"*	*Chiropteau*	Total M/1 du genre *Microtus*	Total molaires de Rongeurs	Total molaires Insectiv. + Chiropt.	Total molaires Micromammifères	Numéros des prélèvements
I A	145,0	1					1			1*	3*		10	4	1						4	20	0	20	1
	155,0	2									1*		5	3	1					3	1	10	3	13	2
I	165,0	3											3								0	3	0	3	3
	175,0	4									1*		9	1	1						1	12	0	12	4
	185,0	5	1		1		1	1*	1*		2*		24								4	31	0	31	5
	195,0	6					2	3*	1*		2*		21	1							6	30	0	30	6
	205,0	7	5		2		8	6*			3*		35	4							9	63	0	63	7
	212,5	8					10	5*			1*		22								6	38	0	38	8
	217,5	9					4	5*			1*		22		1						6	33	0	33	9
III	225,0	10	3										5	5	1						0	14	0	14	10
	235,0	11									3*		9	12							3	24	0	24	11
	242,5	12									2*		14	19	3			+			2	38	0	38	12
IV	247,5	13									4*		21	23	3						4	51	0	51	13
	255,0	14						1*			16*			9*	3*			1	+		17	29	1	30*	14
	262,5	15									1*		3	8	2			+			1	14	0	14	15
V	267,5	16			1	6	3	3*			12*		54	22	1			+			15	102	0	102	16
	275,0	17				1	2*	2*	2*		32*	3*		8*	7*			+			38	57	0	57*	17
	285,0	18		1					5*		31*	1*		4*	13*	4*		1*	2*		37	58	3	62*	18
	295,0	19	1				4		3*		1*		27	5	12	3					4	56	0	56	19
	305,0	20	1				2	4*			2*		17					+			6	26	0	26	20
	315,0	21	1				1	1*	4*		1*		14								6	22	0	22	21
	325,0	22	1					1*	3*		1*		13	1							5	20	0	20	22
	332,5	23					2	3*			4*		21	4							7	34	0	34	23
V B	337,5	24					1				2*		20	1					1		2	24	1	25	24
	345,0	25									3*		41	11	2						3	57	0	57	25
	355,0	26						1*			12*		58	10	18	4		3	5		13	103	8	111	26
	365,0	27									16*		82	19	15	2		2		2	16	134	4	138	27
	375,0	28						4*	1*		16*			4*	6*	1					21	32	0	32*	28
	385,0	29						1*	1*		7*	2*	58	5	19	11	1	3	3		11	104	7	111	29
VI	392,5	30						1*	1*		6*	2*	31	1	16	2		3			10	60	3	63	30
	397,5	31									2*		20		5	6		1			2	33	1	34	31
	405,0	32			1		1				5*	2*	39	2	12	5		1	3		7	67	4	71	32
	415,0	33			1						2*		22		7	3		1	1		2	35	2	37	33
	425,0	34									4*		18	4	8	2	1	+		2	4	36	3	39	34
	435,0	35			1				1*		7*		22	1	7	2		4			8	41	4	45	35
	445,0	36						1*	1*		2*		12	1	3			+			4	20	0	20	36
VII	452,5	37						1*			1*		11	3							2	16	0	16	37
	457,5	38					1	1*	3*		3*		24	8							7	40	0	40	38
	465,0	39					1	1*	1*		4*		34	16				1			6	57	1	58	39
	475,0	40						3*	2*		8*		54	23				+			13	90	0	90	40
	485,0	41						1*	4*		5*		40	11							10	61	0	61	41
	495,0	42					3	2*	9*		8*		74	14					2		19	110	2	112	42
	505,0	43					1		9*	1*	4*		108	28				2			14	151	2	153	43
	515,0	44					1		9*		2*		48	12							11	72	0	72	44
	522,5	45											5	1	1	1					0	8	0	8	45
													1170								368	2137	49	2186	

Tableau 3 : Détail des déterminations des micromammifères de la colonne biostratigraphique en C4 de la grotte Scladina.
* = décompte réalisé essentiellement à partir des M1 inférieures.
\+ = présence attestée par des éléments autres que des molaires.

Couches	Profondeurs moyennes	Numéros des prélèvements	*Lagurus lagurus*	*Citellus* sp.	*Ochotona pusilla*	*Lemmus lemmus*	*Dicrostonyx gulielmi*	*Microtus gregalis*	*Microtus oeconomus*	*Microtus nivalis*	*Microtus arvalis / agrestis*	*Pitymys subterraneus*	*Microtus* sp.	*Arvicola terrestris*	*Clethrionomys glareolus*	*Apodemus* cf. *sylvaticus*	Insectiv. + Chiropt. / Micromammif.	Total M/1 du genre *Microtus*	Total molaires de Rongeurs	Total molaires Insectiv. + Chiropt.	Total molaires Micromammifères	Numéros des prélèvements
I A	145,0	1					5,0			17,5	52,5			20,0	5,0			4	20	0	20	1
	155,0	2									(60,0)			(30,0)	(10,0)		(23,1)	1	10	3	13	2
	165,0	3											(100)					0	3	0	3	3
	175,0	4									(83,3)			(8,3)	(8,3)			1	12	0	12	4
	185,0	5	3,2		3,2		3,2	22,6	22,6		45,2							4	31	0	31	5
I	195,0	6					6,7	45,0	15,0		30,0			3,3				6	30	0	30	6
	205,5	7	7,9		3,2		12,7	46,6			23,3			6,3				9	63	0	63	7
	212,5	8					26,3	61,4			12,3							6	38	0	38	8
	217,5	9					12,1	70,7			14,1				3,0			6	33	0	33	9
	225,0	10	(21,4)										(35,7)	(35,7)	(7,1)			0	14	0	14	10
III	235,0	11									50,0			50,0				3	24	0	24	11
	242,5	12									42,1			50,0	7,9		+	2	38	0	38	12
	247,5	13									49,0			45,1	5,9			4	51	0	51	13
IV	255,0	14						3,4			55,2			31,0	10,3		3,3	17	29	1	30*	14
	262,5	15									(28,6)			(57,1)	(14,3)		+	1	14	0	14	15
	267,5	16			1,0	5,9	2,9	13,5			54,1			21,6	1,0		+	15	102	0	102	16
	275,0	17				1,8	3,5	3,5	3,5		56,1	5,3		14,0	12,3		+	39	57	0	57*	17
	285,0	18		1,7					8,5		52,5	1,7		6,8	22,0	6,8	4,8	37	58	3	62*	18
V	295,0	19	1,8				7,1		41,5		13,8			8,9	21,4	5,4		4	56	0	56	19
	305,0	20	3,8				7,7	59,0			29,5						+	6	26	0	26	20
	315,0	21	4,5				4,5	15,2	60,6		15,2							6	22	0	22	21
	325,0	22	5,0					18,0	54,0		18,0			5,0				5	20	0	20	22
	332,5	23					5,9	35,3			47,1			11,8				7	34	0	34	23
	337,5	24					4,2				91,7			4,2			4,0	2	24	1	25	24
	345,0	25									77,2			19,3	3,5			3	57	0	57	25
V B	355,0	26						5,3			63,6			9,7	17,5	3,9	7,2	13	103	8	111	26
	365,0	27									73,1			14,2	11,2	1,5	2,8	16	134	4	138	27
	375,0	28						12,5	3,1		50,0			12,5	18,8	3,1		21	32	0	32*	28
	385,0	29						6,0	6,0		42,2	12,1		4,8	18,3	10,6	6,3	11	104	7	111	29
	392,5	30						6,8	6,8		41,0	13,7		1,7	28,7	3,3	4,8	10	80	3	83	30
	397,5	31									66,7				15,2	18,2	2,9	2	33	1	34	31
	405,0	32			1,5		1,5				49,0	2,0		3,0	17,9	7,5	5,6	7	67	4	71	32
VI	415,0	33			2,9						68,6				20,0	8,6	5,4	2	35	2	37	33
	425,0	34									61,1			11,1	22,2	5,6	7,7	4	36	3	39	34
	435,0	35			2,4				9,1		64,0			2,4	17,1	4,9	8,9	8	41	4	45	35
	445,0	36						20,0	20,0		40,0			5,0	15,0		+	4	20	0	20	36
	452,5	37						(40,6)			(40,6)			(18,8)				2	16	0	16	37
	457,5	38					2,5	11,1	33,2		33,2			20,0				7	40	0	40	38
	465,0	39					1,8	11,7	11,7		46,8			28,1			1,7	6	57	1	58	39
	475,0	40						17,2	11,5		45,8			25,6			+	13	90	0	90	40
VII	485,0	41						8,2	32,8		41,0			18,0				10	61	0	61	41
	495,0	42					2,7	8,9	40,0		35,6			12,7			1,8	19	110	2	112	42
	505,0	43					0,7		51,9	5,8	23,1			18,5			1,3	14	151	2	153	43
	515,0	44					1,4		67,0		14,9			16,7				11	72	0	72	44
	522,5	45											(62,5)	(12,5)	(12,5)	(12,5)		0	8	0	8	45
																		368	2137	49	2186	

Tableau 4 : Composition en % des associations de micromammifères de la colonne biostratigraphique en C4 de la grotte Scladina.
() = valeur peu significative, calculée sur un effectif réduit.
*** = association étudiée essentiellement à partir des M1 inférieures.**
+ = présence attestée par des éléments autres que des molaires.

Couches	1A	1A	1B	1B	1B	1B	1B	1B/2A	2A	2A	2B	3	3	3/4	4	4	4	4	4	4
Profondeurs	207/217	217/227	227/237	237/247	247/257	257/267	267/277	277/287	287/297	300/310	310/320	320/330	330/340	340/350	350/360	360/370	370/380	380/390	390/400	400/410	410/420
Numéros des prélèvements (H12)	23	31+53	42	43	40	45	46	39	41	102	114	116	106	98	115	73	78	71	70	74	75
Numéros des prélèvements (I12)	19	25	27	26	48	36	44	37	38	72	89	109	83	104							
Lagurus lagurus												1								1	1
Citellus sp.																				1	
Cricetulus migratorius						1		1													
Lemmus lemmus		1				1															
Dicrostonyx gulielmi				2		1											1				2
Microtus gregalis					1*				1*		1cf	1*						2*	4*	1*	3*
Microtus oeconomus			1*				1*	1*												7*	6*
Microtus nivalis		1*																			
Microtus arvalis / agrestis		3*	1*	2*	6*	2*			2*				4*	3*	1*	4*	1*				
cf. *Pitymys subterraneus*																1*					
Microtus sp.	4		4	1	6	1	+		2				5	1	2	1	3	3	3	2	4
Arvicola terrestris	15	2		1	8	4	2	3	8	1	4		10	3	4	16	3	5	5	5	11
Clethrionomys glareolus	5	3		1	4	6	1	1	5	4					3	7	7	1	3	3	
Apodemus cf. *sylvaticus*	6		2		1	+	+	2							1	2	1	4			
Eliomys quercinus			cf		+					+?											
Erinaceus europaeus	1																				
Talpa europaea	2	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+		+	1?		+	+	+			
Sorex "araneus"	2	3			3																
Sorex minutus	+																				
Crocidura russula				3																	
Chiroptera	+																	+			
Total M/1 du genre *Microtus*	4	4	2	2	7	7	1	1	3	0	1	1	4	3	1	4	1	2	4	8	9
Total molaires de Rongeurs	35	9	8	2	26	16	5	6	18	1	9	2	19	7	11	31	16	12	10	17	27
Total molaires Insectiv. + Chiropt.	5	3	0	0	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total molaires Micromammifères	40	12	8	7	29	17	8	6	18	1	9	2	19	7	12	31	16	12	10	17	27

Tableau 5 : Détail des déterminations des micromammifères de la colonne biostratigraphique en H et I 12 de la grotte Scladina.
* = décompte réalisé essentiellement à partir des M1 inférieures.
+ = présence attestée par des éléments autres que des molaires.

Couches	Profondeurs	Numéros des prélèvements H12	Numéros des prélèvements I12	*Lagurus lagurus*	*Citellus* sp.	*Cricetus cricetus*	*Lemmus lemmus*	*Dicrostonyx gulielmi*	*Microtus gregalis*	*Microtus oeconomus*	*Microtus nivalis*	*Microtus arvalis / agrestis*	cf. *Pitymys subterraneus*	*Arvicola terrestris*	*Clethrionomys glareolus*	*Apodemus* cf. *sylvaticus*	*Eliomys quercinus*	Insectiv. + Chiropt. / Micromammif.	Total M/1 du genre *Microtus*	Total molaires de Rongeurs	Total molaires Insectiv. + Chiropt.	Total molaires Micromammifères
1A	207/217	23	19				2,9				5,7	17,1		42,9	14,3	17,1		12,5	4	35	5	40
1A	217/227	31+53	25								(11,1)	(33,3)		(22,2)	(33,3)			(25,0)	4	9	3	12
1B	227/237	42	27							(37,5)		(37,5)				(25,0)	cf	+	2	8	0	8
1B	237/247	43	26					(28,6)				(42,9)		(14,3)	(14,3)			+	2	7	0	7
1B	247/257	40	48						7,1			42,9		30,8	15,4	3,8		10,3	7	26	3	29
1B	257/267	46	44			6,3	6,3	6,3				18,8		25,0	37,5	+	+	5,9	2	16	1	17
1B	267/277	45	36			(20,0)				(20,0)				(40,0)	(20,0)	+		(37,5)	1	5	3	8
1B	277/287	39	37							(16,7)				(50,0)		(33,3)		+	1	6	0	6
1B/2A	287/297	41	38						9,3			18,5		44,4	27,8			+	3	18	0	18
2A	300/310	102	72											(100)			+?	+	0	1	0	1
2A	310/320	114	89						(11,1)cf					(44,4)	(44,4)			+	1	9	0	9
2B	320/330	116	109	(50,0)					(50,0)										1	2	0	2
3	330/340	106	83									47,4		52,6				+	4	19	0	19
3	340/350	98	104									(57,1)		(42,9)					3	7	0	7
3/4	350/360	115										(27,3)		(36,4)	(27,3)	(9,1)		(8,3)	1	11	1	12
4	360/370	73										15,5	3,9	51,6	22,6	6,5		+	4	31	0	31
4	370/380	78						6,3				25,0		18,8	43,8	6,3		+	1	16	0	16
4	380/390	71								(25,0)				(41,7)		(33,3)		+	2	12	0	12
4	390/400	70								(70,0)				(30,0)					4	10	0	10
4	400/410	74		5,9	5,9				7,4	51,5				29,4					8	17	0	17
4	410/420	75		3,7				7,4	16,0	32,1				40,7					9	27	0	27
																			64	292	16	308

Tableau 6 : Composition en % des associations de micromammifères de la colonne biostratigraphique en H et I 12 de la grotte Scladina.
() = valeur peu singnificative, calculée sur un effectif réduit.
+ = présence attestée par des éléments autres que des molaires.

Couches	1A	1A/1B	1B	1B	1B	1B	1B/2A	2A	2A	2A	2A	2A	2B	3	3	3/4	4	4	4	4	
Profondeurs	220/230	230/240	240/250	250/260	260/270	270/280	280/290	290/300	295/305	305/315	315/325	325/335	335/345	345/355	355/365	365/375	375/385	385/395	395/405	405/415	415/425
M13	11	8	3	4	5	21	15	22	110	91	117	108	88	52	79	51	82	107	85	87	77
I13	12	10	7	6	9	16	17	18	110	81	80	61	113	90	49	50	84	105	103	76	86
Lagurus lagurus																				4	2
Citellus sp.														1							1
Cricetulus migratorius																					
Cricetus cricetus				3																	
Lemmus lemmus																			1	1	1
Dicrostonyx gulielmi						1	1		6								2	8	3	1	3
Microtus gregalis						1*											1*	2*	3*	3*	7*
Microtus oeconomus				1*					7*			1*				1*	1*	9*	14*	9*	21*
Microtus nivalis						1*															
Microtus arvalis / agrestis	1*		2*	7*	2*	2*	1*											1*	1*	2*	1*
Microtus sp.	+		3	3	1	8			5			1	2	1	2	1	4	2	24	29	35
Arvicola terrestris	3	8	19	5	1		2		4			3	9	1	3	1		5	9	7	16
Clethrionomys glareolus	1											1				3					
Apodemus cf. *sylvaticus*	4			1												3	4		2		
cf. *Gliridae*				+																	
Talpa europaea	+	1	+	+	+	+	+					+	3			2					
Sorex "araneus"					+																
Crocidura cf. *leucodon*			1																		
Chiroptera												1	+			1					
Total M/1 du genre *Microtus*	1	2	8	3	13	3	1	0	7	0	0	1	0	0	0	1	2	11	18	14	29
Total molaires de Rongeurs	9	13	13	10	13	13	4	0	22	0	0	6	11	3	4	9	12	26	62	60	87
Total molaires Insectiv. + Chiropt.	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	0
Total molaires Micromammifères	9	14	34	10	10	13	4	0	22	0	0	7	14	3	4	12	12	26	62	60	87
	6																				
	120																				
	101																				
	390																				
	9																				
	399																				

Tableau 7 : Détail des déterminations des micromammifères de la colonne biostratigraphique en H et I 13 de la grotte Scladina.
* = décompte réalisé essentiellement à partir des M1 inférieures.
+ = présence attestée par des éléments autres que des molaires.

H13	I13	Couches	Profondeurs	Numéros des prélèvements	*Lagurus lagurus*	*Citellus* sp.	*Cricetulus migratorius*	*Cricetus cricetus*	*Lemmus lemmus*	*Dicrostonyx gulielmi*	*Microtus gregalis*	*Microtus oeconomus*	*Microtus nivalis*	*Microtus arvalis / agrestis*	*Microtus* sp.	*Arvicola terrestris*	*Clethrionomys glareolus*	*Apodemus* cf. *sylvaticus*	cf. *Gliridae*	Insectiv. + Chiropt. / Micromammif.	Total M/1 du genre *Microtus*	Total molaires de Rongeurs	Total molaires Insectiv. + Chiropt.	Total molaires Micromammifères
1A	12	1A/1B	220/230	10										(11,1)		(33,3)	(66,7)	(44,4)		+	0	0	0	0
1B	11	1B	230/240	8												(33,3)	(66,7)			+	0	6	0	6
1B	3	1B	240/250	7										(30,5)		(61,5)				(7,1)	2	13	1	14
1B	4	1B	250/260	6										29,2		57,6				2,9	8	33	1	34
1B	5	1B	260/270	9				9,1						(26,7)		(50,0)		(10,0)	+	+	3	10	0	10
1B	16	1B	270/280	16						(7,7)	(28,2)	4,2	(13,3)	(56,4)		(7,7)				+	3	13	0	13
1B/2A	17	1B/2A	280/290	15						(25,0)				(25,0)		(50,0)				+	1	4	0	4
2A	18	2A	290/300	22																	0	0	0	0
2A	110	2A	295/305	110						27,3		54,5				18,2				0	7	22	0	22
2A	91	2A	305/315	91																0	0	0	0	0
2A	81	2A	315/325	117																0	0	0	0	0
2A	80	2A	325/335	108								(33,3)				(50,0)	(16,7)			(14,3)	1	6	1	7
2B	113	2B	335/345	88											(18,2)	(81,8)				(26,7)	0	11	3	14
3	90	3	345/355	52												(33,3)					0	3	0	3
3	49	3	355/365	79				(25,0)							(66,7)	(75,0)					0	4	0	4
3/4	50	3/4	365/375	51								(22,2)				(11,1)	(33,3)	(33,3)		(25,0)	1	9	3	12
4	84	4	375/385	82						(16,7)	(25,0)	(25,0)							(33,3)		2	12	0	12
4	105	4	385/395	107						30,8	9,1	40,9				19,2					11	26	0	26
4	103	4	395/405	85			3,3		1,6	12,9	11,3	52,7		3,8		14,5		3,2			18	62	0	62
4	76	4	405/415	87	6,7	1,1			1,7	5,0	15,4	46,1		10,2		11,7					14	60	0	60
4	86	4	415/425	77	2,3				1,1	3,4	17,8	53,3		2,5		18,4					29	87	0	87
	101																							
	390																							
	9																							
	399																							

Tableau 8 : Composition en % des associations de micromammifères de la colonne biostratigraphique en H et I 13 de la grotte Scladina.
() = valeur peu significative, calculée sur un effectif réduit.
+ = présence attestée par des éléments autres que des molaires.