

EROSION ET REMPLISSAGE DE LA GROTTÉ SCLADINA

Fr. GULLENTOPS et Chr. DEBLAERE

I. SITUATION

A. L'environnement : localisation géologique et géomorphologique

La grotte s'ouvre dans la paroi nord d'un vallon drainé par un ruisseau temporaire, le "Ri de Pontainne", qui se jette dans la Meuse (Fig. 1 et 2). Le vallon a un bassin de drainage de 6 km², un thalweg de 3,5 km de longueur et en aval une pente de 4%. L'interfluve étroit qui existe entre le vallon et la Meuse comporte un ensemble de grottes creusées dans le calcaire Viséen.

Cet interfluve, qui possède une pente escarpée vers le Ri de Pontainne, présente plusieurs ressauts vers la Meuse. Leur situation géographique (Fig. 3) et l'observation de cailloux arrondis de quartzite et de quartz indiquent qu'il s'agit de trois terrasses mosanes : la première à 12 m au-dessus de la voûte de la grotte, les deux autres à 7 m et 20 m au-dessous de ce point, respectivement à 150, 130 et 115 m d'altitude.

On peut essayer de raccorder ces trois terrasses aux niveaux que A.-M. Clairbois (1958) a reconnus à Sclayn, classés suivant la nomenclature de P. Macar (1938). La terrasse de 115 m, reconnue par P. Macar comme terrasse principale, est en rapport avec son niveau 4. Cette terrasse est estimée d'âge Mindel dans une synthèse de A. Pissart (1974). Les terrasses de 130 m et de 150 m, probablement les niveaux 5 et 5' de Macar, sont évidemment plus anciennes.

B. La grotte : morphographie

1. Cartographie détaillée

Une cartographie détaillée de la grotte a été établie à partir du point de référence "O" choisi sur la voûte près de l'entrée. Les coordonnées de Lambert de ce point de référence local sont X = 196,57 km et Y = 130,60 km. L'altitude mesurée par rapport au niveau zéro d'Ostende est de 137,7 m. La figure 4 montre le plan (a) et deux coupes (b et c) sous forme généralisée.

2. Morphographie

Le plan montre bien à quel point les limites actuelles de la grotte forment un réseau accessible par deux galeries (I et II) qui ont pour largeur respective 5 et 2 mètres. Ces limites ne consistent pas toujours en des parois rocheuses : il s'agit souvent d'un rideau de stalactites ou de sédiments formés jusqu'à la voûte. Le réseau actuel comprend donc des passages provenant de tassements ou de sédimentations incomplètes.

En reliant entre elles les différentes parois rocheuses, on peut obtenir l'étendue probable minimale de la grotte telle qu'elle se présentait avant le remplissage : cette grotte devait alors avoir l'aspect d'une plus grande cavité (longueur minimale d'environ 30 m et largeur de 15 m) à laquelle menaient deux galeries.

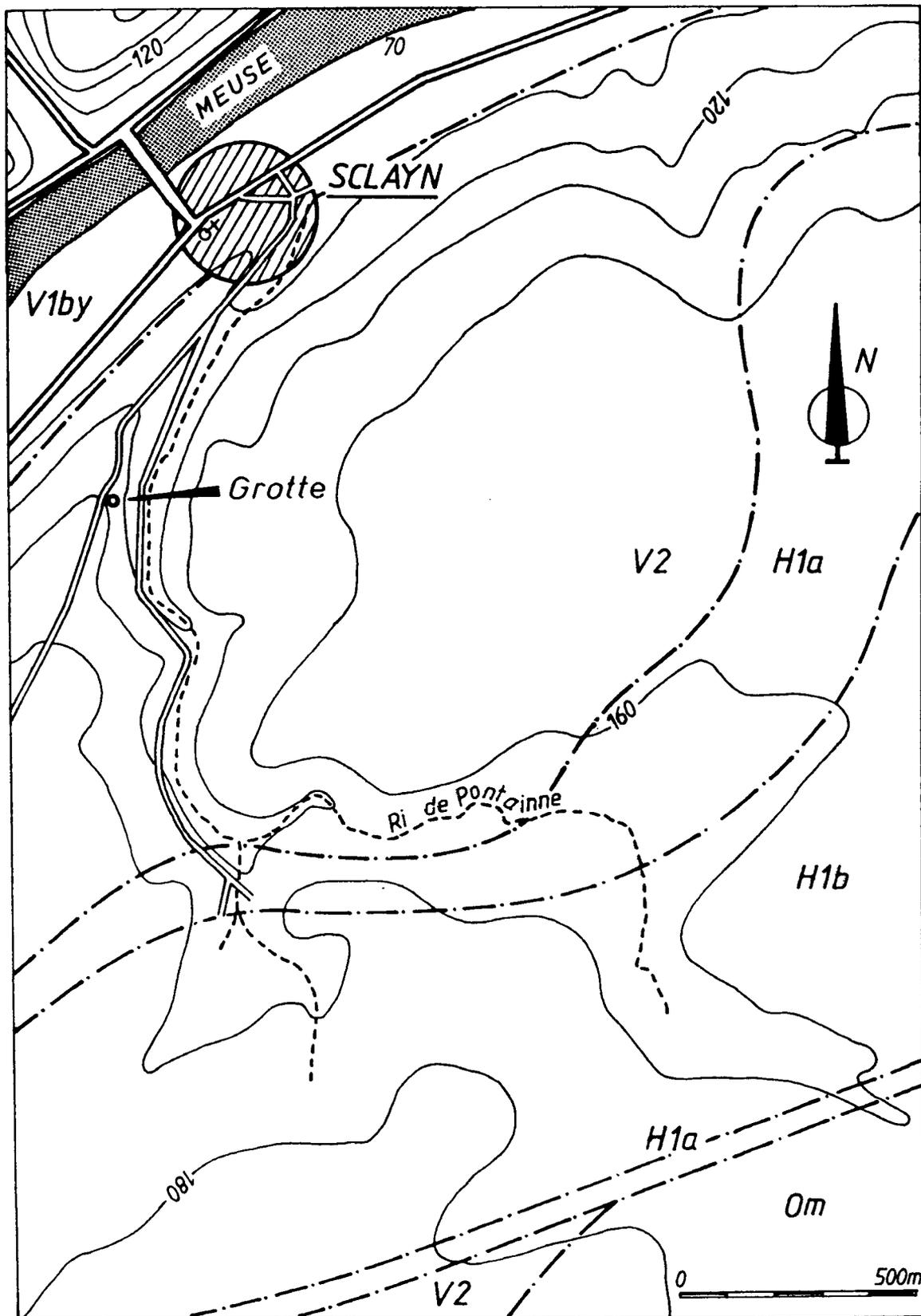


Figure 1 : Situation de la grotte dans l'éperon de confluence du Ri de Pontainne avec la Meuse. Le Viséen (V1, V2) est essentiellement composé de calcaires massifs, le Houiller est schisto-gréseux.

Les fouilles dans la galerie I ont atteint la base en deux endroits (Fig. 4b), montrant ainsi une hauteur de 6 mètres. Cette galerie a pu se développer plus facilement car le plafond correspond à une voûte anticlinale. La galerie II, plus petite, s'est formée dans les mêmes couches mais se situe plus bas dans le flanc de l'anticlinal (Fig. 5). On remarque qu'il y a des conduits latéraux qui dispersent l'écoulement à ce niveau.

Deux autres sorties de galeries (III et IV) ont été découvertes sous le niveau des galeries I et II (Fig. 4c). Ce second niveau est relié au premier par plusieurs puits verticaux.

II. DESCRIPTION DES COUPES

A. Situation générale

Jusqu'à ce jour, la fouille s'est concentrée sur le plus grand boyau du réseau, la galerie I (Fig. 4a). Les observations sont synthétisées sur deux coupes, orientées longitudinalement (Fig. 6a) et transversalement (Fig. 6b) dans ce couloir.

Un premier aperçu de la coupe transversale illustre directement à quel point les couches sont horizontales alors que la coupe longitudinale permet de les séparer en trois groupes. Un premier groupe est constitué de couches comme DG4 (5), DG7 (3) et DG9 (2A). Ces couches ne peuvent être observées que dans la grotte en s'interrompant brutalement à l'entrée, ce qui montre qu'elles ont été générées par des phénomènes actifs à l'intérieur. Devant la grotte se trouvent des couches comme DG4* (5*) et DG7* (3*) qui ont ainsi trouvé leur origine à l'extérieur. Des couches comme DG3 (6), DG5 (4) et DG 10 (13) forment le troisième groupe. Ce sont des couches qui commencent par une éminence en dehors pour entrer dans la grotte avec une pente rapide et diminuer lentement en épaisseur vers le fond. Cette éminence est formée d'éboulis provenant du flanc de la vallée; ces sédiments ont ensuite progressivement pénétré dans la galerie. Une fois dans la grotte, ils se sont probablement enrichis en matériaux issus de phénomènes de dissolution.

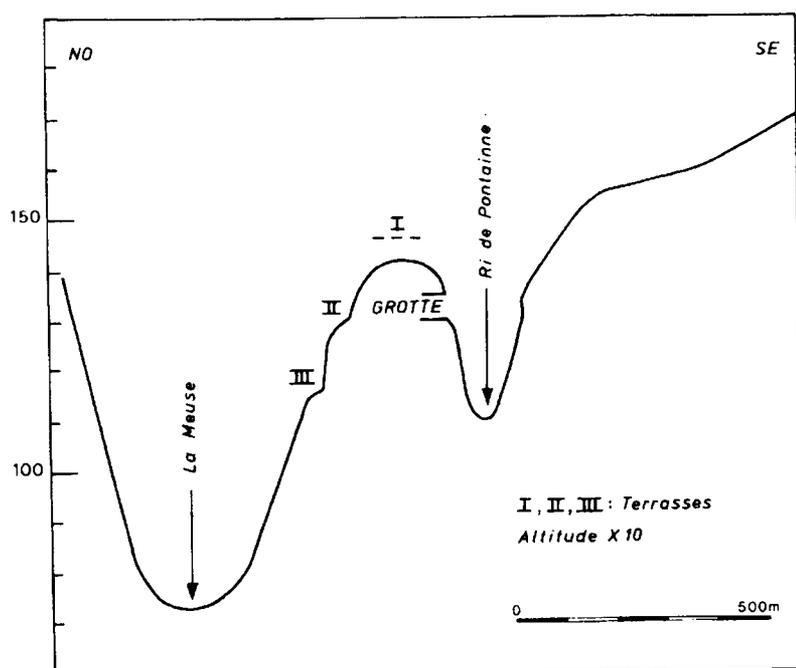


Figure 2 :
Coupe topographique
à travers
l'éperon de confluence
montrant
le déversement
souterrain aisé
du Ri de Pontainne
vers la Meuse.

B. Les coupes intérieures

Le plancher de la grotte a été atteint en H-J, 15-16. Le rocher calcaire y présente une surface régulière assez plane avec une fissure élargie vers le fond due à l'érosion par circulation d'eau. Cette surface est maintenant très légèrement rugueuse avec veinettes de calcite en relief minime montrant une légère détérioration ultérieure de la paroi par dissolution.

L'étude du remplissage ultérieur a permis de discerner les événements suivants :

DG1 - 7B. Le plancher est recouvert par une première couche qui remplit les irrégularités du fond rocheux, son épaisseur variant de 0 à 40 cm. La couche contient de 40 à 60% de fragments, en majorité des cailloux de quartzite et quartz arrondis provenant du remaniement d'une terrasse mosane, avec incorporation de débris de calcaire émoussés. Ce cailloutis flotte dans une matrice de limon argileux jaune brun à nombreuses taches noires. Cette couche a été mise en place par "creep" remaniant des sédiments de transport aqueux.

DG2 - 7A. La surface nivelée de cette couche inférieure est recouverte par un dépôt de cailloutis calcaires, dont la surface supérieure est ondulante et l'épaisseur de ce fait variable entre 20 et 50 cm. A la base se rencontrent de gros blocs (70 cm de longueur maximum) provenant des bancs de calcaire du plafond. Les autres débris ont en moyenne 3 à 6 cm, forment 60 à 70% de la masse et sont situés à plat. La pâte est grumeleuse et de couleur gris brun. L'ensemble est dû à une première activité cryoclastique des parois. Latéralement, la paroi présente encore les mêmes caractères d'érosion aqueuse suivie d'une légère dissolution.

DG3 - 6. La couche suivante est nettement limoneuse et jaune. A la base, ce limon remplit les anfractuosités de la couche précédente tandis que la surface supérieure est assez plane, l'épaisseur variant de 30 à 70 cm. Dans le limon flottent moins de 20 % de débris calcaires, en majorité de 4 à 8 cm de long et assez altérés, encore mélangés à quelques petits cailloux de terrasse. La paroi latérale de la grotte montre les premières anfractuosités dues au départ de débris anguleux.

Cette couche a été atteinte en plusieurs endroits de la fouille, ce qui permet de voir son amincissement vers l'intérieur, dû à une pente nette de la surface supérieure, diminuant de 8 à 2%. Cette allure prouve un apport extérieur de matériaux d'origine primaire éolienne, mélangés à des débris locaux de parois. Quelques fragments de calcaire fortement altérés ainsi que les cailloux de terrasse proviennent manifestement de l'extérieur.

DG4 - 5. La couche suivante se compose de débris calcaires (60 à 70%) assez frais mélangés à une matrice grumeleuse, meuble et grisâtre; les fragments varient de 2 à 5 cm de longueur et sont généralement situés à plat. Son épaisseur est très uniforme, entre 15 et 20 cm, avec un léger amincissement vers l'intérieur. Vers l'extérieur (Fig. 6a, zones 6 - 7), elle passe à un dépôt de blocs grossiers (I) représentant un effondrement de l'auvent.

La couche DG4* - 5* qui présente les caractéristiques morphographiques d'une couche d'origine extérieure s'étend sur la terrasse jusqu'à la zone d'éboulis. Le contenu de cette couche est tout à fait différent : elle est surtout constituée de limon, de blocs de calcaire épars, ainsi que d'un peu de gravier de terrasse. Contrairement à ce mélange hétérogène, nous observons à l'intérieur la couche DG4 - 5, formée de matériaux cryoclastiques dûs à l'accroissement de l'activité des parois. Cette couche contient l'habitat préhistorique.

DG5 - 4. Une nouvelle couche jaune limoneuse est partout présente et passe de 60 cm d'épaisseur à l'entrée à 25 cm au fond. A la base (DG5A - 4B), elle consiste en limon pur jaunâtre tacheté de noir. Des zones finement litées déposées par ruissellement y apparaissent en lentilles. Le fin striage est dû à de minces couches d'un précipité blanc de calcite alternant avec des horizons de limons bruns foncés. Ce précipité doit être rapproché du mondmilch, trouble blanchâtre produit par la sursaturation de flaques d'eau

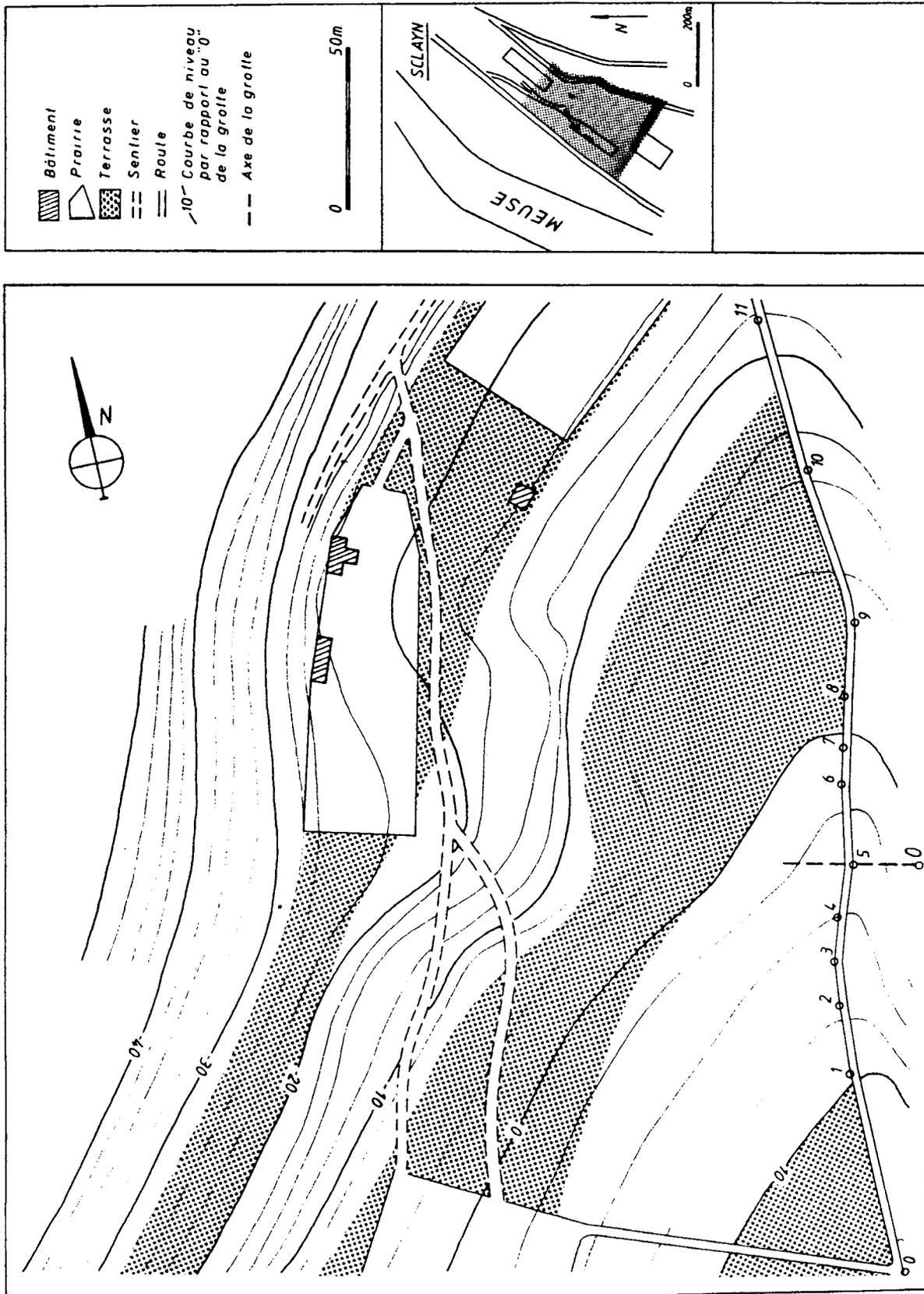


Figure 3 : Détail du versant mosan de l'éperon montrant les terrasses de la Meuse sous forme de replats couverts de graviers mosans.

dans les grottes. Dans les 20 cm supérieurs (DG5B - 4A), les débris calcaireux augmentent jusqu'à 30% et ont en moyenne de 6 à 8 cm de longueur avec quelques blocs plus grands. La morphographie illustre ici, comme pour la couche DG3 - 6, l'influence de l'apport extérieur. L'homogénéité et la finesse des sédiments démontrent l'existence d'un phénomène de transport continu de faible capacité. A la fin de cette période, les circonstances climatiques évoluent puisque les parois de la grotte recommencent à fournir des fragments de calcaire.

DG6 - 50. Vers l'entrée, la couche DG5 - 4 est nettement altérée, avec une structure grumeleuse du limon et une couleur brun-ocre qui provient manifestement d'une oxydation. Cette altération est due à une période de stabilité importante, accompagnée d'une activité chimique énergique au sommet de la couche. Nous l'indiquons par DG6A - 50A.

Le long de la traverse 17 se développe un plancher stalagmitique (DG6B - 50B) montrant une structure supérieure mamelonnée avec plusieurs petites colonnes stalagmitiques. Son épaisseur maximale est de 15 cm. Vers l'arrière, le plancher se heurte à une couche (DG6C - 50C) riche en limon jaune à taches calcitiques, parfois encroûtée et pratiquement dépourvue de cailloutis.

La présence de l'importante stalagmite exige un milieu de grotte plus confiné et semble donc indiquer que les dépôts de la couche DG5 avaient presque obturé la galerie.

Il est évident que c'est la même variation climatique qui a entraîné, à l'extérieur, l'altération des sédiments de la couche DG5 - 4 et à l'intérieur, la formation du plancher et du précipité stalagmitiques.

DG7 - 3. La cryoclastie se reproduit vivement dans la couche suivante. C'est une couche continue de fins débris de calcaire, en moyenne 2 - 3 cm, absente à l'extérieur et qui s'épaissit de 40 à 50 cm vers l'intérieur. Les fragments s'entassent au maximum pêle-mêle tels que l'effondrement du plafond les a placés. A la base se situent quelques gros blocs épais dont l'amoncellement est plus important à l'entrée, montrant l'effondrement II (Fig. 6a : zones 8 - 9). Latéralement, la paroi de la grotte fuit de plus en plus et devient très anguleuse.

DG8 - 2B, 2B1. Le sommet de la couche DG7 - 3 est transformé en un micro-sol très apparent (Photo 1). Au sommet, un horizon gris foncé (DG8B - 2B) peut atteindre 10 cm et est dû à un enrichissement important en matières humiques. En dessous se développe un horizon ocre clair (DG8A - 2B1) en relation avec la reprécipitation du fer mobilisé par le sol. Cet horizon reste parfaitement constant jusqu'à la fin actuelle de la fouille à la traverse 23 et pose le problème de l'origine des matières organiques et donc de la végétation responsable de son développement. Il représente de toute façon un arrêt de la cryoclastie et une stabilité assez longue de la grotte. La pédogenèse a opéré sur un fond très ondulant tel qu'il avait été produit par la phase cryoclastique DG7 - 3.

DG9 - 2A. Cette couche est une répétition de DG7 - 3 comprenant un amoncellement pêle-mêle de débris cryoclastiques assez fins entassés au maximum. Elle témoigne d'une activité maximale et prépondérante affectant les parois. Son sommet est localement enrichi de limon jaune.

DG10 - 1B. Cet horizon est caractérisé à l'intérieur de la grotte par une disposition horizontale des plaquettes de calcaire, la présence de nombreux cailloux roulés remaniés, une matrice importante (à 70%) et une teinte plus ocreuse. La base est nettement rougeâtre et très rectiligne, montrant une égalisation du sommet antérieur par le mouvement du nouveau dépôt. Cette couche témoigne d'une diminution de l'activité cryoclastique et par contre d'une augmentation de l'influence aqueuse sous forme de creep. Elle se raccorde vers l'extérieur à un effondrement important de l'auvent (III) (Fig. 6a : zones 11 - 12).

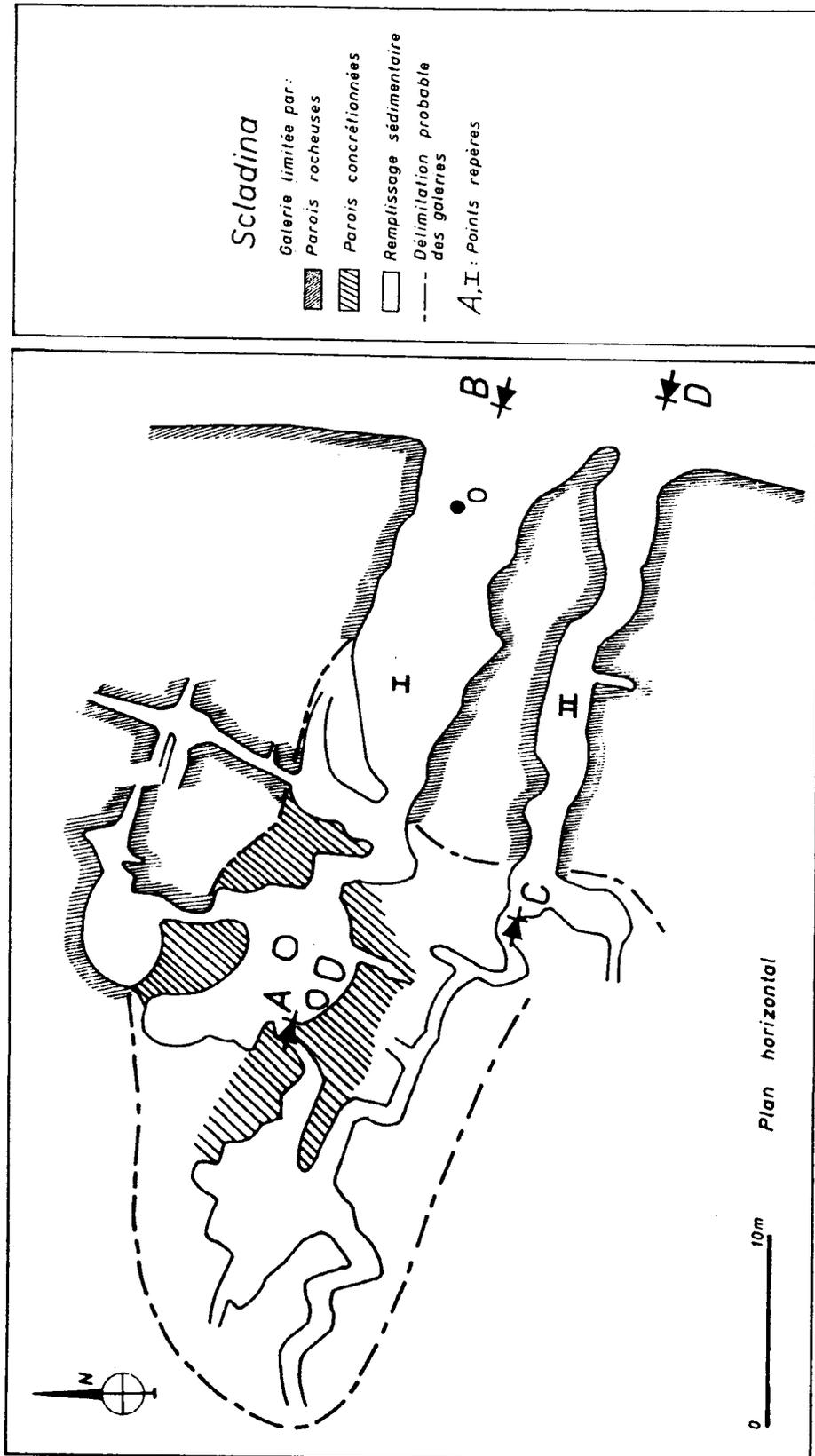


Figure 4a : Plan horizontal des galeries de la grotte Scladina.

La présence de beaucoup de terriers récents est intéressante : les animaux ont préféré cette couche limoneuse, facile à pénétrer, pas trop profonde et stable entre deux horizons cryoclastiques.

DG11 - 1A. Cette couche très continue est de nouveau constituée de fins fragments cryoclastiques (1 à 3 cm) et débute généralement par de gros blocs épars effondrés. Elle a la même origine que les couches DG7 - 3 et DG9 - 2A. Souvent elle comporte des artefacts préhistoriques.

Les couches suivantes sont préservées uniquement dans le fond de la grotte parce qu'à l'entrée elles ont été déblayées par les fouilleurs d'antan.

DG12 - 40. Elle consiste en une mince couche jaunâtre de 10 cm, plus limoneuse par endroits, comprenant par ailleurs deux minces lentilles de calcite grumeleuse superposées. Elle témoigne d'une activité chimique plus importante pendant une période calme du point de vue cryoclastique.

DG13 - 39. Commenant par quelques débris plus grossiers, cette couche gris-brun constituée de fragments cryoclastiques fins et pêle-mêle répète les conditions des couches DG7, DG9 et DG11. La présence régulière de gros blocs à la base d'une couche cryoclastique peut être interprétée comme un effondrement dû au changement climatique préparé durant toute la période plus stable qui a précédé.

DG14 - 38 et DG 15 - 37. Dans les dernières couches cryoclastiques, de couleur brun foncé, se manifestent déjà les perturbations dues à des terriers récents.

DG16 - 36. Enfin, les derniers limons sont atteints. On note tout un ensemble de lits limoneux, parfois très perturbés par les terriers et séparés par des planchers stalagmitiques. Les différentes directions d'inclinaison des croûtes témoignent d'un apport par différents points d'infiltration depuis la surface; l'entrée principale de la grotte était fermée, ce qui favorisait encore l'activité calcitique.

Finalement, des piliers et stalactites ont soudé le dernier plancher stalagmitique à l'encroûtement du plafond. Toutefois, l'épais remplissage a continué de se tasser et il s'est ainsi décollé du plancher stalagmitique qui resta soudé au plafond. Le vide variable ainsi produit a permis la pénétration d'animaux et finalement de l'homme contemporain.

III. ANALYSES SEDIMENTOLOGIQUES

A. Le prélèvement

Tous les 5 cm, des échantillons (2 kg) furent prélevés de trois coupes différentes choisies en fonction de leurs épaisseur, genèse et conservation. Sur le terrain, les plus grands blocs (diamètre supérieur à 5 cm) ont été éliminés. Un tamisage sur 2 mm a divisé l'échantillon en deux : une fraction fine (matrice) et une fraction grossière. La fraction fine a été analysée tous les 5 cm et les débris grossiers ont été réunis par horizon. Les analyses ont été effectuées complètement pour les couches DG1 à DG13.

B. La décomposition en deux fractions

La figure 7a montre la grande variabilité de la relation entre la matrice et la fraction grossière qui varie de 74 à 4%. Les analyses permettent de considérer quatre groupes : six horizons contiennent entre 74 et 68% d'éléments grossiers, c'est-à-dire que les fragements se touchent et même que certains pores doivent rester ouverts (Fig. 7a : I); 5 horizons en contiennent entre 58 et 50%, ce qui signifie que les pores sont complètement remplis de matrice fine avec un entassement lâche des éléments grossiers (Fig. 7a : II); 3 horizons ne

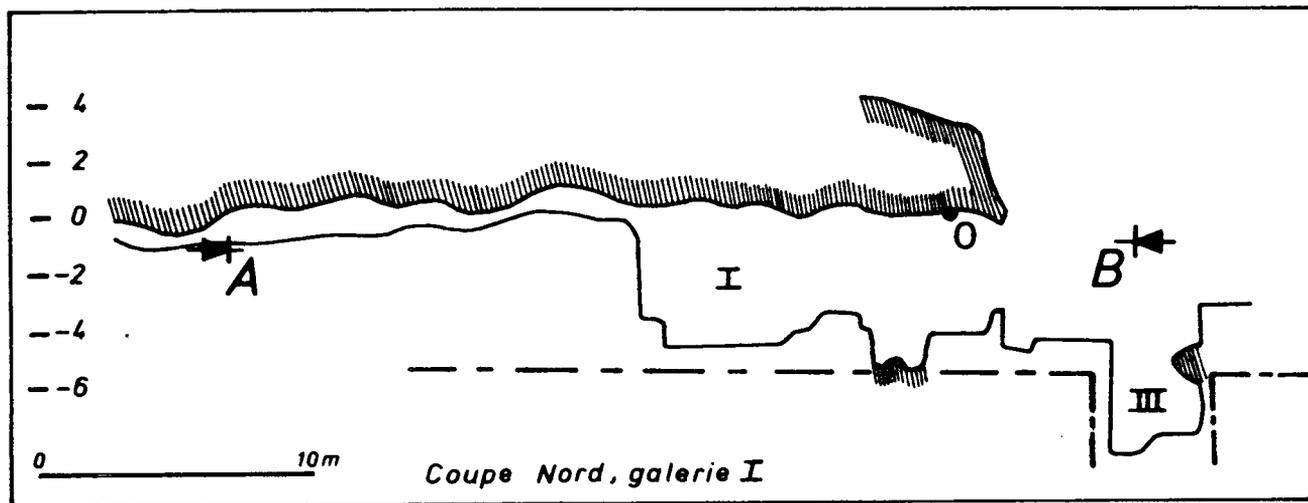


Figure 4b : Coupe longitudinale de la galerie I de la grotte Scladina.

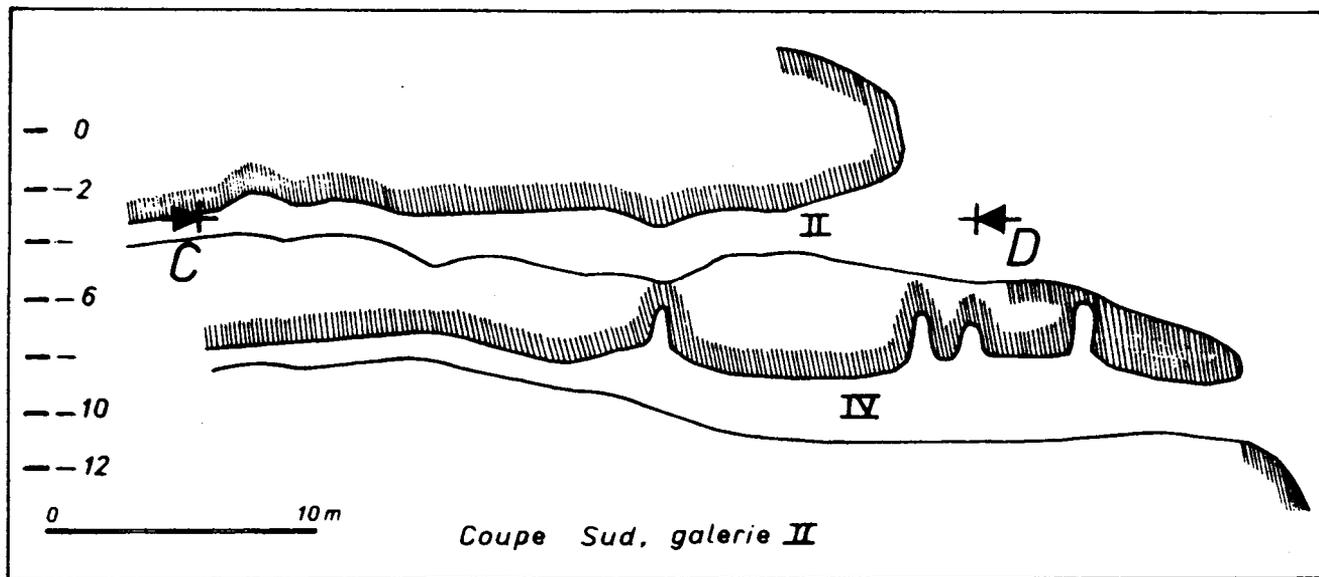


Figure 4c : Coupe longitudinale de la galerie II de la grotte Scladina.

contiennent qu'entre 37 et 30% d'éléments grossiers qui sont donc soutenus par la matrice (Fig. 7a : III); 4 horizons contiennent moins de 21% d'éléments grossiers qui "nagent" donc dans la fraction fine (Fig. 7a : IV).

Diverses catégories de dépôts semblent donc se distinguer, correspondant à certaines combinaisons de processus.

C. La fraction grossière

1. La granulométrie

Par horizon, la fraction grossière est d'abord tamisée par une série logarithmique de tamis à mailles circulaires. La figure 8 donne les résultats en pourcentages pondéraux. On remarque d'abord une dualité très nette du dépôt. La moitié inférieure est remarquablement grossière, 75 à 80% étant supérieurs à 22,5 mm avec même une tendance nette à un grossissement vers le haut atteignant un maximum dans l'horizon 5B. Cette évolution est interrompue par l'horizon DG5A aberrant qui ne contient que des éléments très petits, d'ailleurs en quantité minime. La moitié supérieure est nettement moins riche en débris grossiers tandis qu'elle contient davantage d'éléments de fraction moyenne jusqu'à 8 mm.

On peut en déduire l'existence de trois composantes génétiques de graviers. Les grands et moyens se chevauchent vers 32 mm; les moyens et petits vers 8 mm. La croissance du gravier moyen se fait au détriment tant de la fraction grossière que de la fine et ses maxima correspondent aux maxima absolus de la figure 7a. Les couches DG2, DG4, DG7, DG9 et DG13 par exemple, qui appartiennent aux groupes I et II, sont caractérisées par une fraction moyenne qui fait diminuer les pourcentages relatifs des fractions fines et grossières. Le gravier fin par contre est prépondérant dans les horizons les moins graveleux : les couches DG3-6, DG5-4 et DG10-1B appartiennent aux groupes III et IV de la figure 7a.

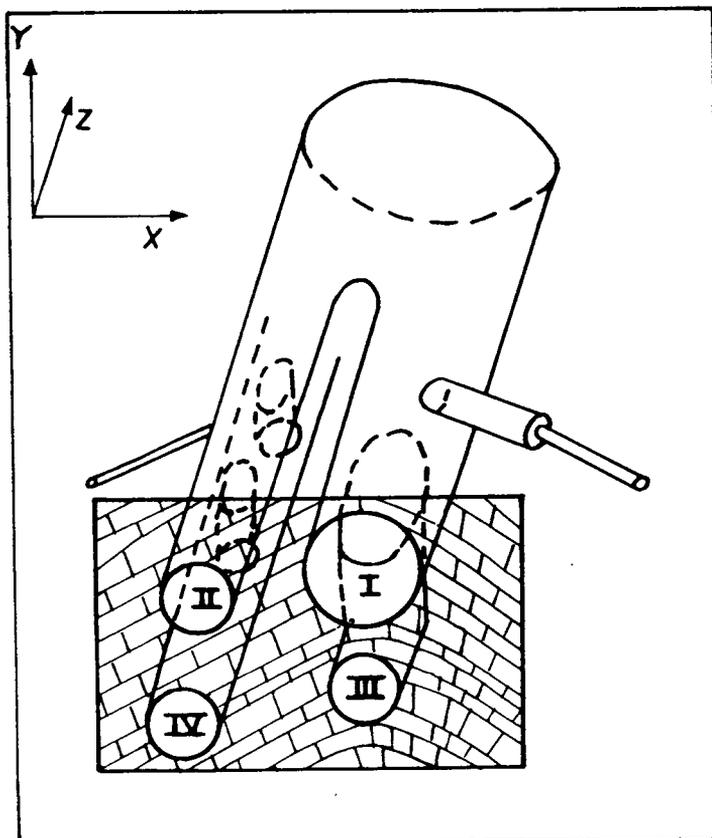


Figure 5 : Stéréogramme
des quatre galeries
et des boyaux latéraux.

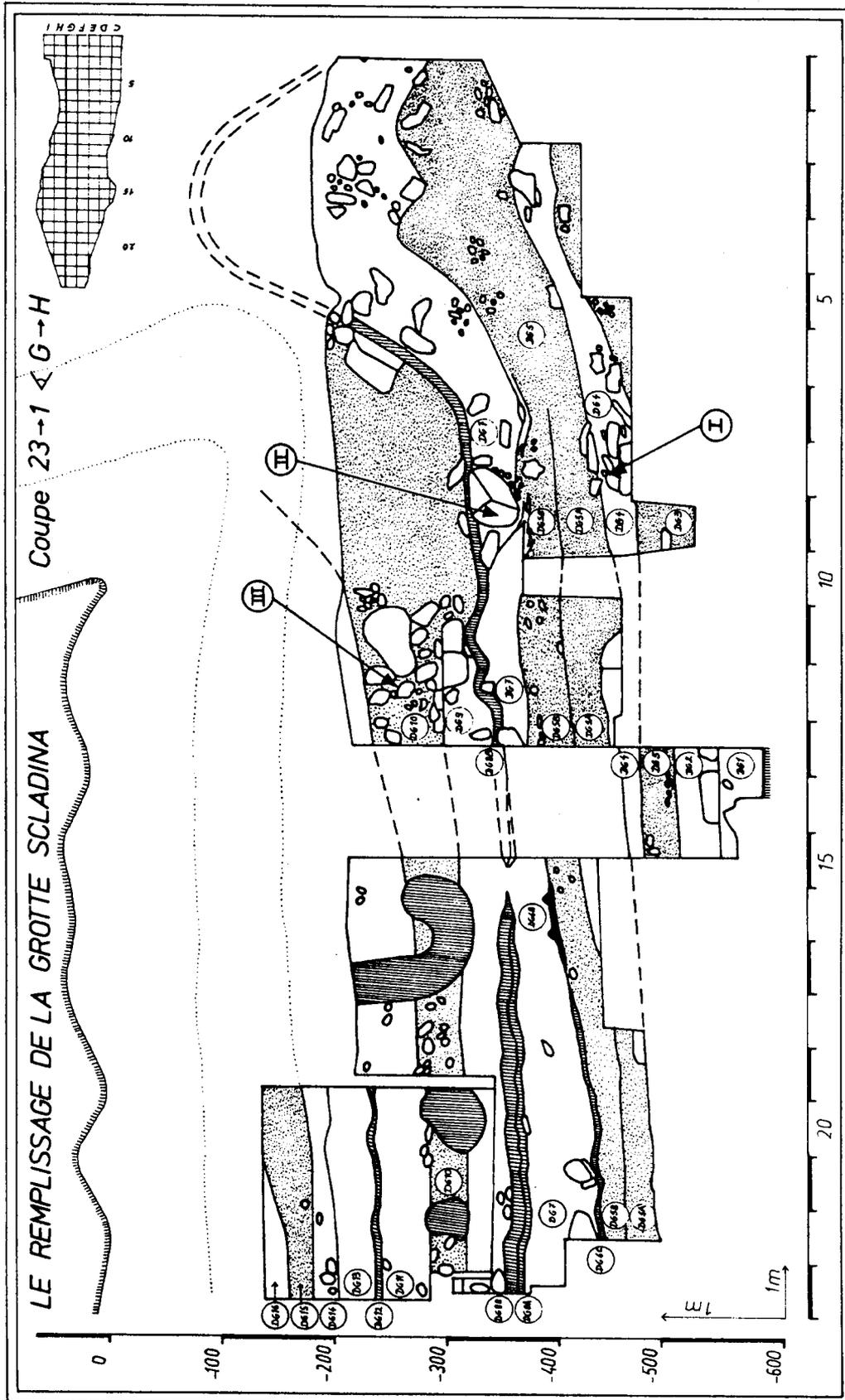


Figure 6a : Coupe longitudinale du remplissage de la galerie I.

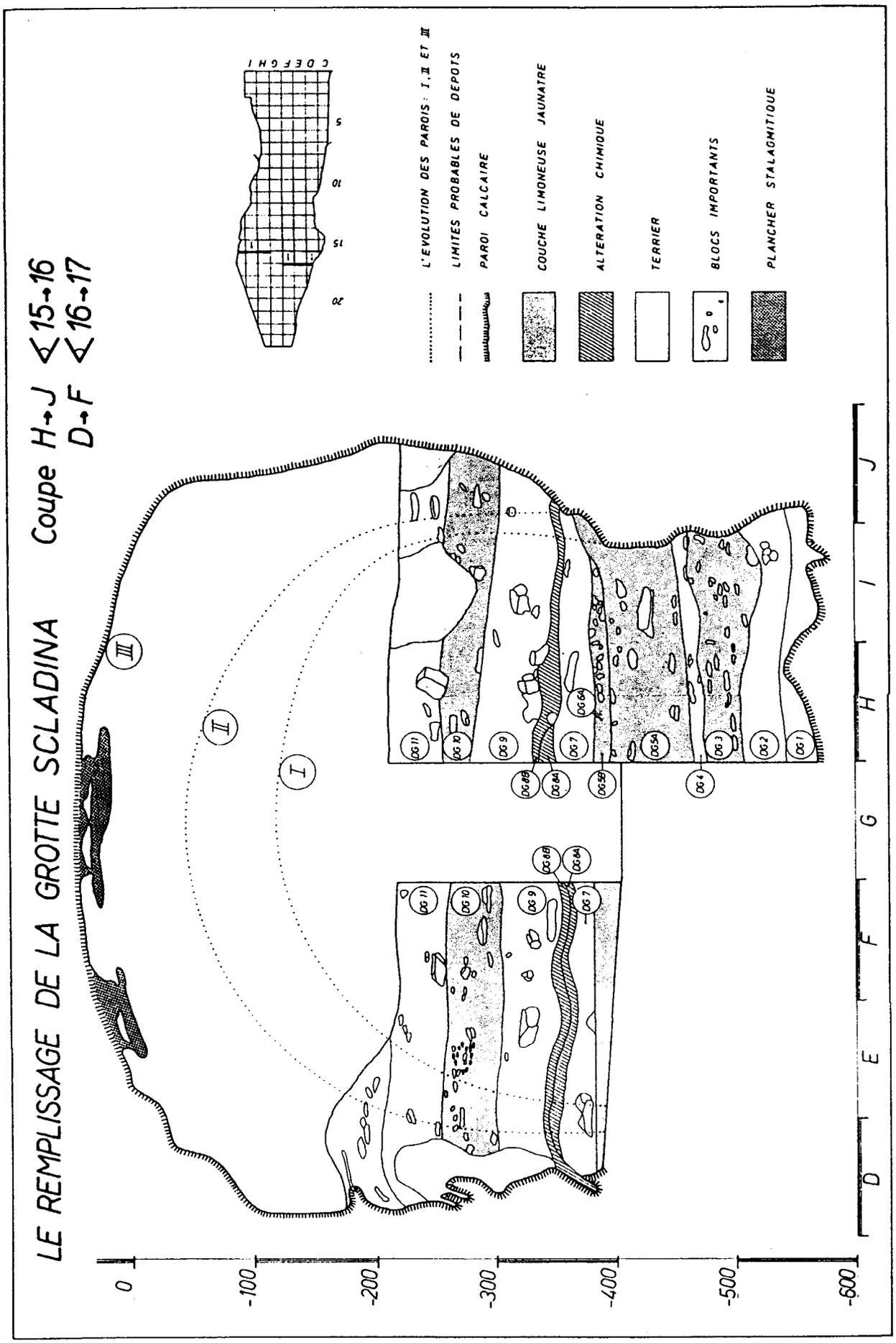


Figure 6b : Coupe transversale du remplissage de la galerie I.

2. La pétrographie

La constitution pétrographique fut étudiée dans deux fractions suffisamment riches, 16 à 11,2 mm et 5,6 à 4 mm, représentant le gravier moyen et le gravier fin (Fig. 7b).

D'un côté, 5 types de fragments de calcaire ont été distingués et d'autre part, 4 éléments spéciaux, notamment : (6) graviers de terrasse remaniés (quartz, quartzites et schistes roulés), (7) débris de calcite (souvent fibreuse), (8) concrétions loessiques et (9) concrétions de sesquioxydes.

Les fragments de calcaire dominant largement. Il s'agit de calcaires fins, purs, gris foncé provenant des parois et du plafond de la grotte. Leur pourcentage est une mesure de l'intensité de désagrégation des parois. Celle-ci peut être quelconque pour des débris peu nombreux, mais est certainement cryoclastique pour des concentrations élevées. C'est le cas des horizons appartenant aux groupes I et II. On peut donc considérer la relation fraction / matrice comme un indicateur de l'importance de l'activité cryoclastique. Dans les deux horizons inférieurs (DG1, 7B et DG2, 7A), toutefois, les graviers remaniés dominant. Au point de vue granulométrique, ils appartiennent aux groupes III et IV.

Parmi les 5 types de fragments de calcaire (Photo 2), le type 1, encore anguleux et gris foncé, est pratiquement non-altéré et forme les couches supérieures. Le type 2 a déjà développé une pellicule blanche poreuse et a perdu ses angles frais. Il est dominant dans les couches moyennes. Le type 1 est donc en contraste avec le type 2 qui représente les sédiments cryoclastiques qui se sont déjà déposés depuis plus longtemps. Nous estimons que l'altération de ce dernier type est liée à la circulation permanente de l'humidité dans la grotte. En fonction de la durée, les dépôts anciens ont été attaqués, les couches récentes pas encore. Le type 3 est fortement arrondi avec une épaisse pellicule blanche et poreuse. A part la base, ce type se concentre en deux maxima. Le type 4 arrondi possède une pellicule noirâtre épaisse et un intérieur complètement altéré, poudreux. Il se concentre au sommet de deux couches. La précipitation d'oxydes ferro-manganeux ne semble possible que par exsudation et témoignerait donc de conditions alternativement asséchantes dans la grotte. Enfin, on trouve le type 5 dans les couches DG3 et dans la moitié inférieure de DG10. Son effritement complet prouve une altération assez importante, ce qui demande une activité chimique forte après ou pendant le dépôt de ces horizons.

Parmi les débris spéciaux, les graviers remaniés de terrasse mosane sont très importants à la base, atteignant plus de 50% de la fraction grossière. Au-dessus, ils sont partout présents, surtout dans le gravier fin. Dans certains horizons, ils dépassent 25%. Ils témoignent d'un apport extérieur nécessitant un déplacement important. Dans le cas de la couche DG10 qui s'épaissit vers l'extérieur, on peut considérer cet apport par la pente et la terrasse de la grotte; mais pour d'autres couches, un apport par infiltration de l'intérieur de la grotte est probable. Les concrétions loessiques ne se rencontrent que dans la couche 5. A côté de rares concrétions de sesquioxydes, les graviers, surtout fins, contiennent une quantité variable de débris de calcite, souvent fibreuse. On peut exclure qu'une partie soit le résidu de dissolution différentielle du calcaire; nous estimons toutefois que la plus grande partie représente des effritements de concrétions de grotte. Leur maximum correspond d'ailleurs à l'horizon où un plancher stalagmitique a été observé.

D. La fraction fine

1. La granulométrie

Les analyses de la fraction fine, au-dessous de 2 mm - essentiellement la matrice des graviers - ont été effectuées tous les 5 cm. La colonne B (Fig. 9) en montre la composition totale : la fraction sableuse non décalcifiée, les fractions de silt et d'argile décalcifiées et leur contenu jumelé en carbonate.

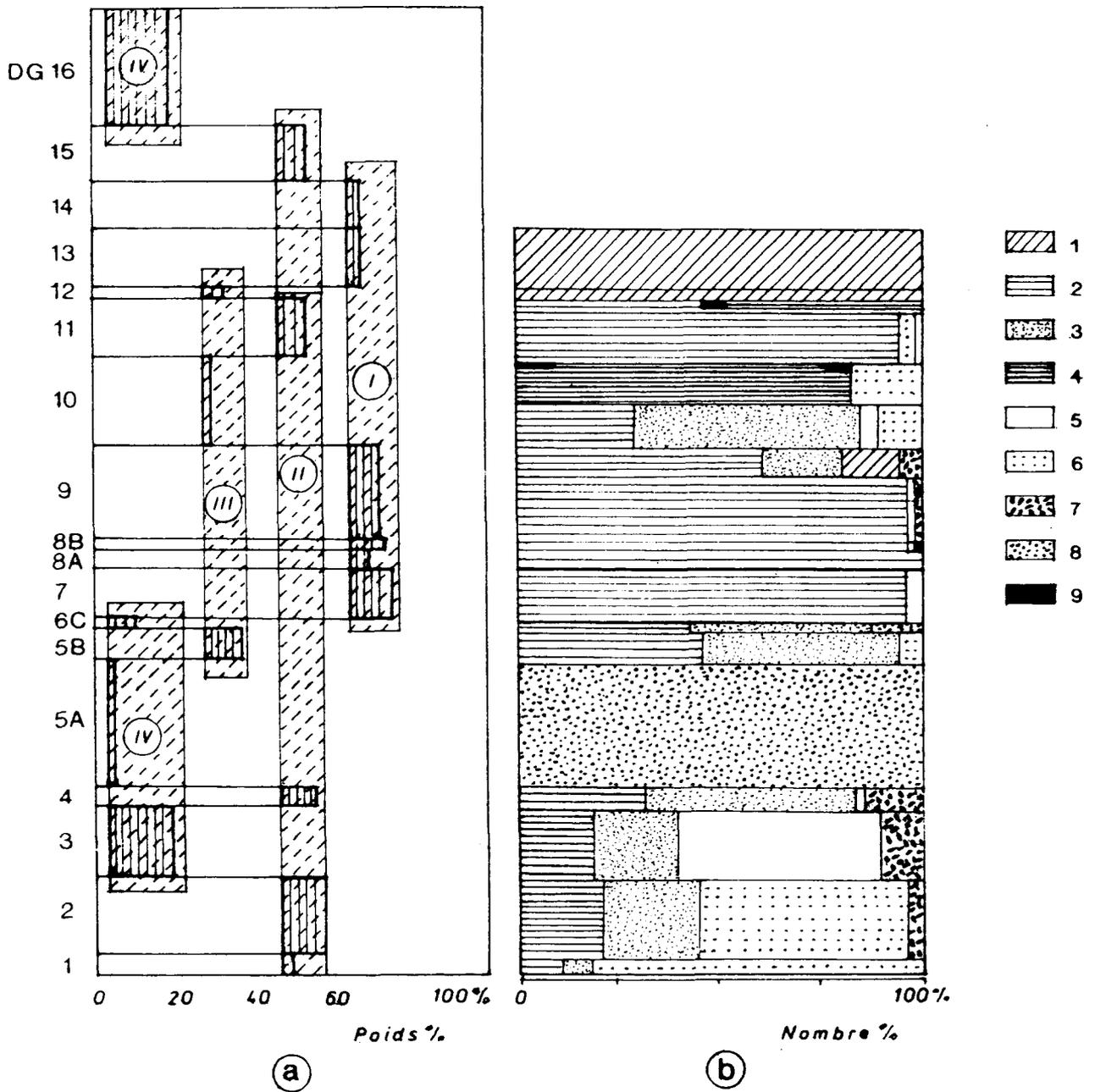


Figure 7 : La fraction grossière entre 50 et 2 mm.

a: pourcentage grossier en poids par horizon avec délimitation de quatre champs.

b: constitution pétrographique de la fraction grossière.

1 à 5: fragments de calcaire, 1: type 1; 2: type 2; 3: type 3; 4: type 4; 5: totalement pourri; 6: gravier fluviatile des terrasses mosanes; 7: débris de calcite; 8: agglomérats loessiques; 9: concrétions de sesquioxydes ferro-manganeux.

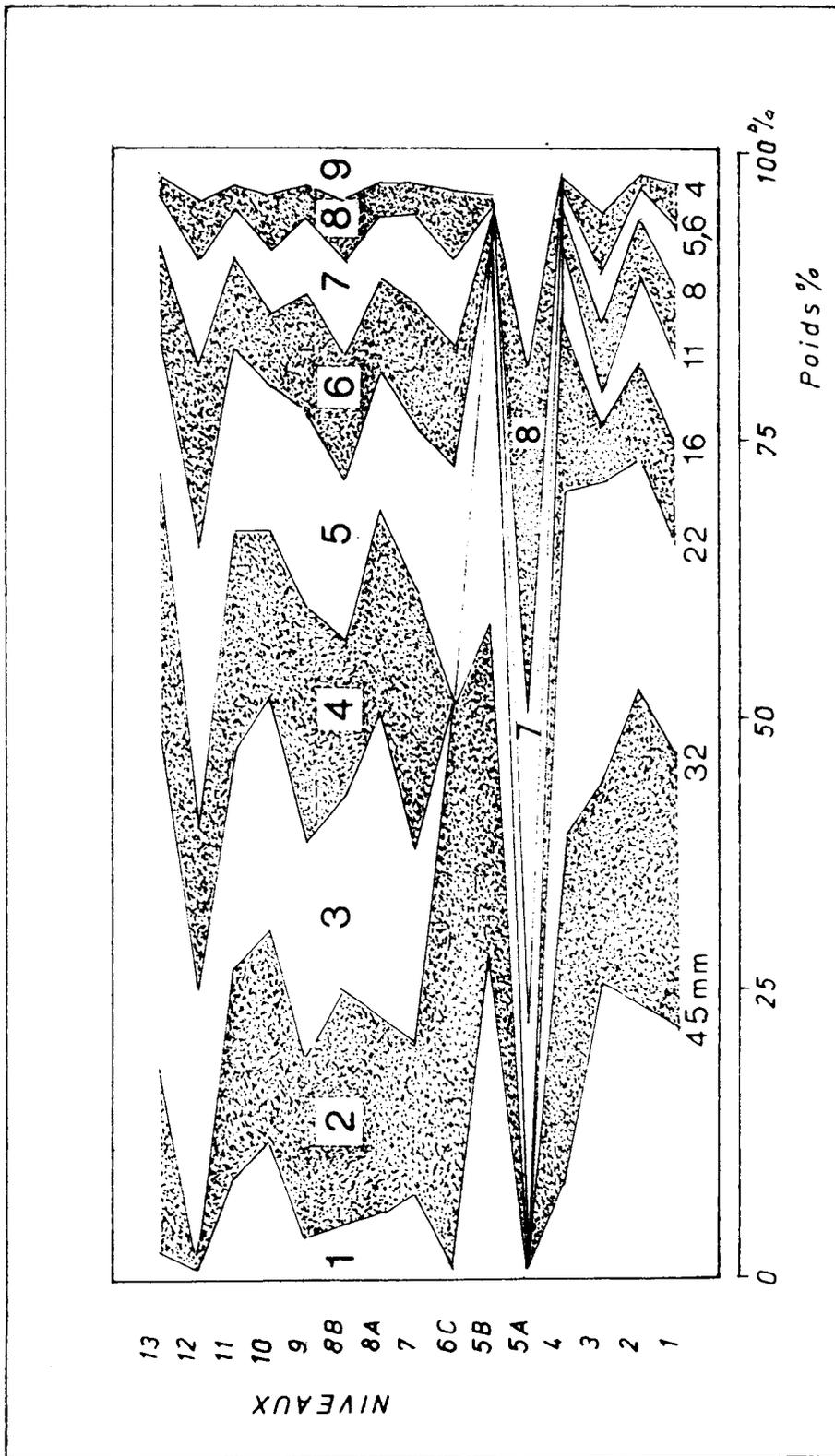


Figure 8 : La division pondérale de la fraction grossière en classes de 0,5 phi obtenues avec tamis à ouvertures circulaires.

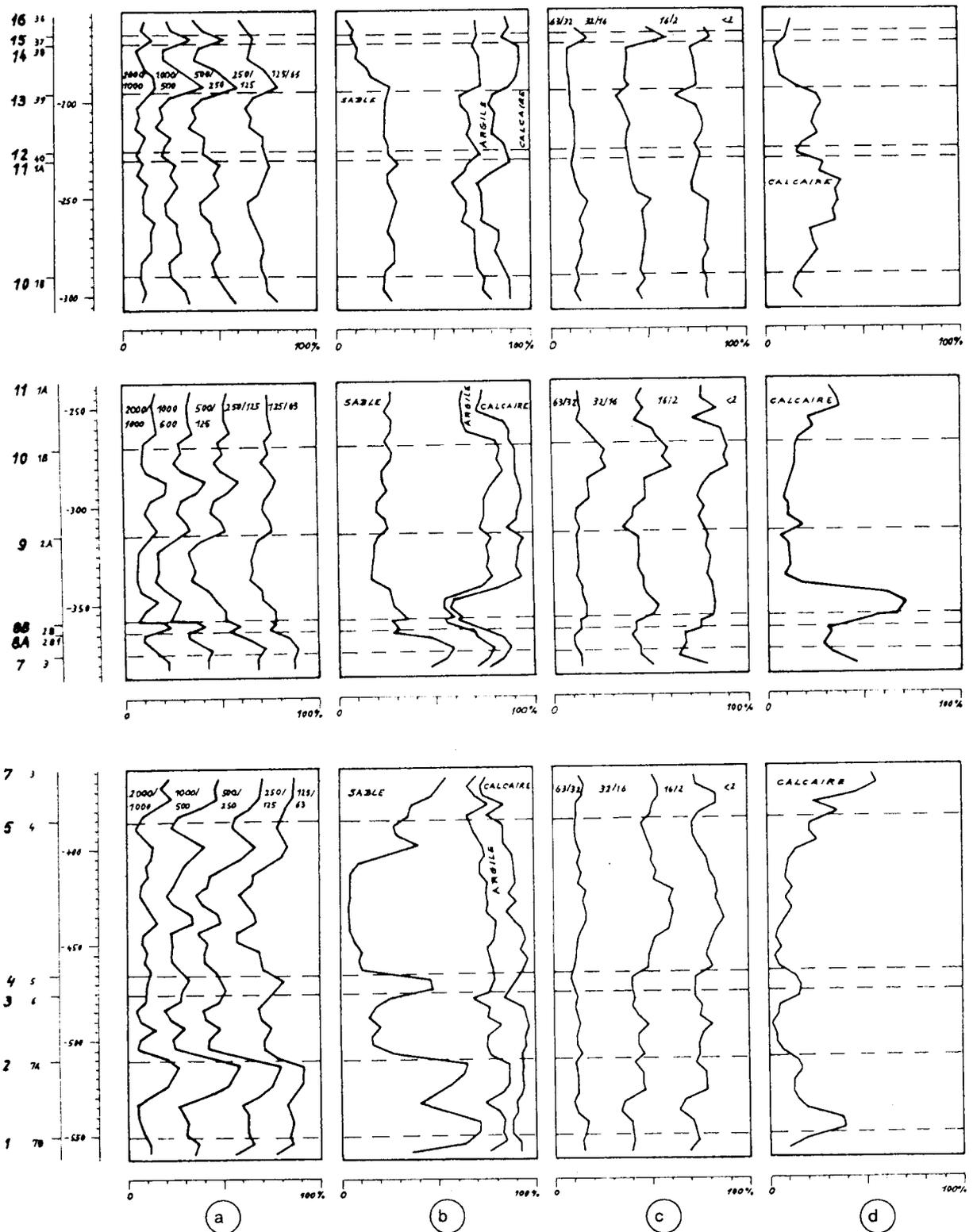


Figure 9 : La fraction fine, inférieure à 2 mm, de trois coupes du remplissage.

a: granulométrie cumulative du sable en fractions phi.

b: composition globale avec pourcentage des dissolubles (=calcaire), argile, silt et sable.

c: granulométrie du limon décalcaifié.

d: pourcentage de calcaire du limon.

d: pourcentage de calcaire du limon.

En dessous de l'horizon 8, le sable dépasse souvent 50%, jusqu'à 72% à la base, tandis que dans les deux horizons silteux, il passe en dessous de 20%, avec un minimum de 6%. Par contre, la moitié supérieure est moyennement riche et remarquablement uniforme, mis à part le sommet qui est de nouveau nettement plus fin.

La colonne (Fig. 9a) détaille la constitution pondérale du sable. La médiane oscille largement autour de 250 μm . Ces oscillations sont liées au contenu absolu en sable : d'une part, à une fraction sableuse importante correspond un accroissement des fractions grossières supérieures à 250 μm . Pour les couches en dessous de l'horizon DG8, cette croissance accompagne celle des graviers moyens, ce qui était déjà mis en évidence par l'importance de l'activité cryoclastique déterminante. D'autre part, à une diminution de la fraction sableuse totale DG3-(6), DG5-(4) et DG16-(36) correspond une croissance relative des fractions inférieures à 250 μm . Ces couches forment le groupe IV dans la figure 7a.

Le contenu en carbonate de la fraction inférieure à 62 μm a été déterminé. Il est présenté à la figure 9b par rapport au sédiment total, à la figure 9d proportionnellement à la fraction inférieure à 62 μm . Il y a une nette covariance positive entre le rapport de ce contenu au total des fractions fines (Fig. 9d) et le rapport du pourcentage de sable à la composition totale (Fig. 9b). La production du calcaire fin est donc liée à celle du gravier moyen. Par contre, les couches supérieures DG8(2B) et DG7(3) sont différentes. Il est remarquable que ce soient des horizons qui ont connu une pédogenèse enracinée dans les dépôts de calcaire.

En rapport avec la composition totale (Fig. 9b), le silt domine dans les horizons DG3(6), DG5(4) et DG14(38)-15(37) - 16(36) avec environ 80%, alors que la matrice constitue jusqu'à 95% du sédiment entier. La figure 9c, qui donne le détail de la composition du silt, montre que le silt grossier est très constant, représentant entre 10 et 20% de la fraction fine détritique. La seule augmentation jusqu'à 30% est sans relation avec une autre fraction, ce qui prouve donc un réel apport de silt grossier pour cette couche DG10(1B). Le silt moyen oscille entre 30 et 50% : il augmente au détriment du silt fin lorsqu'il y a peu d'argile, par contre il diminue au profit du silt fin lorsqu'il y a beaucoup d'argile. Le premier cas est présent dans la couche de limon pur (DG5-(4)) qui est typique pour un loess de provenance éolienne avec un mode autour de 20 μm . L'autre cas, plus général, peut être expliqué par un mélange de limon éolien avec une argile silteuse fine due à l'altération par décalcification du calcaire. Celle-ci peut être produite sur le plateau et introduite par ruissellement ou provoquée sur place par altération dans la grotte. A ceci s'ajoute d'ailleurs la décalcification qui a été faite en laboratoire.

2. La minéralogie : minéraux lourds

Les minéraux lourds déterminés dans la fraction 62 - 32 μm (Fig. 10) démontrent que les horizons silteux 3 et 5 ont la constitution normale des loess supérieurs de Hesbaye avec en moyenne : épidote 30, hornblende 25 et grenat 10. Vers le haut et le bas, le pourcentage des ubiquistes augmente, ce qui dénote un fort mélange de silt non loessique.

Pour les horizons silteux les plus récents, les grenats et surtout les hornblendes diminuent considérablement par rapport à l'épidote et s'apparentent ainsi aux loess inférieurs de Hesbaye (Hennuyien). En grande partie, ils doivent provenir d'un remaniement d'anciens dépôts du plateau. Une entrée directe par l'ouverture principale était d'ailleurs exclue puisque la grotte était déjà obstruée par les sédiments.

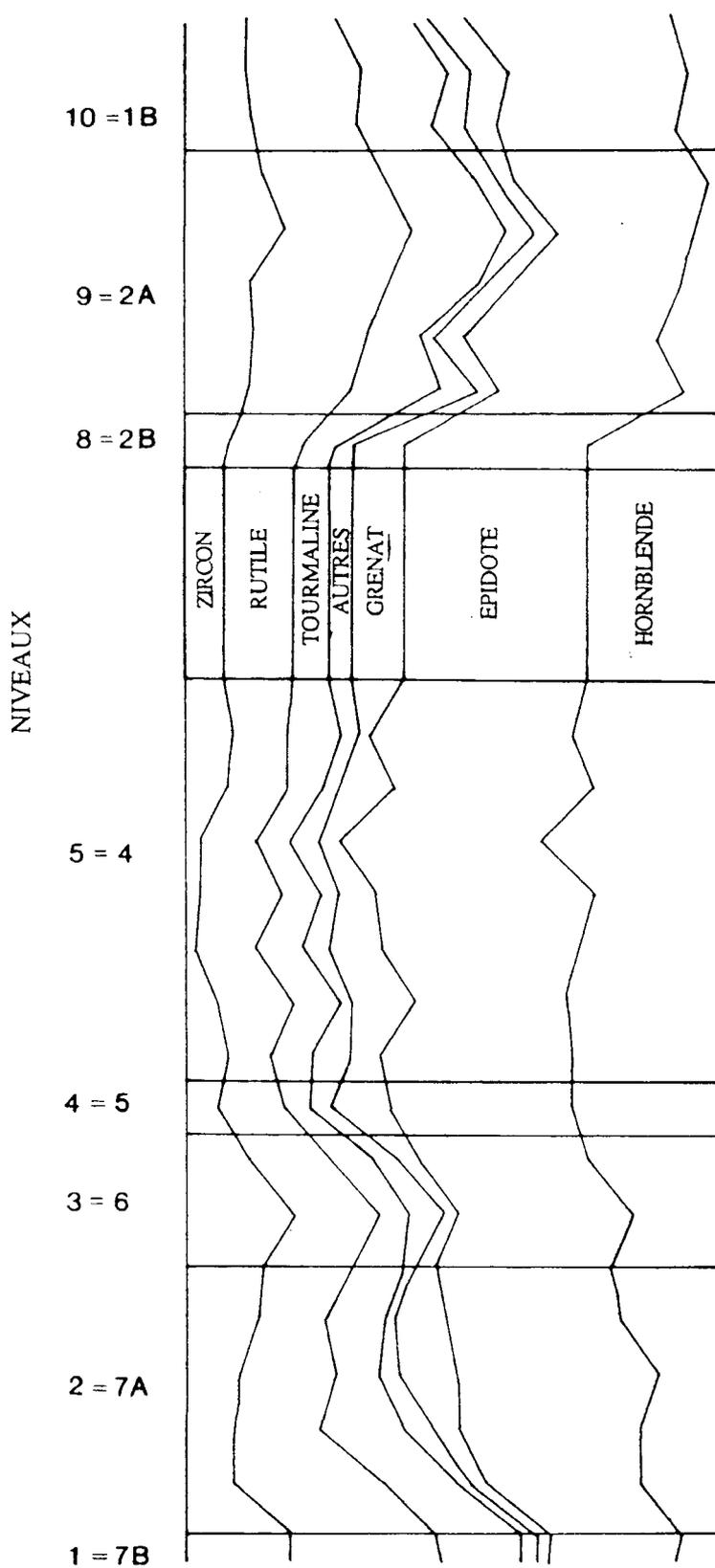


Figure 10 : Composition en minéraux lourds de la fraction 62-32 μm .

IV. CONCLUSIONS CLIMATIQUES (Fig. 11a et b)

Les cailloux roulés provenant d'une terrasse mosane et introduits par un écoulement aqueux ainsi que l'absence de débris cryoclastiques prouvent des conditions humides tempérées pour la couche basale (DG1).

Avec la couche DG2 débute l'activité du plafond, en première instance par de gros blocs, puis par les premiers débris cryoclastiques. Le mélange avec des cailloux roulés prouve que la cryoclastie, nécessitant un climat froid et assez humide, s'est chargée de la sédimentation tout de suite après l'écoulement de base.

Les horizons DG3 et DG5A consistent en un limon loessique presque pur, nécessitant un climat froid plutôt sec. Pourtant, dans la couche DG3, des débris de calcaire très rongés flottent dans le limon. Ils impliquent une sédimentation secondaire en conditions tempérées qui a remanié le loess apporté à l'extérieur dans un deuxième épisode de la période froide, commencée par la couche DG2 cryoclastique. L'épisode cryoclastique représenté par la couche DG4 est le début d'une seconde phase froide continuée par la couche silteuse DG5A, mais celle-ci se montre plutôt comme un loess primaire : elle a une forte pente et ne possède aucune impureté.

L'activité chimique qui cause la coloration ocreuse du sommet DG5B et la croûte stalagmitique (DG6) indique un climat humide plus tempéré, mais à cause de sa faible influence, nettement moins que durant l'Holocène. L'augmentation de l'humidité se fait déjà sentir à la fin de la période froide, ce qui a fait tomber quelques grands blocs dans la couche DG5B.

C'est seulement après que débute un climat très froid, humide, sub-nival dont quatre épisodes assez semblables se suivent dans les couches DG7, DG9, DG11 et DG13. C'est spécialement durant ces phases que la galerie s'agrandit par gélifraction tant des parois que surtout du plafond. On peut estimer cet agrandissement vers le haut entre 1,5 et 2 m. Ce développement s'arrête lorsque les retombées ont bouché l'entrée et ainsi rendu les variations thermiques moins efficaces. Ces niveaux froids sont séparés par une activité différente, chaque fois sous climat plus tempéré, peut-être plus humide. D'abord il y a l'horizon très continu et nettement humifère (DG8), suivi par la couche DG10 à éléments étrangers, dont beaucoup de limon (loess remanié) témoignant d'un apport par "creep" et nettement rubéfié.

	Sec	Humide	Remanié	Accumulation
		Concrétions de calcite	G R O T T E	X
Chaud		Solifluxion	X	X
		Pédogénèse et altération	X	
Froid	Dépôts loessiques	Matériel cryoclastique		X

Figure 11a : Schéma interprétatif.

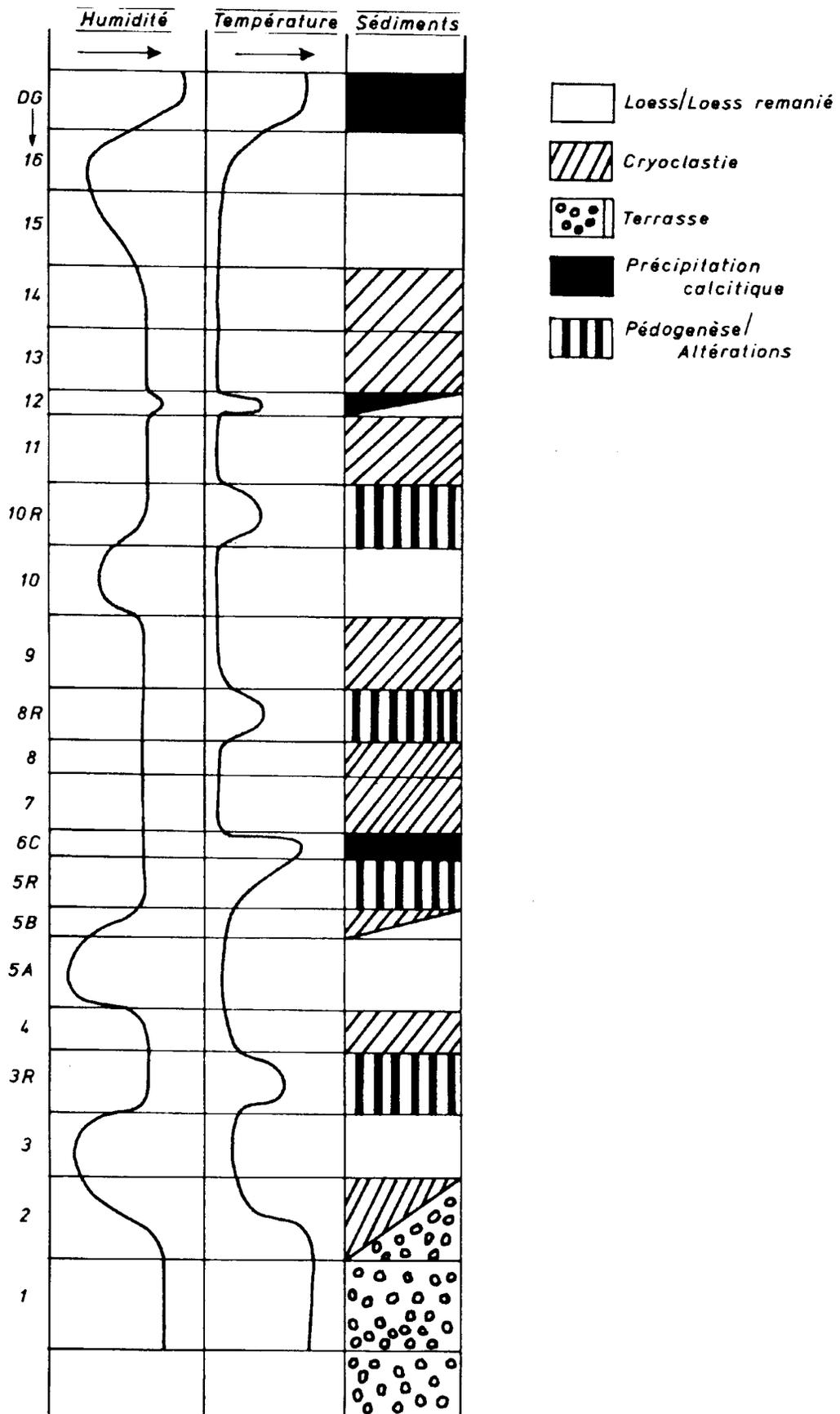


Figure 11b : Interprétation climatique des sédiments.

Enfin, suit une faible recrudescence de précipitation calcitique onctueuse (DG12) dans une mince couche limoneuse.

Il faut attendre la reprise de l'activité chimique postglaciaire pour voir se développer, dans l'atmosphère de la grotte fermée, le plancher stalagmitique qui bientôt se soude aux stalactites du plafond.

Par des puits verticaux, une circulation par ruissellement s'installe et creuse des boyaux dans les sédiments de remplissage. Par suite de cette évacuation et d'une dissolution diffuse, les sédiments se tassent et se décollent ainsi du plancher stalagmitique. Par le vide produit, des animaux fouisseurs et finalement l'homme contemporain pénètrent de nouveau dans la galerie.

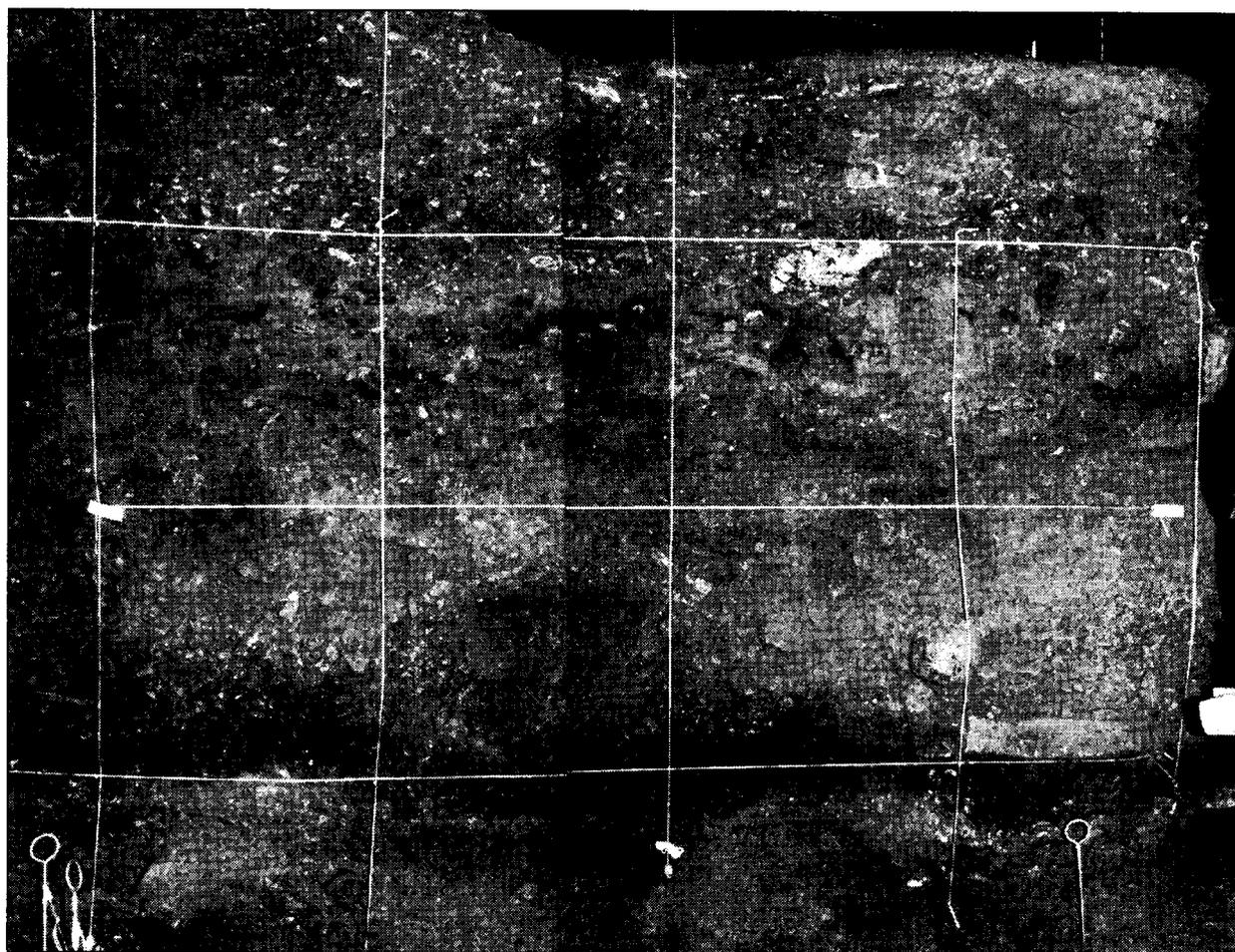
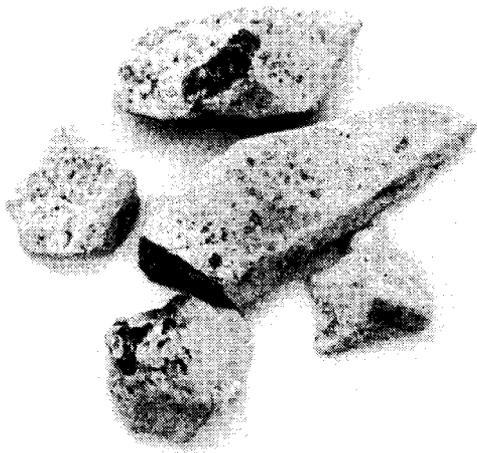
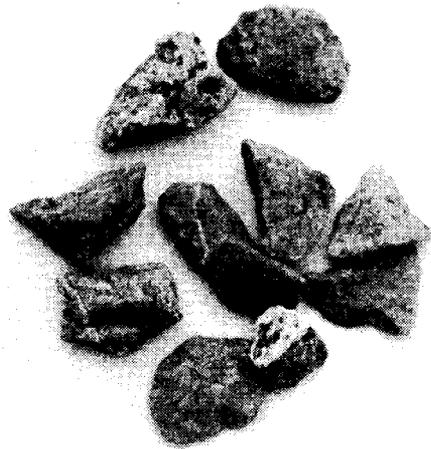


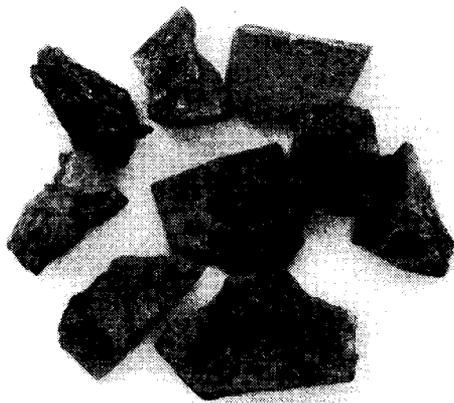
Photo 1 : La paroi (D)EF, à la profondeur de -17 m. Les carrés ont 50 cm de côté. Près de la base, l'horizon couple humifère-roux représente le sol DG8. Au-dessus se distinguent trois couches typiques nettement différenciées. D'abord DG9 à blocs pêle-mêle et sommet limoneux; ensuite DG10 avec plaquettes de calcaire frais; au sommet DG11 à fins débris altérés.



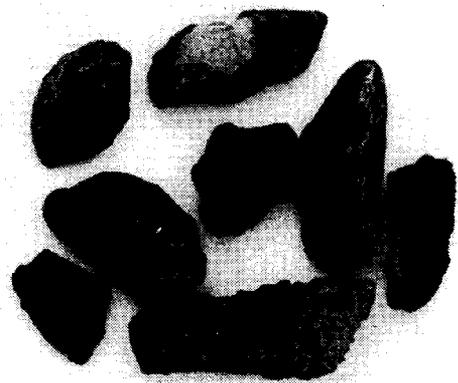
TYPE 1



TYPE 2



TYPE 3



TYPE 4

0  5cm

Photo 2 : Quatre types de fragments de calcaire.

BIBLIOGRAPHIE

Les méthodes analytiques employées sont celles en vogue dans notre Laboratoire de Sédiments Récents. Le détail de certaines analyses est consigné dans le mémoire de licence de

DEBLAERE, Chr., 1984. *Grotsedimentologische Studie van het Prehistorisch Site Sclayn*. K.U.L., 121 p.

Un résumé de nos résultats fut publié par

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

Nous renvoyons en général au bel ouvrage de

MISKOVSKY, J.-Cl. (éd.), 1985. *Géologie de la Préhistoire : Méthodes, Techniques, Applications*. *Geopre*, Paris, 1297 p.