

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DE LA COUPE TRANSVERSALE 30 / 31 DES CARRES A, B, C ET D DE LA GROTTÉ SCLADINA

Mohammed BENABDELHADI¹

Cette étude entre dans le cadre des analyses sédimentologiques générales déjà effectuées par Fr. Gullentops, Ch. Deblaere et P. Hasaerts dans la grotte Scladina. Néanmoins, notre travail concerne une zone non étudiée auparavant et rendue particulièrement intéressante par la présence de restes humains.

Nous avons adopté la nomenclature stratigraphique définie par M. Otte et al. en 1983. Dans la coupe longitudinale 30 / 31, les couches suivantes affleurent de la base au sommet (figure 1) : 4B, 4A, 3, 2B, 2A et 1B.

DESCRIPTION DES COUCHES :

Couche 4B :

Cette couche tapisse la grotte sur toute sa longueur. Son épaisseur varie de 60 cm à l'entrée à 25 cm au fond. Elle est constituée par un sédiment essentiellement fin, de coloration jaunâtre. On y trouve quelques fragments calcaires de petite taille. On remarque par endroits des taches noires. Cette couche est en général assez homogène et compacte. De fines laminations sont présentes au sommet de la couche. Elles forment des lentilles. Cette stratification est constituée par l'alternance de minces couches de précipités de calcites et de limons bruns foncés.

Couche 4A :

Cette couche est présente dans la presque totalité de la grotte. Elle est épaisse de 30 à 40 cm en moyenne. La fraction grossière y est nettement mieux représentée. Il s'agit d'une fraction calcaire du même type que la paroi de la grotte. Elle renferme quelques plaquettes et quelques blocs de 10 à 20 cm de diamètre. Les débris calcaires dominants ont pour la plupart une longueur de 6 à 8 cm en moyenne. La matrice est formée par des sédiments limoneux compacts et très homogènes. Elle ne présente aucune stratification. Nous observons par endroits un plancher calcitique. Il est assez fragmentaire et de faible épaisseur.

¹ Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, Institut de Paléontologie Humaine, 1 rue René Panhard, 75013 Paris, France.

Cette couche suscite un intérêt particulier par la présence de restes humains fossiles. En effet, lors de la campagne de fouille de juillet 96, un fragment de mandibule humaine a été découvert près de la paroi de la grotte, à moins de 2 m de notre coupe transversale 30 / 31.

Couche 3 :

Cette couche présente une limite supérieure ondulante. A l'intérieur de la grotte, son épaisseur est de 40 à 50 cm alors qu'à l'extérieur, elle a tendance à disparaître. La fraction grossière est prépondérante, de nature pétrographique toujours calcaire. Elle est essentiellement formée de cailloux de taille moyenne entre 2 et 3 cm. La partie inférieure de la couche présente quelques gros blocs calcaires. La matrice est jaunâtre, homogène et assez uniforme. Elle se compose de limons et d'argiles.

Couche 2B :

Elle se dépose sur une surface ondulante et présente une épaisseur moyenne de 30 à 40 cm. Les fragments calcaires y sont assez bien représentés. Ils sont de petite taille, 2 à 6 cm de diamètre en moyenne. La matrice est généralement de couleur brune foncée. Elle est riche en matière organique et en fer. Dans la partie inférieure de la couche, apparaît un petit horizon formé par des sédiments grisâtres. Les limites de cet horizon sont assez floues.

Couche 2A :

Les limites de cette couche sont très ondulantes. Son épaisseur est assez faible au milieu de la grotte. Elle varie entre 10 et 25 cm. La fraction grossière est très riche en éléments cryoclastiques assez fins. Nous y notons la présence de galets de quartz de petite taille. Quelques cailloux sont enrobés dans une gangue magnésienne. La matrice a une texture sableuse. La couleur générale du sédiment est grisâtre à brunâtre.

Couche 1B :

Cette couche est épaisse de 20 à 40 cm à l'intérieur de la grotte. Elle a tendance à s'épaissir vers l'extérieur. Les proportions de la fraction grossière carbonatée diminuent considérablement dans cette couche. La matrice est jaunâtre, assez compacte et très uniforme. Elle est formée de sédiments limoneux. Quelques taches d'oxydes de fer et de manganèse sont présentes par endroits.

RESULTATS DES ANALYSES SEDIMENTOLOGIQUES :

1. Granulométrie totale (figure 2) :

Cette analyse concerne les fractions granulométriques inférieures à 1 cm. Nous y distinguons les granules (10 à 2 mm), les sables grossiers (2 à 0.2 mm), les sables fins (0.2 à 0.04 mm), les limons (40 à 2 μ m) et les argiles (< 2 μ m). L'étude des différentes classes granulométriques nous permettra de bien caractériser la texture des couches 4B, 4A, 3, 2B, 2A et 1B en partant de la base de la coupe selon la chronologie du dépôt.

Couche 4B :

Elle est de loin la plus riche en limons : elle en contient 69.8 % en moyenne. Les argiles sont assez bien représentées (18.7 %). Les sables grossiers et les sables fins sont présents en proportions comparables (respectivement 4.3 et 7.5 % en moyenne). La fraction des granules est très faible (1.5 %).

Couche 4A :

Les limons restent prépondérants (63.7 % en moyenne) et le taux de la fraction argileuse connaît une légère augmentation (20.4 %). Les sables fins sont mieux représentés que les sables grossiers (respectivement 8.5 % et 5.2 %). La classe granulométrique des granules est très faiblement représentée (< 4 %).

Couche 3 :

D'un point de vue granulométrique et textural, cette couche est assez homogène. Elle est la plus riche en granules : leur taux varie entre 24.1 et 29.3 %. Sur le terrain, cette couche présente une fraction grossière (diamètre > 1 cm) très importante. Les limons sont très bien représentés (45.4 %). Les pourcentages des sables fins sont relativement plus significatifs que ceux des sables grossiers (respectivement 6.3 et 4.9 % en moyenne). Le taux de la fraction argileuse varie entre 14.5 et 22 %.

Couche 2B :

Nous observons un net enrichissement en limons (54.5 %) et en argiles (20.2 %) aux dépens des granules (11.1 %). Les sables ont une répartition moyenne de 14.2 % avec une prépondérance des sables fins (8.5 %) par rapport aux sables grossiers (5.7 %).

Couche 2A :

Les limons restent prépondérants (57 %). Toutefois il est à noter que la base de cette strate est plus riche en granules (20.3 %) et en argiles (14.3 %) que le sommet. Celui-ci présente par contre des taux plus importants en fraction sableuse (26.2 %), avec des sables grossiers (17.9 %) nettement mieux représentés que les sables fins (8.3 %).

Couche 1B :

Elle est très pauvre en granules (0.4 %). La fraction limoneuse est prépondérante (64.4 %) suivie par la fraction sableuse (19.1 %). Les sables grossiers et les sables fins sont également répartis. Les argiles sont représentés avec des proportions de 16.1 % en moyenne.

Cette première analyse des différentes classes granulométriques permet donc de retrouver et de confirmer les limites des couches archéologiques et stratigraphiques définies auparavant par l'équipe du professeur M. Otte. Les couches étudiées dans cette coupe présentent généralement des caractères granulométriques qui permettent de les corrélérer avec celles analysées par Fr. Gullentops et Ch. Deblaere depuis l'entrée de la grotte jusqu'à la bande 23.

Grotte		Terrasse
Gullentops, 1992	Otte et al., 1983	Otte et al., 1983 ; Hasaerts, 1992
DG - 10	1B	I
DG - 9	2A	-
DG - 8	2B	III
DG - 7	3	IV
-	-	VA
DG - 6	CC4	-
DG - 5B	4A	V ocre
DG - 5A	4B	V gris

Tableau des équivalences stratigraphiques.

2. Granulométrie des sables :

Nous avons utilisé les paramètres proposés par Folk et Ward (1957). L'étude des indices granulométriques nous montre que toutes les couches de la coupe étudiée présentent des sables mal triés. Les sables fins sont mieux classés que les sables grossiers et les courbes granulométriques sont toutes de type leptokurtique. Seule la taille du grain varie épisodiquement d'une couche à l'autre. Ainsi, les sables des couches 4B, 3 et 1B sont à grains moyens alors que les couches 4A et 2B renferment des sables à grains fins. Les sables de la couche 2A sont assez mélangés ; la taille du grain varie du fin au grossier.

3. Minéraux lourds :

L'étude du cortège des minéraux lourds des sédiments compris entre 160 et 50 μm (S. Duplaix, 1958) révèle la présence de 2 groupes : les minéraux ubiquistes ou résistants (figure 3) et les minéraux des roches métamorphiques (figure 4). Les ubiquistes regroupent le zircon, le rutile, l'anatase, la brookite et la tourmaline. Les métamorphiques renferment la hornblende verte, le pyroxène, des épidotes, la staurotide, le disthène, l'andalousite et le grenat. En dehors de ces groupes, on trouve également du sphène mais en proportions très peu significatives.

Couche 4B :

Le cortège des minéraux lourds est formé essentiellement de minéraux ubiquistes (67.8 % en moyenne). Le zircon est le mieux représenté (près de 53 %). Les minéraux titanés ont une répartition moyenne de 14.9 %. Les minéraux des roches métamorphiques ont un taux moyen de participation de 25 % avec une nette prédominance du grenat (11.1 %) et de l'épidote (9.6 %).

Couche 4A :

Le cortège de minéraux lourds présente une répartition quasi identique entre les ubiquistes (47.9 %) et les métamorphiques (42.25 %). Parmi les premiers, le zircon est prépondérant (26 %) alors que chez les seconds, c'est l'association épidote - grenat que l'on rencontre le plus fréquemment (respectivement 14 % et 13.6 % en moyenne).

Couche 3 :

La partie inférieure de cette couche présente une très nette prépondérance des minéraux ubiquistes (55.1 %) par rapport à ceux des roches métamorphiques (40 %). Le zircon est abondant parmi les minéraux résistants. Chez les métamorphiques, l'association épidote - pyroxène - grenat est remarquable. Dans la partie supérieure de la couche 3, la situation s'inverse. Les minéraux ubiquistes ne représentent plus que 33.6 % avec prépondérance du zircon. La répartition des minéraux métamorphiques augmente jusqu'à 47.1 % de moyenne. Le pyroxène connaît une légère diminution de sa représentation.

Couche 2B :

Les ubiquistes redeviennent largement prépondérants (59.4 %) avec une très nette dominance du zircon (36.9 %). Les minéraux titanés ont une répartition moyenne de 22.5 %. Les minéraux des roches métamorphiques représentent en moyenne 24.8 %. L'association épidote - pyroxène - grenat est dominante.

Couche 2A :

Le cortège des minéraux lourds montre une légère prépondérance des ubiquistes dont le taux est néanmoins en diminution : il passe à 40.5 %. Le zircon reste le minéral le mieux représenté avec 27.9 % en moyenne. Il est associé au rutile (7.7 %). Les minéraux métamorphiques représentent 35 % en moyenne. On y trouve l'association grenat - pyroxène - épidote (respectivement 12.6 %, 8.1 % et 7.5 %).

Couche 1B :

Les minéraux résistants sont relativement les mieux représentés avec un taux de 42.5 %. Le zircon offre à lui seul 28.7 %. Il est associé au rutile (10.6 %). Les minéraux métamorphiques ont une répartition moyenne de 39.4 %. C'est dans cette couche que le pyroxène est le mieux représenté (14.9 %). Il est associé à l'épidote (13.8 %).

Dans l'ensemble, les minéraux ubiquistes sont donc très largement répartis (33.6 à 67.8 % en moyenne). Ils sont formés essentiellement de zircon qui atteint parfois 52.9 % du cortège. Les minéraux des roches métamorphiques présentent des taux variant entre 24.8 et 47.1 %. Les épidotes et le grenat forment l'essentiel de ce groupe. A ces minéraux s'associent des pyroxènes de type clinopyroxène assez bien répartis. La hornblende verte, le disthène, la staurotite et l'andalousite sont présents chacun en faibles proportions.

Toutes les couches de 4B à 1B présentent une nette prépondérance des minéraux résistants par rapport aux minéraux des roches métamorphiques. Ce phénomène est particulièrement marqué dans les couches 4B et 2B où l'apport en minéraux ubiquistes est très

important. Seule la strate 3A (partie supérieure de la couche 3) montre un enrichissement en minéraux métamorphiques aux dépens des minéraux ubiquistes. Ces résultats montrent que le cortège des minéraux lourds de cette dernière couche trouverait son origine dans les loess supérieurs de Hesbaye alors que les autres couches (4B, 4A, 3B, 2B, 2A et 1B), à fortes proportions en minéraux ubiquistes, proviendraient d'anciens dépôts de plateau (Fr. Gullentops et Ch. Deblaere, 1992).

Nous en déduisons que ce sont les sédiments du plateau qui ont fourni l'essentiel du matériel qui a formé les couches de la coupe transversale 30 / 31 de la grotte de Scladina.

PROCESSUS SEDIMENTAIRES ET SIGNIFICATION PALEOCLIMATIQUE DES DEPOTS :

- **La couche 4B** est homogène et ne présente sur le terrain aucune structure de stratification. La matrice jaunâtre est très fine et formée essentiellement de limons et d'argiles. Cette matrice emballe quelques fragments calcaires épars. Les éléments fins sont mieux triés que les éléments grossiers. Les indices granulométriques des sables indiquent que le grain est moyen et que les sables sont mal triés. Ceci nous permet de penser que cette couche se serait déposée sous un climat assez humide, par colluvionnement (Kervazo et Laville, 1988 ; P. Bertran, 1989 ; P. Bertran et JP. Texier, 1990).

Le sommet de la couche présente des lentilles formées de limons finement lités. Ceci tend à démontrer que ces dépôts se seraient formés par un processus de ruissellement relativement continu (MA. Courty, 1982 ; M. Benabdelhadi, 1994). Cette sédimentation fine et stratifiée a comblé de petites dépressions topographiques du sol archéologique.

- **Dans la couche 4A**, la fraction grossière devient plus importante. Elle est carbonatée et assez altérée. Elle provient probablement de la desquamation de la paroi de la grotte. Cette couche renferme par endroits un plancher calcitique. La matrice est limoneuse et renferme quelques argiles provenant de la décalcification des fragments calcaires altérés. Le sable est à grains fins et toujours mal triés. Sur le terrain, la couche est assez uniforme, compacte et ne présente pas de stratification. Ceci prouve que le matériel a été apporté essentiellement par ruissellement depuis le plateau (J. CL. Miskovsky, 1961 ; B. Kervazo et H. Laville, 1988). Ce matériel ruisselé a rempli les fissures et les petites cavités qui alimentent les boyaux de la grotte. Une fois ces boyaux comblés de sédiments, il se produit un phénomène de rupture de charge ; le matériel s'écoule en masse et se dépose par excès de charge formant ainsi une couche assez homogène et ne présentant aucune stratification ou lamination (M. Benabdelhadi, 1994). Cette couche se serait donc déposée elle aussi, par colluvionnement (P. Hasaerts, 1992) sous un climat tempéré et humide. L'avancée relativement rapide de cette nappe a probablement emporté la mandibule humaine, l'a fragmentée et l'a poussée contre la paroi de la grotte où elle a été découverte par D. Bonjean lors de la campagne de fouilles de juillet 1996.

- **La couche 3** correspond à 2 nouvelles coulées de sédiments fins, très riches en fragments calcaires cryoclastiques. La matrice est limono-argileuse avec des sables à grains moyens et mal triés. Il s'agirait probablement d'une phase climatique humide et assez froide.

La partie supérieure de la couche (3A) aurait été alimentée en minéraux lourds par les loess supérieurs de Hesbaye alors que la partie inférieure (3B) correspondrait à un remaniement d'anciens dépôts de plateau.

- **La couche 2B**, de couleur générale brune, est assez riche en fer et en matières organiques. La matrice est toujours limoneuse avec des sables à grains fins. Cette couche se serait également déposée sous forme de coulée en nappe. Le climat se serait adouci pour devenir tempéré. Ceci aurait déterminé le développement d'un couvert végétal abondant sur le plateau et peut-être même à l'intérieur de la grotte. Des analyses de micromorphologie permettraient d'apporter plus de réponses.

- Il semble que le climat se détériore lors de la formation de **la couche 2A**. La paroi de la grotte fournit cette couche en fraction grossière carbonatée cryoclastique. La matrice présente des proportions très importantes en sables avec une prédominance des sables grossiers sur les sables fins. La présence de petits galets de quartz identiques à ceux du plateau indiquerait l'origine de la couche.

- **La couche 1B** est formée en grande partie par un sédiment jaunâtre très fin. La fraction grossière diminue considérablement et tend à disparaître. La matrice est assez uniforme et devient prépondérante. Elle est formée essentiellement de limons mais aussi de sables à grains moyens. Cette texture montre qu'une nouvelle coulée de sédiments fins serait à l'origine de la sédimentation de la couche 1B. Ce dépôt se serait constitué lors d'une phase climatique humide et plus clémente.

En conclusion, le colluvionnement et le déplacement en masse des sédiments seraient les processus de sédimentation essentiels des couches stratigraphiques de la grotte Scladina. Ceci a été favorisé par un climat généralement humide. Les formations du plateau ont fourni à la grotte l'essentiel des sédiments fins et des minéraux lourds par ruissellement à travers les boyaux de la grotte. Quant à la fraction grossière carbonatée, c'est la desquamation de la paroi de la grotte qui a joué un rôle déterminant.

La succession des phases paléoclimatiques enregistrées par les couches de la coupe transversale 30 / 31 serait la suivante. La couche 4B s'est déposée sous un climat assez humide. La même phase humide mais plus tempérée permet la formation de la couche 4A. La couche 3 connaît par contre une détérioration du climat qui devient assez froid mais toujours humide. Une amélioration climatique permet la formation de la couche 2B. Le climat redevient ensuite froid et humide pour la couche 2A avant de redevenir plus clémente pour la couche 1B.

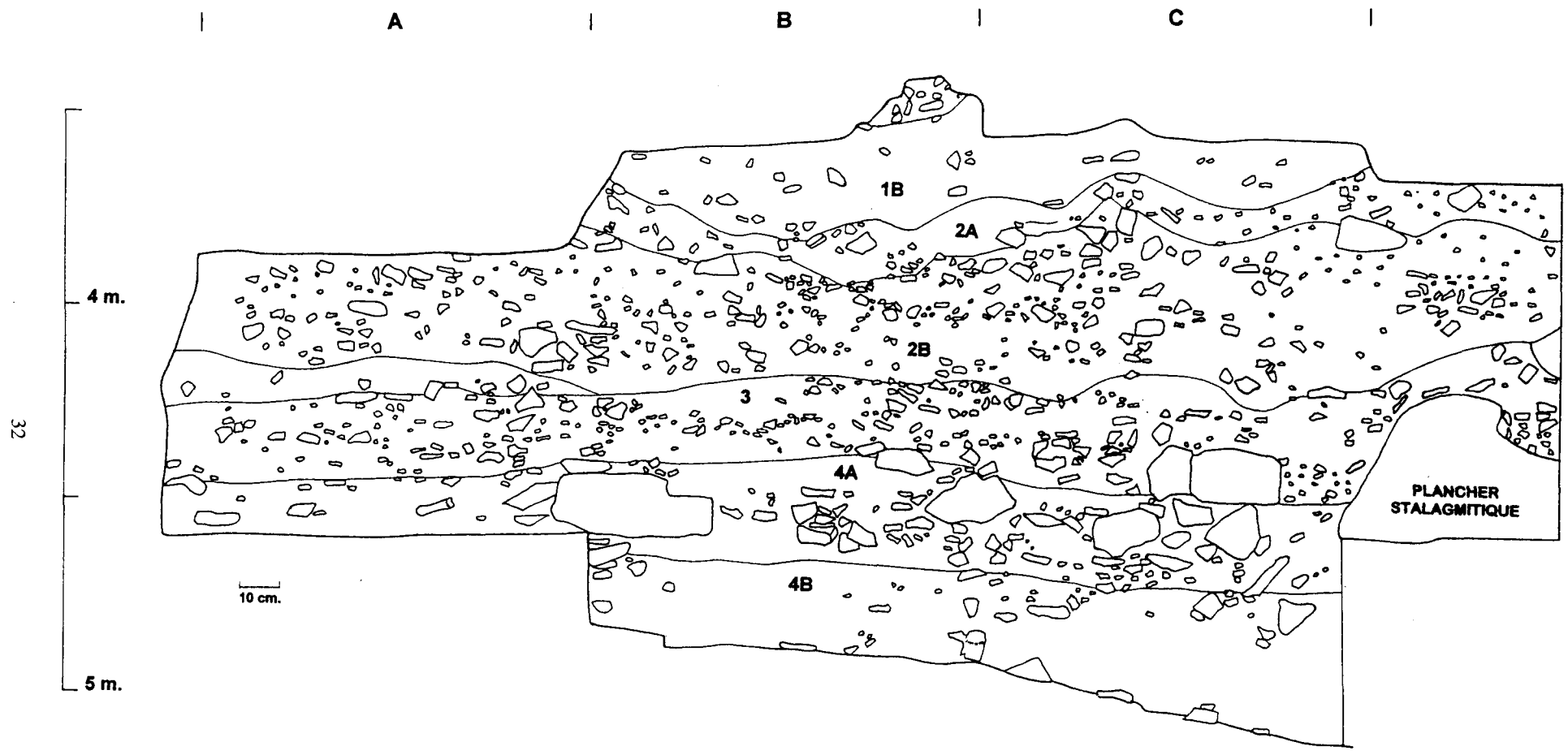


Figure 1 : Scladina. Coupe stratigraphique transversale 30/31 des carrés A, B et C (M. Benabdelhadi).

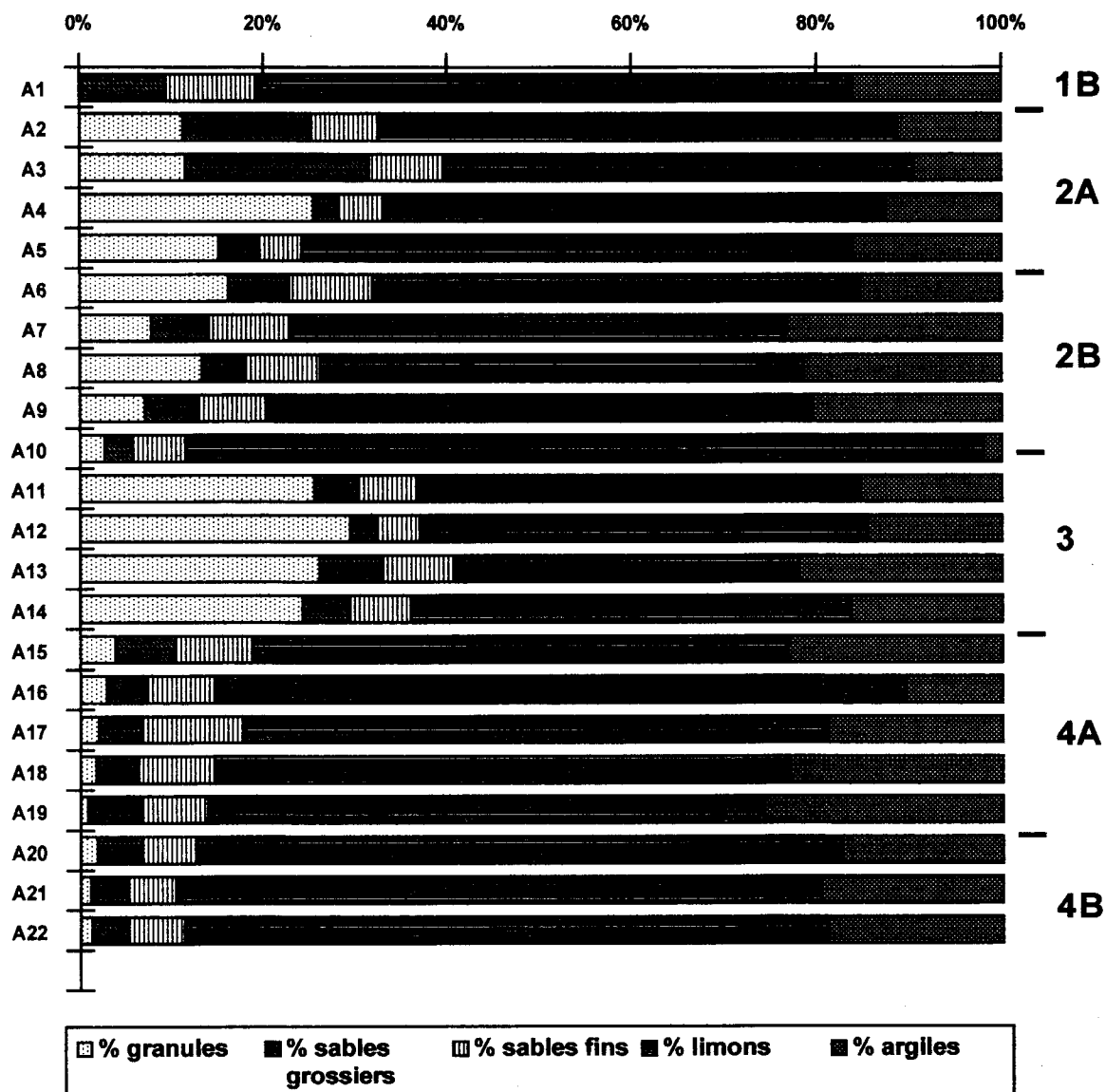


Figure 2 : Scladina : Diagramme de répartition des classes granulométriques de diamètre inférieur à 10 mm (échantillons de la coupe transversale 30/31).

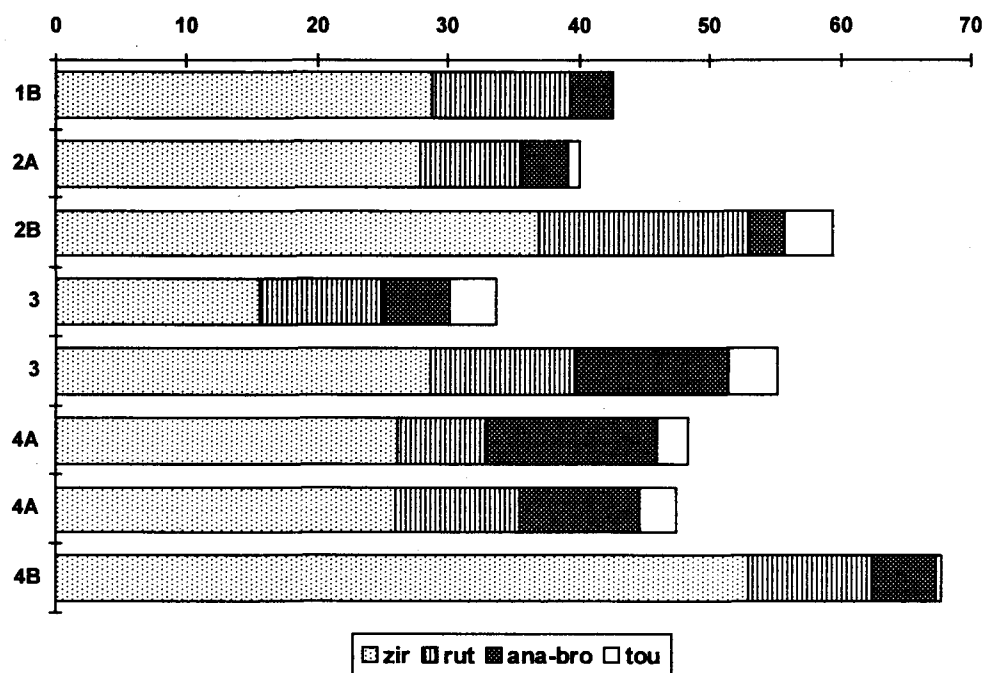


Figure 3 : Stladina. Diagramme de variation des minéraux ubiquistes.
Légende : zir (zircon), rut (rutile), ana-bro (anatase et brookite), tou (tourmaline).

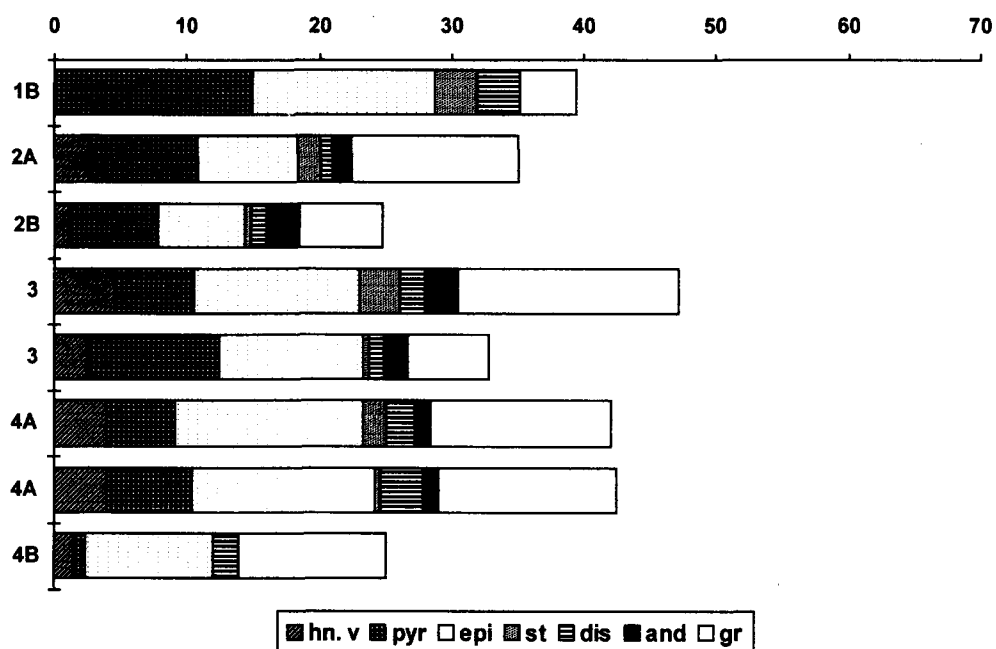


Figure 4 : Stladina. Diagramme de variation des minéraux métamorphiques.
Légende : hn.v (hornblende verte), pyr (pyroxène), épi (épidotes), st (staurotides), dis (disthène), and (andalousite), gr (grenat).

Echantillons	% granules	sables grossi	% sables fins	% limons	% argiles
A1	0,39	9,04	10,04	64,42	16,11
A2	12,69	15,77	8,23	63,31	12,7
A3	11,56	19,97	8,34	50,62	9,5
A4	25,43	2,68	4,95	54,49	12,45
A5	15,11	4,27	4,81	59,66	16,15
A6	16,19	6,59	9,02	52,72	15,48
A7	7,81	6,18	9,05	53,56	23,4
A8	13,31	4,55	8,26	52,45	21,43
A9	7,13	5,61	7,49	59,42	20,36
A10	2,71	3,05	5,72	86,57	1,95
A11	25,49	4,67	6,39	48,16	15,29
A12	29,34	3	4,61	48,55	14,5
A13	26,03	6,89	7,82	37,26	22,03
A14	24,14	5,21	6,56	47,74	16,34
A15	3,84	6,55	8,32	57,87	23,41
A16	2,93	4,38	7,36	74,75	10,58
A17	2,09	4,49	11,25	63,28	18,9
A18	1,74	4,59	8,27	62,34	23,06
A19	0,89	5,79	7,2	60,29	25,84
A20	1,89	4,91	5,87	69,87	17,47
A21	1,17	4,06	5,15	69,9	19,71
A22	1,3	3,99	6,06	69,68	18,97

Scladina. Tableau de granulométrie

couches	Minéraux ubiquistes				Minéraux métamorphiques								
	zir	rut	ana-br	tou	hn. V	pyr	épi	st	dis	and	gr	sph	ait
1B	28,7	10,6	3,2	0	0	14,9	13,8	3,2	3,2	0	4,3	1,1	17
2A	27,9	7,7	3,6	0,9	2,7	8,1	7,5	1,8	0,9	1,4	12,6	0,9	24,3
2B	36,9	16,2	2,6	3,7	1,1	6,6	6,7	0,4	1,1	2,6	6,3	0	15,8
3A	15,6	9,5	5	3,5	4,5	6	12,5	3	2	2,5	16,6	0,5	18,8
3B	28,6	11,2	11,6	3,7	2,5	10	18	0,4	1,2	1,7	6,2	0,4	11,7
4A	26,1	6,8	13,1	2,3	4	5,1	14,2	1,7	2,3	1,1	13,6	0,6	9,1
4A	25,9	9,6	9,2	2,8	4	6,4	13,8	0,4	3,2	1,2	13,5	2	8
4B	52,9	9,6	4,8	0,5	1,4	1	9,6	0	1,9	0	11,1	1,4	5,8

Scladina. Tableau des minéraux lourds.

Légende : zir (zircon), rut (rutile), ana-br (anatase et brookite), tou (tourmaline), hn. v (hornblende verte), pyr (pyroxène), épi (épidote), st (staurotide), dis (disthène), and (andalousite), gr (grenat), sph (sphère), ait (minéraux altérés non identifiables).

BIBLIOGRAPHIE

- BENABDELHADI M., 1994,
Etude stratigraphique et sédimentologique du site de Fressignes et de l'abri Fritsch, vallée de la Creuse (Indre). Contribution à l'étude des formations quaternaires de la vallée de la Creuse. *Th. Museum national d'histoire naturelle, Paris* ; 200 p., novembre 94.
- BERTRAN P., 1989,
L'évolution de la couverture superficielle depuis le dernier interglaciaire : étude micromorphologique de quelques profils types du sud de la France. *Th. univ. Bordeaux I*. juin 89, 240 p.
- BERTRAN P. et TEXIER J.-P., 1990,
L'enregistrement des phénomènes pédo-sédimentaires et climatiques dans les dépôts colluviaux d'Aquitaine : l'exemple de la coupe du Tares (Dordogne). *Bull. De l'A.F.E.Q.*, vol. 1, n° 1 : 77-90.
- COURTY MA., 1982,
Etude géologique de sites archéologiques holocènes : définition des processus sédimentaires et post-sédimentaires, caractérisation de l'impact anthropique. Essai de méthodologie. *Th. univ. Bordeaux I*, 295 p.
- DUPLAIX S., 1958,
Détermination microscopique des minéraux des sables. *Librairie polytechnique ch. Béranger*.
- FOLK R.L. et WARD W.C., 1957,
Brazos river bar : a study in the significance of grain size parametres. *J. Sed. Petro.* 27 : 3-26.
- GULLENTOPS Fr. et DEBLAERE Chr., 1992,
Erosion et remplissage de la grotte Scladina. *ERAUL 27 : Recherches aux grottes de Sclayn*, vol. 1, Liège 1992 : 9-31.
- HASAERTS P., 1992,
Les dépôts pléistocènes de la terrasse de la grotte de Scladina à Sclayn (province de Namur, Belgique). *ERAUL 27 : Recherches aux grottes de Sclayn*, vol. 1 , Liège : 33-55.
- KERVAZO B. et LAVILLE H., 1988,
Caractères physico-chimiques d'une séquence sédimentaire en milieu karstique et signification : exemple de la grotte Vaufrey. *Ann. soc. géol. Belgique*, T. 111 : 41-49.

MISKOVSKY J. CL., 1961,

Contribution à l'étude des remplissages des gisements du paléolithique de la Baume Bonne (Basse Alpes) et de la Baume de Peyrads (Vaucluse). *Th. 3^o cycle, fac. sc. Paris.*

OTTE M. et al., 1983,

Datations radiométriques à la grotte de Sclayn (Province de Namur, Belgique). *Archéométrie, groupe de contact FNRS, pré-tirages de la réunion de Gand, décembre 1983, 12 p.*