

LE REMPLISSAGE DE LA GROTTÉ DES CONQUES À PARTIR DE L'ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE

Brahim MOKHTARI

La Grotte des Conques présente un remplissage magdalénien d'environ 1,5 m d'épaisseur. L'étude sédimentologique des différentes couches fouillées présente un intérêt pour la compréhension de ce remplissage et pour le paléoenvironnement pendant le Würm récent.

Description stratigraphique (fig. 1)

Le remplissage de cette grotte est formé par 3 niveaux stratigraphiques dont le second est constitué par les couches C2 et C3 (Alahyane 1994). Il débute par le niveau inférieur, constitué par la couche C4, qui repose directement sur le socle calcaire. Elle présente essentiellement des limons sablo-argileux concrétionnés à sa base et de couleur brun rouge. Son épaisseur varie entre 70 et 90 cm. Elle se caractérise par la rareté des éléments grossiers tels les blocs calcaires provenant de la cloche de dissolution, quelques fragments de plancher stalagmitique et des rares agrégats de calcite (figs. 2 et 3). La forte présence d'oxy-

des métalliques dans cette couche constitue un critère important par rapport aux autres couches sus-jacentes.

Le niveau moyen est constitué par des cailloux et des blocs (50 % à 60 %) emballés dans des limons sablo-argileux de couleur brun foncé. Il contient la totalité du matériel archéologique récolté dans ce site. Deux couches ont été distinguées dans ce niveau: la couche C3 est d'une épaisseur qui varie entre 20 et 35 cm, et la couche C2 dont l'épaisseur est de 12 à 25 cm. Elles peuvent être absentes dans le cas d'une érosion intense (fig. 3).

Le niveau supérieur est formé par la couche C1. Elle est constituée par des limons sablo-argileux de couleur brun gris. Elle se caractérise par la rareté des blocs et par la forte présence des cailloutis généralement anguleux à arêtes vives. Son épaisseur diminue des carrés O18-O19 vers les carrés L18-L19.

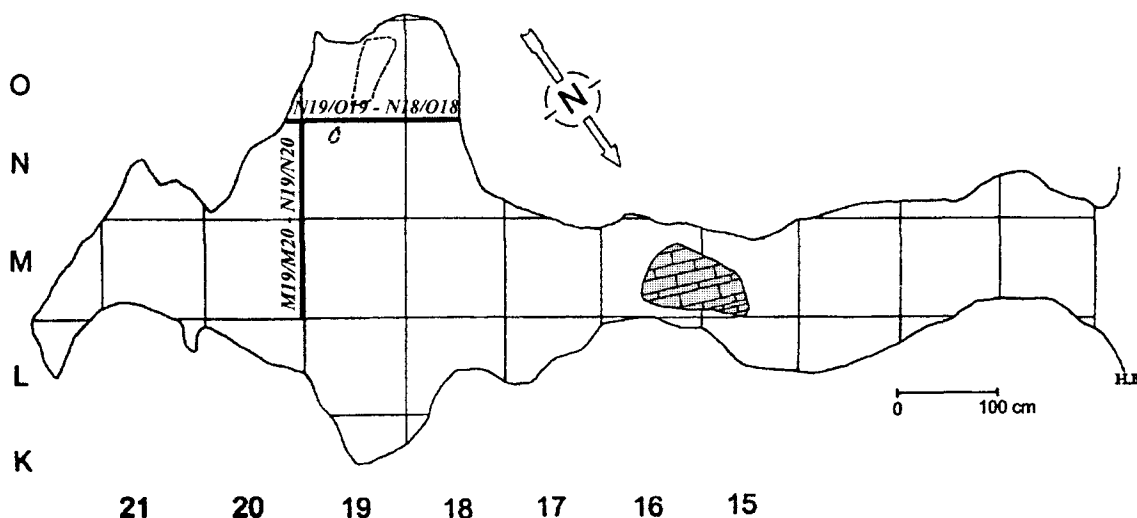


Figure 1. Coupes stratigraphiques. Situation des deux coupes stratigraphiques.

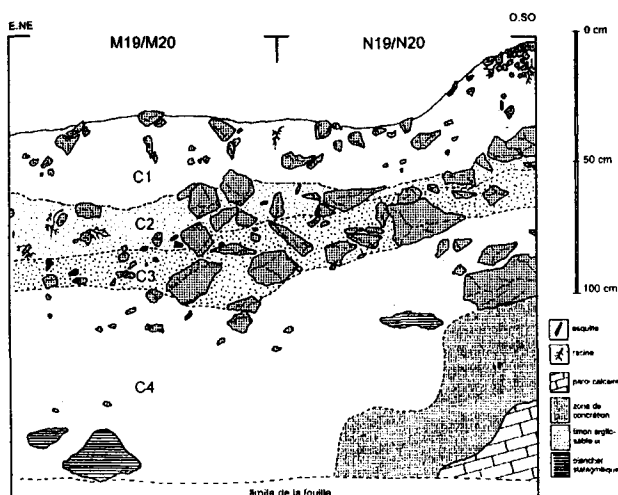


Figure 2. Coupe transversale M19/M20 et N19/N20.

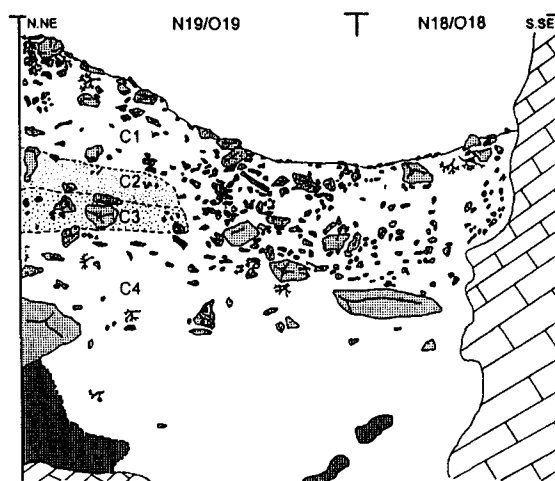


Figure 3. Coupe longitudinale N19/O19 et N18/O18.

Résultats des analyses sédimentologiques

La couche C4

La granulométrie

La granulométrie globale montre un faible taux d'éléments grossiers: on note que 5 à 10 % de ces éléments sont constitués de petits blocs de calcaire et de quelques fragments de plancher stalagmitique. La fraction fine (inférieure à 2 mm) est abondante avec un fort pourcentage de limon argileux. Ce pourcentage augmente de 50 % à la base de la couche jusqu'à environ 70 % au sommet de celle-ci. L'étude granulométrique de cette coupe montre (l'indice de Skewness) une dissymétrie à droite de la courbe granulométrique de fréquence ce qui indique un meilleur classement du côté du sable grossier. L'indice de Kurtosis est supérieur à 0 signifiant une courbe de fréquence de forme leptokurtique. Dans ce cas les sédiments sont moyennement triés. La courbe cumulée prend une forme sigmoïde de lévigation de type 2 (fig. 4). Tout concourt à proposer une énergie de mise en place moyenne associée à une érosion par différents phénomènes dont témoignent les deux stocks granulométriques.

La minéralogie des argiles

L'illite est l'argile la plus présente dans la couche C4, avec un pourcentage de 54 à 56 % (fig. 5). Cette argile peut être à la fois un minéral hérité et un minéral néoformé. Elle peut avoir une origine détritique car les alluvions actuels possèdent un fort pourcentage d'illite (de 40 à 60 %) (Monaco 1971). Elle peut se former à partir des paillettes de micas, soit par simple héritage accompagné de microdivisions, soit par ouverture des feuillettes (Duchaufour 1991). Cette transformation semble devoir être privilégiée en raison de l'ancienneté de cette couche.

La kaolinite et la chlorite sont présentes avec des taux

respectifs de 23 et de 22 %. La kaolinite est une argile de dégradation, ou de roches carbonatées ou de roches riches en alumine ayant subi un lessivage intense. La chlorite apparaît généralement dans les niveaux les plus récents et peut aussi provenir de différents processus de dégradation: des illites, de la biotite ou des roches métamorphiques (Tardy et Gac 1968; Duchaufour 1991).

On retiendra les transformations importantes des minéraux argileux.

La micromorphologie

Les constituants des lames micromorphologiques de la couche C4 sont généralement des quartzites. Leur taille ne dépasse pas 2 cm de longueur. Ils sont parfois très altérés et se décomposent en petits cristaux de quartz. Dans les autres cas, on remarque que ces constituants sont indurés par une matrice opaque et forment des nodules ferrugineux. Ceci implique une formation dans un milieu chaud et humide.

Ces constituants se trouvent dans une matrice fine rouge brunâtre et homogène de la base au sommet. Elle se présente sous une structure porphyrique avec des grains de quartz dont la taille ne dépasse pas 1 mm. Les cassures sont prismatiques de petite taille et peu abondantes à la base par rapport au sommet de la couche. Elles contournent les constituants avec un remplissage partiel par un revêtement argileux, ce qui indique une évolution post-dépositionnelle.

La couche C3

La granulométrie

Le pourcentage de la fraction inférieure à 2 mm de cette couche varie entre 40 et 50 %. Les courbes granulométriques montrent un bon tri des sable fin avec un mode moyen de 51 µm, ce qui évoque un transport éolien (fig. 4).

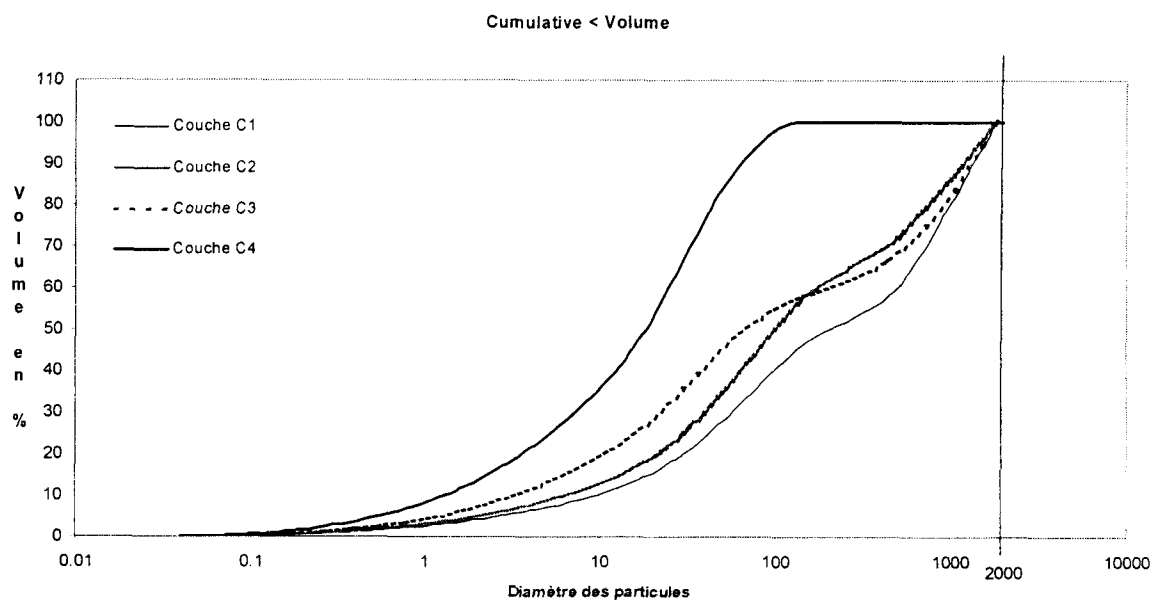


Figure 4. Courbes granulométriques des différentes couches.

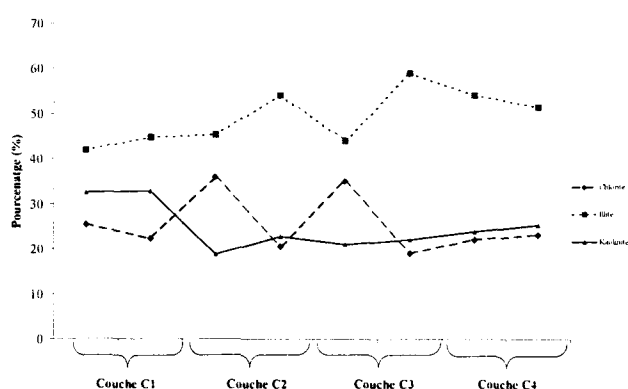


Figure 5. Variations des taux des minéraux argileux par couche.

La fraction grossière est abondante (55 % en moyenne de la totalité des sédiments). Elle est représentée par un grand nombre de cailloux craquelés à arêtes émoussées. La nature de ces pierres est du calcaire comparable à celui des parois de la grotte, laissant supposer une mise en place par gravité.

La minéralogie des argiles

Le taux de l'illite diminue par rapport à celui trouvé dans la couche C4, mais elle reste dominante dans la couche C3 avec une moyenne de 49 % (fig. 5). Elle présente une mauvaise cristallinité. Une origine héritée de cette argile reste encore probable. Quant à la kaolinite et la chlorite, qui présentent une meilleure cristallinité, elles montrent un pourcentage respectif de 22 et 28 %.

On remarque une stabilité du taux de la chlorite mais une augmentation de celui de la kaolinite et une diminution de

celui de l'illite. Ceci laisse supposer un changement des conditions climatiques dans le cas où on retiendrait l'hypothèse d'une transformation de ces minéraux argileux.

La micromorphologie

Les constituants de cette couche sont généralement des calcaires dont la taille peut dépasser la dizaine de centimètres. Ils présentent des cassures ou des cavités de dissolution. Ils montrent aussi des revêtements sur certaines parties de leurs contours. Ces revêtements forment une pellicule très fine sous forme de croûte carbonatée. Ils sont couverts eux-mêmes par une matrice argileuse laminaire. Tout ceci peut impliquer une évolution dans un milieu humide. Toutefois on observe à la base de la couche quelques petits quartzites ferrugineux, ce qui peut être le résultat d'un remaniement de la partie supérieure de la couche C4.

La matrice est très fine et d'une couleur brun foncée. Elle présente une structure porphyrique avec de petits grains de quartz. Ces derniers sont de taille inférieure à ceux de la couche C4. De la base vers le sommet de cette couche, la matrice est homogène. Elle présente de nombreuses fissures qui forment une structure prismatique. Ces cassures séparent la matrice en agrégats sub-angulaires. Elles peuvent être le résultat d'une action physique, telle le gel et le dégel pendant des épisodes froids.

La couche C2

La granulométrie

La fraction inférieure à 2 mm de la couche C2 représente en moyenne de 51 % de la fraction sédimentaire. Les courbes granulométriques montrent un tri moyen du côté de sable fin avec un mode de 45 μm (fig. 4). Ceci indique une mode de

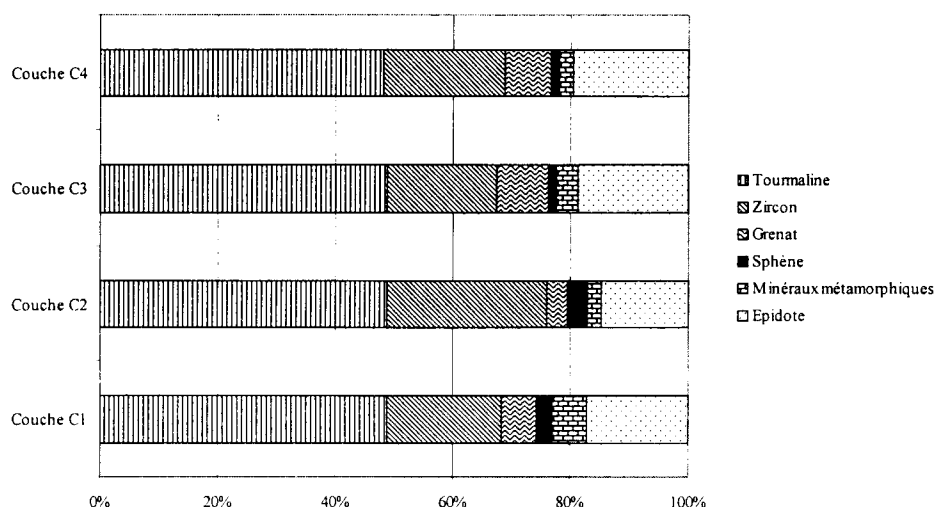


Figure 6. Taux des minéraux lourds dans les différentes couches.

	Sédiments de la grotte des Conques				Formations de l'environnement		
	Couche C4	Couche C3	Couche C2	Couche C1	Calcaires urgonien	Alluvions Anté Quaternaires (Tuchan)	Dépôts de pentes
Tourmaline	48,05	48,75	48,86	48,78	38,03	46,97	56,76
Zircon	20,78	18,75	27,27	19,51	19,72	48,48	25,68
Grenat	7,79	8,75	3,41	6,10	12,68	0	4,05
Sphène	1,30	1,25	3,41	2,44	2,82	0	0
Minéraux métamorphiques	2,60	3,75	2,27	6,10	5,63	0	0
Epidote	19,48	18,75	14,77	17,07	21,13	4,55	13,51

Figure 7. Tableau de données de minéraux lourds dans la grotte des Conques et de l'environnement.

mise en place semblable à celui de la couche C3 mais avec des sédiments plus fins.

Les cailloutis présents à ce niveau sont comparables à ceux observés dans la couche C3. Leur longueur varie de 10 à 25 cm, ils sont de la même nature pétrographique et ils présentent des arêtes peu émoussées. Le pourcentage de la fraction grossière ne dépasse pas 50 %. Tout ceci coïncide avec un léger changement de mise en place.

La minéralogie des argiles

On remarque toujours une diminution du taux moyen de l'illite, qui atteint 45 %, tandis que ceux de la kaolinite et de la chlorite augmentent dans cette couche (fig. 5). Ces variations de pourcentages vers les couches supérieures évoquent une transformation de minéraux argileux. Ces dernières sont liées directement au changement climatique et du milieu.

La micromorphologie

Les constituants de cette couche sont de la même nature que ceux de la couche C3. Par contre, ils ont une taille légèrement inférieure ne dépassant pas 2 cm. Ils sont constitués de calcai-

re bioclastique rarement affecté par des cassures, ce qui différencie la couche C2 de la couche C3. On évoque dans cette dernière, un climat moins rigoureux. Ces éléments sont recouverts par un revêtement argileux parfois laminaire avec des zones carbonatées, ce qui nous laisse penser à un ruissellement postérieur au dépôt.

La matrice est homogène de la base vers le sommet. Elle est très fine et de couleur brun foncée. Elle se présente sous forme de petits agrégats sub-angulaires. A ce niveau, les cassures sont abondantes en comparaison avec la couche C3. Ces fissures sont présentes dans toute la couche. Mais aucune évolution ne semble postérieure à ces cassures.

La couche C1

La granulométrie

Les courbes granulométriques de la fraction inférieure à 2 mm, montrent deux stocks. Le premier est représenté par des sables très fins avec un mode de 45 µm. Le second présente un mode d'environ 270 µm, ce qui définit des sables moyens (fig. 4). Ceci évoque un régime de mise en place plutôt de faible énergie avec des variations vers un courant plus fort.

Ces sédiments emballent des cailloutis (5 à 10 cm de longueur) très peu ou pas altérés, en général anguleux à arêtes vives. Leur pourcentage est faible face à celui des couches C3 et C2, indiquant un climat moins rigoureux.

La minéralogie des argiles

Dans la couche C1, les minéraux argileux présentent des pourcentages variables de 25 % à 42 % (fig. 5). L'illite atteint son plus faible taux.

L'étude des minéraux lourds

L'étude des minéraux lourds permet de comparer les différentes associations minéralogiques et les diverses origines. Les minéraux lourds comportent les minéraux les plus résistants susceptibles de reconnaître l'origine du sédiment.

Dans toutes les couches de ce remplissage, la tourmaline est abondante, avec un taux de 48 %. Le zircon est un minéral ubiquiste, dont le pourcentage est variable entre 18 et 27 % (fig. 6). Quant à l'épidote, elle présente une diminution de la couche C4 (19,5 %) à C2 (14,8 %) et une légère augmentation pour la couche C1 (17 %). Ce minéral peut provenir des schistes et des cornéennes des bassins versants. Il peut provenir aussi de l'altération de la hornblende et les plagioclases (minéraux métamorphiques dont le taux est très faible). La littérature décrit ce minéral comme instable (Caillieux 1959; Grimm 1973; Friis *et al.* 1980; Morton 1984).

Parmi les minéraux métamorphiques, la sphène et le grenat sont présents dans toutes les couches mais à très faibles taux.

Cette association des minéraux lourds correspond à la composition minéralogique du calcaire urgonien (fig. 5) et peut être rapprochée du cortège de minéraux lourds des dépôts de pentes.

L'étude exoscopique

L'exoscopie consiste à observer la surface des grains de quartz à l'aide du microscope électronique à balayage et de déceler les traces d'actions laissées par les différents agents de transport (Le Ribault 1971).

L'étude des grains de quartz montre un fort pourcentage de quartz bi-pyramidaux. Les grains des couches C4 et C3, présentent quelques formes de broyage et de frottement (photos 1 et 2). Par contre la dissolution est plus visible sur les grains de la couche C4 que ceux de la couche C3. Ceci montre une évolution post-dépositionnelle plus intense dans les niveaux anciens.

Toutefois, on remarque dans la couche C2 des grains qui ont gardé les traces de leur transport (photo 3). Ces quartz, d'une forme arrondie, présentent des croissants de chocs et des précipitations de la silice amorphe (fleur de silice). Ceci évoque un transport éolien des grains et puis une évolution dans un milieu aquatique.

En ce qui concerne la couche C1, les grains ronds présentent très peu de traces de chocs éoliens. Ils montrent une dissolution sur certaines parties de leur surface (photo 4).

Synthèse générale: remplissage

Le remplissage de la grotte des Conques est limité par la taille de la cavité karstique, creusée dans le calcaire urgonien selon une direction N125°E. Il a été favorisé par la présence d'un gros bloc qui obstruait la base de l'entrée.

Les traces de ce plancher sont encore visibles sur les parois de la grotte. La formation de ce dernier, avec des lits d'argiles intercalées, a été conditionnée par un climat humide qui a permis aussi la forte carbonatation de la couche C1. Bien que très concrétionné, ce plancher a été détruit sur une grande partie par des phénomènes d'effondrement des parois et de lessivage.

Quatre couches caractérisent le remplissage de cette grotte qui atteint une épaisseur d'environ 1,5 mètres. Il débute par la couche C4 directement déposée sur le substratum. Elle se présente comme la formation la plus épaisse de ce remplissage. Le calage chronologique de cette couche est mal défini. En l'absence de faune et d'outils seules les analyses sédimentologiques nous permettent de placer cette couche dans le cadre de ce remplissage. Comme elle contient des fragments du plancher stalagmitique dont les datations se situent entre 60.000 et 80.000 ans, ce niveau est postérieur à 60.000 ans (fig. 8).

Les sédiments de la couche C4, sablo-argileux sont de couleur brun rouge montrant une évolution post-dépositionnelle. Ces sédiments ont été mis en place par une énergie moyenne, phénomène que confirme l'étude exoscopique montrant des formes de broyage et de frottement. Cette même étude évoque différents phénomènes de dissolution visibles à la surface des grains de quartz. Le pourcentage élevé de l'illite confirme la forte altération de ce niveau. La micromorphologie confirme l'évolution de ce niveau dans un milieu chaud et humide.

Une discontinuité sédimentaire est à noter entre la couche C4 et le reste du remplissage. Ceci est démontré par les différentes analyses et observations réalisées sur l'ensemble des couches. On remarque à la base de C3 un remaniement des sédiments provenant de la couche C4.

Les sédiments de la couche C3 présentent des sables fins bien triés qui évoquent un transport éolien et donc une période plus sèche. Le climat est supposé assez froid, au vu du fort pourcentage des cailloutis craquelés, laissant supposer leur mise en place par gravité. Par contre l'étude micromorphologique montre une évolution de ce niveau dans un milieu humide, évolution vérifiée par les analyses minéralogiques des argiles. L'exoscopie montre cependant que cette évolution post-dépositionnelle est moins intense que dans la couche C4.

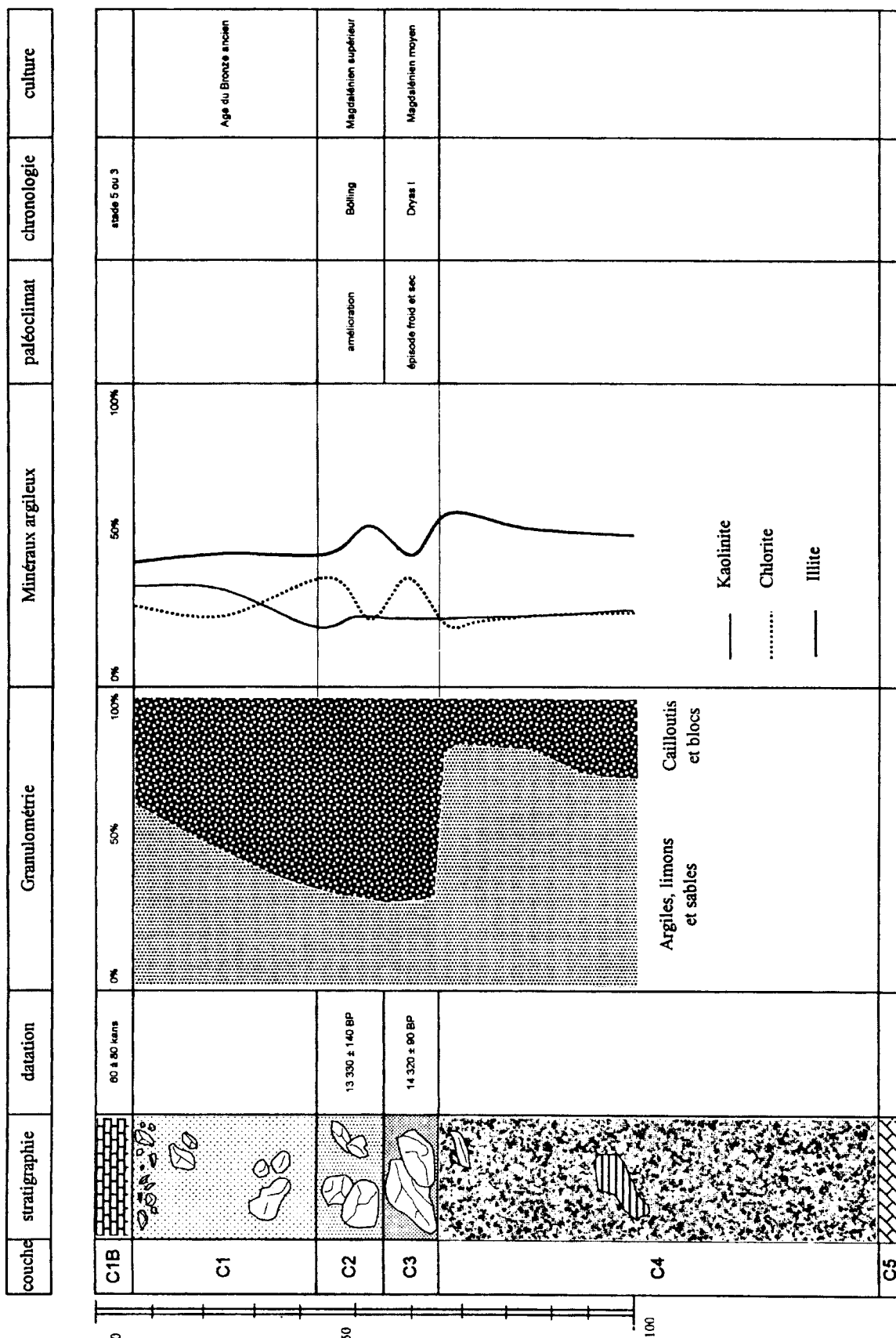


Figure 8. Cadre géochronologique de la grotte des Conques.

Peu de critères différencient la couche C2 de la couche C3, avec un moins bon tri des sables fins et un pourcentage de cailloutis qui diminue. Ces derniers se sont déposés par le phénomène de gel-dégel, pendant une période moins froide, comme le suggèrent également les résultats micromorphologiques et exoscopiques.

La dernière couche C1 ferme le remplissage de cette grotte. Elle est constituée par des sédiments brun gris. Leur étude granulométrique montre deux stocks traduisant des modes différents de mise en place. Le régime de mise en place de dépôts étant d'énergie faible à moyenne, la taille des cailloutis, leur forme et leur pourcentage dans ce niveau indiquent un climat moins rigoureux les niveaux sous-jacents confirmée par la faible présence des traces de chocs éoliens sur les sables. Toutefois, Il faut rester prudent au niveau des interprétations de cette couche, car les sédiments ont été partiellement remaniés. Leur structure et leur disposition micromorphologique nous indiquent ce remaniement. L'évolution des sédiments de la couche C1 est illustrée par les variations du taux d'illite (elle atteint sa plus faible valeur) et donc de ceux de la kaolinite et de la chlorite.

En ce qui concerne les minéraux lourds de tous les niveaux de ce remplissage, un rapprochement peut être fait avec les dépôts de pentes, même si leur association correspond à la composition minéralogique du calcaire urgonien.

Conclusion

Le remplissage de la grotte des Conques à Vingrau correspond à différentes phases du Pléistocène supérieur (fig. 8). Comme dans toutes les grottes, la sédimentation n'a jamais été un phénomène continu et la séquence stratigraphique comprend forcément de nombreuses lacunes.

Grâce aux sondages effectués à travers le remplissage, nous avons acquis maintenant une certaine connaissance de la stratigraphie des formations quaternaires de cette grotte.

Plusieurs grottes du Languedoc et en Espagne du nord, dont le remplissage est daté du Würm récent et du Post-Würm, pourraient faire l'objet d'une investigation semblable

afin de compléter notre connaissance de ces environnements magdaléniens.

Les dépôts qui se sont accumulés progressivement, au cours du Quaternaire, montrent des caractéristiques sédimentologiques étroitement liées aux conditions climatiques qui existaient lors de leur mise en place, et plus particulièrement à l'humidité.

Bibliographie

ALAHYANE A., (1994) - *Étude sédimentologique du remplissage de la grotte des Conques de Vingrau (Pyrénées-Orientales)*. Mémoire de DEA, Université de Perpignan.

CAILLEUX A., (1942) - Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. *Mémoire de la société géologique de France. Nouvelle série, T. XXI ; Fascicule 1-2. Feuille 1 à 22. Mem. 46, 176 p.*

CAILLEUX A., (1959) - *Initiation à l'étude des sables et des galets*. Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, Paris.

DUCHAUFOR P., (1991) - *Sol, végétation environnement. Pédologie*. Éditions Masson, 289 p.

FEDEROFF N., (1969) - *Caractères micro-morphologiques des pédogenèses quaternaires en France. Études sur le Quaternaire dans le monde*. VIII Congrès. INQUA. Paris 1, p. 76-87.

FEDEROFF N. & COURTY M.A., (1987) - Paléosols. In: *Géologie de la Préhistoire*, édition Géopré, p. 251-280.

FITZPATRICK E.A., (1993) - Soil microscopy and micromorphology. *John Wiley & Sons Ltd, 304 p.*

LARQUE P., (1987) - Diffraction minéralogique de la fraction argileuse. In: *Géologie de la Préhistoire*, édition Géopré, p. 519-540.

LE RIBAUT L., (1971) - *L'exoscopie des quartz. Techniques et méthodes sédimentologiques*. Éditions Masson, 150 p.

MONACO A., (1971) - Étude minéralogique des argiles fluviales du Roussillon. *Bulletin du BRGM (2ème série) Section IV, n° 1*.

PARFENOFF A., POMEROL C. & TOURENQ J., (1970) - *Les minéraux en grains; les méthodes d'étude et détermination*. Éditions Masson, 574 p.

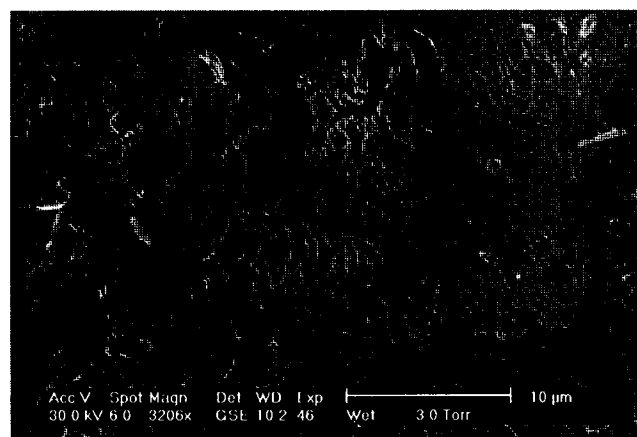
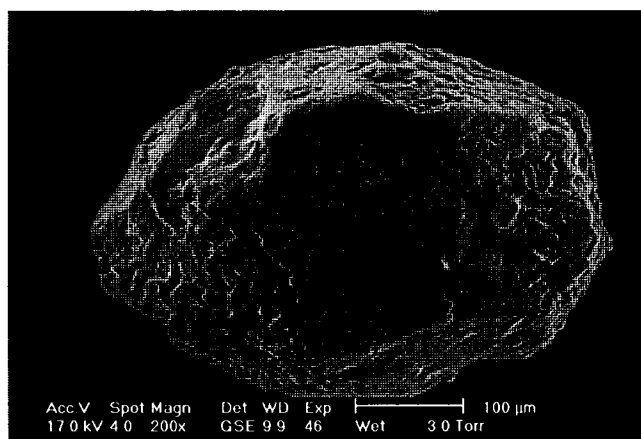


Photo 1. Grain de quartz bipyramidé (Couche C4); montrant une forte dissolution en surface (à gauche) et des traces de broyages (à droite).

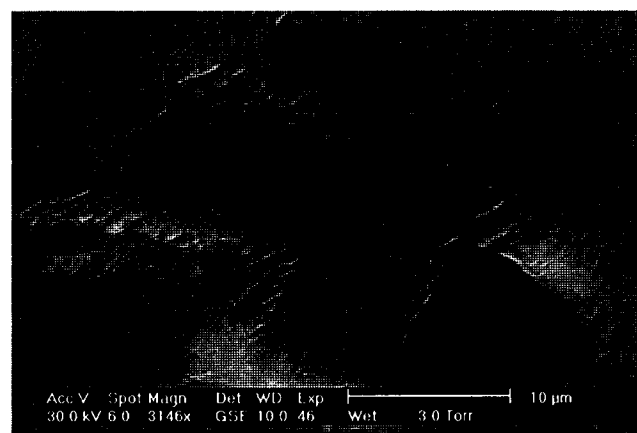
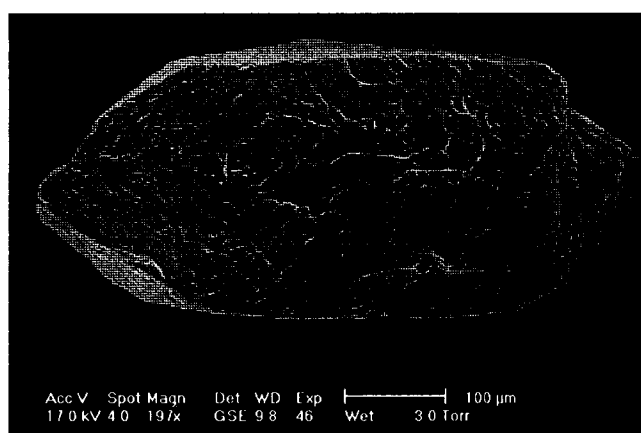


Photo 2. Grain de quartz bipyramidé (Couche C3); montrant une dissolution moins forte (à gauche) et des traces de chocs (à droite).

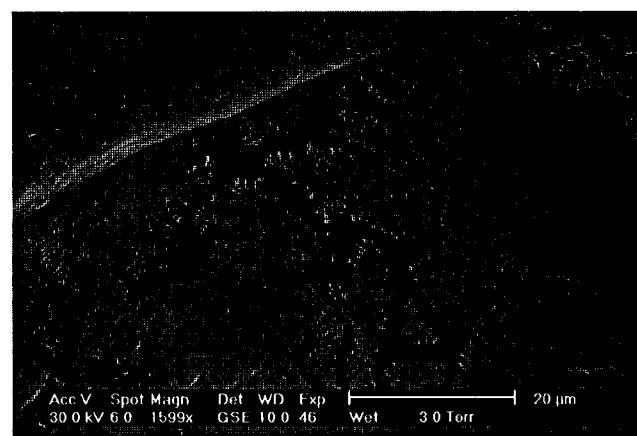
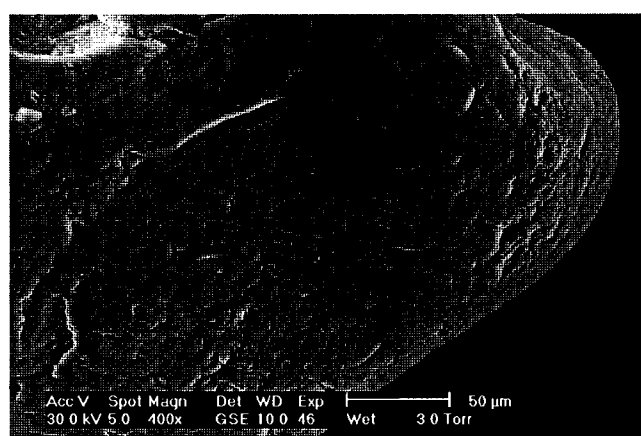


Photo 3. Grain de quartz éroussé (Couche C2); montrant des traces de chocs éoliens (à gauche) et précipitation de la silice amorphe dans un milieu aquatique (à droite).

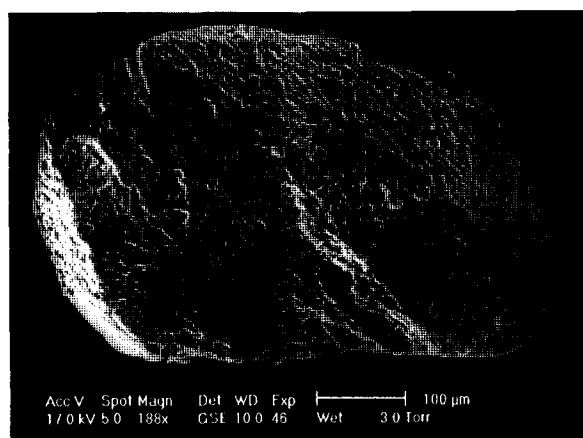


Photo 4. Grain de quartz arrondi (Couche C1); émoussé par l'eau avec des traces de dissolutions.