

PRESENCE DE NODULES DE SULFATE DE CALCIUM SILICIFIÉS DANS LE VISEEN MOYEN (Cf. V2b β) A VEDRIN (NAMUR, BELGIQUE)¹

par

HENNEBERT, M.² & HANCE, L.³

(3 figures et 1 planche)

RESUME.— La découverte de nodules de sulfate de calcium silicifiés complète la connaissance de la sédimentologie du V2b rythmique. A des biomicrites subtidales succèdent des sédiments intertidaux : biolithite algale à "birdseyes" et intrapelsparite. Ensuite viennent des micrites et micrites à intraclastes et pellets. Les nodules, qui sont clairement diagénétiques, se cantonnent dans ce dernier ensemble.

Bien que l'on soit tenté de les attribuer à un environnement analogue à celui des *sabkhas* supratidales actuelles du Golfe Persique, une autre hypothèse est préférée.

ABSTRACT.— The discovery of silicified nodules of calcium sulphate constitutes a significant addition to our knowledge of the sedimentology of V2b in rhythmic development. The basic sedimentary rhythm is composed of subtidal biomicrites followed by intertidal algal biolithite with "birdseyes" and intrapelsparites. These are followed by micrites with or without intraclasts and pellets. The nodules, which are clearly diagenetic, are restricted to the last unit.

Although there is a temptation to regard them as having been formed in an environment similar to present-day Persian Gulf supratidal *sabkhas*, another hypothesis is preferred.

1.- INTRODUCTION

Les couches étudiées dans ce travail se rattachent à la zone Cf5 (V2b-V3a) de CONIL, GROESSENS & PIRLET (1976). L'aspect sédimentologique des roches de cette zone a suscité l'intérêt de nombreux chercheurs.

En 1963, MICHOT & GERARDS mettaient en évidence la rythmicité du V2b, PIRLET celle du V3a-V3b, dans la partie orientale du Bassin de Namur (*in* MICHOT, GERARDS, MONTY & PIRLET, 1963).

En 1971, HOYEZ allait retrouver les rythmes du Viséen moyen et supérieur dans le Boulonnais, confirmant à une plus grande échelle l'uniformité latérale de ces dépôts.

Quel que soit leur âge, ces rythmes viséens sont d'apparence régressive : à une base organoclastique, fréquemment ravinante, succèdent des sédiments plus fins et, dans les cas typiques, une phase stromatolithique.

La coupe étudiée montre sur 11 m l'un de ces rythmes, contenant dans sa partie supérieure des nodules de sulfate de calcium silicifiés. C'est la première

découverte d'un tel phénomène dans des couches de cet âge en Belgique. Elle n'est pas surprenante si l'on garde à l'esprit les importantes masses d'anhydrite du sondage de Saint-Ghislain.

La coupe décrite est située sur la commune de Vedrin, à 3 km environ au nord de Namur (fig. 1). Ses coordonnées LAMBERT sont : 185290-132130. Un numéro lui a été attribué dans les archives du Service Géologique de Belgique (144W409) *.

2.- AGE

La base de la coupe est très fossilifère. Elle renferme en abondance des Foraminifères, des Algues

1 Communication reçue le 8 janvier 1980 et présentée le 4 mars 1980.

2 Laboratoire de Géologie Générale, Université de Louvain Place Louis Pasteur, 3, B-1348 Louvain-la-Neuve.

3 Laboratoire de Paléontologie, Université de Louvain. Place Louis Pasteur, 3, B-1348 Louvain-la-Neuve.

* Les échantillons et lames minces sont conservés au Laboratoire de Géologie Générale, Université de Louvain.

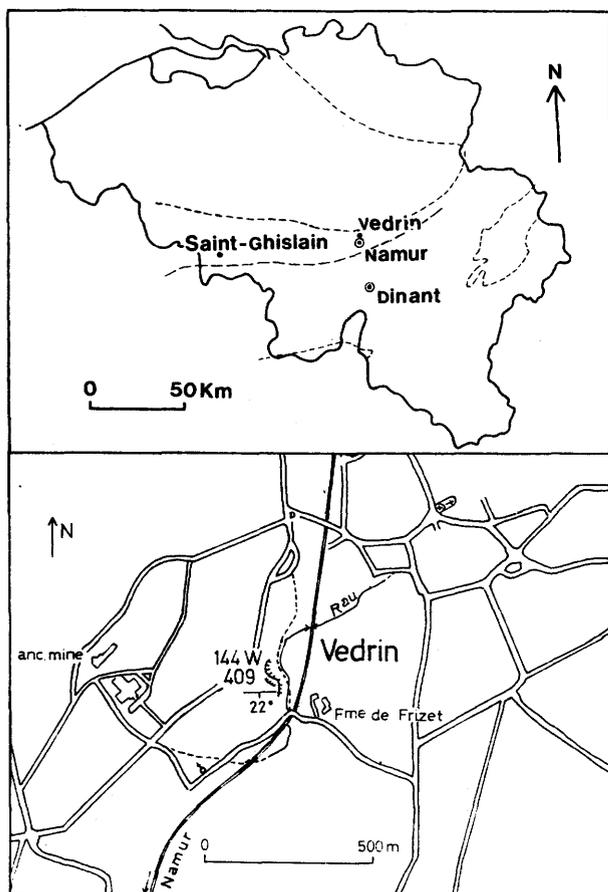


Figure 1.- Localisation de la coupe étudiée

(Dasycladacées), des Moravamminides, des Brachiopodes (Productidae) et des Coraux.

2.1.- FORAMINIFERES

L'assemblage est diversifié. Il comprend essentiellement :

- Pachysphaerina pachysphaerica* (PRONINA, 1963)
- Diplosphaerina inaequalis* DERVILLE, 1931
- Cystosphaera bulla* (CONIL & LYS, 1968)
- Parathurammina suleimanovi* LIPINA, 1950
- Earlandia minor* (RAUSER, 1948)
- Brunsia spirillinoides* (GROZDILOVA & GLEBOVSKAIA, 1948)
- Brunsia sygmoidalis* RAUSER, 1948
- Brunsia pseudopulchra* (LIPINA, 1955)
- Brunsia* en pelote
- Baituganella* sp.
- cf. *Koskinotextularia* sp.
- Septabrunsiina* (*Spinobrunsiina*) *lidijae* BRAZHNKOVA, 1971

- Septabrunsiina* (*Spinobrunsiina*) *lexhyi* CONIL & HANCE, 1979
- Septabrunsiina* sp.
- Lituotubella glomospiroides* RAUSER, 1948.
- Endothyra* ex gr. *phrissa* (ZELLER, 1953)
- Endothyra agathis* (CONIL & LYS, 1964)
- aff. *Endothyra foeda* (CONIL & LYS, 1964)
- Endothyra* sp.
- Plectogyranopsis* sp.
- Endospiroplectamina syzranica* (LIPINA, 1948)
- Archaediscus* (*Archaediscus*) *stilus* GROZDILOVA & LEBEDEVA, 1953
- Archaediscus* (*Archaediscus*) sp.
- Nodosarchaediscus* (*Nodosarchaediscus*) sp.
- Planoendothyra* sp.
- Quasiendothyra* (?) *nibelis* DURKINA, 1959
- Quasiendothyra* sp.
- Mediocris mediocris* (VISSARIONOVA, 1941)
- Mediocris carinata* CONIL & LYS, 1964
- Eostaffella parastruvei* RAUSER-CHERNOUSSOVA, 1948.

L'association énumérée ci-dessus est caractéristique par plusieurs de ses genres et espèces.

- *Cytosphaera bulla*, surtout abondante dans le V2b du Bassin de Namur, est commune dans les zones Cf5-Cf6 (CONIL & LYS, 1968).
- *Lituotubella glomospiroides*; le genre est rare dans la sous-zone Cf4 (V2a); il est commun dans la zone Cf5 et abonde dans la zone Cf6 (CONIL & LYS, 1977).
- *Nodosarchaediscus* (*Nodosarch.*); apparus dans la sous-zone Cf4 δ , ils n'abondent qu'au sommet de la zone Cf5 (CONIL & PIRLET, 1974; CONIL & NAUM, 1976);
- *Quasiendothyra* (?) *nibelis*, succédant à des formes primitives de la zone Cf4, abondante dans le V2b et le V3 (CONIL, GROESSENS & PIRLET, 1976).

2.2.- ALGUES

La microflore est caractérisée par l'abondance des *Koninckopora inflata* (de KONINCK, 1842) à la base de la coupe (1 à 11). Des Cyanophycées indéterminables ont été observées à plusieurs niveaux dans la moitié supérieure.

Il faut encore noter la présence d'*Aphralysia* sp.

2.3.- MORAVAMMINIDES-AOUJGALIIDES-INCERTAE SEDIS

L'abondance des Foraminifères et des *Koninckopora* à la base de la coupe va de pair avec celle des Moravamminides. Selon MAMET & RUDLOFF (1972),

il s'agit d'Algues rouges. Pour TERMIER, H., TERMIER, G. & VACHARD (1977), ces organismes se rattacheraient, comme les Stromatoporoides, à la classe des Ischyrospongia. Il en va de même des Aoujgaliides représentés par deux espèces :

Aoujgalia sp. (12)

Epistacheioides nephroformis PETRYK & MAMET, 1972 (13).

Il faut aussi signaler la présence de *Salebra* sp.

2.4.- CORAUX

Nous avons trouvé :

Siphonodendron fraiponti CHARLES, 1933

Dibunophyllum sp.

Hexaphyllia mirabilis (DUCAN, 1867)

Heterophyllia ornata M'COY, 1849

S. fraiponti apparaît dans le Calcaire de Neffe (V2a) et monte dans le V3a (POTY, 1976). Les Heterocoralliaires, rares dans le Fa supérieur, abondent surtout dans le Viséen (V1 du Hainaut; V2b-V3).

2.5.- CONCLUSIONS

L'ensemble de la faune, avec ses nombreuses *Cytosphaera bulla*, ses *Nodosarchaediscus* et ses *Quasiendothyra nibelisi*, se rattache à la zone Cf5. La présence de *Siphonodendron fraiponti* confirme cette opinion.

D'autre part, la séquence étudiée ayant une puissance supérieure à 11 m, seule la séquence 0 du V2b (V2b β) pourrait lui correspondre.

3.- EVOLUTION SEDIMENTAIRE - OBSERVATIONS (fig. 2 et 3)

L'étude des textures de dépôts permet de diviser la coupe en trois parties.

De 1 à 14-16, la roche est, suivant la terminologie de FOLK (1959, 1962), de type **packed biomicrite**, parfois **poorly washed biosparite**. La texture de dépôt est, suivant DUNHAM (1962), de type **packstone**.

De 17 à 27, la roche de type **poorly washed intrasparite** ou **sparse intrapelmicrite**. La texture de dépôt est encore le plus souvent de type **packstone**, parfois **wackestone**.

De 28 à 39, la roche est une **micrite** ou une **micrite** à **intraclastes** et **pellets**. La texture de dépôt est de type **mudstone**.

Des **biolithites algaires** s'intercalent en 15, 23 et 32.

D'une manière plus détaillée, l'évolution sédimentaire est la suivante :

La base de la coupe, de 1 à 4, présente l'assemblage biologique le plus riche et le plus varié, avec toutefois prédominance des Moravaminides (plus de 40 % de la roche). Les Foraminifères pluriloculaires sont représentés par de nombreuses espèces; les Calcisphères et les *Koninckopora* abondent. Les Echinodermes (Crinoïdes et Paléchinides), les Brachiopodes et les Ostracodes sont présents. En 6, les Moravaminides atteignent leur maximum d'abondance. Leur pourcentage diminue fortement en 10; ils ont presque totalement disparu en 12. De 5 à 13, le pourcentage des Foraminifères pluriloculaires diminue et l'assemblage est réduit à quelques espèces. Les Coraux apparaissent en 6; ils sont abondants en 7, 8 et 12 et ils disparaissent en 15. En 13, la micrite qui était en augmentation corrélativement à la régression des Moravaminides devient relativement abondante. Les Cyanophycées apparaissent massivement en 14 et 15. Elles se présentent d'abord sous la forme d'intraclastes, formés par arrachement à un tapis algair (14). Elles constituent ensuite une biolithite algair à **birdseyes** (15). Au terrain, les bancs sont ondulés et présentent l'aspect de structures stromatolithiques.

De 17 à 19, la présence d'un ciment sparitique indique une énergie plus élevée de l'environnement. Les intraclastes, les peloides, les débris d'Echinodermes et les Brachiopodes sont assez abondants. Un bref retour des Foraminifères pluriloculaires s'observe en 20. Les Bryozoaires sont abondants à ce niveau. En 21 et 22, c'est la disparition massive des Calcisphères, des Foraminifères pluriloculaires, des Brachiopodes, des Echinodermes et des Moravaminides. Les Ostracodes d'autre part sont un peu plus abondants. Les vrais pellets (pellets fécaux) apparaissent en 23. De 23 à 28, le sédiment se caractérise par l'abondance des intraclastes, des intraclastes algaires et des pellets fécaux.

Alors que la faune est extrêmement réduite de 22 à 28, une concentration de coquilles de Brachiopodes, de débris d'Echinodermes et de Bryozoaires, s'observe en 29. Cela correspond à une structure lenticulaire bien visible sur le terrain et interprétée comme le remplissage d'un chenal. L'abondance des intraclastes mélangés aux bioclastes y confirme l'allochtonie des constituants. Les Calcisphères et les Moravaminides sont présents en 30 et 33.

A partir de 33 et jusqu'au sommet de la coupe, la micrite est très abondante. Des nodules de quartz s'observent entre 26 et 32, en 37 et en 38. Ils sont généralement concentrés dans les niveaux riches en éléments remaniés : intraclastes algaires ou autres et pellets fécaux. La coupe se termine (39 et plus haut) par une calcilitite très sombre.

4.- LES NODULES DE QUARTZ

Par leur forme et leur répartition dans le sédiment, les nodules de quartz correspondent exactement aux nodules d'anhydrite classiquement décrits dans les faciès supratidaux (**sabkhas**) d'Abu Dhabi, au sud-est du Golfe Persique (SHEARMAN, 1966 ; KINSMAN, 1966 ; BUTLER, 1969 ; 1970 ; KENDALL & SKIPWITH, 1969). Les nodules d'anhydrite y sont dispersés dans le sédiment, ou, plus fréquemment, groupés à certains niveaux, simulant un litage.

Les différents auteurs admettent que ces nodules s'accroissent par déplacement du sédiment hôte et sont alors constitués d'une masse non consolidée, formée de lattes microscopiques d'anhydrite. Ces dernières trouvent leur origine dans la transformation de gypse préexistant.

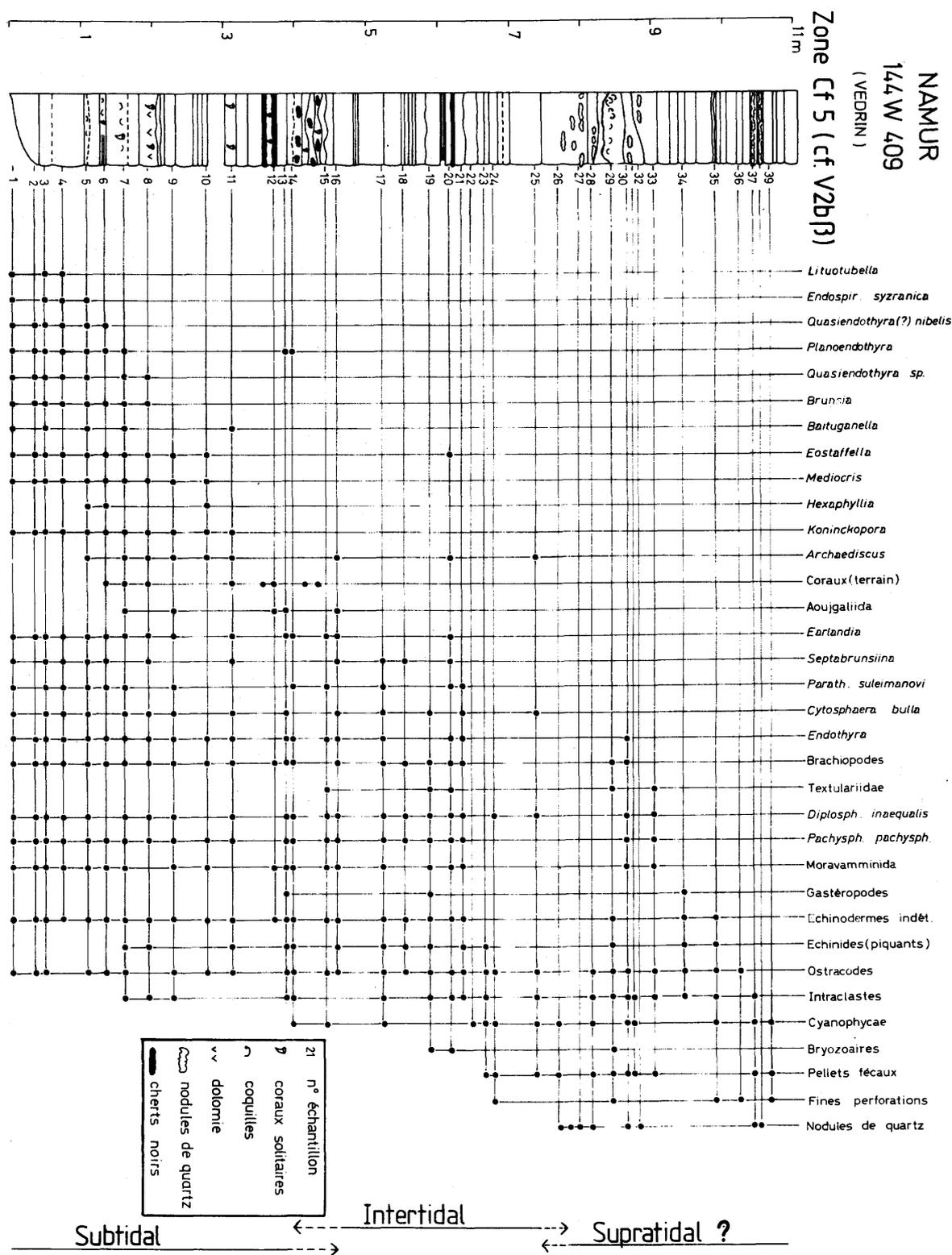


Figure 2.- Log lithologique et grille des observations (présence-absence) effectuées sur lames minces :

- Dans certains cas, les observations de terrain ont été ajoutées sur la grille, ce qui explique que des points se trouvent en dehors des lignes correspondant à l'échantillonnage.

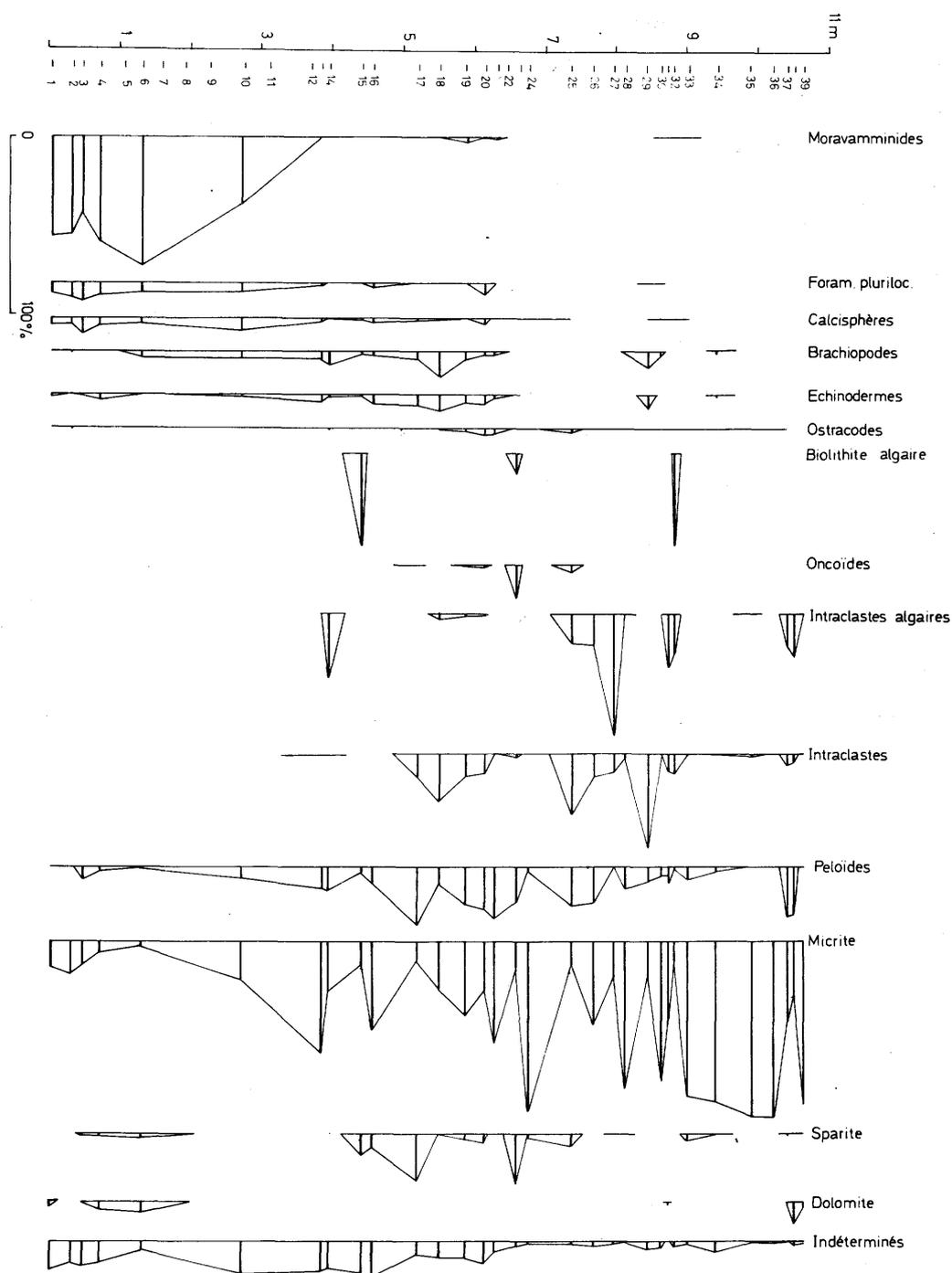


Figure 3.- Estimation quantitative (volume) effectuée sur lame mince des différents constituants de la phase carbonatée.

- Lors de l'élaboration de la figure 3, plusieurs échantillons ont été éliminés : le microfaciès était trop altéré par la diagenèse pour permettre des évaluations quantitatives correctes.
- Une ligne verticale signifie que l'élément concerné est présent mais constitue moins de 1 % de la roche.
- Les Cyanophycées sont réparties en :
 - biolithites algaires ;
 - intraclastes algaires : intraclastes sensu FOLK (1959) obtenus par arrachement à une biolithite algair ;
 - oncoïdes.
- Les peloides regroupent : les pellets fécaux, les grains micritisés et les "petits intraclastes" (inférieurs à 200 μ).
- Les Coraux sont abondants à certains niveaux (7, 8 et 12), toutefois leur trop grande dimension interdit leur évaluation en plaque mince.

Ces lattes d'anhydrite s'accroissent par précipitation de sulfate de calcium à partir de solutions salines qui migrent dans le sédiment. Au cours de leur expansion, les nodules peuvent entrer en coalescence. Le sédiment piégé entre eux subsiste alors sous forme d'un film séparant les masses d'anhydrite (Pl. 1 : 2a). On obtient ainsi la *chicken-wire* ou *mosaic structure*. La demande continue d'espace résultant de l'apport de sulfate de calcium peut aussi mener à des structures "entérolithiques" (Pl. 1 : 1).

A Vedrin, les différentes étapes de la silicification des nodules de sulfate de calcium sont les suivantes :

1. développement de sphérolites de quartzine et lutécite (*length slow chalcedony*; Pl. 1 : 2b);
2. passage progressif de la lutécite à du mégaquartz riche en inclusions d'anhydrite, ces dernières formant parfois un zonage dans le cristal;
3. dissolution du sulfate de calcium restant;
4. remplissage des vides par de la calcite puis par de la dolomite.

Les inclusions de cristaux de mégaquartz sont fréquemment allongées et grossièrement rectangulaires. Leurs contours sont arrondis. La longueur est généralement inférieure à 50 microns.

Deux diffractogrammes R.X., effectués sur les quartz de Vedrin n'ont pas permis de déterminer la nature des inclusions; le quartz alpha étant seul visible.

J. JEDWAB a pu isoler des inclusions analogues dans des échantillons provenant de la Grande-Brèche du Viséen; il s'agissait bien d'anhydrite.*

Ces phénomènes ne sont pas nouveaux, ils ont été décrits à de nombreuses reprises. C'est à MUNIER-CHALMAS (1890), dans un travail consacré aux formations gypseuses du Tertiaire du Bassin de Paris, que l'on doit la première description de deux variétés de silice fibreuse comme remplacement de sulfate. MICHEL-LEVY & MUNIER-CHALMAS (1890, 1892) distinguent trois variétés de quartz fibreux : la calcédonite, dont l'axe c est perpendiculaire aux fibres, la quartzine dont l'axe c est parallèle aux fibres et la lutécite pour laquelle l'axe c est incliné à 30° par rapport aux fibres de la silice. Ces auteurs signalent, en outre, que les variétés de quartz fibreux passent graduellement à du quartz ordinaire.

Par la suite, divers auteurs vont réitérer les observations de MUNIER-CHALMAS et MICHEL-LEVY. Ils y ajouteront la présence d'inclusions d'anhydrite dans le mégaquartz et confirmeront le lien de ces phénomènes avec la présence d'évaporites. Il convient

de citer à ce sujet les travaux de : HUTCHINS, 1962; WEST, BRANDON & SMITH, 1968; PITTMAN & FOLK, 1970, 1971; FOLK & PITTMAN, 1971; SIEDLECKA, 1972; CHOWNS & ELKINS, 1974; MILLIKEN, 1979.

Dans un travail consacré à des évaporites permianes du Kansas, HOLDOWAY (1978) a signalé la présence, au sein d'une masse d'anhydrite, de cristaux de mégaquartz contenant des inclusions similaires. Ses photographies (fig. 27 et 28, p. 21) rappellent à l'évidence les quartz de Vedrin et montrent clairement que les inclusions de mégaquartz sont dans l'alignement de la *felted anhydrite* environnante.

Les mêmes quartz idiomorphes ont été rencontrés par l'un de nous (H.M., dans l'anhydrite viséenne du sondage de Saint-Ghislain, et par HANCE & HENNEBERT (1980) dans le Viséen inférieur de la vallée de l'Orneau.

5.- DISCUSSION

A la base de la coupe, la diversité de la faune, l'abondance des Foraminifères pluriloculaires et la présence des Algues vertes (*Koninckopora*) suggèrent un milieu marin relativement protégé, de salinité normale et de profondeur d'eau peu importante.

Plus haut, la disparition progressive des différentes espèces de Foraminifères, des Moravaminides et de *Koninckopora* indique un changement du milieu. L'arrivée des Cyanophycées, d'abord sous la forme d'intraclastes algaires (14), puis sous celle d'un véritable tapis algaire à *birdseyes* (15), confirme cette tendance.

Ensuite, l'assemblage faunique est fortement réduit; les intraclastes et les pelloïdes sont abondants, le ciment sparitique est fréquent. Dans la partie supérieure de la coupe, il ne subsiste plus que de la micrite, des pellets fécaux, des intraclastes souvent algaires, de rares bioclastes et les nodules de quartz.

Cette évolution semble analogue aux séquences régressives de sédimentation que l'on connaît actuellement dans les régions arides et semi-arides du globe (Abu Dhabi, par exemple). Les sédiments carbonatés formés en milieu marin y sont transportés contre le rivage par les courants de marée et par les vents, ils

* Laboratoire de Géochimie. Université Libre de Bruxelles; Journée d'étude sur les méthodes de détermination des éléments en traces dans les roches communes. 30 mars 1979.

forment un **tidal-flat** qui s'agrandit progressivement aux dépens du domaine marin. Il en résulte une séquence sédimentaire verticale allant de dépôts marins à des dépôts supratidaux. Des évaporites précocement diagénétiques se développent dans les sédiments de la zone supratidale.

C'est le modèle devenu classique des évaporites du type "sabkhas du Golfe Persique".

Les nodules de Vedrin se sont-ils réellement formés dans les sédiments d'une sabkha côtière ? Plusieurs caractères du sommet de la coupe cadrent mal avec la connaissance que l'on a des dépôts supratidaux : forte épaisseur (au moins 3 mètres); calcilitite noire en bancs minces et réguliers; présence de très minces coquilles d'Ostracodes non brisées, parfois bivalves; absence à ce niveau de structures dues à la dessiccation (**mud-cracks** ou **birdseyes**); absence de dolomite finement cristallisée.

Cela suggère que les dépôts en question se sont formés sous une certaine tranche d'eau, plus ou moins isolée des influences marines.

Les **ponds** des Bahamas, décrits par SHINN, LLOYD & GINSBURG (1969), constituent peut-être une assez bonne représentation dans l'actuel de ce genre de situation. Une partie importante du **tidal-flat** de l'île d'Andros est, en effet, occupée par ces "étangs" d'eau salée; laquelle se trouve retenue entre les rides de plage et les levées des chenaux de marée.

Les **ponds** contiennent les sédiments carbonatés les plus fins que l'on ait trouvé sur le banc des Bahamas.

La faune y est représentée essentiellement par des Foraminifères et des Gastéropodes. Dans le cas qui nous occupe on a surtout des Ostracodes. Peut-être avons-nous un environnement encore moins marin que les **ponds** des Bahamas.

En guise de conclusions, nous trouvons opportun de citer une remarque de BUSSON (1974, p. 192) à propos de l'interprétation hâtive des nodules de sulfate de calcium des séries anciennes comme évaporites de **sabkha** : "... , n'ayant pas observé dans la nature actuelle de dépôts de sulfate de calcium sous une certaine tranche d'eau, nous ignorons si de tels dépôts ne se présenteraient pas avec des caractères similaires."

Il est intéressant de noter qu'après de minutieuses recherches, nous n'avons pu mettre de nodules en évidence dans le V2b de Lives, à 7 km au sud-est. Toutefois, vers l'ouest, dans la vallée de l'Orneau (14 km), le V2b est disloqué et bréchié. On est tenté d'y voir le résultat de la dissolution d'évaporites dont l'import-

tance augmenterait vers l'ouest, pour atteindre son maximum connu à St-Ghislain.

REMERCIEMENTS

C'est avec un très vif plaisir que nous remercions les Professeurs R. CONIL et A. LEES pour leurs précieux conseils.

Notre reconnaissance s'adresse aussi au Dr. J. NAUD pour la réalisation des diffractogrammes et au personnel technique dont l'aide nous fut indispensable.

Enfin, l'I.R.S.I.A. est remercié pour son aide financière accordée à HANCE Luc.

BIBLIOGRAPHIE

- BUSSON, G., 1974. Sur les évaporites marines : sites actuels ou récents de dépôts d'évaporites et leur transposition dans les séries du passé. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, (2), XVI : 189-208.
- BUTLER, G.P., 1969. Modern evaporite deposition and geochemistry of coexisting brines, the sabkha, Trucial Coast, Arabian Gulf. *Journ. Sed. Petrol.*, 39 : 70-89.
- BUTLER, G.P., 1970. Holocene gypsum and anhydrite of the Abu Dhabi Sabkha, Trucial Coast; an alternative explanation of origin. *Proc. Third Symp. on Salt*, Rau, J.L. and Dellwig, L.F., eds. (Cleveland, Ohio, Northern Ohio Geological Society) : 120-152.
- CHOWNS, T.M. & ELKINS, J.E., 1974. The origin of quartz geodes and cauliflower cherts through the silicification of anhydrite nodules. *Journ. Sed. Petrol.*, 44 : 885-903.
- CONIL, R. & LYS, M., 1964. Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de la Belgique et de la France (Avesnois). *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, XXIII.
- CONIL, R. & LYS, M., 1968. Utilisation stratigraphique des foraminifères du Dinantien. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 91 : 491-558.
- CONIL, R. & LYS, M., 1977. Les transgressions dinantiennes et leur influence sur la dispersion et l'évolution des foraminifères. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, 29 : 9-55.
- CONIL, R., GROESSENS, E. & PIRLET, H., 1976. Nouvelle charte stratigraphique du Dinantien type de la Belgique. *Ann. Soc. géol. Nord*, XCVI : 363-371.
- CONIL, R. & NAUM, C., 1976. Les foraminifères du Viséen moyen V2a aux environs de Dinant. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 99 : 109-142.
- DUNHAM, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In : Ham, W.E. : *Classification of carbonate rocks*. *Mem. amer. Assoc. Petroleum Geol.*, 1 : 108-121.

- FOLK, R.L., 1959. Practical petrographic classification of limestones. Amer. Assoc. Petroleum Geol. Bull., 43 : 1-38.
- FOLK, R.L., 1962. Spectral subdivision of limestones types. In : Ham, W.E. : Classification of carbonate rocks. Mem. amer. Assoc. Petroleum Geol., 1 : 62-84.
- FOLK, R.L. & PITTMAN, J.S., 1971. Length-slow chalcedony : a new testament for vanished evaporites. Journ. Sed. Petrol., 41 : 1045-1058.
- HANCE, L. & HENNEBERT, M., 1980. On some Lower and Middle Visean carbonate deposits of the Namur Basin, Belgium. Meded. Rijks Geol. Dienst, 32(9) : 66-68.
- HOLDOWAY, K.A., 1978. Deposition of evaporites and red beds of the Nipperwalla Group, Permian, Western Kansas. Kansas Geol. Survey Bull., 215, 44 p.
- HOYEZ, B., 1971. Le Viséen du Boulonnais : Analyse et corrélations séquentielles. Ann. Soc. géol. Nord, XCI : 113-128.
- HUTCHINS, P.F., 1962. Authigenic minerals in carboniferous sediments from Central West Spitsbergen. Geol. Mag., 99 : 63-68.
- KENDALL, C.G.St.C. & SKIPWITH, P.A., 1969. Holocene shallow-water carbonate and evaporite sediments of Khor al Bazam, Abu Dhabi, south-west Persian Gulf. Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol., 53 : 841-869.
- KINSMAN, D.J.J., 1966. Gypsum and anhydrite of Recent age, Trucial Coast, Persian Gulf. Proc. Second Salt Symp., 1 : 302-326.
- KINSMAN, D.J.J., 1969. Modes of formation, sedimentary associations, and diagnostic features of shallow water and supratidal evaporites. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol., 53 : 830-840.
- MAMET, B. & RUDLOFF, B., 1972. Algues carbonifères de la partie septentrionale de l'Amérique du Nord. Revue de Micropaléontologie, 2 : 75-114.
- MICHEL-LEVY, A. & MUNIER-CHALMAS, 1890. Sur de nouvelles formes de silice cristallisée. Compte Rendus Acad. Sci. Paris, 110 : 649-652.
- MICHEL-LEVY, A. & MUNIER-CHALMAS, 1892. Mémoire sur diverses formes affectées par le réseau élémentaire du quartz. Bull. Soc. Franc. Miner., 15 : 159-190.
- MICHOT, P., GERARDS, J., MONTY, C. & PIRLET, H., 1963. Sédimentologie des formations viséennes du synclinorium de Namur, dans la vallée de la Meuse. 6ème Congr. Inter. Sédim. Belgique et Pays-Bas. Exc. G1.
- MILLIKEN, K.L., 1979. The silicified evaporite syndrome. Two aspects of silicification history of former evaporite nodules from Southern Kentucky and Northern Tennessee. Journ. Sed. Petrol., 49 : 245-256.
- MUNIER-CHALMAS, 1890. I. Sur les formations gypseuses du Bassin de Paris. II. Sur les dépôts siliceux qui ont remplacé le gypse. C.R. Acad. Sci. Paris, 110 : 663-666.
- PITTMAN, J.S. & FOLK, R.L., 1970. Length-slow chalcedony, a new testament for vanished evaporite minerals. Geol. Soc. Amer. Abs. with Programs, 2 : 654-655.
- PITTMAN, J.S. & FOLK, R.L., 1971. Length-slow chalcedony after sulfate evaporite minerals in sedimentary rocks, Nature Physical Sci., 230 : 64-65.
- POTY, E., 1975. Contribution à l'étude des genres *Lithostroction* et *Siphonodendron* du Viséen moyen belge. Ann. Soc. Géol. de Belg., 98 : 75-90.
- SHEARMAN, D.J., 1966. Origin of marine evaporites by diagenesis. Trans. Instn. Min. Metall. (Sect. B : Appl. earth sci.), 75 : B208-215.
- SHINN, E.A., LLOYD, R.M. & GINSBURG, R.N., 1969. Anatomy of a modern carbonate tidal-flat, Andros Island, Bahamas. Journ. Sed. Petrol., 39 : 1202-1228.
- SIEDLECKA, A., 1972. Length-slow chalcedony and relicts of sulfates. Evidences of evaporitic environments in the Upper Carboniferous and Permian Beds of Bear Island. Svalbard. Journ. Sed. Petrol., 42 : 812-816.
- TERMIER, H., TERMIER, G. & VACHARD, D., 1977. Monographie paléontologique des affleurements du Djebel Tebaga (Sud Tunisien). Paleontographica, Abt. A. Bd., 156 : 1-109.
- WEST, I.M., BRANDON, A. & SMITH, M., 1968. A tidal-flat evaporitic facies in the Visean of Ireland. Journ. Sed. Petrol., 38 : 1079-1093.

NOTE REMISE APRES LE DEPOT DU MANUSCRIT

Des analyses qualitatives des inclusions observées dans les mégaquartz de Vedrin (voir par. 4), effectuées par J. WAUTIER à la microsonde ARL du Laboratoire de Pétrographie de l'U.C.L., après le dépôt du manuscrit, montre la seule présence de Ca et S. Cela confirme donc la détermination optique de ces inclusions comme anhydrite.

- PLANCHE 1 :** 1. Echantillon montrant une structure qui rappelle les structures "entérolithiques" du sulfate de calcium de diagenèse précoce. Ech. 37.
2. Surface polie montrant les nodules de quartz dans leur matrice carbonatée sombre.
- a. film de sédiment piégé lors de la croissance des nodules.
- b. sphérulites de quartzine et lutécite passant à du mégaquartz. Ech. 37.
- 3-4. Sphérulite de quartzine et lutécite avec passage progressif à du mégaquartz. Ech. 37.
- 3 : lumière naturelle ; 4 : lumière polarisée.
5. Mégaquartz avec zonage d'inclusions d'anhydrite. Ech. 37 ; lumière naturelle.
6. Inclusions d'anhydrite du mégaquartz. Ech. 37 ; lumière naturelle.

