

RELATION ENTRE STRUCTURE, ULTRASTRUCTURE ET MILIEU  
DES OOLITHES DE LA TRUCIAL COAST (GOLFE PERSIQUE).  
MÉCANISMES DE L'OOLITHISATION.

J. P. LOREAU

Muséum National d'Histoire Naturelle — Paris

(1 fig. dans le texte)

1. Structure oolithique et Composition.

Dans les oolithes, la structure des zones claires est constituée d'un feutrage plus ou moins dense de nanocristaux d'aragonite de taille moyenne de 1  $\mu$  sur 0,2  $\mu$ , allongés, subhédraux ou anhédraux (cylindriques), d'orientation *statistiquement* tangentielle (80 à 90 % compris entre + 30° et - 30° par rapport à la tangente). Elles alternent avec des zones cryptocristallines riches en matière organique, de structure nanogrenue (0,25  $\mu$  de moyenne) ou avec des zones non pigmentées constituées d'un feutrage peu dense de bâtonnets non orientés.

Il existe des cas plus rares d'oolithes à structure radiaire aragonitique primaire.

Les surfaces externes et polies des oolithes ont une structure tendant à être coalescente sans que l'on puisse distinguer la morphologie initiale des grains.

Ces observations en microscopies photonique et électronique à balayage ont été complétées par les analyses suivantes :

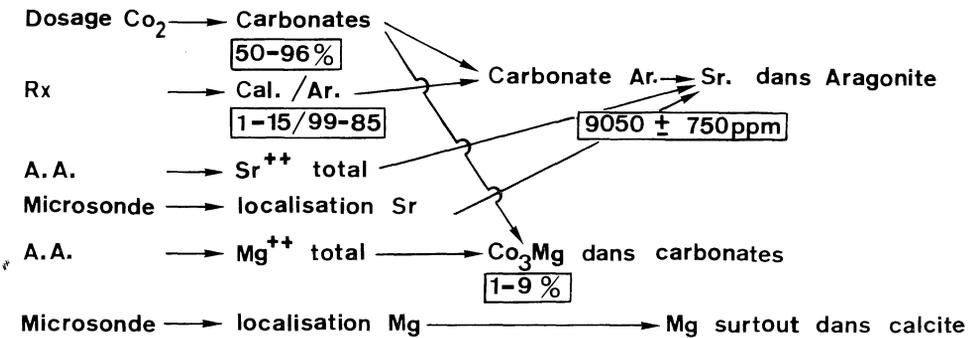


Fig. 1

Enfin, les diffractions électroniques (1) confirment la nature aragonitique, montrent (2) que les bâtonnets allongés sont monocristallins, (3) que l'axe *c* correspond bien à l'allongement des grains, (4) que les nanograins sont surtout polycristallins (l'un des cristaux étant plus grand que les autres germes non développés).

## 2. Problème de la faible biréfringence des oolithes.

La biréfringence anormalement faible des oolithes (0,030 au lieu de 0,155) est expliquée. On la calcule en effet en tenant compte

- (1) de la hauteur de vide traversée par les rayons lumineux.
- (2) de l'orientation imparfaite des cristaux par rapport à la direction de la tangente aux couches corticales, ce qui conduit à prendre en considération une nouvelle indicatrice statistique (en forme de pomme).
- (3) de l'orientation au hasard de ces cristaux dans le plan statistiquement tangent aux couches et perpendiculaire à la lame mince, donnée qu'il convient de ne pas négliger.

Les calculs effectués sur cette base conduisent à des valeurs de la biréfringence absolument comparables à celle déterminée directement au microscope, confirmation qui vaut une démonstration.

## 3. Origine des particules élémentaires.

L'étude de l'ultrastructure définie ainsi comme l'ensemble des *caractères morphologiques* (M.E.B., M.E.T.), *minéralogiques* (Rx, Diff. e<sup>-</sup>), *chimiques* (CO<sub>2</sub>, absorption atomique, microsonde) et *crystallographiques* (M.E.T., Diff. e<sup>-</sup> et informatique) des particules élémentaires constituant le dépôt,

- (1) montre les points communs aux différents dépôts aragonitiques (vases, pellets, stromatolithes, oolithes).
- (2) met en évidence que la structure nanogrenue est liée dans de nombreux cas précis à la présence de matière organique (ou dans une mesure plus aléatoire, à des conditions d'évaporation intense); c'est aussi vers ce type de structure que convergent les produits de la destruction de grains allongés, plus ou moins émoussés par altération mécanique ou chimique.
- (3) rappelle l'évidence que les conditions de genèse des oolithes passent d'abord par les conditions de genèse des carbonates en général.
- (4) pose le problème d'ensemble de l'origine des particules élémentaires. Ces particules résultent-elles :
  - de processus d'abrasion de tests ou de débris organogènes (Chave)?
  - de processus de libération et de désintégration des structures calcaires de certaines algues lors de la lyse des tissus après leur mort (Lowenstam)?
  - de phénomènes de précipitation biochimique : bactéries (Lalou), matière organique (Bernier, Trichet, Mitterer)?
  - de phénomènes de précipitation physico-chimique (Cloud)?

Dans le cas qui nous concerne, les concentrations en Sr<sup>++</sup> dans l'aragonite et en Mg<sup>++</sup> dans les carbonates (total) permettent de rejeter le premier processus puisqu'elles ne correspondent pas à celles que montreraient les produits d'abrasion de gastéropodes (en ce qui concerne le Sr<sup>++</sup>) ou de débris récifaux (en ce qui concerne le Mg<sup>++</sup>). De même l'absence d'algues permet d'éliminer la deuxième hypothèse.

Seules, les deux dernières (précipitation biochimique ou/et physicochimique) sont donc à retenir. Il convient d'envisager ici :

- la germination (ou nucléation) : problème à résoudre en termes de cinétique chimique (équilibre des carbonates).

- l'apparition d'une variété polymorphique donnée : ici l'aragonite (apprécier le rôle du magnésium inhibiteur éventuel de la calcite ?)
- La croissance cristalline vers la morphologie finale, en faisant la part pour celle-ci des altérations mécaniques ou chimiques.

4. *Processus d'oolithisation.*

Dans les processus d'oolithisation, le nucleus semble nécessaire (toujours présent) mais non suffisant (il en existe en puissance tout au long de la côte). Ce sont donc les caractères du milieu lui-même qui permettent la genèse des oolithes, caractères parmi lesquels on retiendra

- (1) la présence d'alternances de dépressions et de rides parallèles espacées de 50-250 mètres, entraînant une alternance de zones d'énergie relativement plus faibles et plus fortes.
- (2) la présence de système de vagues et de courants bidirectionnels tendant à faire passer les oolithes d'une ride à une dépression et ainsi de suite, et les retenant en même temps dans ce milieu.

Il est d'autre part fondamental de noter les relations qui existent entre les caractéristiques du milieu et la structure de la dernière couche oolithique, ainsi que le résume le tableau suivant :

Agitation de l'eau :	← très faible à faible →	← moyenne à forte →	← forte →		
Morphologie particulière du milieu :	←————— dépressions	←—— rides ———→	front du delta		
Structure la plus fréquente de la dernière couche :	orientation radiaire	feutrage peu dense sans orientation privilégiée	feutrage +/— tassé et orientation statistiquement tangentielle	coalescence	feutrage peu dense (en voie d'organisation ou de destruction ?)

L'ensemble des observations fait retenir comme la plus probable l'hypothèse de la genèse *in situ* des particules aragonitiques constituant le cortex, et non l'accrétion de particules formées ailleurs et amassées à la manière d'une boule de neige.

En particulier, la disposition radiaire des cristaux d'aragonite dans le cortex ou à la surface externe de l'oolithe — y compris à la surface d'oolithes « classiques » (du delta par exemple) — est l'orientation habituelle des cristaux d'aragonite croissant *in situ* avec leur axe *c* normal au support. De plus, des cristaux subhédraux pointant à travers le feutrage de baguettes anhétrales suggèrent qu'ils sont une nouvelle génération de cristaux et que dans une telle relation avec la couche sous-jacente, ils ont poussé *in situ*.

Évidemment, il est possible aussi que des cristaux croissent dans toutes les positions, y compris la position tangentielle. Mais la relation entre le milieu où l'eau est de plus en plus agitée, le tassement de plus en plus serré des particules et la structure de plus en plus tangentielle suggère que l'orientation initiale radiaire ou quelconque se forme principalement dans les dépressions protégées entre les rides et

qu'elle est ensuite cassée ou couchée en position tangentielle au cours du roulage en eau plus agitée sur les rides ou les plages.

La structure radiaire des oolithes d'environnements très protégés — bien que différente puisqu'elle est constituée de cristaux nettement plus grands — est au contraire conservée; ces oolithes peuvent atteindre des tailles inhabituelles car elles ne subissent pas l'abrasion qui polit et arrondit les oolithes d'environnement agités.

La micritisation des oolithes est une convergence; les zones micritiques peuvent avoir un caractère primaire et la micritisation n'est qu'apparente : nucléation et croissance des nanograins ou nanocristaux orientés au hasard. Dans d'autres cas, c'est le résultat d'une destruction par microperforations (Bathurst) puis genèse *in situ* de nanograins ou nanocristaux orientés au hasard; elle peut encore traduire des cas de destruction mécanique ou chimique (dissolution?) d'une structure primaire.

Enfin, il faut souligner l'importance de l'extention des milieux oolithiques hors de leur lieu de genèse (Centre du bassin — 100 m. et dans le désert : 30 % d'oolithes dans le sable des dunes à 40 km. de la mer).

Bien que les lieux de formation des oolithes soient relativement petits à n'importe quel moment, un transport latéral continu aura pour résultat éventuel des formations étendues et diachrones qui ne reflèteront par la géométrie ou la grandeur des environnements où se forment les oolithes.

#### REFERENCE

- LOREAU, J. P. et PURSER, B. H. : Distribution and ultrastructure of holocene ooids in the Persian Gulf. *in* : *The Persian Gulf. Holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea*. Springer Verlag ed. 1972 (*in press*).