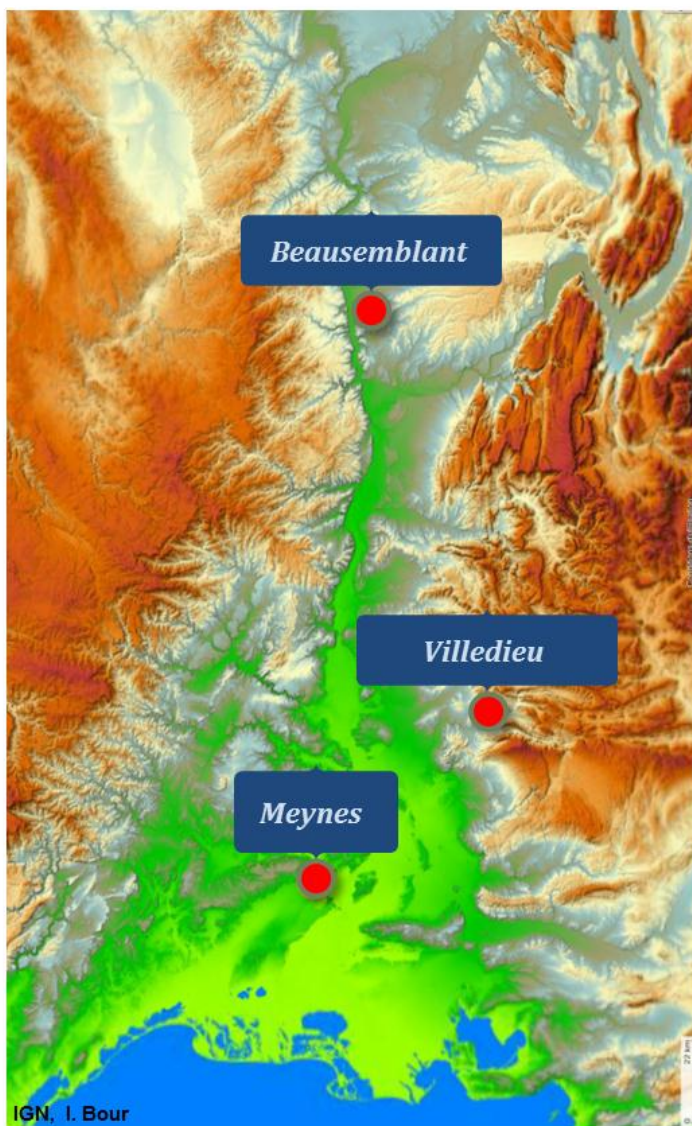


Reconstitution paléogéographique et paléoenvironnementale, l'apport de la micropaléontologie via les foraminifères Cas du couloir rhodanien

Interprétation des gisements de Meynes, Beausemblant et Villedieu en terme bathymétrique et environnemental au Pliocène

Avril 2003



Par leur abondance et leur variété, les Foraminifères actuels ou à l'état fossiles, sont de bons marqueurs paléo-bathymétriques et paléoenvironnementaux (indicateurs de milieux). En effet différents morphotypes de Foraminifères se présentent avec un maximum de développement dans certains espaces bathymétriques. Leur diversité, leur biomasse, est fonction de leurs exigences environnementales donc des facteurs écologiques.

Chaque genre a un intervalle de tolérance et un optimum de vie qui leur est plus ou moins spécifique. Certains seront stenoœciques, d'autres seront euryœciques, ou encore, des formes seront benthiques ou planctoniques, apportant des indices importants pour la reconstitution du milieu naturel avec tous les facteurs qui y gouvernent. Les différents genres de Foraminifères sont inféodés (la plupart sont sténohalins) à des masses d'eaux aux caractéristiques environnementales bien définies. Cette exigence leur impose des aires de répartition.

Par le principe de l'actualisme, c'est-à-dire en utilisant les conditions de vie de Foraminifères de l'actuel extrapolées dans le passé, on va essayer de reconstituer sur plusieurs gisements le paléo-environnement du Pliocène. Les conditions de milieux que l'on trouve pendant tel ou tel périodes anciennes, sont des conditions relativement comparables à ce que l'on observe à suivant les endroits actuellement.

- **Gisement de Meynes :**

C'est le gisement qui possède la plus grande quantité et diversité de foraminifères.

On y trouve une grande diversité de formes qui va être significative d'un milieu favorable, c'est-à-dire que l'environnement passé a été peu contraignant pour la vie et le développement de ces organismes. En effet, l'apport trophique (nutritif), la température, la salinité normale, la lumière (bien qu'elle ne soit pas un élément fondamental pour les Foraminifères : certains vivent par 1000 mètres de fond) ; ces différents paramètres environnementaux contribuent à cette large biodiversité.

Il faut donc qu'il y ait un certain nombre de paramètres qui s'additionnent pour permettre l'épanouissement d'un grand nombre d'espèces.

Plus l'eau est trouble, plus les conditions de développement seront limitées, de même que la température est un élément qui va apporter des variations entre les gisements.

Après comptage, on peut s'apercevoir que tous ces foraminifères ne sont pas répartis avec la même densité et la même quantité dans le gisement.

Certains genres, certaines formes, sont dominants en quantité par rapport à d'autres.

Il y a une grande diversité mais il y a tout de même des formes qui dominent en proportion.

Foraminifères dominants dans le gisement de Meynes : *Bolivina*, *Uvigerina.*, *Bulimina*, *Nonion*, *Globigerina*, *Lenticulina*.

On a donc dans ce cortège, des formes qui sont mieux représentées que d'autres, et qui peuvent apporter une signification éventuellement bathymétrique.

Notons toutefois que ce gisement est constitué d'argile (marnes), cela nous donne l'indice que ce sédiment n'a pas beaucoup subi de remaniement, on est certainement dans un environnement de faible hydrodynamisme : les biocénoses sont pratiquement en place.

On peut remarquer la présence d'une quantité importante de Globigerines, ceci émet de pousser l'hypothèse d'un milieu plus profond par rapport aux Bolivines (zone marine franche). Les Globigerines sont des Foraminifères planctoniques, mais ils ne sont pas les seuls, tels que les *Orbulina* et les *Sphaeroidina*.

On a des *Nonion* qui ne vivent pas dans les milieux profonds, des Bolivines qui sont des formes vivant en profondeur, des Globigerines qui sont réparties sur un secteur limité et des *Bulimina* qui apparaissent relativement loin dans le niveau marin. Ceci nous montre dans un premier temps une présence désordonnée des formes de Foraminifères (on a des formes qui ne devraient pas coexister ensemble).

Le fait que l'on trouve des formes planctoniques en quantité importante est dû à leur relative mobilité (flottent grâce à leur petite taille ou à la présence d'épines et de nombreux pores diminuant la densité du test améliorant ainsi la flottabilité), car une fois mort, l'organisme tombe sur le fond (pas de déplacement post-mortem).

Trouver associer des Foraminifères benthiques avec des Foraminifères planctoniques signifie qu'on se trouvait encore sur le plateau continental, c'est-à-dire la zone où des Foraminifères benthiques vont vivre en quantité. Au-delà de ce plateau continental, la diversité de formes benthiques devient très peu importante en quantité par rapport aux formes planctoniques.

Donc l'association de Foraminifères benthiques avec des Foraminifères planctoniques signifie que le milieu est ouvert, les courants marins peuvent amener facilement des apports depuis la haute mer avec le plancton qui après la mort va pouvoir s'accumuler avec les Foraminifères benthiques.

Donc cela est un élément qui nous repousse dans la direction des profondeurs moins importantes du graphique de distribution des Foraminifères.

Remarque : on discrimine 311 formes planctoniques sur environ 1000 Foraminifères trouvés au total dans le gisement, on obtient donc 30 % de formes planctoniques, soit 1/3 de l'effectif.

Celles-ci vivent à des profondeurs de 0 à 200 m, avec un maximum autour de 20 m.

L'argument qui permet d'interpréter que l'on puisse avoir des *Nonion* qui sont logiquement des formes de profondeurs moindres et également des *Pullenia* qui sont des formes de profondeurs plus grandes, est que, le lieu de vie de ces organismes se faisait dans une vallée sur creusée sur très peu de distance (la formation de vallée échancrée façonner au Mecienien, s'était amorcée lors du très important retrait de la mer au Miocène).

On a donc de fortes pentes traduisant une morphologie de Ria (sorte de canyon) qui était envahie par la mer au Pliocène.

Ces pentes fortes dans un milieu qui est télescopé par la turbidité, va faire que l'on va pouvoir retrouver dans des secteurs qui normalement ne se trouvent pas dans un habitus classique, des Foraminifères qui se retrouvent associer dans le sédiment avec d'autres Foraminifères de types différents. Ceci est lié vraisemblablement au phénomène de pente, c'est pour cela que l'on peut retrouver associer des formes de Foraminifères qui n'appartiennent pas normalement à la même tranche bathymétrique.

Le gisement de Meynes apparaît comme un milieu ouvert au niveau de la Ria, d'où la présence de formes planctoniques.

Dans ces Ria, on avait des pentes de forte déclivité (45°) avec sans doute une turbidité également assez forte, ce qui explique la présence d'argile dans le sédiment (-> ancien fond profond faible en hydrodynamisme). Ces apports d'argile ont créé une turbidité (opacité de l'eau).

Suivant le graphique de distribution des Foraminifères, les genres dominants de Meynes indiquent une aire bathymétrique allant de 70 à 120 m.

Cas de l'existence de la pyrite à Meynes et à Beausemblant :

En triant le sédiment, on trouve des minéraux qui sont associés aux Foraminifères. Fréquemment à Meynes et très souvent à Beausemblant, les Foraminifères sont remplis par de la pyrite (aspect noirâtre). La pyrite est un sulfure ferreux (FeS₂), ce fer ferreux contenu dans la pyrite se forme dans des conditions réductrices.

On remarque qu'il y a en quelque sorte une contradiction par rapport à l'interprétation du départ, où l'on avait émit l'hypothèse d'un milieu qui était très ouvert, bien oxygéné, avec des apports trophiques, caractéristique d'un milieu favorable pour le développement d'une grande biodiversité ; pourtant la présence de la pyrite traduit des conditions réductrices, anoxiques.

Les forts dépôts de sédiments démontrent une grande production sédimentaire.

On a un milieu qui était relativement trouble avec des apports terrigènes qui viennent de la Ria, du continent à proximité. Il y a eu décantation de ces apports, constituant par conséquent un dépôt d'argiles très important.

Une des propriétés des argiles, c'est que ce sont des colloïdes qui ont la caractéristique d'être étanches. A l'interface entre l'eau et le sédiment, les conditions oxydantes peuvent être parfaites (permettent une grande biodiversité), mais l'importance du dépôt de particules engendre de sorte que, après la mort des organismes, ceux-ci sont enfouis sous ces argiles, on va alors passer très rapidement sous quelques millimètres de dépôt des conditions oxydantes en surfaces à des conditions réductrices sous ce dépôt.

Remarque : entre la zone anoxique et la zone oxic, dans l'espace de dépôt, on va trouver la zone suboxique qui constitue les premiers millimètres de dépôt. L'oxygène restant qui s'y trouve encore va être « brûlé », utilisé par la destruction de la matière organique. A terme, il n'y aura plus d'oxygène (entièrement consommé), tout sera clos par rapport à l'extérieur (\implies Évolution de la matière organique en condition anoxique, d'où la présence de pyrite).

- **Gisement de Beausemblant :**

La diversification est moins importante (biodiversité plus faible) par rapport à ce que l'on avait au niveau du gisement de Meynes.

Il y a quelques nouveaux genres de Foraminifères visibles dans ce gisement, qui ne se trouvaient pas à Meynes.

Par rapport à sa situation géographique, le site auquel se trouve actuellement Beausemblant était une zone marine d'une dizaine de kilomètres de large. Les apports trophiques devaient donc arriver en quantité moindre. Cela est un élément suffisant pour causer une biodiversité moins importante.

Les genres dominants dans ce gisement sont *Nonion* et *Bulimina*.

Par rapport à Meynes, la profondeur est relativement faible (traduit par la présence de *Nonion*).

On peut noter l'absence de Globigérinidés. Ces formes planctoniques auraient pu être poussées par le vent marin alternant (du Sud) vers le fond de la Ria (vers le Nord de la vallée du Rhône), mais du fait que la vallée sur creusée soit très étroite au niveau de Beausemblant, les Globigérinidés ont donc peu de chance de parvenir (via le transport par le courant) jusqu'au fond de la Ria. Cela est un élément important à mettre en liaison avec la configuration géographique du gisement.

Il est étonnant de remarquer que l'on trouve encore des *Bolivina* (qui sont d'ailleurs des formes ubiquistes : domaine de bathymétrie étalé) se trouvant *a priori* à des profondeurs plus importantes par rapport au *Nonion*. Cette présence de *Bolivina* doit être liée au fait de l'existence de pentes très fortes. Le télescopage lié à la turbidité et le télescopage lié à la pente sont prépondérants, de sorte que l'on va retrouver associées des formes qui théoriquement ne devraient pas cohabiter.

Parmi les Foraminifères, on distingue des lignites apparaissant noires (petits fragments millimétriques de bois), cela est un indice de la proximité du continent. Par rapport à la situation géographique de Beausemlant, il est facile de retrouver des éléments provenant du continent. Ces fragments de bois se dégradent rapidement, ils sont un bon, compromis entre la distance de parcours et leurs capacités à être déposés.

Remarque : à Meynes, on se situe en milieu plus profond, l'absence de lignites permet de supposer qu'elles ont été transportées plus loin.

La présence de micas pourrait aussi signifier que le continent n'est pas loin (signe d'une proximité continentale).

On peut de même parler d'une présence non négligeable de grains silicoclastiques provenant vraisemblablement d'apport de rivière qui circulait sur des sols riches en éléments cristallins (socle hercynien).

La dominance de *Nonion* et de *Bulimina* situerait ce site à une profondeur comprise entre 35 et 50 m.

- **Gisement de Villedieu :**

Dans ce gisement, la diversité est réduite, mais il est néanmoins largement dominé par les genres *Ammonia*, puis par *Elphidium*, *Hedbergella* et *Nonion* en moindre proportion.

La nouveauté par rapport aux 2 précédant sites, c'est le milieu sableux de Villedieu.

Géographiquement, Villedieu se trouve au fond d'un diverticule, donc ici, les apports de la haute mer sont extrêmement limités d'où une diversité de genre réduite.

Le tandem *Ammonia* – *Elphidium*, est typique de l'horizon 0 – 10 mètres du littoral :

- *Elphidium* : 5 mètres de profondeur pour la partie dominante.
- *Ammonia* : idem, mais peut descendre jusqu'à 30 mètres.

La très forte dominance du genre *Ammonia* préférant les eaux à salinité réduite (jusqu'à 0,5 %), laisse supposer un apport d'eau douce suffisamment important lié à l'Eygues tout proche. Ceci pourrait aussi expliquer le sédiment sableux (dépôts estuariens).

Le seul planctonique qui reste quantité notable, c'est le genre *Hedbergella*.

C'est une forme qu'on ne trouvait pas dans les deux précédents gisements.

Il est étonnant d'avoir une forme planctonique, on se situe malgré tout en milieu littoral et abrité des apports de la haute mer.

Cause de la présence du genre *Hedbergella* à Villedieu :

Hedbergella est un foraminifère qui n'existe pas au Pliocène (âge du sédiment étudié) mais uniquement au Crétacé inférieur. Néanmoins, cette variété est identifiée dans le sédiment du Pliocène : ceci signifierait que les *Hedbergella* ont dû subir un remaniement.

Les collines adjacentes à Villedieu sont constituées par des marnes qui ont été lessivées par les phénomènes érosifs. Le produit de lessivage s'est retrouvé mêlé à tout le littoral avec les Foraminifères du Pliocène.

Les Hedbergelles ont la particularité d'être calcifiées. En effet, c'est dernières sont complètement remplies de calcite, elles ont donc subi une diagenèse.

Ceci pourrait expliquer pourquoi les *Hedbergella* sont remplies de calcite alors que les planctoniques à Meynes et Beausemlant sont plutôt creuses ou remplies de pyrite et le fait que l'on retrouve associé une forme (*Hedbergella*) qui n'appartient pas du tout à la même période que celui du sédiment auquel elle se trouve.

Une certaine vigilance doit être apporté pour discriminer ce qui appartient réellement au gisement et ce qui ne lui appartient pas.

Grâce à la reconnaissance et au comptage des formes de Foraminifères, on est en mesure de donner une relation, une logique entre ces organismes et leur milieu de vie.

Cela nous permet d'avoir une image de ce qu'était le paysage (marin franc, litoral, morphologie du bras de mer) et l'état écologique (température, eaux claires ou trouble, hydrodynamisme, ...) de trois sites disposés le long de la Vallée du Rhône au Pliocène.

On établit ainsi une reconstitution de l'évolution du milieu dans l'axe de la vallée du Rhône, pouvant nous donner une idée de la cartographie des côtes du Pliocène.

- **Commentaire sur l'analyse statistique sommaire des graphiques des trois gisements :**

On peut observer que les valeurs d'écart-type des trois gisements sont très variables, les degrés de dispersion des données sont plus ou moins importants vis-à-vis de la moyenne.

Au niveau du gisement de Villedieu, l'écart-type est très élevé par rapport à celui de Meynes ou de Beausemlant, cela traduit un degré de dispersion élevé (estimateur d'écartement de la largeur de la distribution).

Pour Beausemlant et Villedieu, la distribution est très asymétrique (médiane plus petite que la moyenne), les proportions tel ou tel genre sont très irrégulières et hétérogènes (pic de dominance très élevé pour certains genres tel qu'*Ammonia* pour Villedieu).

A Meynes, de part sa forte diversité, la distribution est moins chaotique (il n'y a pas de proportion extrême de certain genre), cela traduit une médiane plus proche de la moyenne (plus grande proportion de genres à effectif conséquent).