

IMPORTANCE ET ROLE DU MATERIEL ORGANIQUE VIVANT ET INERTE DANS LES SUSPENSIONS
DE LA BAIE DE SEINE.

DUPONT J.P.*, LAFITE R.*

Les matières organiques vivantes et celles biologiquement inertes occupent une place importante au sein du matériel en suspension dans la baie de Seine. L'analyse des données microgranulométriques couplée avec une identification au M.E.B. permet de démontrer (Dupont J.P., Lafite R. & Lamboy M., 1985) que certaines fractions organiques et certaines structures organo-minérales peuvent être à l'origine de modes granulométriques qui constituent alors une composante déterminante pour la caractérisation dynamique du matériel en suspension.

Nous avons ainsi constaté que la fraction organique, et notamment planctonique, était déterminante au large et pouvait se concentrer localement au contact des fronts entre masses d'eau. De la même façon, les agrégats organo-minéraux sont présents dans l'ensemble du domaine estuaire - Baie de Seine.

Il importe donc de mieux définir ce matériel organique pour mieux apprécier son importance et son rôle dans le fonctionnement de cet écosystème.

1. IMPORTANCE ET ROLE DU MATERIEL ORGANIQUE VIVANT

1.1. Importance des Diatomées :

Dans la fraction planctonique vivante, les Diatomées occupent une place d'autant plus importante que le traitement subi par les échantillons (dessiccation) ne permet pas de conserver convenablement les organismes ne possédant pas de squelette minéral ou organique.

Nous avons vu que l'étude des populations phytoplanctoniques (essentiellement Diatomées, Dinoflagellés, Silicoflagellés et Algues vertes mal conservées) et zooplanctoniques, (larves de Copépodes et d'Ostracodes, Tintinnoïdes) permet de donner une signification à certains modes granulométriques. Mais ces populations obéissent à des cycles saisonniers, avec de grandes périodes de blooms planctoniques :

- en mars, avec essentiellement le genre *Thalassiosira*,
- en juin-juillet, avec *Rhizosolenia spp.*, *Ditylum brightwellii*, Dinoflagellés,
- en septembre, avec un très grand développement du genre *Chaetoceros*.

En Baie de Seine, il est souvent inutile de recourir à une détermination spécifique: les représentants des genres dominants ayant des domaines écologiques bien spécifiques, conformément aux études de plancton réalisées à l'occasion du SAUM Estuaire de Seine (Vu Do Q. et Houssemaine J., 1980). Nous distinguons par exemple les genres représentés en domaine estuarien et fluvial, tels que *Melosira* et *Cyclotella*, et le genre *Thalassiosira* essentiellement marin (sous réserve de l'éventuelle présence d'une des espèces connues depuis peu comme euryhalines).

* Laboratoire de Géologie GRECO Manche - Faculté des Sciences - Université de Rouen. B.P. 67 - 76 130 Mont-Saint-Aignan.

Nous retrouvons, par ailleurs, des Diatomées à caractère benthique, notamment des pennées appartenant au groupe des *Navicula*, qui peuvent témoigner de mécanismes de remise en suspension.

1.2. Rôle des Diatomées planctoniques dans l'agrégation des particules minérales en suspension:

Les Diatomées et, en particulier les centriques, peuvent être à l'origine d'agrégats par la production d'un mucus externe qui permet l'encollage de particules minérales de la taille des silts fins et des argiles. En ce qui concerne les *Thalassiosira*, le phénomène est très courant et concerne d'abord la ceinture, la face valvaire perforée étant le siège d'importantes circulations d'eau. La photo n° 1, montre l'exemple de deux frustules de *Thalassiosira* avec un début d'agrégation particulière sur la ceinture (de face sur le cliché); les deux frustules sont reliés entre eux par un mince cordon muqueux (A); ils appartiennent en fait à une chaîne comportant une vingtaine d'individus vivants au moment du prélèvement. Après leur mort, la matière organique des cellules peut favoriser la fixation d'une plus grande quantité de matière minérale, notamment sur les faces valvaires; les frustules peuvent alors être plus ou moins complètement encroûtés et participer ainsi à la formation d'agrégats. C'est le cas présenté dans la photo n° 2 qui montre deux frustules de *Thalassiosira* mortes (B et C) au sein d'un agrégat.

Les liens entre les silts et les frustules ont ici un caractère organo-minéral et nous n'avons pas observé de "ponts siliceux" à l'instar de Ernisee J.J. et Abbott W.H. (1975).

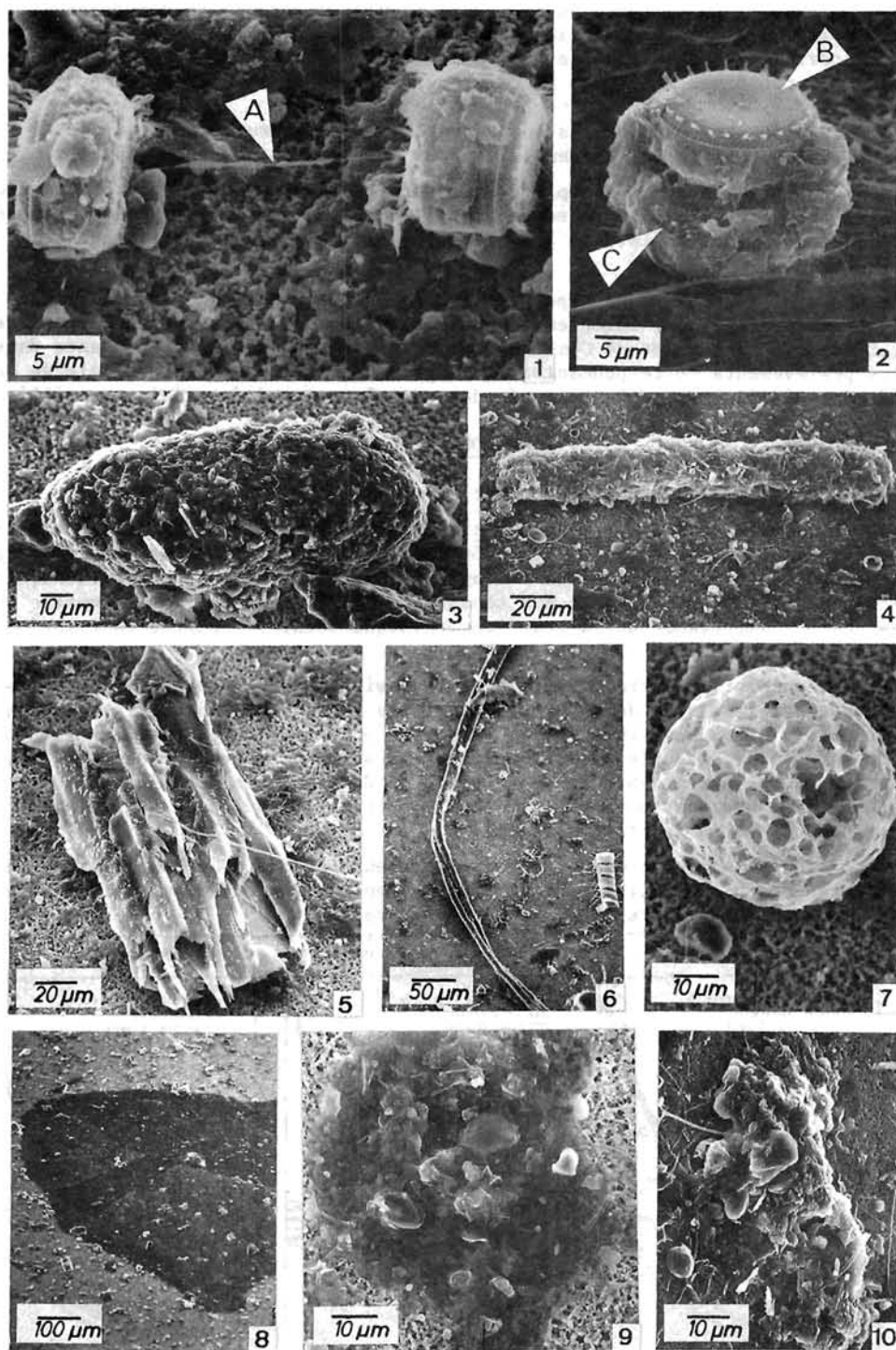
1.3. Rôle du zooplancton dans la constitution d'"agrégats" s.l.: les pelotes fécales et les pseudofèces :

Parmi les agrégats ou agglomérats particuliers observés en suspension, nous trouvons fréquemment des éléments organisés selon une forme géométrique régulière pouvant être caractérisés comme des pelotes fécales.

L'étude des pelotes fécales rejetées par des organismes benthiques réalisée par Arakawa K.U. (1970) et abordée par nous-mêmes en Baie de Seine, montre que

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE : SUSPENSIONS OBSERVEES AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE.

- Photo 1 : Début d'agglomération autour des zones connectives de deux frustules de *Thalassiosira* vivantes. (A: cordon muqueux ou cytoplasmique reliant les cellules) (X 2000).
- Photo 2 : Agrégat en formation intégrant deux frustules de *Thalassiosira* mortes (B et C) (X 1600).
- Photo 3 : Pelote fécale ovoïde riche en matériel minéral fin (X 600).
- Photo 4 : Pelote fécale de copépode riche en soies de *Chaetoceros socialis* (X 400).
- Photo 5 : Fragment de tissu vasculaire d'origine végétale (X 400).
- Photo 6 : Fibre cellulosique (X 160).
- Photo 7 : Particule carbonée : résidu de combustion d'origine industrielle (X 800).
- Photo 8 : Voile organique non structuré (X 80).
- Photo 9 : Association organo-minérale à dominante organique : "flocon" (X 800).
- Photo 10 : Association organo-minérale à dominante minérale : "agrégat" (X 800).



les pelotes fécales ont une forme régulière souvent ovoïde et une bonne cohésion notamment en ce qui concerne la pellicule superficielle généralement plus riche en matières organiques. Cette cohésion du matériel minéral fin lié au matériel organique confère à l'ensemble une surface régulière et une morphologie conservée malgré la succion exercée lors de la filtration pour séparer les M.E.S..

Au contraire, les pseudofeces ne présentent aucune structure organisée et restent donc difficiles à identifier dans des suspensions naturelles.

La photo n° 3 montre un exemple d'agglomérat de 110 μm de long, présentant une forme ovoïde et une surface régulière. Il s'agit d'une pelote fécale composée de matériel minéral fin, de 4 à 5 μm , enrobé dans un matériel organique non structuré.

La photo n° 4 présente un type régulier de pelote fécale de forme allongée (175 μm de long). A l'intérieur, nous distinguons des filaments siliceux identifiés comme des soies de *Chaetoceros sociale*, toujours très abondants dans les prélèvements correspondants: il s'agit en fait d'une pelote fécale de copépode. D'ailleurs, quelques copépodes eux-mêmes ont été parfois recueillis.

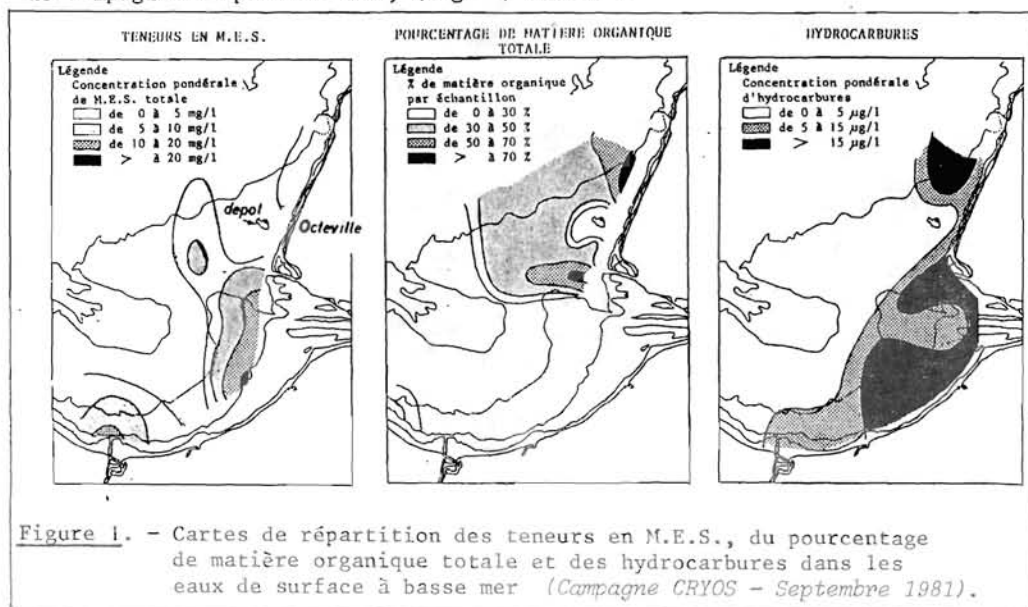
2. IMPORTANCE ET ROLE DES MATIERES ORGANIQUES NON VIVANTES

2.1. Les données de quantification :

L'importance des matières organiques peut être abordée par la quantification globale après calcination à 500°C. Les résultats obtenus peuvent être reportés cartographiquement en faisant ressortir soit les concentrations, soit les pourcentages par rapport aux teneurs en M.E.S.. Ceci permet de mettre en évidence l'importance de la fraction organique totale y compris la fraction planctonique vivante.

La différenciation entre matière organique vivante et non vivante peut être abordée par le dosage des hydrocarbures. Ces valeurs ont un intérêt discutable puisqu'elles sont inféodées à la pollution chronique et accidentelle du domaine étudié, mais le comportement de ces substances peut donner des indications quant aux mécanismes de répartition des matières organiques non vivantes (les hydrocarbures représentent une fraction qui n'est généralement pas associée à la fraction vivante).

La confrontation de la cartographie des teneurs en M.E.S., du pourcentage de matières organiques totales et des teneurs en hydrocarbures en surface durant la campagne de septembre 1981, (fig. 1) montre :



- des teneurs en hydrocarbures élevées dans le secteur de la zone des dépôts de dragage au large d'Octeville; elles correspondent à de faibles teneurs en M.E.S. et à des pourcentages élevés de matière organique totale;
- des teneurs en hydrocarbures élevées au débouché de l'estuaire, correspondant à des teneurs en M.E.S. élevées et un faible pourcentage en matière organique totale excepté au large du Havre.

Les fractions organiques non vivantes du type des hydrocarbures ont donc une répartition spécifique qui ne peut être totalement parallélisée, ni avec celle de la charge totale en M.E.S., ni avec celle de la concentration ou du pourcentage de matière organique totale. De la même façon, les rapports C/N tirés des dosages C H N traduisent l'importance relative des matières organiques non vivantes par rapport aux matières organiques vivantes. Les données recueillies en décembre 1983 montrent :

- un accroissement du rapport C/N en profondeur, traduisant une importance du matériel organique non vivant en profondeur;
- un gradient décroissant du rapport C/N selon la coupe longitudinale amont-aval de l'estuaire de la Seine, ce qui traduit une influence croissante des matières organiques vivantes vers le large.

2.2. Les éléments figurés :

Dans le matériel en suspension, nous observons des éléments figurés organiques non vivants qui peuvent être identifiés. Les photos 5, 6 et 7 permettent d'illustrer les éléments les plus répandus.

a) Débris végétaux de caractère celluloso-pectique ou ligneux :

La photo n° 5 montre un fragment de 140 µm de long de tissu vasculaire végétal. De tels fragments sont abondants en surface dans l'estuaire de Seine et peuvent être à l'origine d'un mode grossier de nature organique caractérisé par une excellente flottabilité. Ces éléments se trouvent ainsi concentrés au niveau des lignes d'écume qui se développent à la faveur des fronts.

b) Fibres de cellulose (photo 6)

Ces fibres d'un demi millimètre de long sont abondantes, isolées, de couleur variable; elles sont répandues dans l'ensemble du domaine Baie de Seine, y compris dans l'estuaire et plus en amont dans le domaine fluvial. Il est probable qu'elles résultent de la pollution (dilacération de papier).

c) Particules carbonées (photo 7)

Des boulettes à structure alvéolée ou "spongieuse" ont été trouvées dans l'ensemble des échantillons en suspension. Leur nature carbonée (avec des traces de soufre) a été confirmée par une étude à la microsonde. D'après Jedwab J. (1968), il s'agit de résidus de combustion qui sont diffusés dans l'atmosphère. Ces particules illustrent ainsi les problèmes de pollution atmosphérique. Elles ont été reconnues en abondance dans les sédiments subtidiaux devant l'estuaire et en zone intertidale (Honfleur); elles contribueraient à l'accroissement de la teneur en carbone des sédiments (Griffin J.J. et Goldberg E.D., 1981).

2.3. Les structures organo-minérales :

a) Voiles organiques (photo 8)

Ils apparaissent à la surface des filtres sous forme d'une pellicule fine, de couleur sombre, sans structure définie. Ils sont généralement plus abondants dans les prélèvements de surface.

b) Associations organo-minérales à dominante organique (photo 9)

Ces agglomérats comportent des silts, des argiles et des éléments organiques structurés englobés dans une matrice organique non structurée plus épaisse que les voiles organiques. Nous appelons "flocons" ces éléments non structurés à dominante organique, mais il n'existe pas de terminologie établie.

Cette organisation est comparable à celle des pseudofeces libérées par des mollusques filtrants, en l'absence de caractères descriptifs spécifiques, la distinction est délicate à effectuer.

c) Structures organo-minérales à dominante minérale (photo 10)

Ces agglomérats essentiellement constitués d'éléments minéraux liés par une matrice argilo-organique peuvent être appelés des "agrégats". Ils sont abondants, tant au niveau de la Seine qu'au niveau des eaux du large en Baie de Seine. Les Diatomées peuvent participer à leur élaboration (cf. §1-2).

d) Discussion méthodologique

Compte tenu de l'extraction des M.E.S. par filtration sous vide, les associations organo-minérales sont déformées par la pression et ont tendance à s'aplatir: il est possible d'apprécier le degré de structuration de ces associations en fonction inverse de leur aplatissement. Ceci justifie la distinction précédemment établie entre "flocons" et "agrégats", et permet d'isoler parmi ces derniers des "agrégats rigides" non déformés, tels que celui de la photo 2, et d'autres "mous" déformés.

Une étude de la morphologie réelle des flocons et des agrégats déformables peut être réalisée par :

- congélation des échantillons d'eau par l'azote liquide, puis lyophilisation (procédure comparable à celle réalisée par Barbaroux L. (1980);
- rinçage à l'eau distillée des lyophilisats avant l'observation pour évacuer le sel qui pourrait s'être introduit dans les structures.

Après ces traitements délicats, nous constatons que ces flocons et agrégats déformables ont une structure spongieuse.

3. CONCLUSION

L'étude du matériel planctonique vivant permet de caractériser certaines populations du spectre granulométrique. Ces données doivent prendre en compte les cycles biologiques saisonniers; l'identification d'espèces ou de genres caractéristiques d'un compartiment du milieu fournit des informations sur les processus hydrodynamiques et sédimentaires. Des phénomènes de concentration planctonique se réalisent au niveau des fronts et permettent de les souligner.

Les organismes vivants jouent également un rôle dans la réalisation de structures organo-minérales. Les associations entre matière organique non vivante et fraction minérale fine ont une morphologie qui ne résulte pas obligatoirement d'une activité biologique; cette morphologie est plus ou moins structurée et vacuolaire. Ces caractères morphologiques des associations organo-minérales influent sur leurs comportements hydrosédimentaire et géochimique. La répartition des matières organiques non vivantes est relativement spécifique et partiellement indépendante de celle de la fraction minérale et de la fraction planctonique vivante.

Arakawa K.Y. (1970).- Scatological studies of the bivalvia (mollusca). Ad. Mar. biol., 8, p. 310-398.

Barbaroux L.H. (1980).- Evolution des propriétés physiques et chimiques des sédiments dans le passage continent-océan. L'effet estuarien (estuaire de la Loire et ses parages). Thèse d'Etat, Nantes, 431 p..

Dupont J.P., Lafite R. & Lamboy M. (1985).- Contribution de l'étude des suspensions à la compréhension des mécanismes hydrosédimentaires estuariens et littoraux en Manche centrale et orientale. Ce volume, N° 12.

- Griffin J.J. & Goldberg E.D. (1981).- Sphericity as a characteristic of solids from fossil fuel burning in a lake Michigan sediment. Geochimica and cosmochimica Acta, vol. 45, p. 763-769.
- Jedwab J. (1971).- Particules de matière carbonée dans les nodules de manganèse des grands fonds océaniques. C.R. Ac. Sc., Paris, t. 272, sér. D, p. 1968-1971.
- Vu Do Q. & Houssemaine J. (1980).- Etude qualitative et quantitative du phytoplancton dans l'estuaire de la Seine. In "Rapport S.A.U.M. Estuaire de la Seine, tome C-les algues", MEBS/MABN, 33 p..