

Université d'Aix-Marseille II

Rapport de DEA d'Océanographie

**ETUDE EXPERIMENTALE DE LA RETENTION ET DU TRI  
PARTICULAIRE CHEZ *CRASSOSTREA GIGAS* :  
UTILISATION DE REGIMES ALIMENTAIRES  
MONOSPECIFIQUES COMPOSES  
D' *HASLEA OSTREARIA*.**

**Présenté par Laurent BARILLE**

Réalisé à :  
IFREMER (L.E.C.)  
Mus de Loup  
17390 LA TREMBLADE

Septembre 1990



## SOMMAIRE

|  | Pages |
|--|-------|
| Remerciements  | 1     |
| A. Introduction  | 2     |
| B. Matériel et méthodes                                      | 3     |
| 1. Méthodes de dosages concernant l'eau                      | 5     |
| a. Mesure du seston  | 5     |
| b. Taille des particules                                     | 5     |
| c. Dosages biochimiques                                      | 5     |
| 2. Méthodes de dosages concernant les biodépôts              | 5     |
| 3. Choix de l'algue testée <i>Haslea ostrearia</i>           | 6     |
| 4. Objectifs   | 7     |
| C. Résultats   | 8     |
| 1. Rétention des particules en fonction de leur taille       | 8     |
| a. Taille 65 $\mu\text{m}$                                   | 8     |
| b. Taille 98 $\mu\text{m}$                                   | 11    |
| 2. Tri selon la nature et la taille du matériel particulaire | 12    |
| - Production de pseudofecès                                  | 17    |
| 3. Digestibilité   | 18    |
| a. Influence de la taille                                    | 19    |
| b. Calculs intermédiaires                                    | 20    |
| Discussion–Conclusion  | 22    |

## REMERCIEMENTS

*Je tiens à remercier Monsieur Maurice HERAL, Directeur du Laboratoire National Ecosystèmes Conchyliques (L.E.C.) de l'IFREMER de la Tremblade, de m'avoir accueilli au sein de son établissement.*

*Je remercie également Messieurs Jean-Michel ROBERT et Serge BOUGRIER qui ont co-encadré ce travail.*

*Je suis reconnaissant à Monsieur Philippe GEAIRON pour son aide.*

*Je remercie enfin Mademoiselle Sylvie TAILLADE pour la dactylographie de ce rapport.*

## Introduction

L'aquaculture extensive de l'huitre japonaise *Crassostrea gigas* représente, avec 130 000 tonnes par an, la première ressource marine nationale (Héral, 1986). Le bassin de Marennes-Oléron, qui compte pour 40 % dans cette production, enregistre depuis vingt ans un ralentissement de la croissance des huîtres. La capacité trophique du bassin, production du phytoplancton et apport organique, ne permettrait pas une production optimale compte tenu du stock de mollusques actuel (Héral et al., 1990). Une partie de la réponse passe par une meilleure compréhension de l'adaptation trophique de *Crassostrea gigas* soumise dans ce milieu estuarien, à des variations marquées de la qualité et de la quantité de la nourriture disponible. Dans le but de mieux comprendre les lois qui régulent l'assimilation de la nourriture, une approche expérimentale est nécessaire. Nous avons donc réalisé des expériences en milieu contrôlé, en utilisant des particules de tailles et composition biochimique connues.

Les études menées dans le domaine de la rétention des particules en fonction de leur taille témoignent une bonne connaissance du phénomène pour les petites tailles. L'utilisation de compteurs de particules a permis de déterminer que 50 % des particules retenues par l'huître japonaise *Crassostrea gigas* mesuraient 3  $\mu\text{m}$ , (Kusuki, 1977) et que son optimum de filtration se situait à 8 - 9  $\mu\text{m}$ , (Deslous-Paoli & Héral, comm. pers.).

Cependant peu de données sont disponibles concernant la limite supérieure d'ingestion. Par l'examen de contenus stomacaux, Paulmier (1972) a trouvé que les particules inférieures à 50  $\mu\text{m}$  dominaient, celles comprises entre 50 et 100  $\mu\text{m}$  étaient fréquentes alors que les particules supérieures à 100  $\mu\text{m}$  étaient très rares.

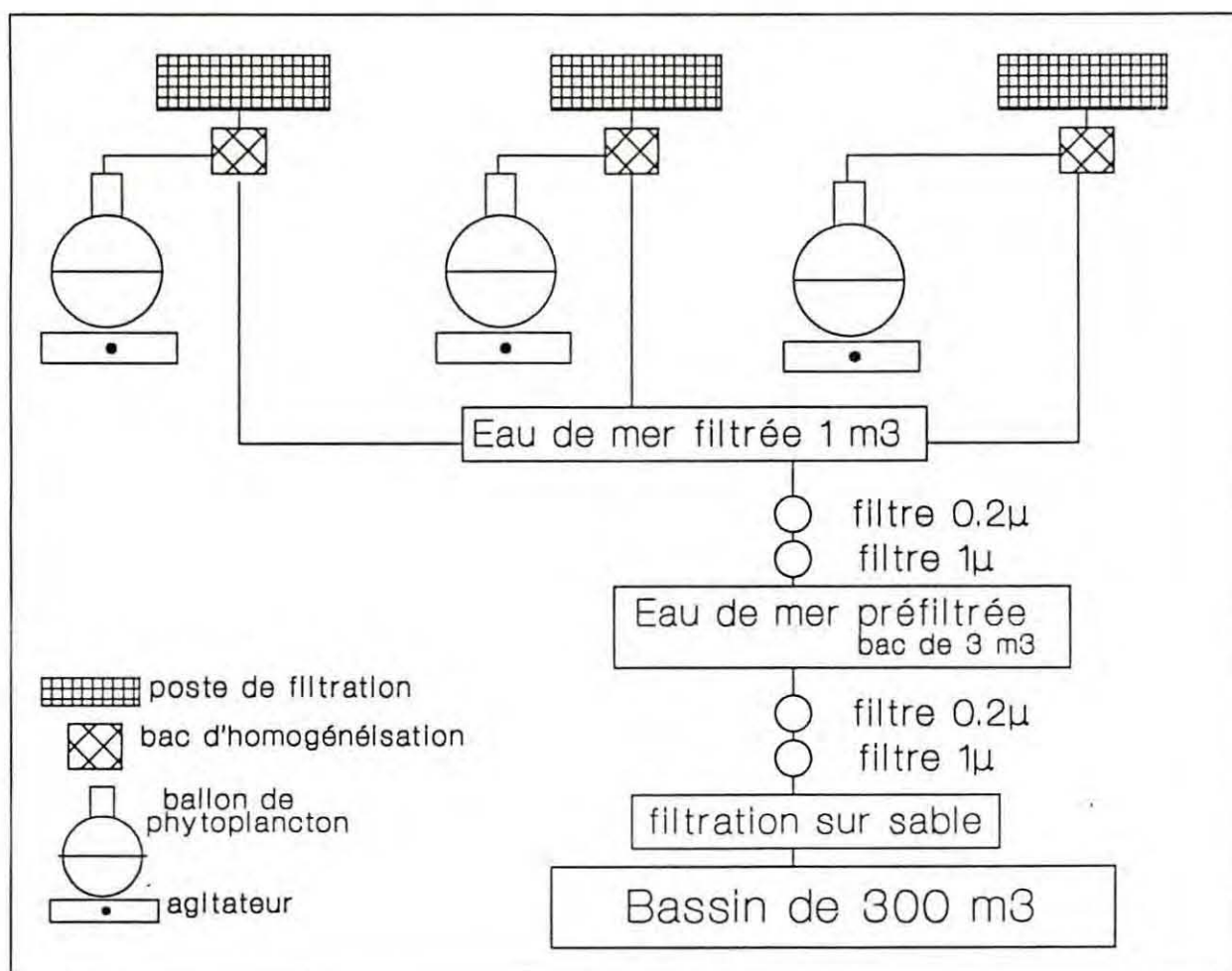
Par le protocole expérimental permettant la récolte des fèces et pseudo-fèces nous avons pu étudier le tri particulaire, utilisé par l'huître pour rejeter une partie de la nourriture consommée dans les pseudo-fèces. Les pseudo-fèces sont le résultat, à court terme, du conditionnement mécanique par les palpes labiaux avant que les particules ne pénètrent dans l'oesophage, alors que les fèces sont l'aboutissement de la digestion. Les biodépôts sont l'ensemble des fèces et pseudo-fèces.

Le tri se ferait en fonction de la taille des particules comme cela a été postulé par Bernard (1974), Thiensen (1977), Sornin et al. (1987), mais aussi selon leur nature. Kiorboe et al. (1981), Newell et Jordan (1983), Razet et al. (1990), Deslous-Paoli et al. (1990) indiquent que l'huître a la possibilité d'ingérer préférentiellement les particules organiques et rejeter la partie minérale dans les pseudo-fèces.

Il a ensuite été possible d'intégrer ce phénomène lors du calcul de la digestibilité dans le but d'obtenir des résultats précis sur la digestion des substances organiques.

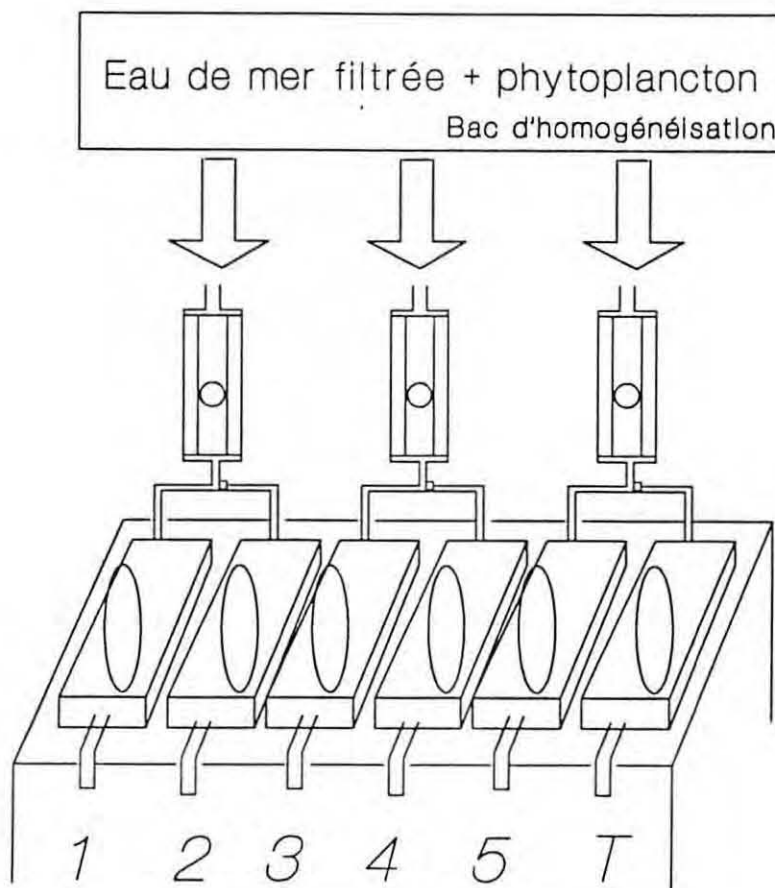
## Matériel et méthodes

Le dispositif expérimental, inspiré des expériences en flux continu (Anonymes, 1987), est situé dans une salle thermostatée du Laboratoire IFREMER de Ronce les Bains. Il est alimenté par de l'eau de mer du bassin de Marennes-Oléron mise à décanter dans un bassin de stockage de 300 m<sup>3</sup>. L'eau de mer pompée dans ce bassin subit une série de filtration (fig. 1) avant d'être stockée dans un bac de 1 m<sup>3</sup> qui constitue l'alimentation en eau de mer filtrée. L'eau filtrée est ensuite dirigée vers trois postes de filtration. Elle transite, pour chaque poste, par un bac d'homogénéisation. A ce niveau elle est enrichie d'une suspension de *Haslea ostrearia* à l'aide de pompes peristaltiques (fig. 1).



**Fig 1.** Shéma du dispositif expérimental

Un poste de filtration est composé de six bacs de 10 x 20 cm contenant chacun un individu. Dans le dernier bac est disposée une coquille vide qui sert de témoin de sédimentation. Ce dispositif expérimental permet d'estimer les taux de rétention en circuit ouvert à débit constant par comparaison d'échantillons d'eau entre les bacs 1 à 5 et le bac témoin (Fig 2). Les paramètres étudiés sont le seston organique et minéral, la distribution de taille des particules, la composition biochimique de la matière particulaire recueillie sur filtre Whatman GF/C 0,45.



**Fig 2.** Schéma d'un poste de filtration

Les expérimentations sont réalisées pendant trois jours à la fin des mois d'avril, mai et juin, aux températures respectives de 20, 22, 23 °C pour des salinités de 34, 36 et 36‰. Les individus ont une masse de chair sèche moyenne de 1 g.±

La mise en place des animaux, débarrassés de leurs épibiontes, s'effectue 2 heures avant le début des prélèvements d'eau.

## 1. Méthodes de dosages concernant l'eau.

### a. Mesure du seston

La mesure du seston total se fait selon les méthodes décrites par Strickland et Parsons (1972). Un volume déterminé de chaque échantillon est filtré sur filtre Whatman GF/C. Le seston total libéré du résidu halin par rinçage à l'eau distillée est la quantité en mg/l de matière retenue sur le filtre après dessiccation à l'étuve à 60°C pendant 24 heures. Le seston minéral est le résidu après crémation à 450°C du seston total pendant une heure. Le seston organique est estimé par différence entre les deux pesées.

### b. Taille des particules.

La mesure de la distribution de taille des particules sestoniques est effectuée à l'aide d'un compteur de particules de type Multisizer équipé d'une sonde de 100 µm d'ouverture.

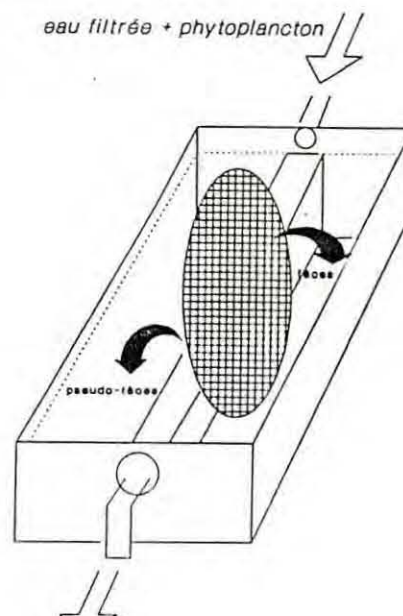
### c. Dosages biochimiques.

Les protéines, lipides et glucides particulaires recueillis sur filtres Whatman préalablement calcinés sont analysés par des méthodes colorimétriques sur spectrophotomètre Perkin Elmer 550. Les glucides sont dosés selon le protocole de Dubois et al. (1956), les protéines par la méthode de Lowry et al. (1951), les lipides extraits au chloroforme et méthanol (Bligh et Dyer, 1959) par la méthode de Marsh et Weinstein (1966).

## 2. Méthodes de dosage concernant les biodépôts.

Pour l'étude des biodépôts un dispositif expérimental inspiré de Lund (1957) et repris par Razet et al. (1990), Deslous-Paoli et al. (1990) a permis de récupérer séparément les fécès et pseudofécès. L'huître est posée sur une cloison, fécès et pseudofécès sont émis de part et d'autre de celle-ci (fig. 3). Après une heure de biodéposition, ils sont collectés individuellement dans 15 ml d'eau de mer avec une pipette automatique Gilson. La détermination de la fraction organique et minérale du seston ainsi que les dosages biochimiques sont réalisés par les mêmes méthodes que pour l'eau.

**Fig. 3** Schéma du protocole pour la récolte individuelle des fécès et pseudo-fécès.

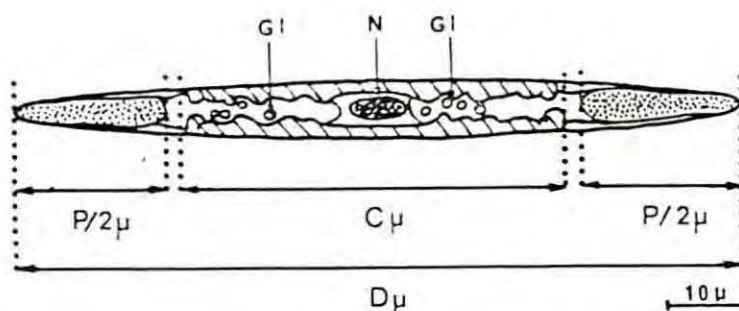


### 3. Choix de l'algue testée: *Haslea ostrearia*

Dans les nombreux travaux où des régimes alimentaires composés d'algues monocellulaires ont été testés, Epifanio (1979), Romberger & Epifanio (1981), Enright et al. (1986) etc..., la taille des cellules algales dépassent rarement  $10\mu\text{m}$ . En effet ces algues sont souvent des algues "fourrage", Chrétiennot-Dinet et al. (1986), utilisées en éclosérie et nourricerie où la taille des cellules est un paramètre limitant l'ingestion chez les larves de bivalves. La diatomée pennée *Haslea ostrearia* responsable du verdissement des claires (Robert, 1984) a été retenue, pour sa grande taille, comme matériel expérimental. La navicule présente l'avantage de pouvoir étudier un mécanisme: la rétention pour de grandes tailles, doublé d'une réalité écologique car les navicules de  $90\mu\text{m}$  sont majoritaires dans les populations naturelles colonisant les claires de Vendée, Robert (1978).

A partir de cultures unialgales, abactériennes produites par le Laboratoire de J.M. Robert à l'université de Nantes, trois populations de même composition biochimique mais de tailles différentes :  $30\mu\text{m}$ ,  $60\mu\text{m}$ ,  $90\mu\text{m}$ , mesurées au niveau de la longueur D (Fig. 4), ont été isolées.

Deux populations de taille identique,  $60\mu\text{m}$ , mais de composition biochimique différente ont également été testées : des individus "pigmentés", caractérisés par la présence de marennine (pigment vert-bleu qui confère à l'huître une saveur particulière) et des individus "dépigmentés" (Robert et al., 1975).



**Fig. 4** Schéma d'une navicule à l'état « pigmenté » vue de face indiquant les repères servant au relevé des paramètres D, C, P/2 utilisés dans l'analyse biométrique (Gl, globule lipidique; N, noyau). Robert et al. (1975)



## 4. OBJECTIFS

La planification des expériences s'établit comme suit:

| Avril   | Mai  | Juin  |
|---|--|---|
| 30 $\mu\text{m}$<br>65 $\mu\text{m}$<br>98 $\mu\text{m}$<br>mélange   | 65 $\mu\text{m}$<br>98 $\mu\text{m}$<br>mélange          | 65 $\mu\text{m}$ pigmenté<br>65 $\mu\text{m}$ dépigmenté<br>mélange   |
| -   | Deux charges<br>sestoniques sont<br>testées              | -   |
| Etude de la rétention<br>des particules de grandes<br>tailles<br><br>Influence de la taille<br>sur la digestibilité | Influence de la<br>charge sestonique<br>sur la rétention | Influence de<br>la composition<br>biochimique sur<br>la digestibilité |

## RESULTATS

### 1. RETENTION DES PARTICULES EN FONCTION DE LEUR TAILLE

L'étude porte sur les navicules de 65µm et 98 µm de même composition biochimique.

La rétention R , exprimée en %, est estimée par la formule :

$$R = \frac{E - S}{E} \times 100$$

E = nombre de cellules à la sortie du bac témoin.

S = nombre de cellules à la sortie des bacs 1 à 5

Le taux de filtration F , exprimé en l/h/g poids sec, est calculée par la formule suivante :

$$F = \frac{E - S}{E} \times \begin{matrix} \text{Débit} \\ \text{Poids sec} \end{matrix}$$

A partir de la filtration, nous estimons la consommation C en nb de cellules/h/g ps.

$$C = F \times E$$

Enfin pour estimer l'énergie consommée, nous calculons l'énergie d'une cellule de 60 µm et celle d'une cellule de 98 µm . Nous utilisons la relation de Strickland qui lie l'énergie de la cellule à sa quantité de chlorophylle A :

$$\text{Carbone organique} = 60 \times \text{Chlorophylle A}$$

A ce résultat, est appliqué le coefficient calorique de 11,4 calories / mg de carbone organique que nous multiplions par le facteur de conversion calorie -> joule qui est de 4,18 pour obtenir une énergie en joules/h/g ps.

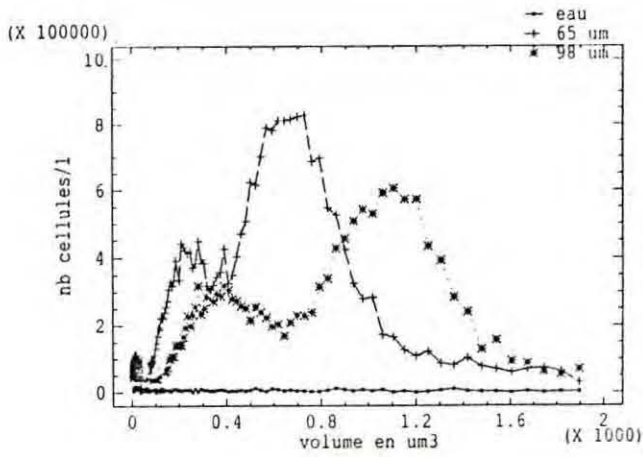
#### a. Taille 65 µm

Le mode de la navicule de 65 µm apparait à 650 µm<sup>3</sup> (fig. 5).

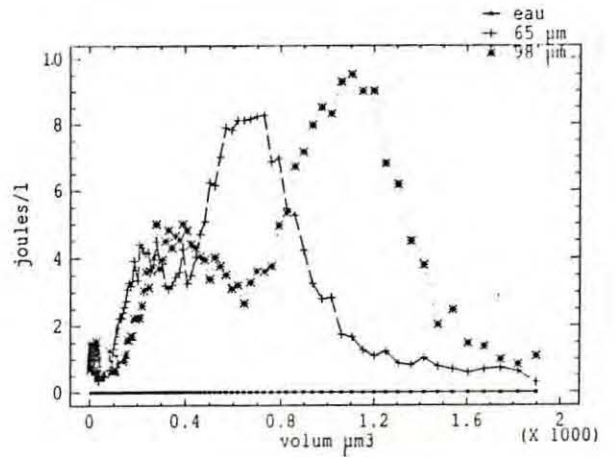
Nous observons une rétention moyenne de 50 % (fig. 7) et une filtration moyenne de 4 l/h/g ps (fig. 8). La navicule de 65 µm est bien consommée (fig. 9).

La figure 10 donne l'énergie consommée.

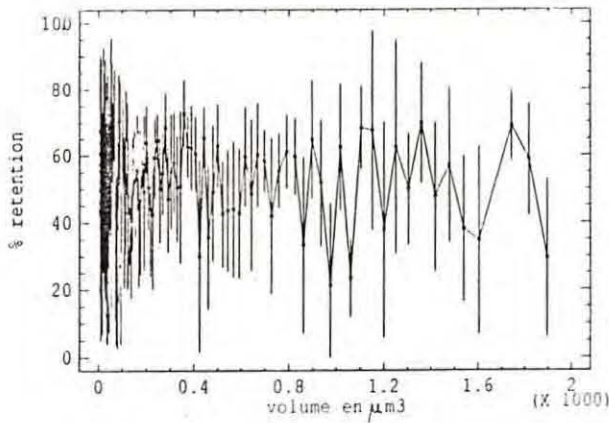
Ces valeurs sont obtenues pour une charge sestonique de 4 mg/l à 50 % de matière organique.



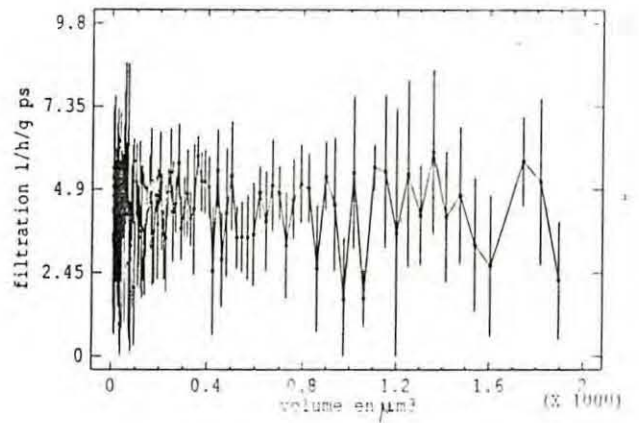
**Fig. 5** Cultures pures



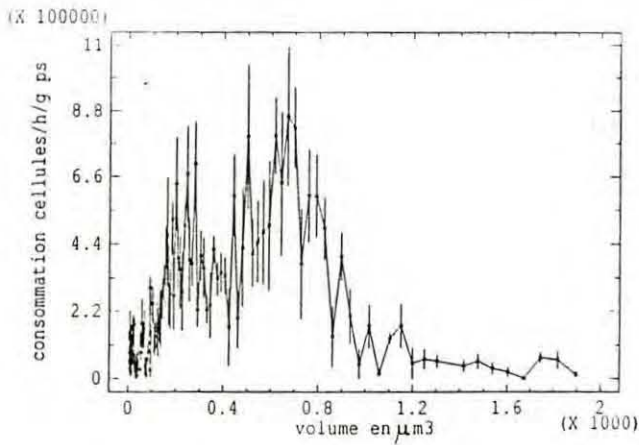
**Fig. 6** Energie



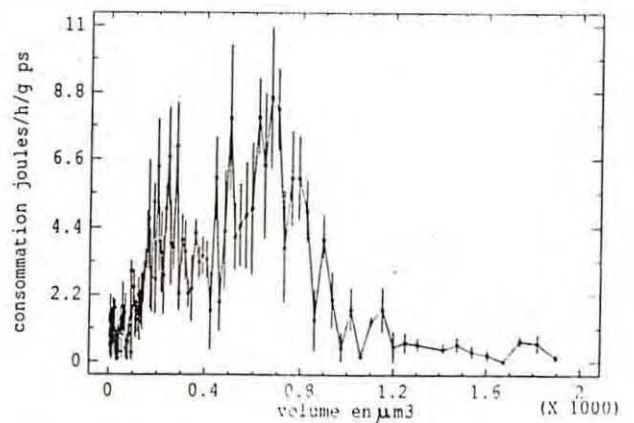
**Fig. 7** Rétention: 65μ



**Fig. 8** Filtration: 65μ



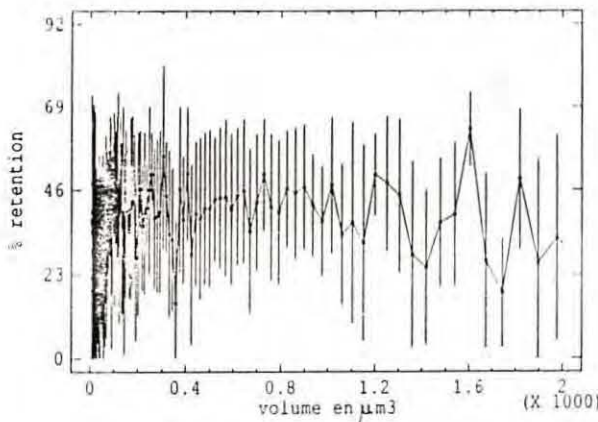
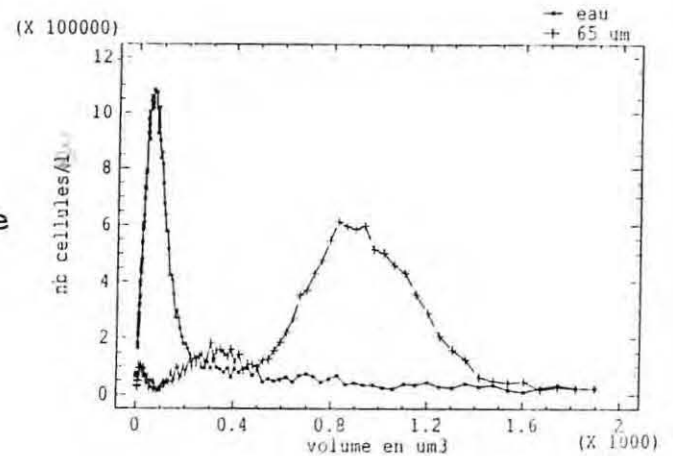
**Fig. 9** Consommation: 65μ



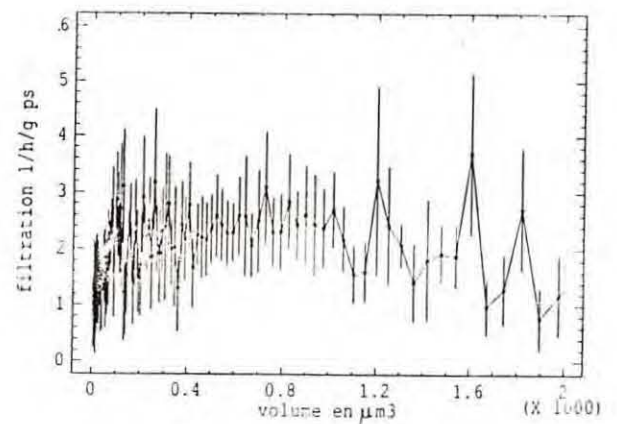
**Fig. 10** Energie consommée: 65μ

Une seconde expérience est réalisée à une charge sestonique 4 fois plus élevée, 17 mg/l toujours composée de 50 % de matière organique. Pour avoir une telle charge, nous avons court-circuité les filtres de 1 et 0,2  $\mu\text{m}$  avant l'alimentation des postes de filtration. Ceci se traduit par l'apparition d'un pic de particules de petites tailles (fig. 11). Le taux de rétention moyen n'est plus que de 40 % (fig. 12) et la filtration moyenne tombe à 2,5 l/h/g ps (fig. 13). La consommation des particules de petites tailles est très nette (fig. 14) mais en énergie consommée elles ne représentent que 8 Joules/h/g ps soit deux fois moins que la navicule (fig. 15).

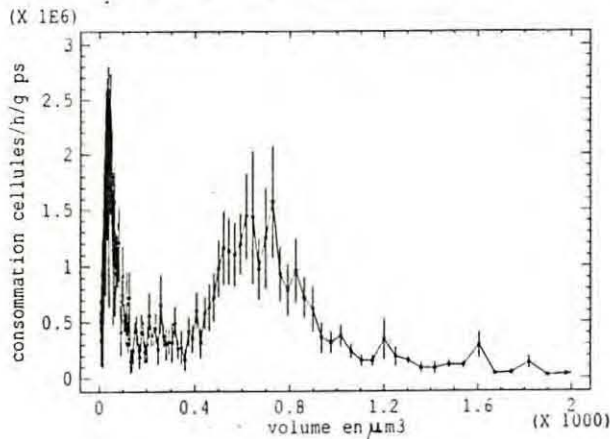
**Fig. 11** Culture pure et eau brute



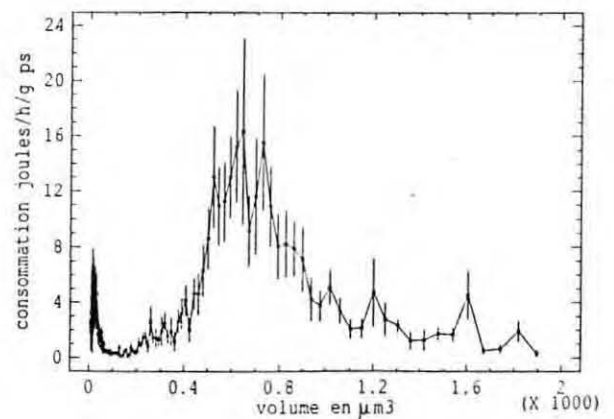
**Fig. 12** Rétention



**Fig. 13** Filtration



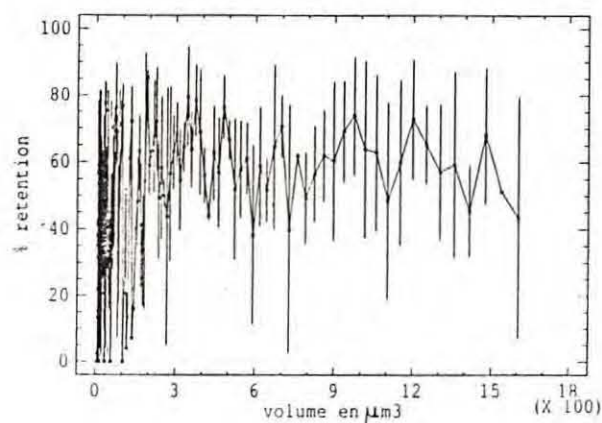
**Fig. 14** Consommation



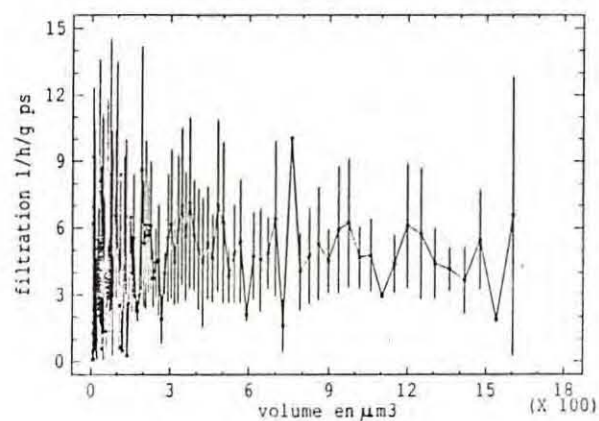
**Fig. 15** Energie

### b. Taille 98 $\mu\text{m}$

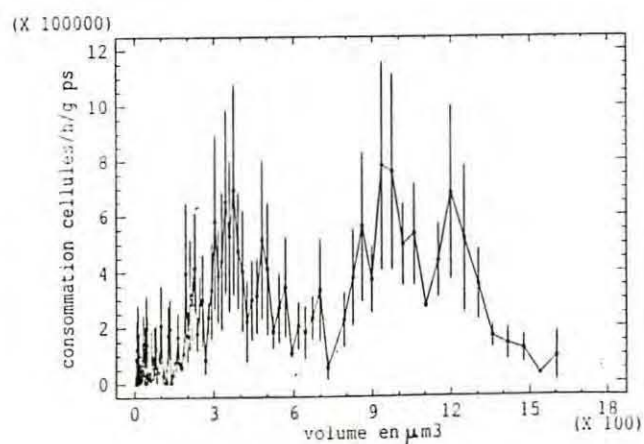
Lors de cette expérience, la charge sestonique est de 2,35 mg/l contenant 50 % de matière organique. Le mode de cette navicule apparait à 1000  $\mu\text{m}^3$  (fig. 5). La rétention se situe aux alentours de 60 % (fig. 16), mais la variabilité est élevée. Les valeurs de filtration fluctuent autour de 4 l/h/g ps (fig. 17). Comme pour la navicule de taille inférieure, nous observons une consommation marquée pour 98  $\mu\text{m}$  (fig. 18). La figure 19 donne l'énergie consommée.



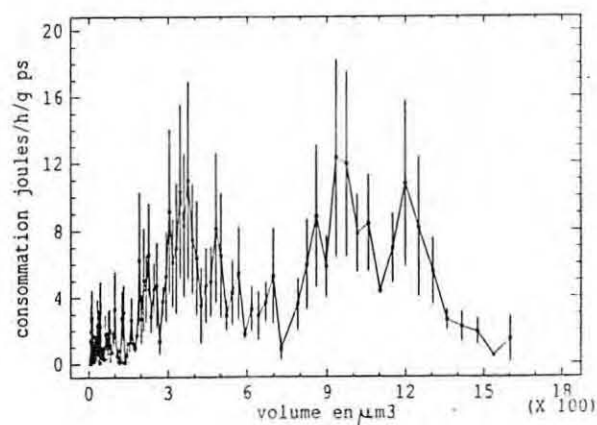
**Fig. 16** Rétention



**Fig. 17** Filtration



**Fig. 18** Consommation



**Fig. 19** Energie

Les deux algues sont ensuite mélangées (fig. 20 ). La navicule de 65  $\mu\text{m}$  est plus consommée en nombre de cellules, mais la quantité d'énergie consommée est plus importante pour la navicule de 98  $\mu\text{m}$  qui est plus énergétique (fig. 21).

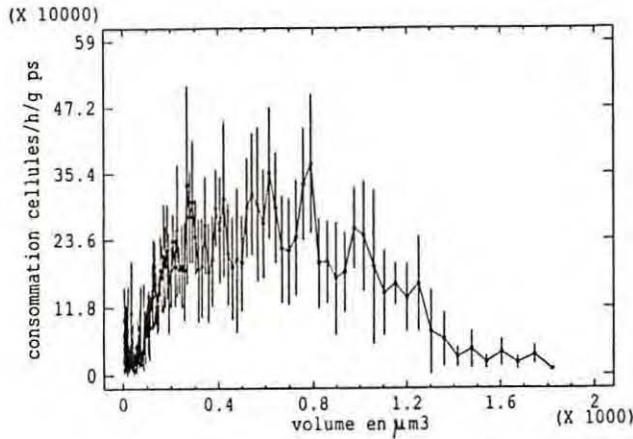


Fig. 20 Consommation

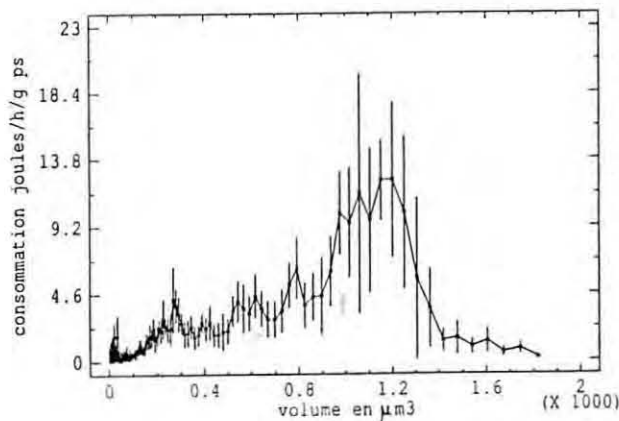


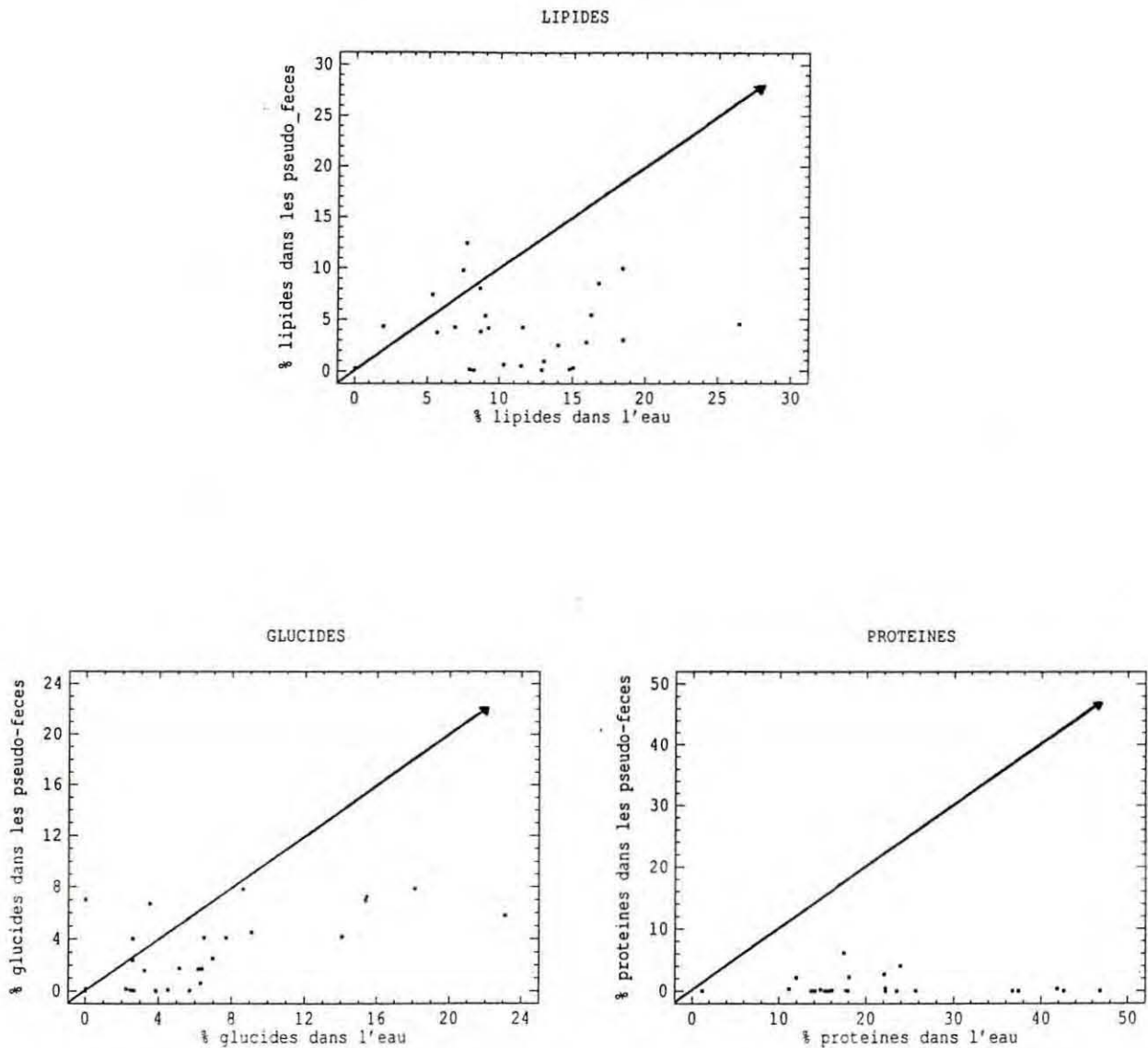
Fig. 21 Energie

## 2. TRI SELON LA NATURE DU MATERIEL PARTICULAIRE

Nous observons des différences marquées entre les pourcentages de protéides, lipides glucides dans les pseudofécès et les pourcentages de protéides, lipides, glucides dans l'eau. Il y a donc un tri réalisé par les palpes labiaux qui se traduit par une diminution du pourcentage de protéides, lipides, glucides, dans les pseudofécès.

Sur un graphe présentant les taux respectifs des différents constituants, les points devraient être situés, en l'absence de tri, à proximité d'une droite de pente 1.

Le tri apparaît plus marqué pour les protéines (fig. 22) que pour les lipides et les glucides .



**Fig. 22** Taux de proteines, lipides glucides dans les pseudofecès fonction du taux de proteines, lipides, glucides dans l'eau.

On note même une absence de tri pour les faibles valeurs de pourcentages de lipides et glucides dans l'eau.

La relation entre tri et charge sestonique a été étudiée. Nous constatons pour les protéines, lipides, glucides que le tri s'estompe vers 10 mg/l .

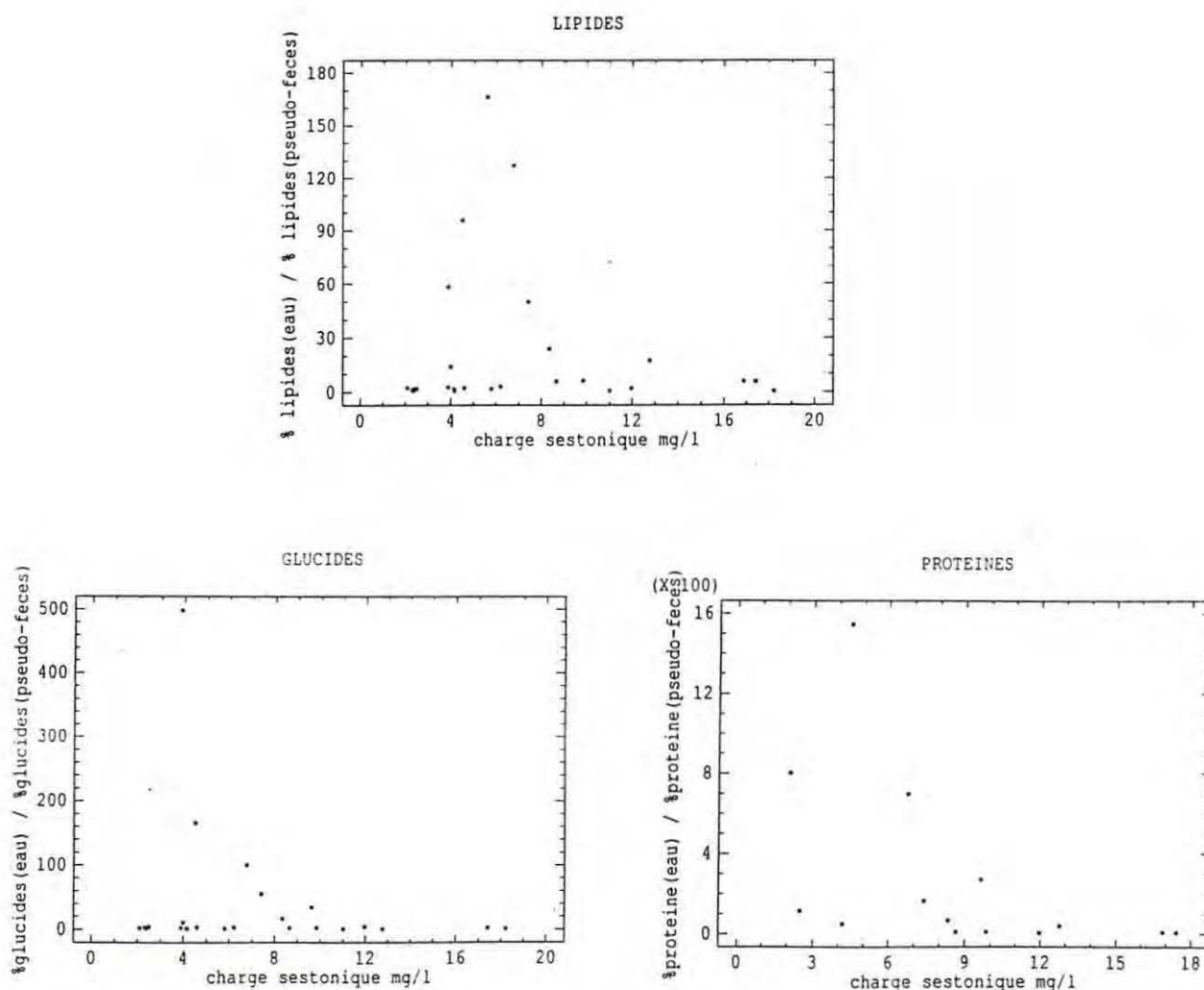
En effet à partir de telles charges le rapport :

Taux de l'élément dosé dans l'eau

Taux de l'élément dosé dans les pseudofécès

se rapproche de 1, ce qui signifie que le taux de l'élément dans les pseudofécès est élevé et donc qu'il n'a pas été retenu par les palpes labiaux, figure 23.

Cependant pour de faibles charges, 2 à 4 mg/l, on remarque quelques points où il n'y a pas de tri (cf fig.23, encerclés).



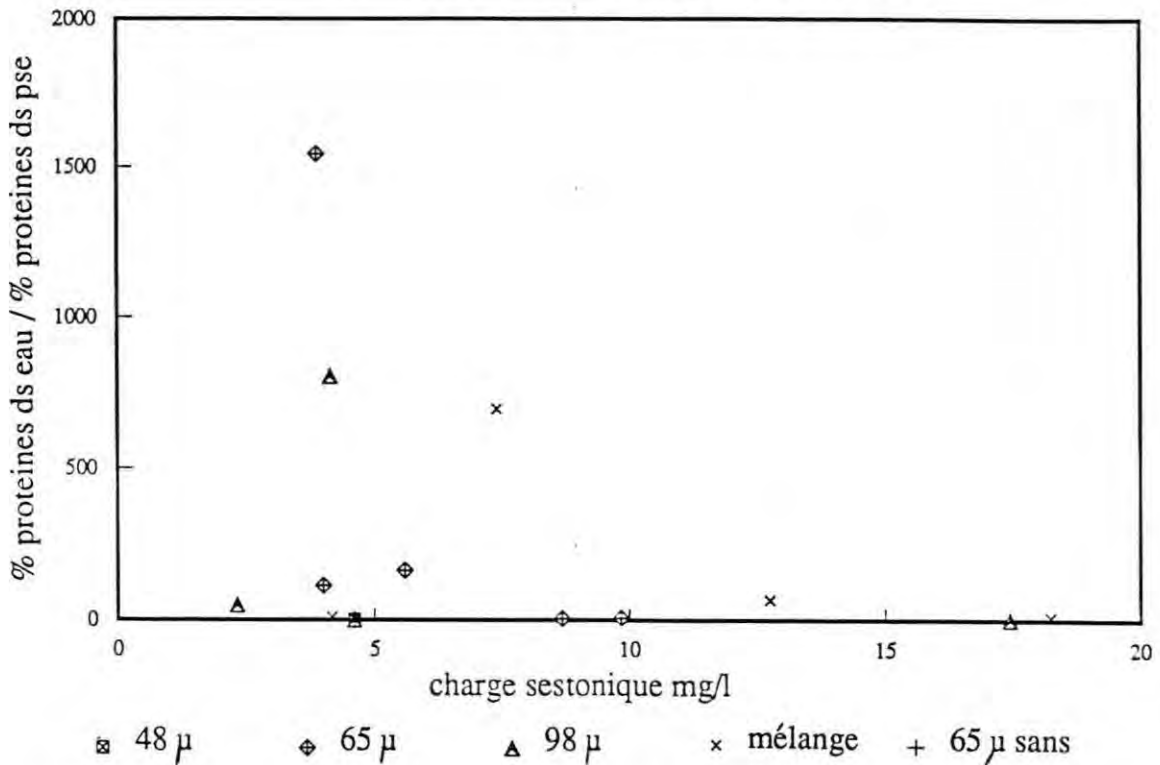
**Fig. 23** influence de la charge sestonique sur le tri



Une nouvelle représentation a été effectuée en indiquant la provenance des points, avec comme hypothèse que les groupes de points précédemment cités correspondraient à la Navicule de 98  $\mu\text{m}$ , qui ne pouvant être ingérée serait systématiquement rejetée dans les pseudofécès. Cette approche permet de faire la connection avec le deuxième volet de cette étude à savoir, l'existence hypothétique, d'un tri en fonction de la taille des particules.

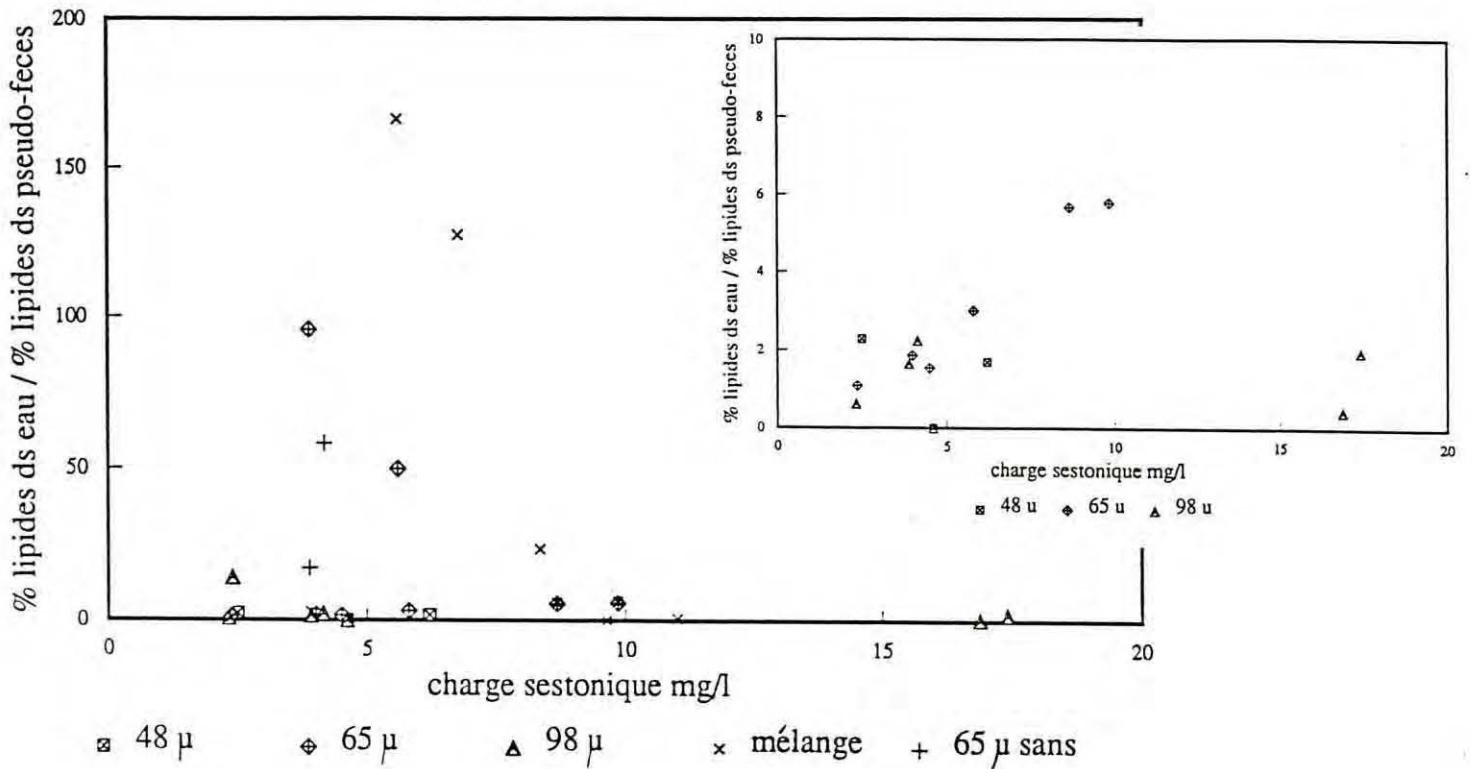
Nous obtenons une grande variabilité de la fonction de tri confrontée à des particules de tailles différentes (figures 24, 25). Cependant si l'étude plus fine (dilatation de l'axe des ordonnées) menée pour les glucides et les lipides montre une absence de tri pour quelques particules de 98  $\mu\text{m}$  rencontrées à proximité de la droite  $Y = 1$ , d'autres particules de 98  $\mu\text{m}$  sont triées.

## PROTEINES

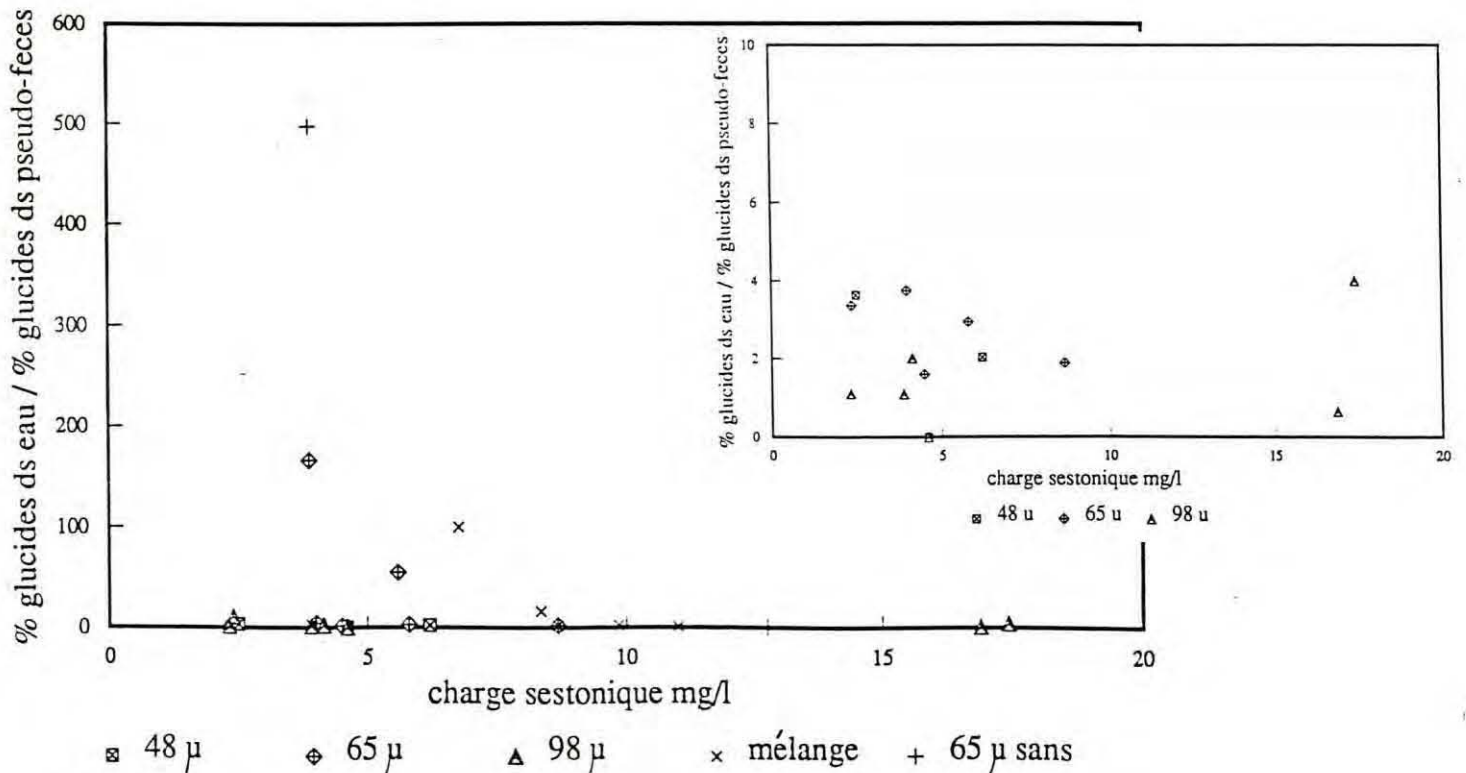


**Fig. 24** Approche détaillée du tri en fonction de la charge sestonique.

# LIPIDES



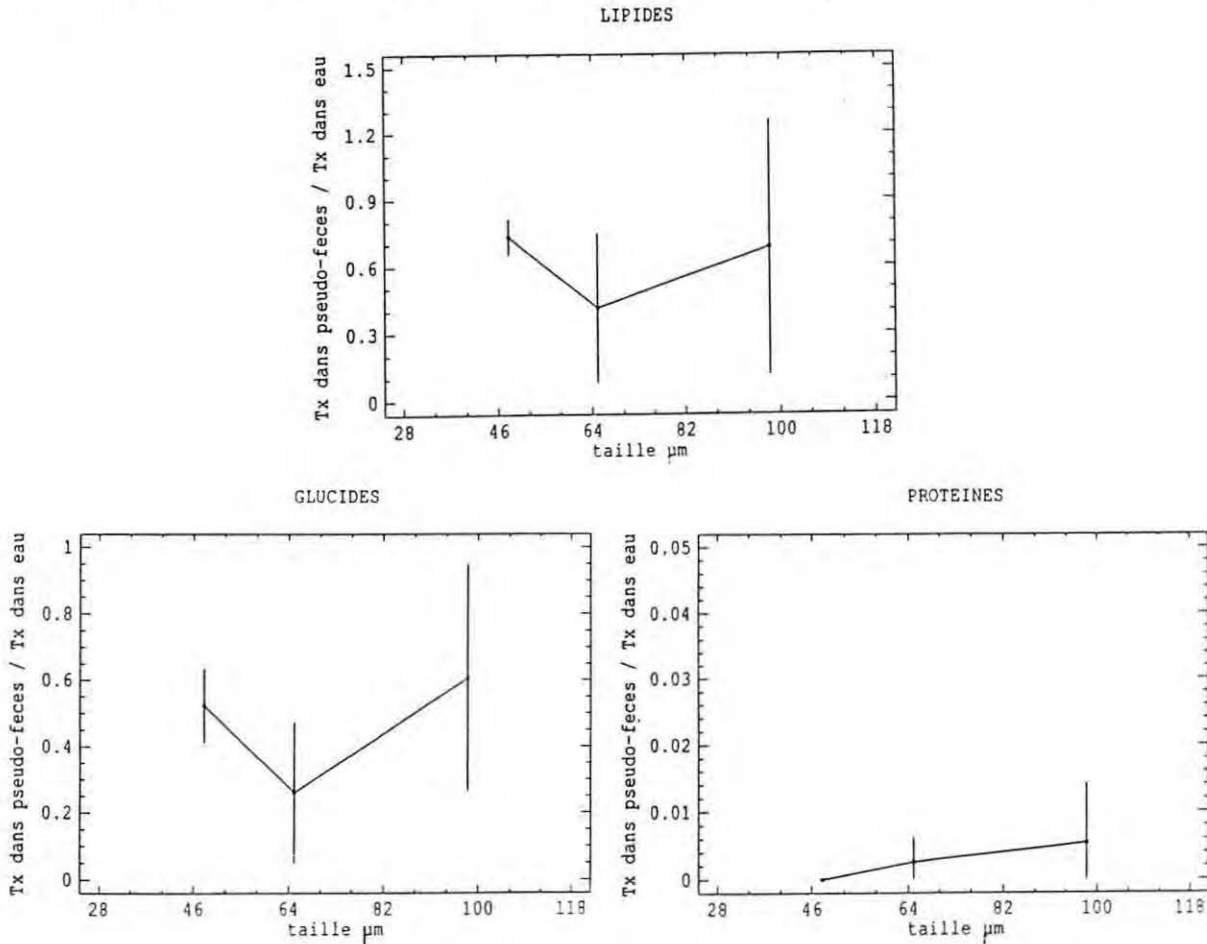
# GLUCIDES



**Fig. 25** Approche détaillée du tri en fonction de la charge sestonique (suite).

Nous observons ainsi une grande variabilité qui est confirmée par la figure 26, ce qui ne nous permet pas de conclure à un tri en fonction de la taille.

Toutefois, il ressort de ces représentations une augmentation régulière des écart-types. La variabilité est élevée pour 98  $\mu\text{m}$ , moyenne pour 65  $\mu\text{m}$  et faible pour 48  $\mu\text{m}$ .

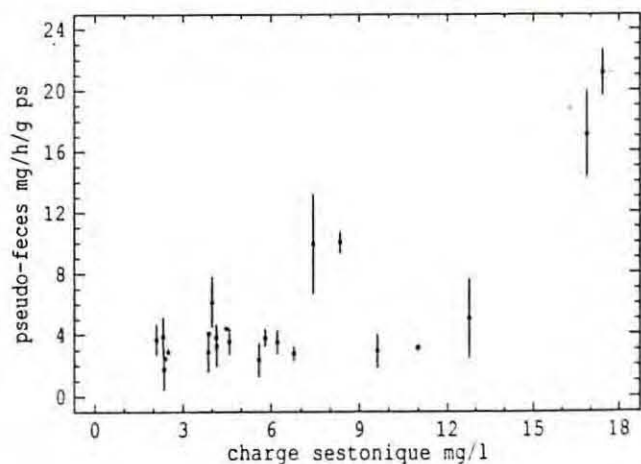


**Fig. 26** Influence de la taille en fonction du tri.

### Production de pseudofecès

En marge de cette étude nous avons obtenu un résultat original relatif au seuil de production des pseudofecès qui se situe à 2 mg/l (fig. 27).

**Fig. 27** Influence de la charge sestonique sur la production de pseudo-feces.



### 3. DIGESTIBILITE

Deux expériences ont porté sur la digestibilité de la diatomée *Haslea*. L'utilisation des populations de tailles croissantes 30 µm, 60 µm, 90 µm et de même composition biochimique a été envisagée pour étudier l'influence de la taille. Dans un second temps, deux cultures de taille identique, 60 µm, mais de compositions biochimiques différentes (individus "pigmentés" et "dépigmentés" ont été testées.

La digestibilité DC est calculée en utilisant la formule de Conover (1966) reprise par Schneider et Flatt (1975) en supposant la part minérale comme un traceur inerte dans le tractus digestif

$$DC = 100 \left( 1 - \frac{Tn}{Tb} \times \frac{Eb}{En} \right)$$

- Tn : pourcentage du traceur dans la nourriture  
 Tb : pourcentage du traceur dans les biodépôts  
 En : pourcentage de l'élément organique dosé dans la nourriture  
 Eb : pourcentage de l'élément organique dosé dans les biodépôts.

Dans cette formulation, l'ensemble des biodépôts fèces et pseudofèces est pris en compte. Il s'agit donc d'une digestibilité moyenne. Une approche plus rigoureuse de la digestibilité nécessite la connaissance du pourcentage du traceur et de l'élément organique dans :

- les quantités ingérées,
- les fèces.

D'un point de vue expérimental, il faut donc réaliser la séparation des fèces et des pseudofèces. La quantité ingérée est alors estimée de la façon suivante :

$$I = C - PF$$

- C = consommation en mg/h/g  
 PF = Pseudofèces émis en mg/h/g.

Le traceur utilisé est le seston minéral. Les éléments organiques dosés sont le seston organique qui permet d'évaluer la digestibilité de la matière organique totale et les protéines, lipides, glucides qui permettent de comprendre une digestibilité préférentielle des éléments constitutifs de la matière organique.

La nouvelle formulation de la digestibilité apparaît comme :

$$DC = 100 \times \left( 1 - \frac{Ti}{Tf} \times \frac{Ef}{Ei} \right)$$

Ti = pourcentage du traceur dans la fraction ingérée,

Tf = pourcentage du traceur dans les fèces,

Ef = pourcentage de l'élément organique dosé dans les fèces,

Ei = pourcentage de l'élément organique dosé dans la fraction ingérée.

L'estimation de Ei et Ti est la suivante :

$$Ei = \frac{En \times C - EPF \times PF}{I}$$

En = pourcentage de l'élément organique dosé dans la nourriture,

C = quantité consommée en mg/h/g,

EPF = pourcentage organique dosé dans les pseudofèces,

PF = quantité de pseudofèces émis en mg/h/g,

I = quantité ingérée en mg/h/g.

$$\text{et } Ti = \frac{Tn \times C - TPF \times PF}{I}$$

Tn = pourcentage de l'élément organique dosé dans la nourriture,

C = quantité consommée en mg/h/g,

TPF = pourcentage de l'élément organique dosé dans les pseudofèces,

PF = quantité de pseudofèces émis en mg/h/g,

I : quantité ingérée en mg/h/g.

#### a. Influence de la taille

L'élément organique dosé est le seston organique. Toutes les valeurs fournies sont le résultat d'une moyenne sur cinq individus.

|    | Ei    | Ti    | Ti/Tf | Ef/Ei | DC        |
|----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| T1 | 0,458 | 0,542 | 2,059 | 1,608 | - 231,223 |
| T2 | 0,392 | 0,608 | 1,238 | 1,298 | - 60,673  |
| T3 | 0,390 | 0,610 | 1,026 | 1,040 | - 6,729   |

**b. Calculs intermédiaires**

|    | Consommation | Ingestion | Pseudofèces | Fèces |
|----|--------------|-----------|-------------|-------|
| T1 | 10,406       | 5,828     | 4,578       | 3,131 |
| T2 | 21,622       | 18,122    | 3,501       | 3,767 |
| T3 | 9,266        | 3,297     | 5,969       | 3,899 |

Toutes les valeurs sont exprimées en mg/h/g de poids sec.

|    | % orga<br>dans la nourriture | % min | % orga<br>dans les pseudofèces | % min | % orga<br>dans les fèces | % min |
|----|------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------|-------|
| T1 | 0,390                        | 0,610 | 0,303                          | 0,697 | 0,737                    | 0,263 |
| T2 | 0,390                        | 0,610 | 0,382                          | 0,618 | 0,508                    | 0,492 |
| T3 | 0,400                        | 0,600 | 0,4056                         | 0,595 | 0,406                    | 0,594 |

**Commentaire :** On constate que les valeurs moyennes de digestibilité sont négatives pour les trois tailles testées. Un calcul des digestibilités moyennes aboutit également à des valeurs négatives.

Dans la formule  $DC = 100 \left( 1 - \frac{Ti}{TF} \times \frac{Ef}{Ei} \right)$  il faut que le

$\frac{Ti}{TF} \times \frac{Ef}{Ei}$  produit soit compris entre 0 et 1 pour obtenir une

digestibilité qui varie entre 0 et 100.

Le rapport  $Ti/Tf$  a une signification physique, il permet de déceler une dilution ou compaction du bol alimentaire. Sa valeur qui fluctue autour de 1 minore ou majore le rapport  $Ei/Ef$  qui traduit le phénomène biologique.  $Ei/Ef$  varie de 0 pour une digestibilité totale à 1 pour une digestibilité nulle.

Ici (cf calculs intermédiaires) toutes valeurs du rapport  $Ef/Ei$  sont  $> 1$  : les pourcentages de seston organique dans les fèces sont plus grands que les pourcentages de seston organique de la quantité ingérée.

Ces résultats aberrants semblent provenir du manque de précision sur la mesure du seston organique et minéral pour les faibles charges sestoniques employées, 2 à 6 mg/l. Cependant, Berry et Schleyer (1983), obtiennent des valeurs de digestibilité erratiques chez la moule *Perna perna*, nourrie avec une suspension de *Dunaliella primolecta*, ce qui n'est pas le cas lorsqu'ils utilisent de la nourriture naturelle.

Une deuxième expérience a donc été réalisée, avec des charges sestoniques plus élevées, portant sur les tailles 60 à 90  $\mu\text{m}$ . L'élément organique dosé est le seston organique.

|         | n | DC | ECT | Ei   |
|---------|---|----|-----|------|
| T2      | 2 | 70 | 2   | 0,50 |
| T3      | 3 | 64 | 6   | 0,65 |
| T3      | 2 | 86 | 7   | 0,72 |
| T2 + T3 | 2 | 92 | 9   | 0,85 |

Pour une taille identique T3, la digestibilité est plus forte lorsque le pourcentage de seston organique dans la quantité ingérée (Ei) est plus élevé. De même pour Ei = 85 %, calculé à partir du mélange T2 + T3, on obtient une digestibilité de 92 %. DC augmente ainsi avec Ei.

Il faut considérer ce résultat comme indicatif. Cependant Gerdes (1983) montre que pour une même température, la digestibilité varie avec la qualité de la nourriture.

On constate que T2 (Ei = 50 %) est mieux digéré que T3 (Ei = 65 %). On peut penser que pour un Ei équivalent, la digestibilité de T2 serait à fortiori meilleure. Le faible nombre de mesure réalisée ne permet pas de mettre en évidence une relation entre la taille des cellules et la digestibilité. L'hypothèse de travail étant celle où les cellules de petites tailles seraient mieux digérées que les cellules de grandes tailles pour un volume cellulaire identique, grâce à une plus grande surface des contacts avec les enzymes digestives lors du transit intestinal.

## DISCUSSION - CONCLUSION

Une des préoccupations liée aux études de la matière particulaire en suspension disponible pour les bivalves filtreurs est la connaissance du spectre de taille consommée par les mollusques.

Deslous-Paoli et Héral (comm. pers) observent une rétention proche de 90 % vers 8  $\mu\text{m}$  pour *Crassostrea gigas*.

Cependant au-delà de 20  $\mu\text{m}$  peu de valeurs sont disponibles.

Nos résultats montrent dans un premier temps que l'efficacité de rétention varie en fonction de la charge du milieu. En effet, pour une taille de cellule identique, de même composition biochimique, la rétention diminue d'un facteur 1,5 pour une charge sestonique 4 fois plus élevée.

Pour une gamme de 2 à 5 mg/l, nous constatons une rétention de 60 % pour les deux tailles testées = 65 et 98  $\mu\text{m}$ . Cette valeur de rétention expérimentale, laisse supposer des valeurs beaucoup plus faibles si l'on se place à des charges de 40 - 100 mg/l rencontrées dans le milieu naturel.

Le nombre de cellules consommées dépend de leur taille. Dans un mélange des 2 tailles de navicules celle de 65  $\mu\text{m}$  est plus consommée mais fournit des valeurs plus faibles lorsque l'on passe en énergie consommée.

Ceci rejoint les observations d'Epifanio et Ewart (1977) qui trouvent une filtration plus forte de petites cellules mais un poids sec total filtré sur 24 h identique à celui de cellules plus grandes.

La matière particulaire consommée est soumise au tri des palpes labiaux qui produisent les pseudofecès. Dans notre expérience *Crassostrea gigas* rejette des pseudofecès à partir de 2 mg/l en charge sestonique alors que Deslous-Paoli et al. (1990) le situe à 4,6 mg/l. Cependant il obtient cette valeur pour un pourcentage organique dans le seston de 18 % alors que dans cette étude le seston contient 50 % de matière organique.

Nous pensons donc que le seuil de production varie en fonction de la qualité de la nourriture.

Nous confirmons un tri particulaire basé sur la nature de la matière organique. Ce tri apparaît plus marqué pour les protéines alors qu'il disparaît chez les glucides et lipides pour de faibles pourcentages de ces éléments dans l'eau.

Nos résultats n'indiquent pas un tri en fonction de la taille des particules. La variabilité observée est plus grande pour les navicules de 98  $\mu\text{m}$ . Néanmoins lorsque ces individus sont ingérés, l'étude de la digestibilité montre qu'ils sont absorbés à 70 %.



On peut penser qu'une ingestion moindre est compensée par la valeur énergétique plus élevée de ces cellules,  $16.10^{-6}$  Joule /cellule .

Nous concluons en insistant sur le fait que les individus pigmentés de navicule sont bien consommés et ce pour les 3 tailles testées 45, 65 et 98  $\mu\text{m}$ . Ainsi le verdissement des branchies des huîtres immergées dans les claires colonisées par cette diatomée ne serait pas dû uniquement à la diffusion du pigment, la marennine, dans l'eau.

## Bibliographie

- Anonymes et al., 1987. Bilan énergétique chez les mollusques bivalves. Groupe de travail, la Tremblade. *Vie Mar.*, H.S., 7 : 1-68.
- Berry P.F. et Schleyer M.H. 1983. The brown mussel *Perne perna* on the Natal coast, South Africa : utilization of available food and enrgy budget. *Mar. Ecol.*, 13 : 201-210.
- Bernard F.R., 1974. Annual biodeposition and gross energy budget of mature pacific oysters, *Crassostrea gigas*. *J. Fish. Res. Board Can.*, 31 (2) : 185-190.
- Bligh E.G. et Dyer W.F., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37 : 911-917.
- Chretiennot-Dinet M.J., Robert R. et His E., 1986. Utilisation des "algues-fourrage" en aquaculture. *Ann. Biol.*, 25 fasc.2 : 97-119.
- Conover R.J., 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 11 : 338-345.
- Crisp D.J., 1971. Energie flow measurement. In "Methods for the study of marine benthoss", Holme N.A. et Mc Intyre A.D. eds., *Blackwell, oxford* : 197-323.
- Deslous-Paoli J.M., Lannou A.M., Geairon P., Bougrier S., Raillard O. et Heral M., 1990. The effect of food behaviour of *Crassostrea gigas* (Mollusc bivalvia) on natural particulate matter biosedimentation. *Hydrobiologia* : sous presse.
- Deslous-Paoli J.M., Sornin J.M. et Heral M., 1987. Variations saisonnières *in situ* de la production et de la composition des biodépôts de trois mollusques estuariens (*Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, *Crepidula fornicata*). *Haliotis*, 16 : 233-245.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebecs P.A. et Smith F., 1956. Calorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, 28 : 350-356.
- Enright C.T., Newkirk G.F., Craigie J.S. et Castell J.D., 1986. Evaluation of phytoplankton as diets for juvenile *Ostrea edulis*. *Mar. Biol. Ecol.*, 96 : 1-13.

- Epifanio C.E., 1979. Growth of bivalve molluscs : nutritional effects of tow or more species of algae in diets fed to the american oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin) and the hard clam *Mercenaria mercenaria* (L.) *Aquacul.*, 18 : 1-12.
- Epifanio C.E. and Ewart J., 1977. Maximum ratio of our algal diets for the oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. *Aqua.*, 11 : 13-29.
- Heral M., 1986. L'ostréiculture française traditionnelle. *Aquacul. Tec. et Doc., Lavoisier Ed.* : 345-390.
- Heral M., Razet D., Deslous-Paoli J.M., Berthome J.P. et Granier J., 1982. Caractéristiques saisonnières de l'hydrobiologie du complexe estuarien de Marennes-Oléron (Fr). *Inst. Pech. Marit.*, 46 : 97-119.
- Kiorboe T. et Molhenberg F., 1981. Particule selection in suspension-feeding bivalves. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 5 : 291-296.
- Kusuki Y., 1977. Retention of small particles by the gills of the japanese oyster. *Bull. Jap. Soc. Sc. Fish.*, 43, 12 : 1391-1396.
- Lowry O.M., Rosebrough N.I., Farran A.L. and Randall R.J., 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 : 263-275.
- Lund E.J., 1957. A quantitative study of clearance of a turbid medium and feeding by the oyster. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas*, 4 (2) : 296-312.
- Marsh J.B. et Weinstein D., 1966. Simple charring method for determination of lipids. *J. Lipid Res.*, 7 : 574-776.
- Newell R.I.E. et Jordan S.J., 1983. Preferential ingestion of organic material by american oyster *Crassostrea virginica*. *Mar. Ecol. Prog. Scr.*, 13 (1) : 47-53.
- Paulmier G., 1972. Seston, phytoplancton et microphytobenthos en rivière d'Auray. Leur rôle dans le cycle biologique des huitres (*Ostrea edulis*). *Rev. Trav. Inst. Pêches mar.*, 36, 4 : 368-506.

- Razet D., Heral M., Prou J., Legrand J. et Sornin J.M., 1990. Variations des productions de biodépôts (feces et pseudo-feces) de l'huitre *Crassostrea gigas* dans un estuaire macrotidal : baie de Marennes-Oléron. Sous presse.
- Robert J.M., 1975. Le verdissement des huitres dans les claires de la baie de Bourgneuf. *Bull. Soc. Sci. nat. Quest, France*, 73 : 123-129.
- Robert J.M., 1978. Variation biométrique de l'algue *Navicula ostrearia* Bory (Diatomée pennée) en culture. *Soc. Phycol. de France Bull.*, 23 : 38-44.
- Robert J.M., 1984. Greeding of oyster-ponds by the diatom *Haslea ostrearia* Bory : a model of the phenomenon. *8th Diatom. Symposium* : 517-523.
- Robert J.M., Pages J. et Prat D., 1975. Application de la biométrie cytologique à la définition des stades de développement du *Haslea ostrearia* Bory : incidences de l'évolution pigmentaire sur le verdissement des claires à huitres. *Physiol. Veg.*, 13 : 225-241.
- Romberger H.P. et Epifanio C.E., 1981. Comparative effects of diets consisting of one or tow algal species upon assimilation efficiencies and growth of juvenile oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Aquacul.*, 25 : 77-87.
- Schneider B.H. et Flatt W.P., 1975. The evaluation of feed through digestibility experiments. *Univ of Georgia Press, Athens GA* : 168.
- Sornin J.M., Deslou-Paoli J.M. et Hess O., 1988. Experimental study on the filtration of clays by the oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg) : Adjustment of the particles size for a best retention. *Aquacul.*, 69 : 355-366.
- Stickland J.D.H. et Parsons T.R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. (Rev.) Ed. *Bull. Fish. Res. Board. Can.*, 167 : 1-311.
- Thiesen B.E., 1977. Feeding rate of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia) from different parts of Danish water in water of different turbidity. *Ophelia*, 16 : 190-195.