

Cultures phytoplanctoniques en continu en bassins extérieurs pour complément trophique en phase d'affinage.

Le Moine O., Geairon P., Fouché D., Razet D., Soletchnik P., Faury N., Gouilletquer P., Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes - Laboratoire Côtier DEL.

Introduction

L'affinage est une technique traditionnellement utilisée autour du bassin ostréicole de Marennes-Oléron. Son but est d'améliorer la qualité, tant gustative que de résistance des huîtres *Crassostrea gigas*. La grande diversité des sites, des claires et l'entière dépendance vis à vis des aléas climatiques ne permettent pas d'obtenir des résultats fiables et répétitifs.

Cette phase finale de l'élevage se déroule en claires traditionnelles, renouvelées en période de vives eaux dans des proportions variables (0 à 80%). C'est le seul apport trophique exogène dont bénéficient les huîtres (Soletchnik *et al.*, 1995). Pour compléter et stabiliser celui-ci, des cultures de phytoplancton "fourrage" ont été réalisées en bassins extérieurs. Différents auteurs ont testé des cultures phytoplanctoniques à partir de systèmes soit semi-continus ou soit intensifs (Le Moine *et al.*, 1996 ; Baud *et al.*, 1995 ; Bacher et Baud, 1992 ; Froissard, 1994). Les résultats ont montré l'impact significatif de la complémentation en phytoplancton de culture sur les indices de qualité des huîtres (Le Moine *et al.*, 1996 ; Brault *et al.*, 1994). A partir de ces résultats, les expérimentations du Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes (LCPC) de l'IFREMER ont porté sur le développement de cultures phytoplanctoniques en système continu avec plusieurs objectifs simultanés :

- ❑ Amélioration des performances biologiques des cultures (Lefevre S. & Hussenot J. comm. pers)
- ❑ Optimisation de la main d'oeuvre afin de réduire les coûts
- ❑ Consommation maximale des fertilisants avec pour objectif une absence de rejets d'amendements dans le milieu
- ❑ Distribution de phytoplancton vivant de qualité aux huîtres en affinage.

Matériel et méthodes

Installations

Les bassins de culture phytoplanctonique sont situés à proximité immédiate des claires expérimentales de l'IFREMER à Ronce les bains (Fig. 1). Ce sont des bassins de terre recouverts d'un "liner" plastique, garantissant leur étanchéité, et évitant tout échange entre l'eau et le sédiment. Ils sont équipés d'une évacuation PVC, reliée à un stockage aval. Ce dispositif hydraulique est indépendant de celui des claires. Il est alimenté par pompage dans une réserve amont renouvelée par des coefficients de marée supérieurs à 75. L'eau de pompage, ainsi décantée et débarrassée des particules minérales, facilite le développement algal (Hussenot et Brossard, 1995). L'eau d'alimentation est filtrée sur des filtres de gaze à bluter de 200 µm, afin d'éviter l'introduction de brouteurs (e.g., zooplancton dont les copépodes).

Le cycle total se prolonge pendant 5 jours sur 5 bassins. La surface unitaire est de 100 m², pour une hauteur utile de 70 cm, soit un volume utile maximal de 70 m³. Dans le cadre de cette expérimentation, les cultures ont été développées sur une hauteur de 60 cm.

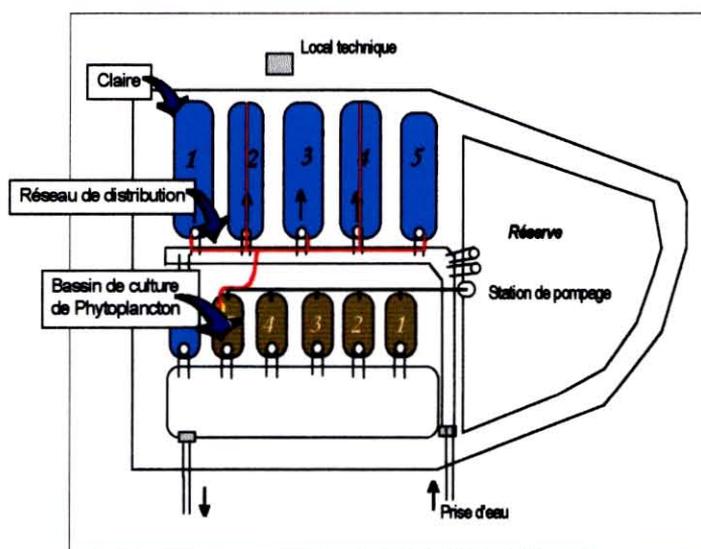


Figure 1: Claires expérimentales et bassins de culture phytoplanctoniques

La continuité du système entre les bassins est assurée par un système de siphons en PVC (Ø 63 mm), faisant circuler la culture d'un bassin à l'autre par gravité (Fig. 2). Ces siphons sont décalés en chicanes les-uns par rapport aux autres, de façon à minimiser la formation de zones mortes. L'évacuation en fin de culture se fait par pompage à un débit équivalent à celui d'alimentation, maintenant un niveau constant dans les différents bassins.

Le bassin fertilisé (Bassin 1, Fig.1) est homogénéisé par une pompe immergée faisant circuler l'eau.

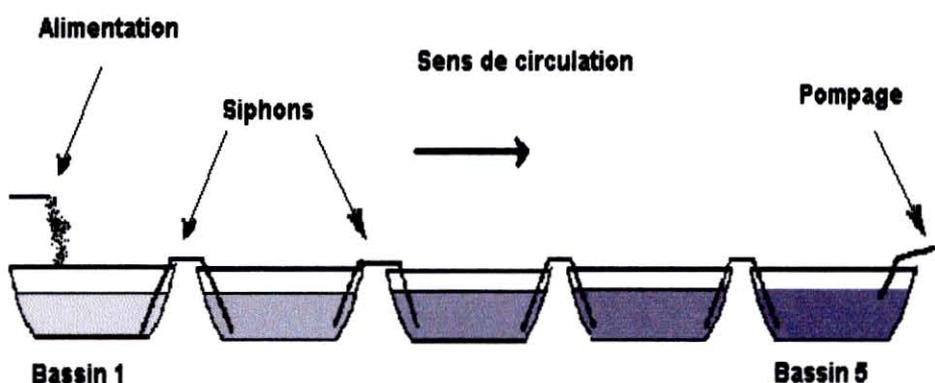


Figure 2 : Schéma de fonctionnement du système de culture en continu.

Aucun dispositif d'aération n'a été installé afin de minimiser les besoins énergétiques et dans un but de simplification du système. Une aération augmenterait la productivité de ce type de cultures (Baud *et al.*, 1995) mais constituerait une intensification du système qui n'est pas recherchée.

Quatre claires d'affinage sont utilisées dans cette expérimentation : deux font office de témoins (claires 1 et 3) (Fig. 1), les deux autres étant complétées en phytoplancton par un système gravitaire (claires 3 et 4) (Fig. 1). Ce sont des claires ostréicoles traditionnelles à fond et berges de terre. Leur surface est de 450 m², et la hauteur d'eau varie de 30 à 50 cm. Les conditions d'élevage sont conformes à la norme AFNOR (1985) avec une densité d'élevage de 20 huîtres au m². Les huîtres sont semées à plat. Un local technique abrite l'appareillage de mesures et d'enregistrement.

Cultures phytoplanctoniques

Le premier essai de culture est initié le 25 septembre. Les essais ont été prolongés jusqu'au 8 décembre.

Le protocole de fertilisation est le même que celui utilisé par le passé (Le Moine *et al.*, 1995). La formulation de l'amendement correspond à celle mise au point par Hussenot et Brossard (1995) (Tab. 1). Les produits minéraux poudreux sont disposés directement dans la "chaussette" de filtration à l'alimentation du bassin. Les granulés sont dissous la veille et laissés à l'obscurité afin d'éviter toute détérioration. Les liquides contenant les éléments dissous sont directement versés dans le bassin.

Tableau 1 : Fertilisants : Produits et quantités nécessaires pour 100 m³ de culture (Le Moine *et al.*, 1996)

Dénomination commerciale	Quantité journalière pour 100 m ³	Concentration en μ moles/litre
Chlorure d'Ammonium (p.)	808 g	150
Triple Superphosphate (g.)	240 g	15
Métasilicate de sodium (p.)	1591 g	60
Chlorure de fer (l.)	41 g	3
Sulfate de Manganèse (p.)	27 g	1,5

(p.) : poudre, (g.) granulé, (l.) liquide

Ces quantités sont préconisées par Hussenot et Brossard (1995) pour des cultures en statique, sans renouvellement d'eau et pour une production de 5 à 600 000 cellules par millilitre.

L'inoculum est naturel, présent dans l'eau de pompage. Le bassin "de tête", fertilisé, est laissé en statique deux ou trois jours afin d'atteindre une densité cellulaire de l'ordre de 200 000 cellules par ml. Ensuite, les siphons sont mis en route successivement et de façon journalière. La culture s'effectue donc "en cascade".

Paramètres suivis

Le suivi des concentrations cellulaires des cultures associées à l'élevage est fait quotidiennement ainsi que celui de l'azote ammoniacal résiduel. Les échantillons d'eau sont prélevés à chaque sortie de bassin de culture et au milieu de chaque claire ostréicole. Les prélèvements sont analysés au laboratoire pour le dosage de l'azote ammoniacal selon la méthode de Koroleff (1969). Le comptage des cellules est effectué sous microscope à la

cellule de Malassez. L'inventaire floristique présent dans les claires d'élevage est également déterminé et quantifié de façon hebdomadaire par le Laboratoire du Département Environnement Littoral de La Tremblade.

Par ailleurs, les claires d'élevage sont équipées d'une sonde d'enregistrement multiparamétrique en continu (i.e., pH, température, O₂, NTU). La même sonde enregistre sur les paramètres dans deux claires (témoin et complétement) par intermittence à l'aide d'horloges programmées.

L'intensité lumineuse en équivalent lux est également mesurée en continu. Il s'agit d'une échelle relative estimée par l'intensité électrique en sortie d'une photorésistance alimentée par une simple pile. Le calibrage a été fait avec un luxmètre. Le signal de sortie de la photorésistance est enregistré en continu sur un micro ordinateur par l'intermédiaire d'une carte d'acquisition électronique.

Résultats - discussion

Paramètres environnementaux

Luminosité - température

Les trois périodes de culture sont relativement dissemblables au regard de ces deux paramètres (Tab. 2 et Fig. 3).

Tableau 2 : Maximum - minimum atteints dans les différents cycles d'élevage, en cumul de lux par jour, et températures moyennes journalières.

	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
Cumul lux par jour :	1715 à 3425	967 à 2934	412 à 1231
Moyenne :	2929	1640	775
Température :	14,9 à 16,5	12,8 à 16,5	6,6 à 11,3
Moyenne :	16,6	14,7	9,2

Les conditions climatiques se détériorent avec l'avancement dans l'hiver : l'intensité lumineuse décroît ainsi que la température. Les conditions climatiques sont donc de plus en plus limitantes aux développements des populations algales.

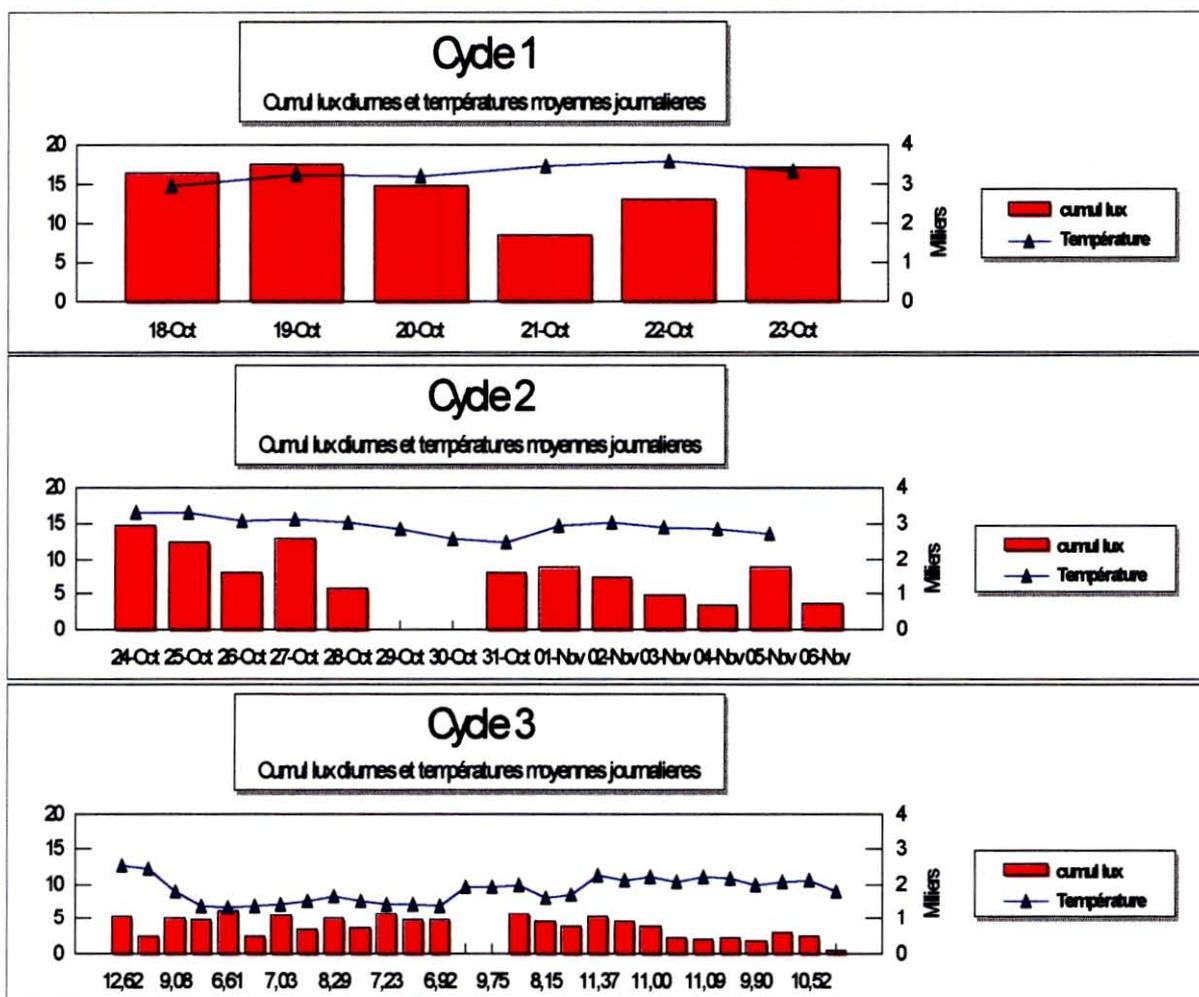


Figure 3 : Evolution des températures moyennes journalières et cumul diurne lors des trois cycles de culture (en lux).

Cultures phytoplanctoniques

Comme dans le cas des cultures statiques réalisées les années précédentes, l'espèce dominante a été *Skeletonema costatum*, avec comme espèce secondaire, mais très largement minoritaire, *Nitshzia longissima*.

Numérotations cellulaires

Les différents comptages sont représentés sur la figure 4. Les différentes cultures présentent des durées et des profils différents.

Le premier cycle a vu croître les densités de culture pendant 8 jours après le démarrage de tous les bassins. Les densités maximales ont été de 480 à 490 milliers de cellules par millilitre. Le renouvellement en culture stabilisée a été de 12 à 25 % du volume total par jour. Ces maxima ont été atteints dans les bassins 2 et 3. Aucune intervention n'a été faite sur les bassins durant ce cycle d'élevage. Des amas importants de cellules décantées sur le fond ont été observés. Ce phénomène limitant la croissance des cultures phytoplanctoniques a déjà été signalé par Brossard et Hussenot (1996).

Le second cycle s'est développé de manière plus progressive malgré les conditions météorologiques moins favorables (Tab. 2.). Le pic de densité cellulaire a été atteint 7 à 8 jours après le lancement de la culture, soit 2 jours après le démarrage du dernier bassin. Le bloom s'est produit dans les bassins 4 et 5, correspondant ainsi davantage au schéma de production initialement prévu. La densité maximale atteinte a été de 1 135 milliers de cellules par millilitre. Le taux de renouvellement a été de 18 à 30 % du volume total par jour.

Deux changements sont intervenus au cours de ce cycle, pouvant apporter des éléments d'explication à cette meilleure performance, tant en régularité de croissance qu'en densité atteinte :

Le premier a été l'apport supplémentaire de phosphate le 27 octobre (*p* sur le graphe fig. 4). La quantité apportée a été de 4,7 micromoles supplémentaires dans le bassin 3. La dose originelle journalière dans le bassin 1 correspond à 15 micromoles de phosphate. Par conséquent, environ un tiers de la dose prévue par Hussenot et Brossard (1995) est rajoutée après 4 jours de culture. Froissard (1994) recommande un rapport N/Si/P de 10/4/1 pour des cultures semi-continue au lieu de 10/5,4/1 (Roden et O'Mahony, 1984). Au vu des résultats de ce second cycle, nos résultats tendent à montrer qu'un déficit en Phosphore s'est opéré relativement à la formule 10/4/1 utilisée. Cependant, on doit noter que la formulation, prévue initialement pour une production de 600 000 cellules au millilitre, a permis d'atteindre le double de cette production du fait de cette adjonction de phosphore. Cet essai nécessitera une confirmation ultérieure.

Le second élément concerne la technique adoptée avec en particulier un nettoyage par balayage des liners (*b* dans le graphe fig. 4) tous les deux jours. Des purges partielles sont opérées afin d'éliminer partiellement les cellules mortes et décantées de la culture. Cette opération réalisée de façon journalière est considérée par Brossard (1996) comme indispensable au maintien prolongé des cultures.

Le troisième cycle a eu lieu dans des conditions de température et luminosité encore moins favorables (Tab. 2). On doit cependant remarquer que si les densités algales atteintes et le temps de démarrage différent des deux premiers cycles, la culture phytoplanctonique se développe. Les densités maximales atteintes sont de 217 000 cellules par millilitre, pratiquement 1 mois après le démarrage du premier bassin, et 6 à 7 jours après lancement du bassin 5.

Dans ce dernier cycle, un délai de 7 jours a été nécessaire avant d'assister à une multiplication significative des cellules. Le renouvellement a été de 10 % par jour une fois le plateau atteint. Malgré ces conditions thermiques et lumineuses peu favorables, la culture s'est néanmoins développée et maintenue. Le démarrage a cependant été plus long et le plateau moins élevé en densité de cellules. Ces résultats confirment les travaux de Brossard et Hussenot (1996) qui notaient une bonne constance dans le temps des cultures avec des conditions climatiques similaires.

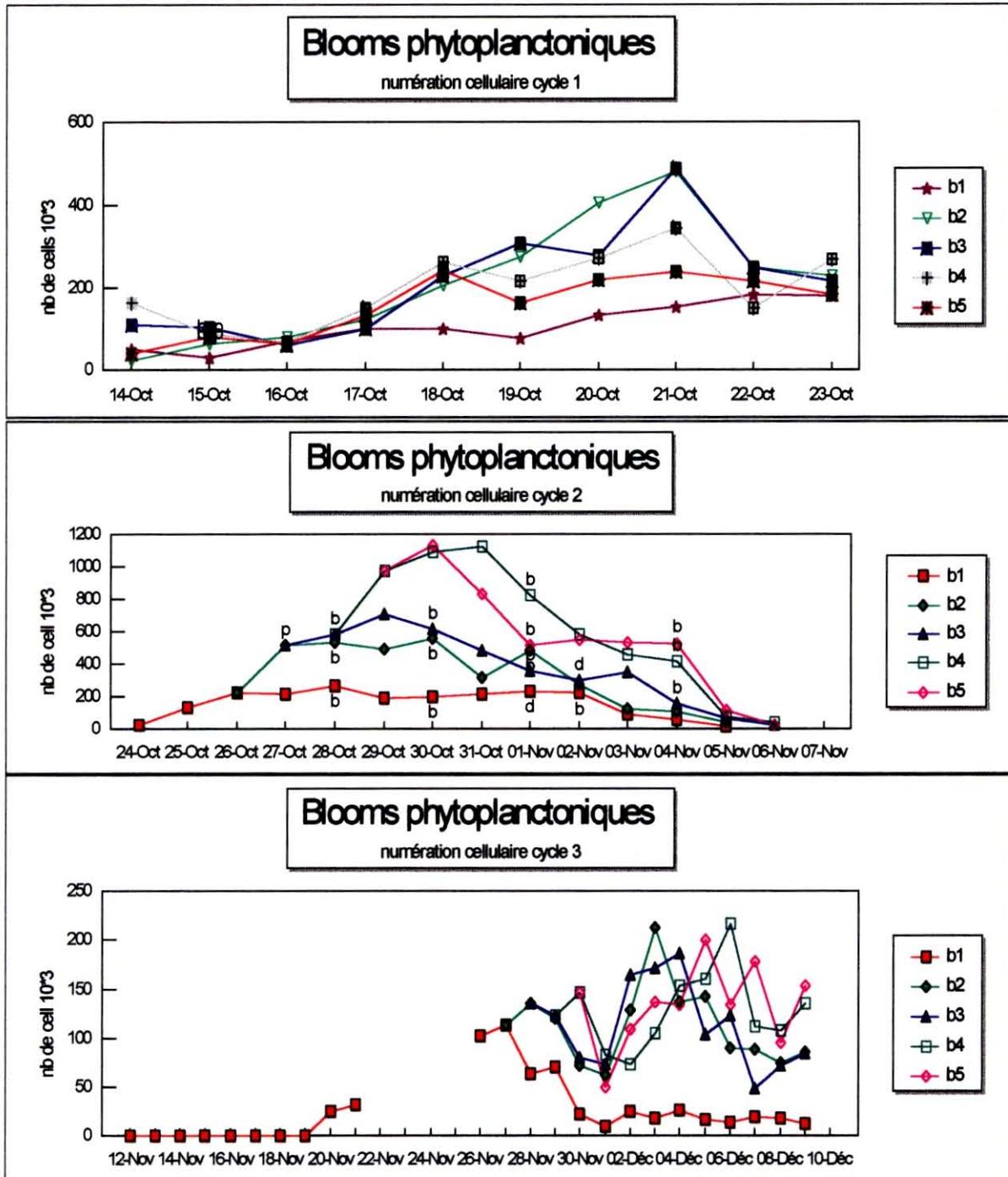


Figure 4. Densités cellulaires atteintes dans les trois cycles de culture (en milliers de cellules par millilitre). *p* = ajout de phosphate, *b* balayage.

Les mêmes auteurs signalent des renouvellements optimaux de 12 à 20 % selon l'âge de la culture et surtout de la température pour l'atteinte des biomasses maximales. Les renouvellements, ajustés en fonction de la concentration en azote ammoniacal résiduel dans le cadre de notre essai, sont du même ordre et correspondent au modèle développé par ces auteurs.

Une aération complémentaire aurait certainement permis une remise en suspension des cellules, leur donnant ainsi un meilleur accès à la lumière et donc de meilleures performances de croissance. La vitesse de sédimentation de l'espèce *Skeletonema costatum*

est supérieure à celle de nombreuses autres espèces phytoplanctoniques (Froissard, 1994 ; Harrison et Turpin, 1982). De même, l'aération amène un complément en CO₂ bénéfique aux cultures (Froissard, 1994), ainsi qu'une régulation oxygène dissous et pH, limitants aux valeurs hautes (Brossard et Hussenot 1996) pour les cultures

Azote ammoniacal

Les résultats des dosages d'azote résiduel sont représentés en figure 5

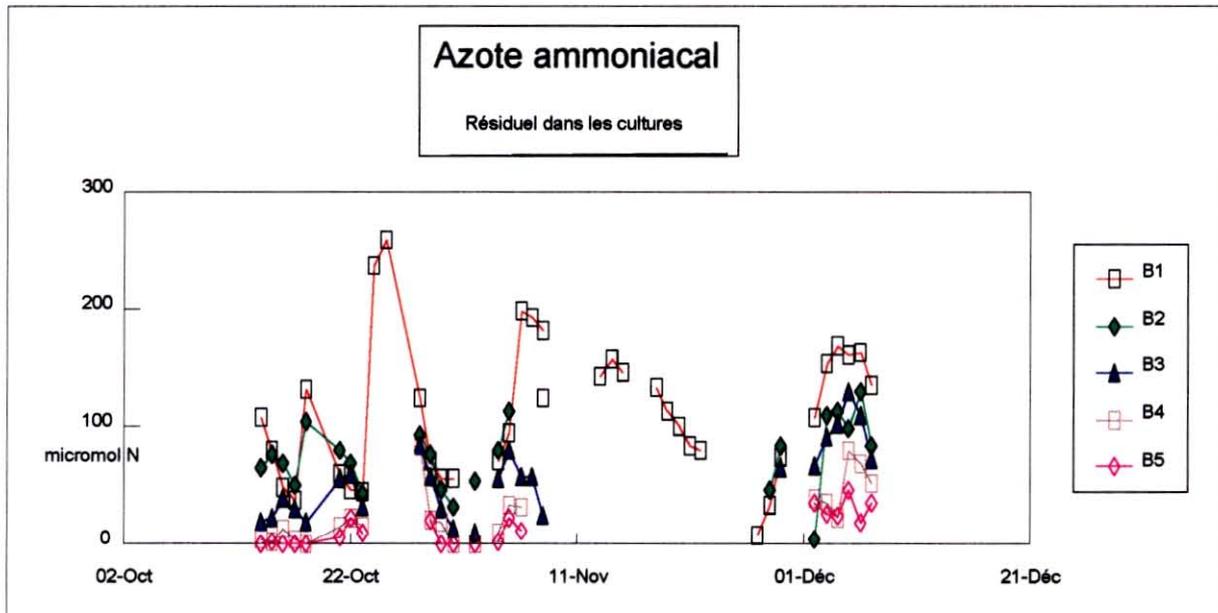


Figure 5 : Concentration d'azote résiduel en micromoles par litre dans les bassins de culture.

L'azote a été choisi comme traceur des résidus de sels nutritifs du fait de la simplicité de son dosage. La concentration initiale, prévue pour une densité cellulaire de 600 000 cellules par millilitre était de 150 micromoles d'azote par litre. Comme on pouvait le supposer au vu des comptages cellulaires, le résidu en azote est proche de zéro (de 0,2 à 2 μ moles par litre) lors des deux premiers cycles dans le bassin B5 qui est le dernier avant distribution dans les claires. Les doses de sels nutritifs distribués ont donc été consommées dans leur quasi-totalité. La dernière période de culture laisse de 25 à 45 μ moles par litre d'azote démontrant une consommation incomplète des sels nutritifs. Ceci est à mettre en parallèle avec les densités cellulaires de l'ordre de 200 000 cellules au millilitre, alors que les fertilisants étaient prévus pour une production de 600 000 cellules au millilitre.

- Production et consommation ammoniacale

Production cellulaire

Les graphes de la figure 6 présentent en nombre de cellules la cinétique de l'évolution du stock total, ainsi que celle de la distribution dans les claires d'affinage.

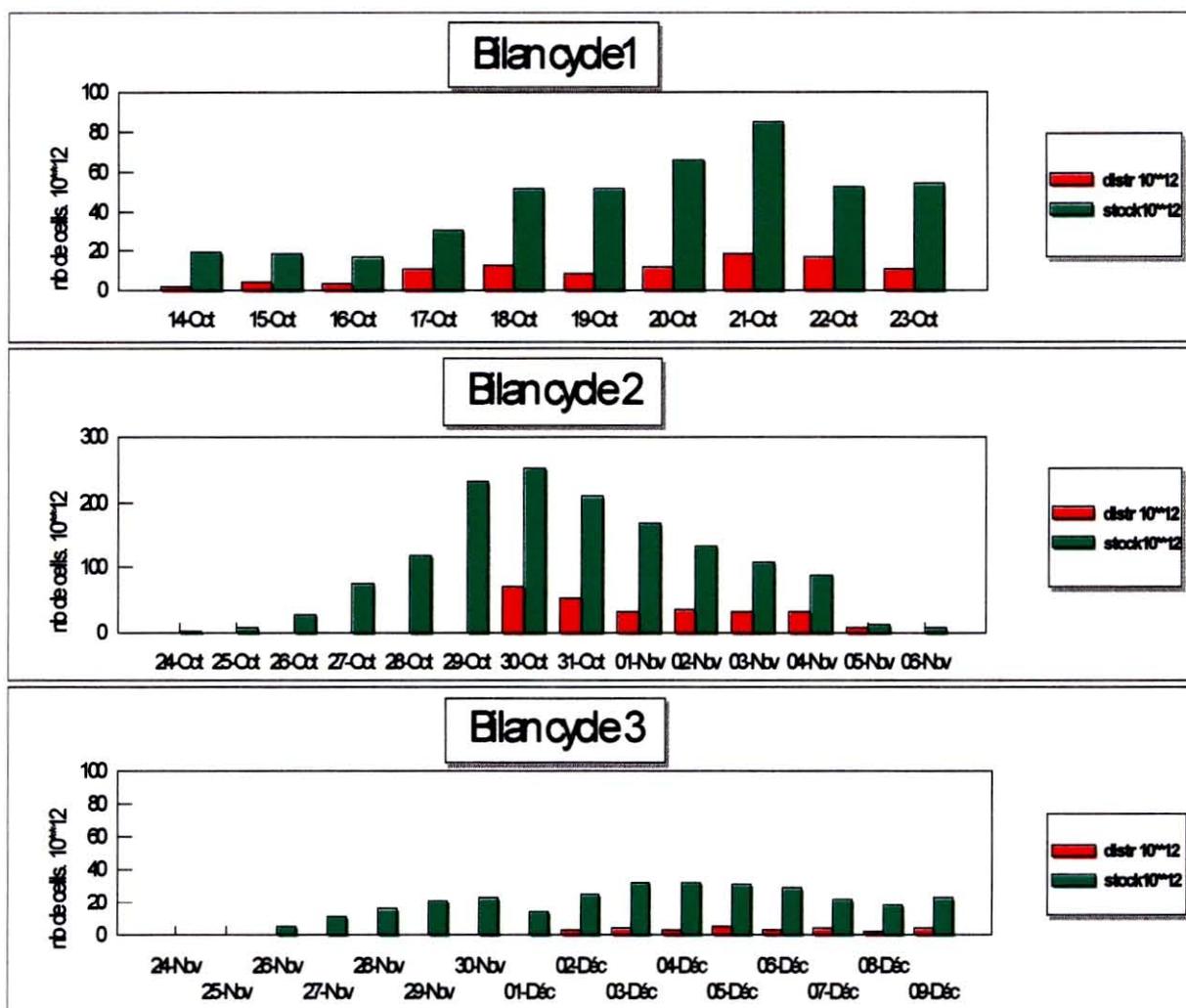


Figure 6 : Cinétique de l'évolution du stock de cellules, et de la distribution dans les claires d'affinage (échelles différentes pour des raisons de lisibilité).

Les périodes de distribution de phytoplancton dans les claires ont été respectivement du 14 au 23 Octobre (10 jours), du 30 Octobre au 5 Novembre (7 jours), et du 2 au 9 Décembre (8 jours). Les quantités distribuées sont présentées dans le tableau 3. On notera qu'elles s'approchent globalement du stock maximal atteint en pic sur la période.

Tableau 3 : Stock maximal de cellules atteint par cycle, nombre total de cellules distribuées dans les claires d'affinage.

	Cycle 1	Cycle 2	Cycle 3
Stock max. (cells.* 10^{12})	85,2	252	32,2
Distribution (total Cells.* 10^{12})	100,9	259,7	33

Ces chiffres montrent une évolution au cours du temps. Les données de production brute, en nombre de cellules par millilitre, montrent des variations très importantes, d'un

facteur 7 à 8 entre les deux derniers cycles. Les productions maximales des différents cycles ont été atteintes respectivement avec des renouvellements de 12, 18, et 11%. Ceci confirme également les observations de Brossard (1996). Ce dernier observait à la même période que les rendements optimaux étaient obtenus avec des renouvellements de 12 à 20 %, selon les conditions climatiques et l'âge de la culture. Les biomasses maximales ont été atteintes pour des taux de 12 et 15 % de renouvellement dans le cadre de son expérimentation.

Consommation de sels nutritifs.

La consommation par unité (10^7) de cellules produites au moment du pic de densité cellulaire varie dans le cadre de l'expérimentation de 1,8 à 3,5. Le tableau 4 présente les données obtenues par divers auteurs en terme de consommation d'azote pour 10^7 cellules produites. Les résultats obtenus dans le cadre de cette expérimentation sont du même ordre de grandeur que ceux des divers auteurs cités. Cependant on note des différences importantes en fonction de la phase de culture (démarrage ou pic), de la saison ou encore de la technique utilisée (statique ou non, aéré ou non). Ces différences limitent les comparaisons plus quantitatives.

Tableau 4 : Consommation d'azote en micromole pour produire 10^7 cellules. Rapport N/Si/P utilisé par les différents auteurs.

Auteurs	Consommation N	N/Si/P	Densité Pic	Observations
Brossard (1996) (moyenne)	4,74-11,22 (7,98)	6,8/4,3/1 (11,5,2/1)	500 000	Continu aéré automne
Bouquet (1996)		10/4,3/1	400 000	Statique aéré
Rouillet (1995)	8,6-9,5	9,1/5,7/1	1 270 000	Statique aéré juin
Froissard (1994)	1,4-2,73	10/4/1	1 050 000	Statique aéré Printemps
(Moyenne)	1,28-4,06 (2,32)	(9,28/3,5/1)	1 000 000 (1 000 000)	Semi continu aéré Mars Avril
LCPC (1996) C1	2,5-3,5	10/4/1	500 000	Continu automne sans aération.
LCPC (1996) C2	3,1	7,9/3,2/1	1 100 000	Continu automne sans aération.
LCPC (1996) C3	1,8	10/4/1	200 000	Continu automne sans aération.

Suivi des Claires

Espèces phytoplanctoniques

Les diverses espèces représentées dans les claires d'élevage, ainsi que les quantités comptées sont représentées sur la figure 7. Les espèces ont été regroupées par famille. Chacun des graphes représente une claire : C1 et C3 ne bénéficient d'aucun complément phytoplanctonique par opposition à C2 et C4. Les quatre claires sont garnies d'huîtres. La

claire N°5 représente le témoin de l'expérimentation, et n'avait par conséquent ni apport de phytoplancton, ni huîtres.

Les diatomées ont été divisées en quatre sous ensembles :

- ❑ *Skeletonema costatum* : très largement majoritaire dans les cultures "fourrages"
- ❑ Les diatomées Centrales (*Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*, *Melosira*...)
- ❑ Les diatomées Pennales (*Nitzshia*, *Thalassionema*, *Asterionella*, *Bacillaria*...)
- ❑ *Haslea ostrearia* est individualisée du fait de son rôle dans le verdissement des claires et des huîtres.

Les Phytoflagellés (*Euglenophycees*, *Cryptophycees*, *Rhodomonas*, *Dunaliella*...)

Les Dinoflagellés (*Gymnodinium*, *Kryptoperidinium*, *Oxyrrhis*, *Scriptiella*)

Diverses autres espèces minoritaires (*Silicoflagelles* essentiellement)

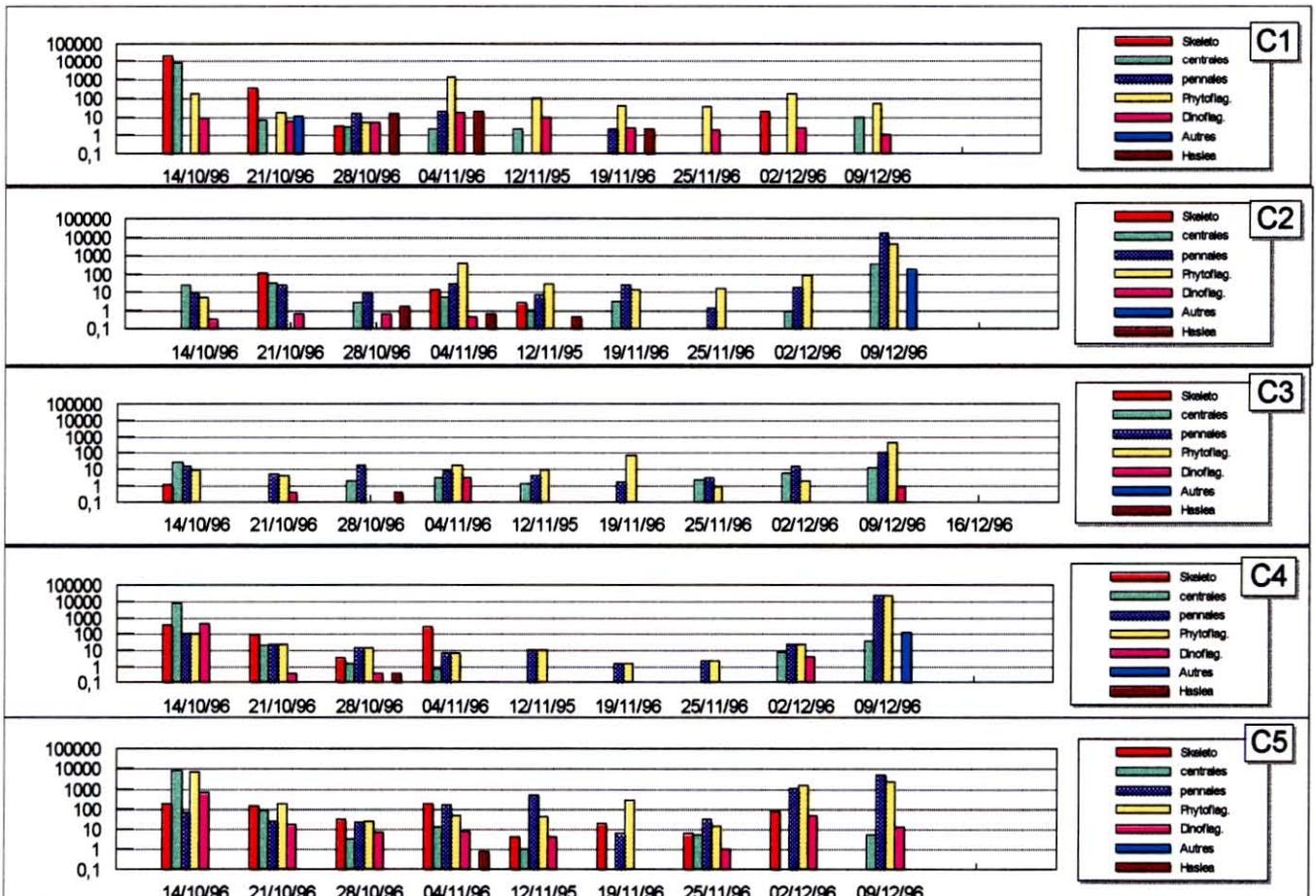


Figure 7 : Numérotation cellulaire par familles représentées dans les claires d'élevage (échelle Logarithmique)

On note l'effet sensible de l'apport de *Skeletonema costatum* sur le comptage dans les claires. En effet, seules les claires 2 et 4 complémentées ont une population de cette espèce présente tardivement dans la période (respectivement 12 et 4 Novembre). La claire 1 présente au début de l'élevage un bloom naturel important de *Skeletonema* qui est progressivement consommé par les huîtres. La population de *Skeletonema costatum* dans la claire témoin se maintient tout au long de la période expérimentale.

Globalement les claires non alimentées présentent des numérations cellulaires supérieures correspondant à des dinoflagellés et phytoflagellés. Par contre, les diatomées sont plus nombreuses dans les claires bénéficiant d'un complément phytoplanctonique. Cependant, cette prépondérance numérique est surtout due à l'influence de la claire 1 qui est généralement considérée comme atypique dans nos expérimentations (Soletchnik et al., 1995).

On remarque également un bloom de silicoflagellés de l'ordre de 176 000 et 115 000 cellules par litre dans les claires 2 et 4 uniquement ("autres" C2 et C4, Fig 7). Ce résultat peut résulter de l'apport supplémentaire en silicates inerte ou non via la distribution phytoplanctonique.

Azote résiduel dans les claires d'élevage

Un des objectifs du système de culture en continu est le rejet nul en sels nutritifs. La figure 8 montre que la claire témoin comme la réserve en eau restent à des niveaux d'azote ammoniacal maximum de 5 à 6 micromoles par litre. Il en est de même pour les claires complémentées en phytoplancton de culture, hormis trois "accidents" qui dépassent les 10 micromoles (23/10/, 6/11, et 7/12). Ces augmentations correspondent à l'effondrement des cultures de phytoplancton. Dans ce cas, la distribution est arrêtée, et les quantités d'azote ammoniacal dans les claires redescendent rapidement à des concentrations similaires à celle de l'eau de mer d'alimentation..

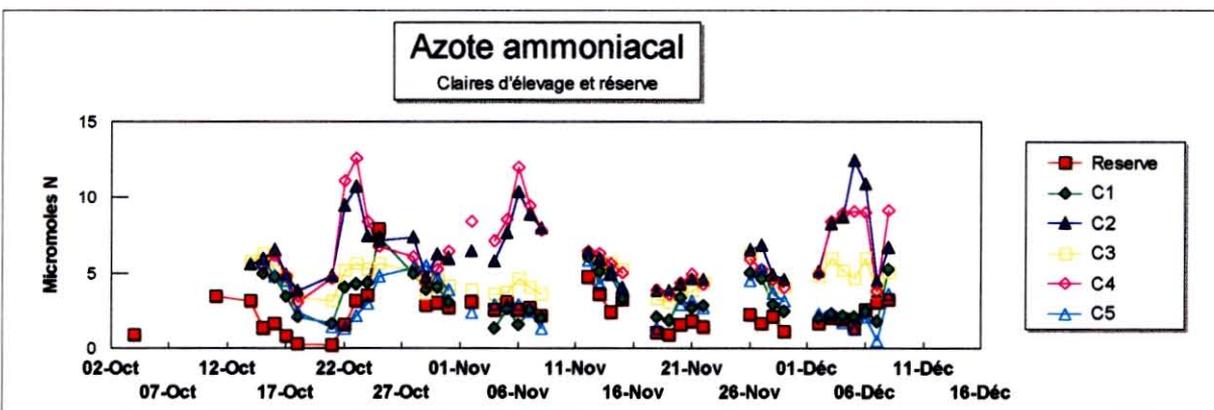


Figure 8 : Azote ammoniacal résiduel dans les claires d'élevage.

Les concentrations atteintes en azote ammoniacal n'engendrent pas de toxicité sur les huîtres. Baud et al. (1995) n'ont pas noté de problème particulier à 20 μ moles/litre, alors que

les concentrations maximales observées dans nos cultures n'ont pas dépassées 12,6 µmoles/litre.

Conclusion

Les précédents essais de cultures de phytoplancton "fourrage" réalisés par le laboratoire avaient montré la faisabilité de telles cultures de masse en extérieur. Ils avaient d'autre part prouvé l'impact significatif de leur distribution sur les indices de conditions des huîtres en affinage. Ces dernières expérimentations n'ont pas entièrement atteint les objectifs fixés.

En effet, l'optimisation des performances biologiques des cultures, si elle est réelle dans le cycle 2, n'a pas été répétée dans les deux autres cycles. La formule de fertilisation utilisée a depuis été adaptée et devrait permettre un gain de productivité à l'avenir (Brossard,1996).

De même, la main d'oeuvre n'a pas été réellement optimisée : des nettoyages quasi journaliers se sont avérés nécessaires pour le maintien à moyen terme des cultures limitant l'intérêt économique du système. Une augmentation des densités de cultures phytoplanctoniques obtenues paraît nécessaire afin d'augmenter la rentabilité générale. Cette augmentation de productivité impliquerait probablement une aération forcée des cultures.

L'innocuité écologique du système paraît quant à elle acquise. En effet les pics accidentels d'azote ammoniacal sont proches des concentrations naturelles (de 10 à 12 micromoles pour les claires alimentées, pour 5 à 6 pour les non-alimentées ou le milieu naturel à cette époque). De telles concentrations sont couramment observées à d'autres époques de l'année dans le sud du bassin.

L'effet de l'apport de phytoplancton sur l'indice de qualité des huîtres a confirmé de nouveau les résultats précédemment obtenus (Soletchnik et al., 1997).

Références

- AFNOR, 1985. Norme française d'huîtres creuses. Dénomination et classification. NF V 45 056, 5p.
- Bacher C. et J.P. Baud, 1992. Intensive rearing of juvenile oysters *Crassostrea gigas* in an upwelling system: optimization of biological production. *Aquat. Liv. Res.*, 5: 89-98.
- Baud J.P., Brisset E. et Cardinal M., 1995. Affinage contrôlé en bassin de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. RI DRV 95-17/RA- Bouin, France, 35 p.
- Brault I, Baud J.P. et Haure J., 1994. Faisabilité biologique de l'élevage intensif en bassin de l'huître plate *Ostrea edulis*. RI DRV 94-21/RA-Bouin, France, 50 p.

- Bouquet A.L., 1996. Production semi continue de phytoplancton en grands volumes : amélioration de la fertilisation, valorisation zootechnique et rentabilité. Rapport de stage DESS/CREAA, Université de Caen 140p.
- Brossard N. et Hussenot J., 1996. Maîtrise de la culture de masse de la diatomée *Skeletonema costatum* en système ouvert et continu, sur un milieu en "eau de mer enrichie". RI DRV 97-04 /RA-CREMA-L'Houmeau, 37p.
- Froissard S, 1994. Culture semi-continue de la diatomée marine *Skeletonema costatum* en microcosmes extérieurs. Perspectives d'application des cultures massives de microalgues. Thèse pour le diplôme d'état de Docteur Vétérinaire, 91 p.
- Gautier D., Ledu C., Hussenot J. et Gérard A., 1993. Production en masse de *Skeletonema costatum* en bassins extérieurs par fertilisation minérale: étude d'un cycle estival. RI DRV 93-33-RA/CREMA-L'Houmeau/La Tremblade, 35 p.
- Harrison P.J. and D.H. Turpin, 1982. The manipulation of physical, chemical and biological factors to select species from natural phytoplankton communities. In: Grice G.D. and Reeve M.R.: Marine mesocosms. New York Heidelberg Berlin, Springer Verlag, 277-283.
- Hussenot J. et Brossard N., 1995. Premiers essais automnaux de culture de diatomées en masse (24 m³) sur eau de mer fertilisée (N/P/Si). Culture sans ensemencement et conditions limitantes. Rapport contrat de plan IFREMER-Région Poitou-Charentes. Année 1994 : 84-105.
- Koroleff F., 1969. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. C.I.E.M., C2, 19:22p.
- Le Moine O., P. Geairon, D. Razet, P. Soletchnik, N. Faury, S. Taillade, P. Gouletquer, 1996. Optimisation de l'affinage en claires traditionnelles par complémentation en phytoplancton "fourrage". Marais maritimes et Aquaculture. Séminaire du 6 au 8 juin, Centre International de la Mer, Rochefort.
- Le Moine O., Geairon P., Razet D., Soletchnik P., Faury N., Taillade S., Gouletquer P. Optimisation de l'affinage en claires traditionnelles par une complémentation en phytoplancton 'fourrage'. Journées conchyliques de l'IFREMER DRV-RA, 18-19 mars 1997.
- Ravail B., 1986. Fertilité des eaux et peuplements en microphytes de claires vouées à l'élevage de la palourde *Ruditapes philippinarum* (Adams) Reeve : impact des mollusques sur l'économie des bassins. Thèse 3ème cycle, Université de Nantes, 165 p.
- Roden C.M. and K.W. O'Mahony, 1984. Competition as a mechanism of adaptation to environmental stress in outdoor cultures of marine diatoms. Mar. Ecol. Prog. ser., 16:219-227.

Rouillet A., Mise en place et gestion d'une production de phytoplancton en grands volumes. - Suivi des cultures - Essais sur la dissolution et la consommation des éléments nutritifs par les microalgues. Rapport de stage DESS/CREAA Université de Caen, 82p.

Soletchnik P., Razet D., Gouletquer P., Geairon P., Le Moine O. et Faury N., 1995. Analyse de la capacité trophique de l'écosystème "claires ostréicoles" dans le cadre de l'affinage de l'huître creuse *Crassostrea gigas* (Bassin de Marennes-Oléron). RI DRV- 95-24/ La Tremblade, 43 p.

Soletchnik P., Le Moine O., Razet D., P. Geairon, Gouletquer P., Faury N., Fouché D., Gras P., 1997. Optimisation de l'affinage de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans les claires ostréicoles du bassin de Marennes-Oléron: capacité trophique de l'écosystème 'claires'. Effet d'une complémentation alimentaire en algues 'fourrage' sur l'affinage. Ressource trophique et potentiel de croissance. Rapport Contrat de Plan Etat-IFREMER-Conseil Régional de Poitou-Charentes, année 1996, 38p.