

Direction des Ressources Vivantes
Département Ressources Aquacoles

Jean-Pierre Baud, Hubert Palvadeau et Max Nourry
Ifremer, L.C.P.L, Polder des champs 85230 Bouin

Contrat : IFREMER/ REGION DES PAYS DE LA LOIRE : SMIDAP N° 98 06 800.

Comparaison, en eau de mer et en eau de forage enrichies, du prégrossissement intensif de jeunes huîtres creuses



Remerciements

Cette étude a été partiellement financée par le Conseil Régional des Pays de la Loire par l'intermédiaire du SMIDAP.

Les auteurs tiennent à remercier :

Christian Pénisson pour l'aide technique apportée dans la conception et le suivi de cette expérimentation.

Nelly Conche pour la dactylographie et la mise en page de ce rapport.

sommaire

1. Introduction	4
2. Matériel et méthodes	5
2-1 <i>Matériel d'étude</i>	5
2-2 <i>Méthodes et suivi des paramètres</i>	7
2-2-1 Paramètres hydrobiologiques	7
2-2-2 Bilans et rendements comparés	8
2-2-3 Biométrie et estimation de la mortalité	9
3. Résultats	9
3-1 <i>Le milieu d'élevage</i>	9
3-2 <i>Les huîtres</i>	12
3-3 <i>Bilans et rendements comparés</i>	13
4. Discussions	17
Bibliographie	19

1. Introduction

L'optimisation des paramètres d'élevage du prégrossissement contrôlé de juvéniles d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* a été réalisée en nurserie (Bacher et Baud, 1988) à partir de la maîtrise de la production en grands volumes de la diatomée *Skeletonema costatum* sur eau salée souterraine dans les pays de la Loire, (Baud, 1988).

L'analyse économique de cette filière s'est avérée positive, (Baud et al., 1988) et a permis le transfert de cette technologie à une quinzaine d'entreprises conchylocoles situées dans le polder aquacole de la baie de Bourgneuf.

Le développement récent de la génétique des mollusques (A. Gérard et al., 1993) et la maîtrise de la qualité de l'eau de mer par l'utilisation de l'eau salée souterraine traitée, (Baud et al., 2000) ont permis d'envisager la mise en place d'une installation pilote de prégrossissement comparé de mollusques bivalves sur le site du laboratoire conchylocole des Pays de la Loire, (L.C.P.L).

L'objectif principal est de disposer d'une installation permettant de reproduire de manière indépendante des saisons et des années une même qualité physico-chimique et nutritionnelle du milieu de prégrossissement.

Ce flux nutritionnel pourra ainsi être distribué de manière contrôlée aux différentes souches de coquillages issues de l'écloserie expérimentale de Génétique et de Pathologie d'IFREMER, la Tremblade.

Une comparaison fiable et indépendante des fluctuations annuelles du milieu en matière de croissance et de survie des juvéniles testées pourra donc être faite. Elle permettra ainsi de fiabiliser les résultats de la recherche en génétique à des fins de comparaison de la croissance et de la survie de souches de mollusques d'intérêt commercial, adaptées à la conchyliculture.

Pour ce faire, il est cependant nécessaire au préalable de tester le rendement de cette nouvelle technique par rapport à la technique éprouvée du prégrossissement contrôlé de bivalves en eau de mer enrichie.

Ce rapport se propose de synthétiser les principaux résultats obtenus à partir de la comparaison du prégrossissement en eau de mer et en eau de forage traitées du naissain de *C. gigas* issu de différentes écloseries françaises.

Des perspectives en matière de recherche et d'application pourront être proposées à l'issue de cette étude.

2. Matériel et méthodes

2-1 Matériel d'étude

Afin de limiter l'effet « origine des lots », différentes sources d'approvisionnement de *Crassostrea gigas* ont été utilisées pour le test comparatif de prégrossissement.

Les juvéniles, issus de 3 écloséries françaises de coquillage ont été au préalable criblés sur un tamis de 2mm de vide de maille afin d'homogénéiser la taille des différents lots.

Les trois origines de naissain dénommées lot1, lot2 et lot3 ont été distribuées à raison de 2000 individus par enceinte expérimentale de prégrossissement, (fig1).

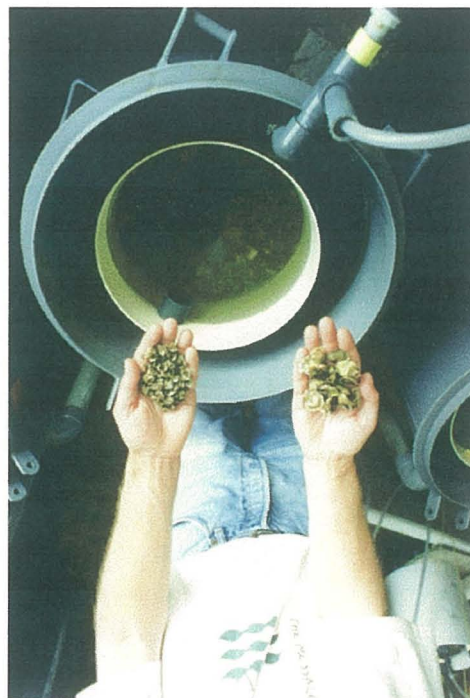


Figure 1 : Photographie d'une enceinte expérimentale de prégrossissement d'huître creuse *Crassostrea gigas*.

Cette enceinte est composée d'un container de 150 L dans lequel est inséré un tube PVC de 50 mm de diamètre assurant le maintien du tube tamis et l'évacuation des eaux usées du prégrossissement.

Le tube tamis est formé d'un cylindre en PVC de diamètre 200 mm et d'une galette composée d'une nappe en polyamide de 1 mm de vide de maille qui laisse passer le flux ascendant d'eau enrichie à travers le naissain et permet de maintenir le naissain à l'abri de la prédation.

Le renouvellement d'un milieu d'élevage par bac est assuré à raison de 300 l/h, par le pompage de 2 types d'eau :

- l'eau de mer (EM) préalablement décantée dans les claires ostréicoles de la station,
- l'eau de forage traitée (EF) selon les conditions mises au point par Baud et al., en 2000.

Ce flux est composé également par un débit de 7,5 l/h de la diatomée *Skeletonema costatum* produite sur eau salée souterraine brute en volume extérieur de 100 m³.

Cette eau pompée directement dans le sous-sol par l'intermédiaire d'un forage possède des caractéristiques physico-chimiques proches d'un milieu de culture pour microalgues (Baud, 1991), ($T^{\circ} = 13,5^{\circ}\text{C}$, $\text{Ph} = 7,34$, $\text{Sol} = 31,6 \text{ g/l}$, $\text{N-NH}_4 = 307,5 \text{ uMol/l}$, $\text{P} - \text{P}_04 = 24,6 \text{ uMol/l}$, $\text{Si-SiO}_3 = 207,2 \text{ uMol/l}$, $\text{Co}_2 \text{ dissous} = 94,5 \text{ mMol/l}$).

Un trou situé à la base de chaque enceinte permet avec un écoulement de 50 l/h du mélange nutritionnel de sécuriser l'ensemble, par mise à sec progressive de tous les tubes tamis en cas d'arrêt accidentel des pompes.

Pour permettre la comparaison des différents lots, la température des différents types d'eau est maintenue à 18°C par l'intermédiaire d'une chaudière et de 2 échangeurs au titane réglés à la température de consigne.

Le plan expérimental est composé de trois origines d'huîtres qui sont testées simultanément avec deux types d'eau.

Chaque modalité est dupliquée afin de limiter l'effet bassin soit un total de 12 enceintes en expérimentation.

Un témoin composé de l'origine « lot1 » et de 2 bacs alimentés en eau de mer et sans apport de *S. costatum* permet de quantifier l'apport de l'eau de mer naturelle en matière de croissance et de survie pour le lot considéré.

2-2 Méthode et suivi des paramètres

2-2-1 Paramètres hydrobiologiques

Tous les paramètres sont relevés quotidiennement et pris au même endroit de chaque bassin différencié par au moins une modalité afin d'éviter les fluctuations pouvant exister dans les bacs.

La température

Les variations journalières sont mesurées à l'aide d'un thermomètre mini-maxi avec une précision de $1/10^{\text{ème}}$ ($^{\circ}\text{C}$) Pour éviter les dérives de l'appareil, la température est mesurée ponctuellement à l'aide d'un thermomètre KENT LF 196 WTW avec une précision au $1/10^{\text{ème}}$ ($^{\circ}\text{C}$). Une correction de la température est faite si des différences existent entre les différentes mesures.

La turbidité

Cette mesure permet de connaître de manière indirecte les fluctuations de la matière particulaire dans l'eau d'élevage. Elle est quantifiée en NTU (Unité Néphélométrique de Turbidité), à l'aide d'un turbidimètre HACH.

L'oxygène dissous

Le taux d'oxygène dissous est quantifié en pourcentage de saturation au $1/10^{\text{ème}}$, à l'aide d'un oxymètre WTW. L'activité des huîtres et la saturation en oxygène étant fonction de la température et de la salinité, les mesures sont effectuées sur chaque bac.

Débit des fluides

Pour éviter les variations importantes de débit des différents fluides (eau de mer, eau de forage traitée et concentré de phytoplancton), ils sont tous mesurés quotidiennement et réglés individuellement à la norme établie en début d'expérimentation.

Ration alimentaire

Chaque jour, un prélèvement est effectué à l'arrivée du phytoplancton dans les différents bacs. Des comptages, pratiqués sur cellule hématimétrique de Mallassez permettent d'estimer la concentration

cellulaire, exprimée en nombre de cellules/ml. Parallèlement, les débits sont vérifiés et réglés.

La ration alimentaire est ensuite calculée à partir des données recueillies, du nombre de naissains estimé après chaque suivi et exprimée en nombre de cellules phytoplanctonique par individu et par jour.

2-2-2 Bilans et rendements comparés

L'approche comparée des deux types d'eau au niveau du prégrossissement de l'huître creuse permet d'approcher les bilans de consommation des huîtres et d'estimer l'impact environnemental en terme de rejets d'azote et de phosphore en fonction du type d'eau utilisé.

Chlorophylle a

L'estimation de la concentration en chlorophylle a (chl a) en entrée et en sortie des enceintes de prégrossissement permet d'estimer la consommation de la nourriture phytoplanctonique par les huîtres en fonction du milieu d'élevage et de comparer les rendements.

Chaque semaine des prélèvements d'eau à l'entrée et à la sortie de chaque enceinte de prégrossissement sont effectués.

La concentration en chl a est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre HITACHI à double faisceau selon la méthode de Lorenzen (1967) appliquée sur le filtrat retenu sur un filtre de type Wathman GFC.

Sels nutritifs

Sur le filtrat recueilli, les concentrations en phosphate (P-PO₄) et ammoniacque (N-NH₄), nitrite (N-NO₃) et nitrate (N-NO₂) sont estimées par les méthodes chimiques classiques adaptées à l'eau de forage par Moreau en 1993.

La qualification du flux d'azote total et de phosphore issus du prégrossissement est calculée en multipliant les concentrations respectives des sels nutritifs par le débit cumulé transitant à travers un tube tamis sur toute la période de prégrossissement.

2-2-3 Biométrie et estimation de la mortalité

Les enceintes de prégrossissement sont vidées et nettoyées au jet tous les 10 jours avant chaque suivi de biométrie des différents lots en prégrossissement. Pendant l'assec, la pompe d'alimentation en *Skeketonema costatum* est nettoyée à l'acide.

Chaque lot est criblé dans sa totalité sur 2 tamis correspondant à la taille des différentes cohortes.

Sur les trois « sous-lots » ainsi séparés, 3 pesées de 100 individus sont faites à l'aide d'une balance Mettler au 1/100^{ème} gramme.

A partir de ces différents résultats, la moyenne pondérale individuelle et la survie sont calculées.

3. Résultats

3-1 Le milieu d'élevage

Les conditions d'élevage entre les lots pré-grossis en eau de forage traitée et en eau de mer sont restées statistiquement indifférenciées durant la période de testage qui s'est prolongée du 22 avril au 17 juin 1998 soit durant 56 jours.

Ainsi, les débits moyens pour les eaux d'élevage sont de 290,2 +/- 3,0 l/h pour l'eau de forage traitée et de 279,0 +/- 12,2 l/h pour l'eau de mer.

L'apport de la diatomée *Skeketonema costatum* est identique pour les 2 types d'eau avec respectivement 17,4 10⁶ +/- 3,6 10⁶ cel /ind/j pour l'EF et 16,7 10⁶ +/- 3,2 10⁶ cell/ind/j pour l'eau de mer.

La température (fig. 2a)

La température de l'eau de mer est demeurée stable avec 18,2°C de moyenne tout au long des 60 jours de l'expérimentation.

La température de l'eau de forage traitée a fluctué de façon plus importante avec 6°C d'amplitude. Elle est cependant restée à une température moyenne de 18,0°C.

Un test T apparié réalisé sur l'ensemble des données montre que les températures des 2 types d'eau sont non significativement différentes (T=1,24 ; P=0,22).

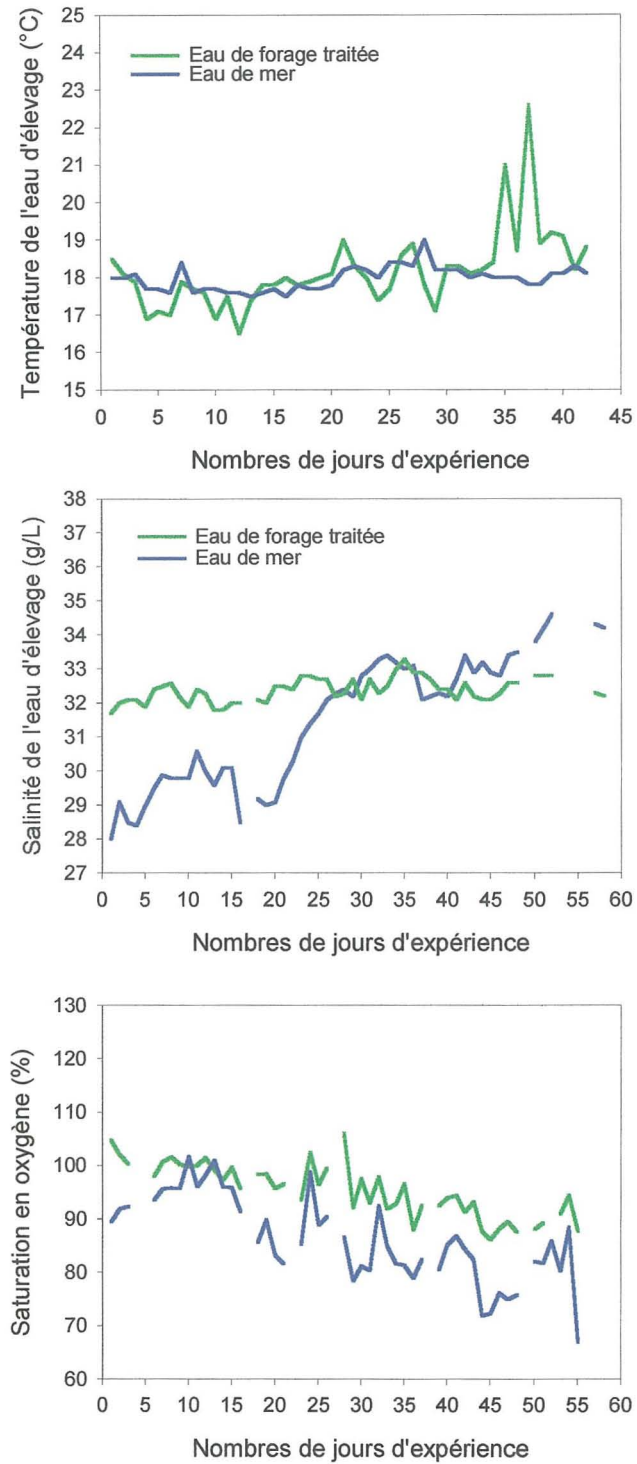


Figure 2 : Evolutions comparées de la température (a), de la salinité (b) et de la saturation en oxygène (c) du milieu de prégressissement sur eau de forage traitée et eau de mer.

La salinité (fig. 2b)

La salinité moyenne de l'eau de mer, calculée sur l'ensemble de la période de testage, est de 31,5 g/l. Elle oscille de 28,0 g/l en début d'expérience pour atteindre 34,6 g/l au terme des 60 jours. La salinité moyenne de l'eau de forage traitée est quant à elle peu différente de l'eau de mer avec 32,4 g/l. Elle est restée cependant très stable avec une variation maximale de seulement 2,4 g/l.

La salinité des 2 types d'eau est significativement différente ($t=3,73$; $P<0,001$).

L'oxygène dissous (fig. 2c)

L'évolution de la saturation en oxygène dissous des 2 types d'eau est parallèle sur l'ensemble de la période d'étude.

La saturation en oxygène dissous est toutefois toujours significativement supérieure pour l'eau de forage ($t =12,4$; $P<0,001$) avec une moyenne de 95,5 % par rapport à l'eau de mer (86,4 %).

Les valeurs pour les 2 types d'eau restent dans l'ensemble au-dessus de la valeur seuil de 80 % considérée comme la limite inférieure pour de bonnes conditions d'élevage de *Crassostrea gigas*.

La turbidité

Avec une valeur moyenne de 2,2 en NTU, l'eau de forage traitée est moins turbide que l'eau de mer décantée qui se situe à une concentration moyenne de 7,7. Les variations maximales de ces paramètres sont également minimisées pour l'EF (1,4) alors qu'elles restent importantes avec un différentiel de 13 pour l'eau de mer décantée.

Ces variations sont cependant faibles par rapport au milieu marin et correspondent à des concentrations supportables pour les juvéniles d'huîtres creuses.

3-2 Les huîtres

Pour les 3 lots de naissain et les 2 types d'eau étudiés, l'évolution de la croissance sur 60 jours est illustrée par la figure 4.

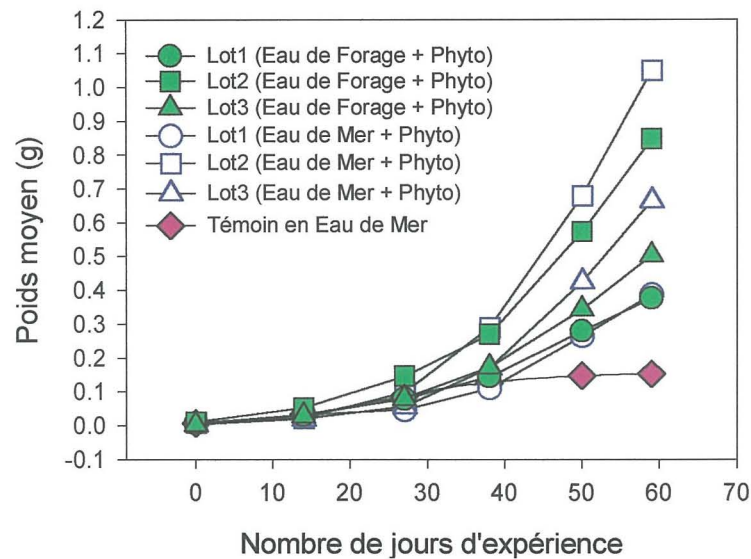


Figure 4 : Evolution de la croissance des différents lots d'huître creuse en fonction de la qualité du milieu de prégrossissement.

Une différenciation marquée est notable en terme de croissance entre le témoin non alimenté en phytoplancton extérieur et les autres lots. Le témoin pré-grossi en eau de mer sans apport de phytoplancton augmente sensiblement de poids jusqu'au 40^{ème} jour pour atteindre un poids proche de 0,1 g. A partir de cette date, le poids stagne jusqu'au terme de la période expérimentale, alors que la croissance devient exponentielle pour les autres lots (y compris pour le lot 1 de même origine).

Il est remarquable de noter qu'il existe une variabilité importante de croissance entre les lots quel que soit le milieu d'élevage.

Ainsi, le lot 2 avec 1 gramme de poids final est 3 fois plus poussant que le lot 1 (0,35g).

La différence pour tous les lots entre les 2 milieux d'élevage (Eau de Mer décantée et Eau de Forage traitée) est nulle jusqu'au 40^{ème} jour ;

elle demeure non significative au 60^{ème} jour pour le lot 1 alors qu'elle est au bénéfice de l'eau de mer pour les lots 2 et 3.

L'évolution de la survie des différents lots, pour les 2 types d'eau étudiés (fig. 5) met en évidence une absence de mortalité pour toutes les conditions jusqu'au 30^{ème} jour suivie d'une différenciation nette des lots à partir de cette date jusqu'à 60 jours avec des taux de mortalité variables en fonction des lots et de la nature de l'eau d'élevage.

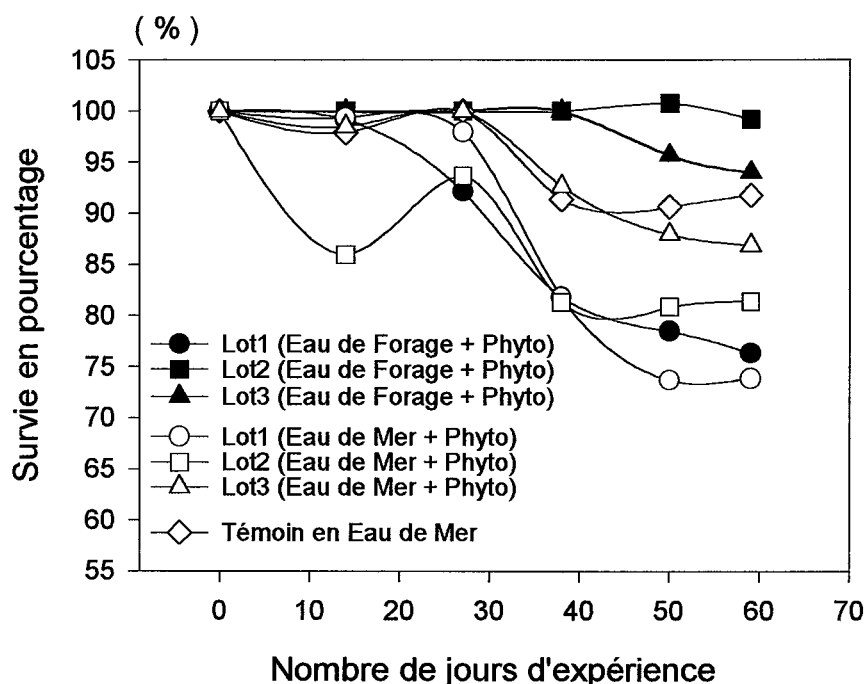


Figure 5 : Evolution de la survie des différents lots étudiés en fonction du type d'eau (EF et EM).

Ainsi, en matière de survie cumulée (fig. 6), une moins bonne survie (80,7%) est obtenue pour les lots élevés en eau de mer par rapport aux mêmes lots pré-grossis en eau de forage traitée (89,8%). Le différentiel de survie entre les 2 qualités d'eau est minimal pour le lot 1 avec -2,4% et maximal pour le lot 2 avec -17,8%.

Le lot témoin issu du lot 1 est, avec 91,8% supérieur en survie par rapport au même lot pré-grossi avec du phytoplancton. Il demeure cependant inférieur en survie aux lots 2 (99,2%) et 3 (94,0%) élevés sur eau de forage traitée et enrichie.

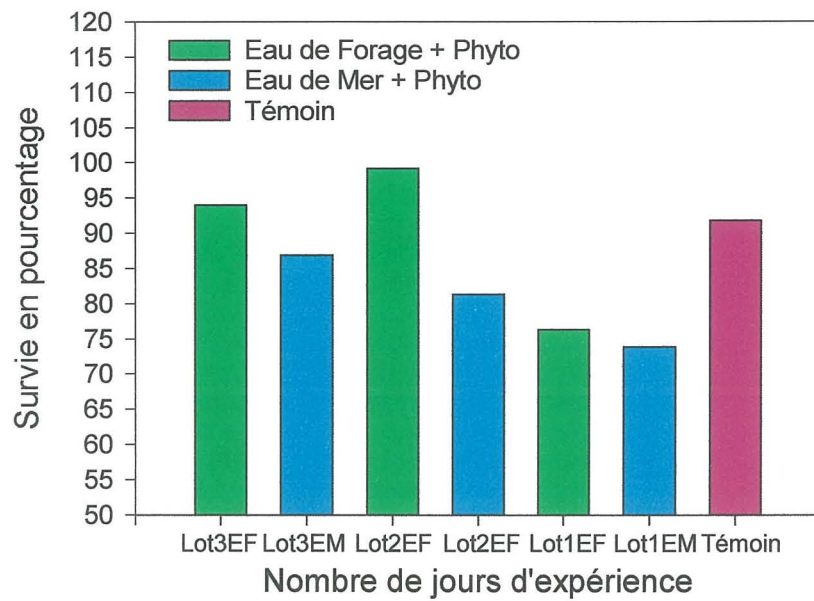


Figure 6 : Survie cumulée des différents lots pré-grossis en fonction du type d'eau.

3-3 Bilans et rendements comparés

Le bilan de consommation des huîtres pré-grossies peut être approché par l'estimation de la prise de nourriture par lot et par modalité à partir du différentiel de concentration en chlorophylle a (fig.7).

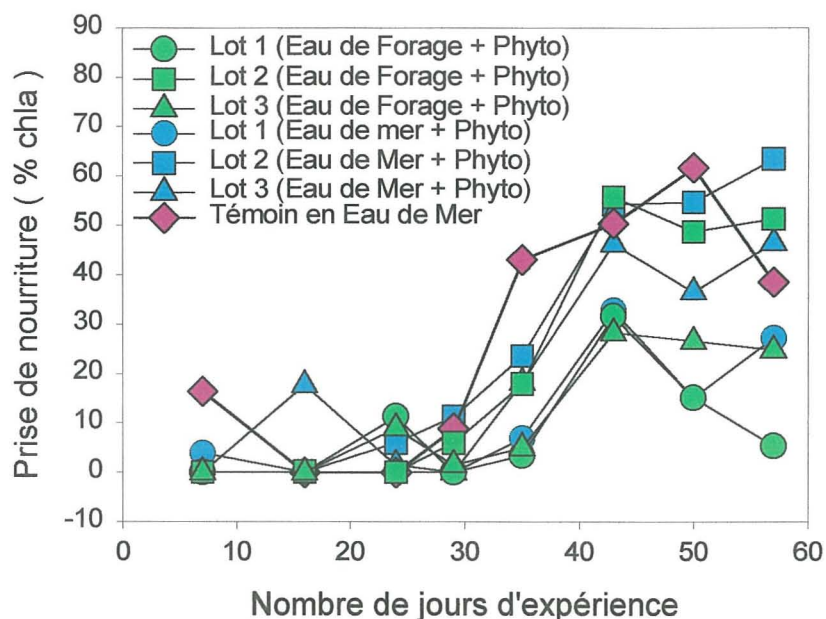


Figure 7 : Evolution comparée de la prise de nourriture exprimée en % de Chl a en fonction des lots testés et du type d'eau utilisé.

Pour l'ensemble des modalités la prise de nourriture reste faible avec des taux inférieurs à 10 % jusqu'au 30^{ème} jour. La prise augmente fortement de cette date jusqu'au 45^{ème} jour pour atteindre des consommations de l'ordre de 50 %.

Hormis le lot témoin, la prise de nourriture est corrélée positivement à la croissance des différents lots testés.

La comparaison de l'impact environnemental en terme de rejets d'azote et de phosphore par rapport aux deux types d'eau est illustrée sur la figure 8.

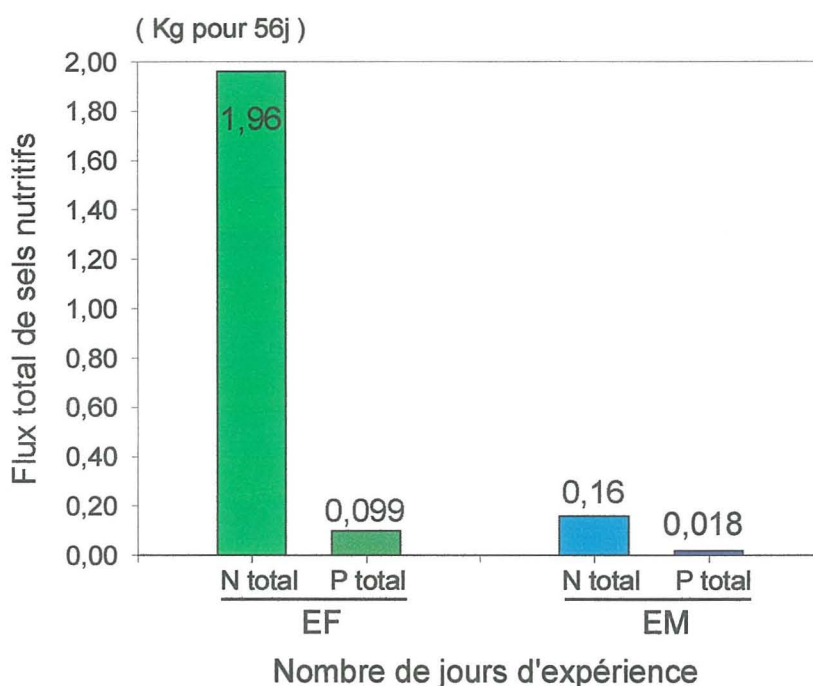


Figure 8 : Comparaison par type d'eau (EF, EM) de la quantité d'azote et de phosphore exportés dans l'environnement durant la période de prégrossissement.

Le prégrossissement réalisé à partir de l'eau salée souterraine exporte dans les rejets 1,96 kg d'azote total et 0,099 kg de phosphore au terme des 56 jours d'élevage. Le ratio est de 20 entre l'azote et le phosphore.

Pour l'eau de mer avec 0,16 kg d'azote total et 0,018 kg de phosphore, le ratio n'est plus que de 10 et l'impact sur le milieu est 10 fois inférieur pour l'azote et 5 fois moindre pour le phosphore.

4. DISCUSSIONS

Milieu d'élevage

Le traitement de l'eau salée souterraine (Baud et al. 2000) permet d'obtenir une constance du milieu d'élevage en température, salinité, oxygène dissous et turbidité. Les résultats obtenus en une période 56 jours montrent la faisabilité et la constance du traitement sur toute la phase du prégrossissement.

Les variations de salinité et de turbidité sont ainsi maîtrisées et de ce fait minimisent les stress susceptibles de favoriser les mortalités du naissain prégrossi (Friedman et al., 1997).

Les conditions physiques et chimiques du milieu d'élevage sont avec une faible teneur en turbidité (2,2 NTU) une température proche de 18°C, une salinité de l'ordre de 32 g/l et une saturation en oxygène de 95,5 % considérées comme optimales par la croissance et la survie de *Crassostrea gigas* (Bernard, 1983).

L'apport de phytoplancton en débit constant et continue permet à la fois en eau de mer et en eau de forage traitée, de compléter et d'apporter la ration alimentaire nécessaire à une croissance satisfaisante des juvéniles. Même si la concentration moyenne de phytoplancton correspond aux normes optimales définies par certains auteurs (Matheineu et Toner (1966), Tenore et Dunstan (1973)), la variabilité journalière est importante et peut atteindre un facteur 5 entre la ration journalière la plus faible (4,46 10⁶ cell/ind/j) et la plus forte (21,1 10⁶ cell/ind/j). Cette variabilité est principalement due à la qualité et la quantité de l'innoculum en *Skeletonema costatum* délivré dans les bassins de production et aux variations des conditions climatiques (température et ensoleillement).

Il serait donc profitable de développer un procédé de mesure en continu de la concentration phytoplanctonique, asservi à une vanne motorisée et permettant d'injecter un débit variable de phytoplancton afin de respecter la quantité journalière de cellules micro algales choisie.

Croissance des huîtres creuses

Malgré la période printanière durant laquelle la comparaison du prégrossissement de l'huître creuse a été réalisée, le lot témoin est resté à un stade peu évolué de croissance.

Ceci montre le faible potentiel de croissance pour l'année considérée de la zone des polders des champs.

L'apport de phytoplancton produit sur eau salée souterraine à l'état brut se montre significatif comme source de nourriture pour l'eau salée souterraine traitée mais aussi indispensable comme complément pour l'eau de mer.

L'origine des lots de naissain en provenance de différentes écloséries est le facteur le plus sensible quant à la réponse des lots en terme de croissance par rapport à l'effet « qualité d'eau d'élevage ».

Cependant, après quarante jours de prégrossissement ce dernier paramètre influe positivement sur la croissance des différents lots testés. Il serait intéressant d'expliquer à terme ce phénomène. Il pourrait s'agir d'une carence de l'eau de forage traitée en éléments essentiels pour la croissance ou/et à la présence d'éléments susceptibles, à moyen terme, de provoquer une toxicité vis à vis de l'animal élevé dans ce milieu?

Les réponses obtenues en terme de survie avec l'eau de forage traitée et l'eau de mer sont peu différenciées même si la tendance est à une amélioration de la survie en eau salée souterraine traitée.

La prise en nourriture a été évaluée par la mesure de la concentration en chlorophylle a, avant et après passage des eaux à travers les différents tubes tamis. Les consommations s'échelonnent entre 10 et 50 % de la concentration injectée. Les chiffres sont similaires à ceux de Manzi et al. (1986) pour *Mercenaria mercenaria*, Héral et al (1982) pour *Ruditapes philippinarum* et Baud (1988) pour *Crassostrea gigas* et *Ruditapes philippinarum*.

Ils montrent que les conditions de prégrossissement sont optimales puisque tous les auteurs mettent en évidence le fait qu'un surplus de nourriture est indispensable pour obtenir une bonne croissance des mollusques.

Dans les effluents du système de prégrossissement en eau de mer enrichie, la concentration en sels nutritifs provient essentiellement de la dégradation et de la minéralisation de la matière organique ainsi que de la formation de produits d'excrétion.

Pour l'eau salée souterraine traitée et enrichie, la chaîne de traitement en amont transforme principalement l'ammoniaque et les nitrites en

nitrate. Les phosphates, quant à eux, demeurent présents dans les effluents même si leur concentration initiale est diminuée d'un facteur 4, par l'action des bactéries colonisatrices des filtres dans la chaîne de traitement.

Tout ceci explique la forte charge en sels nutritifs des effluents du prégrossissement sur eau salée souterraine traitée et implique que, pour un changement d'échelle de cette pratique, il soit au préalable étudié l'impact des rejets sur l'environnement et les moyens techniques d'y remédier.

Conclusions et perspectives

Cette première expérience de prégrossissement comparé met en évidence les points suivants :

- faisabilité du prégrossissement en petite quantité de l'huître creuse sur de l'eau salée souterraine traitée et enrichie avec la diatomée *Skeletonema costatum* ,
- - variabilité de croissance et de survie des lots d'huîtres en fonction de leurs origines à la fois en eau de mer et en eau de forage traitée.

Il est déjà envisageable de pouvoir, à court terme, tester la croissance de différentes souches de coquillages selon un protocole rigoureusement identique. En effet, le contrôle de la qualité de l'eau d'élevage, de la nourriture et de la température est désormais possible.

Des progrès devront cependant encore être faits au niveau de la maîtrise de la distribution de la nourriture.

Le transfert de cette technologie aux conchyliculteurs reste toutefois à ce jour incertain. Il est nécessaire avant tout, de transposer ce procédé à grande échelle et de calculer les investissements et les coûts de fonctionnement. L'impact des rejets à grande échelle des eaux de forage traitées devra, quant à lui, être pris en compte sur le plan de l'environnement.

Quoi qu'il en soit, ces premiers résultats ouvrent la voie vers une meilleure maîtrise de l'élevage, du stockage et de l'épuration des mollusques filtreurs d'intérêt commercial.

BIBLIOGRAPHIE

Bacher C., J.P. Baud (1992) Intensive rearing of juvenile oysters *Crassostrea gigas* in an upwelling system : optimization of biological production. *Aquat. Living Resour.* **5**, 89-98.

Baud J.P (1988). Mise au point d'une stratégie de prégrossissement intensif en nourricerie de naissains de palourdes (*Ruditapes philippinarum*) et d'huîtres (*Crassostrea .gigas*) dans la région de la baie de Bourgneuf. *Rapport IFREMER RIDRV 88.031-RA/Bouin*, 83.

Baud J.P (1991) Utilisation des eaux salées souterraines en baie de Bourgneuf pour le prégrossissement intensif de la palourde (*Ruditapes philippinarum*) et de l'huître (*Crassostrea gigas*) en nourricerie. Mémoire présenté le 20 décembre 1991 pour obtenir le diplôme de recherche universitaire de l'Université des Sciences de Nantes, 65p

Baud. J-P., H. Palvadeau, M. Nourry, C. Pénisson & J. Haure, (2000). Traitement de l'eau salée souterraine pour un meilleur contrôle des élevages de coquillage. Rapport SMIDAP, région des Pays de La Loire et Conseil Général de Vendée, 24p.

Bernard F.R (1983). Physiology and the mariculture of some northeastern Pacific bivalve molluscs. PUBL. CAN. FISH. AQUAT. SCI., no. 63, 28pp.

Friedman C.S., A. Shamseldin, M. Pillai, P.G. Olin, G.N. Cherr, S.A Jackson, E. Rifkin, K.R. Uhlinger, J.S. Clegg., 1997. Summer mortality and the stress response of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* Thunberg. *Journal of Shellfish Research*, vol. 16, no.1, p.335.

Gérard A., Y. Naciri, J.M.Peignon, C. Ledu, P. Phelippot, J.P. Baud, M. Nourry, T. Renault, N. Cochenec (1993). Essai d'acclimatation de *Crassostrea virginica* et performances biologiques comparées avec *Crassostrea gigas* (1ère partie). *Rapport IFREMER RIDRV 93.010*,19.

Héral M., J.M. Deslous-Paoli, J. Garnier, D. Prioul et S. Heurtebise et D. Razet., 1982. Facteurs contrôlant la croissance de *Ruditapes Philippinarum* dans 4 nurseries de production en Charente – Maritime (France) C.M. 1982/F :27.

Lorenzen C.J (1967). Determination of chlorophyll and pheopigments : spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12 : 343-346.

Manzi J.J., N.H Hadley, M.B Maddox., 1986. Seed clam, *Mercenaria mercenaria*, culture in an experimental scale upflow nursery system. Aquaculture., vol.54, no. 4, pp. 301-311.

Matthiessen G.C. and R.C. Toner., (1966). Possible methods of improving the shellfish industry of Marthas Vireyard Duke's Country, Massachusets. The Marine fondation Inc, 1-138.

Tenore K.R and W.M. Dunstan., (1973). Comparaison of rates of feeding and biodeposition of the American oyster *Crassostrea virginica*, Gmelin, fed with different species of phytoplankton. J. Exp. mar. Biol. Ecol., 12 : 19-26.