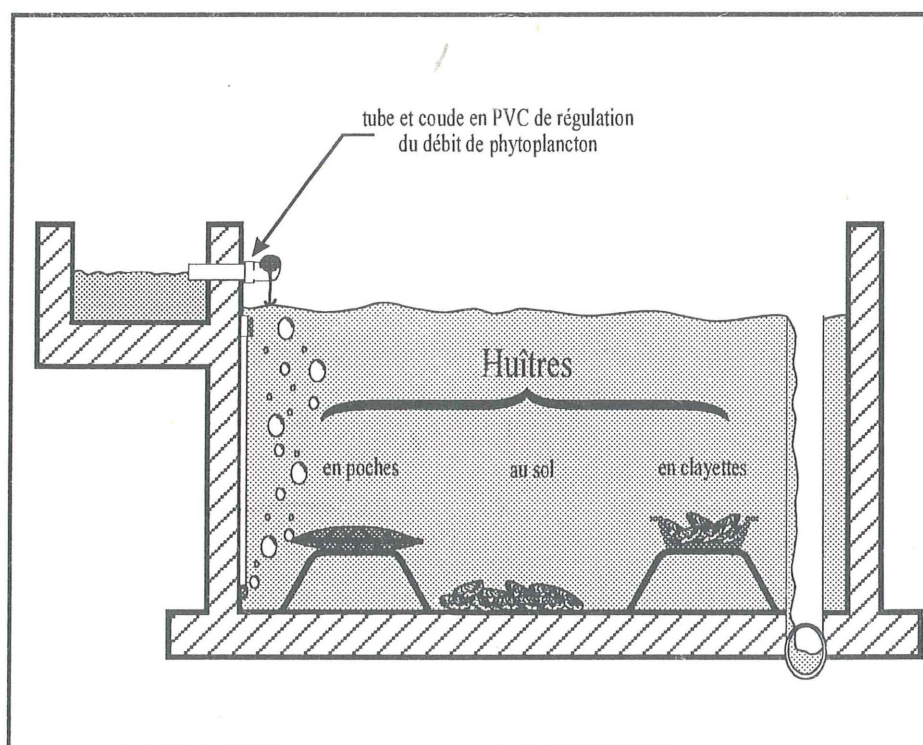


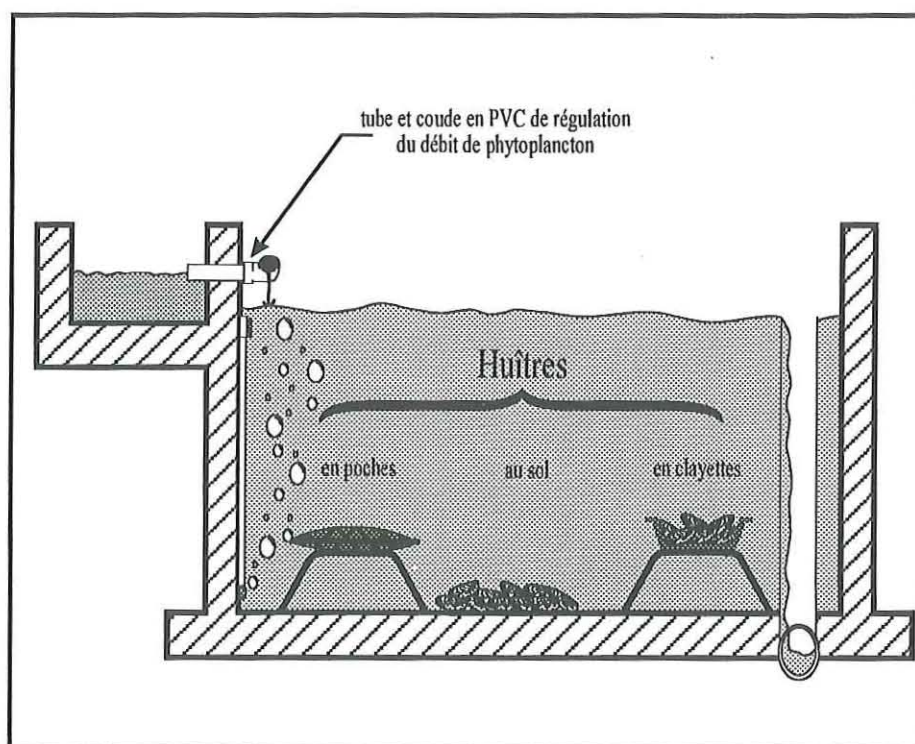
AFFINAGE CONTRÔLE EN BASSIN DE L'HUÎTRE CREUSE *CRASSOSTREA GIGAS*

Jean-Pierre BAUD, Emmanuelle BRISSET et Mireille CARDINAL



AFFINAGE CONTRÔLÉ EN BASSIN DE L'HUÎTRE CREUSE *CRASSOSTREA GIGAS*

Jean-Pierre BAUD, Emmanuelle BRISSET et Mireille CARDINAL



INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Adresse : IFREMER/URRA
Station de Bouin
Polder des champs
85230 BOUIN

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES
DEPARTEMENT RESSOURCES AQUACOLES
SERVICE D'ECONOMIE MARITIME

AUTEUR (S) : Jean-Pierre BAUD, Emmanuelle BRISSET et Mireille CARDINAL		CODE : RIDRV 95 RA/BOUIN
		Date : Septembre 1995 Tirage en nombre : 60
TITRE : AFFINAGE CONTRÔLÉ EN BASSIN DE L'HUÎTRE CREUSE <i>CRASSOSTREA GIGAS</i>.		Nb pages : (35) Nb figures : (17) Nb photos :
CONTRAT(intitulé)	Diversification conchylicole (huître creuse) Affinage contrôlé.	DIFFUSION : libre ◆ restreinte confidentielle

RESUME : Une étude d'affinage contrôlé en bassin de l'huître creuse *Crassostrea gigas* a été réalisée en novembre 1991 par l'IFREMER de Bouin (Vendée). Cinq tonnes d'huîtres ont été nourries avec la diatomée *Skeletonema costatum* produite sur eau salée souterraine à raison de $1,2 \times 10^9$ cellules/individus/jour. L'affinage a été réalisé dans un bassin bétonné de 500 m² muni d'une rampe de bullage d'air à une densité de 11kg/ m² de coquillages. L'influence de différents paramètres sur l'affinage a été testée à l'aide d'un plan factoriel incluant :

La taille des huîtres (86,8g ± 3,8 ; 69,5g ± 3,2 ; 53,1g ± 2,3), la technique de stockage (au sol, en casier surélevé, en poche surélevée) et la situation des huîtres par rapport à l'injection du phytoplancton (alimentation, milieu, évacuation). L'affinage contrôlé est homogène sur l'ensemble du bassin. Les casiers en surélevé semblent être le support de choix pour ce procédé.

La taille de départ influe sur l'intensité finale de l'affinage. Elle ne discrimine pas cependant la qualité finale des huîtres puisque l'indice de condition n'est pas significativement différent.

Le poids sec double et la concentration en glycogène de la chair triple en 30 jours.

Le coefficient moyen de transformation est de 0,3 et correspond à un gain énergétique de 8,2kj par huître.

Un test sensoriel a mis en évidence des différences de flaveur, de texture et d'aspect de la chair avant et après affinage.

L'appellation "spéciale" issue des normes AFNOR a été acceptée par l'administration de tutelle pour les huîtres ainsi affinées.

ABSTRACT : IFREMER research laboratory, located on the Bourgneuf Bay (western coast), developed a simple oyster fattening technique so as to quickly improve *Crassostrea gigas* condition index in fall.

Large scale experiments were carried out in november 1991 to test the diatoma *Skeletonema costatum* batch culture on the fattening of 5 metric tons oyster stock. Phytoplankton was produced in 100 m³ tanks using underground salt-water and then distributed at a daily rate of 1.2×10^9 cells per oyster. Grow-out facilities included a 500 m² aerated concrete raceway. Oysters were deployed at a 11kg.m⁻² stocking density.

To optimize rearing conditions, a three-way experimental design was tested. Variables included adult oyster size (i.e., total weight 86.8 g ± 3.8, 69.5 g ± 3.2, 53.1 g ± 2.3) stocking techniques (i.e., on-bottom, off-bottom using trays and oyster bags), and oyster distribution within the raceway (e.g., vicinity from the phytoplankton input).

ANOVA results demonstrated that fattening procedure was homogeneous within the raceway. Bests results were obtained ushing off-bottom culture with trays. Final fattening level was correlated with inital size of oysters.

However final oyster quality was not discriminated since condition index was not significantly different.

A 2-fold dry meat and condition index improvement was observed without mortality rate increase. Glycogen content also increased strongly (i.e., 3-fold) in one month. Food chain efficiency was estimated to 0.3 yielding to a 8.2kj growth rate per oyster.

A sensory profile test performed on inital and final oysters showed differences with flavor, texture and aspect of flesh.

Based on AFNOR regulation, the final product characteristics prompted the decision makers to authorize the use of the brand name "special" for these oysters.

Mots clés : Affinage contrôlé, *Crassostrea gigas*, *Skeletonema costatum*, glycogène.

Key words : Fattening procedure, *Crassostrea gigas*, *Skeletonema costatum*, glycogen.



SOMMAIRE

I - INTRODUCTION	1
II - MATÉRIEL ET MÉTHODE.	2
2.1. Structure expérimentale, matériel biologique.	2
2.2. Production du phytoplancton, ration alimentaire.	4
2.3. Méthodes et suivi des paramètres	5
2.3.1. Modalité et fréquence des prélèvements.	5
2.3.2. Paramètres hydrobiologiques	6
2.3.3. Paramètres biométriques	7
2.3.4. Paramètres biochimiques	8
2.3.5. Caractérisation sensorielle.	8
2.3.6. Paramètres environnementaux	9
III - RÉSULTATS	11
3.1. Evolution des paramètres physicochimiques	11
3.2. Evolution des paramètres biotiques	11
3.2.1. Nombre de cellules phytoplanctoniques	11
3.2.2. Biomasse phytoplanctonique	15
3.3 Evolution quantitative et qualitative des huîtres creuses	15
3.3.1. Croissance pondérale	15
3.3.2. Composés biochimiques.	18
3.3.3 Caractéristiques sensorielles.	20
3.3.4 Qualité hygiénique	21
0	
3.4 Optimisation du procédé d'affinage contrôlé en bassin	24
3.4.1. Calcul de l'efficacité du procédé d'affinage contrôlé	24
3.4.2. Influence des facteurs étudiés lors de l'affinage contrôlé	25
IV - DISCUSSION	29
V - CONCLUSIONS.	33
VI - RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	34
VII- ANNEXES	35

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier :

La SARL TARAUD située au port des Brochets à Bouin en Vendée, pour avoir permis de réaliser cette étude dans leurs installations ostréicoles.

L'équipe IFREMER environnement littoral de NANTES, pour les analyses bactériologiques sur l'eau et sur les coquillages.

Monsieur Joël HAURE, pour la formation d'Emanuelle BRISSET aux différentes analyses du milieu et des composés biochimiques de la chair de l'huître creuse.

Madame Françoise LAUNAY, pour la dactylographie et la mise en page de ce rapport.

I INTRODUCTION

En France, une forte proportion de la production totale des huîtres creuses (140 000 tonnes) est commercialisée durant la période des fêtes de fin d'année. A cette époque l'état d'engraissement de *Crassostrea gigas* est variable suivant les secteurs de production (Littaye-Mariette et al, 1994). Il dépend pour un site considéré de la climatologie, de l'apport de sels nutritifs issus des bassins versants mais aussi du degré d'exploitation en coquillages de l'écosystème (Héral 1991). Ainsi dans le bassin de Marennes-Oléron (80 000 tonnes) et dans la baie de Bourgneuf (14 000 tonnes) le niveau d'engraissement de l'huître japonaise est peu élevé (Deslous Paoli, 1981; Héral et al., 1983 et Haure et Baud, 1990).

Cependant, des techniques extensives d'engraissement et d'affinage en claires effectuées dans les marais maritimes de ces régions (Moreau, 1970) permettent d'améliorer la qualité finale du produit marchand. Toutefois, malgré le savoir faire des ostréiculteurs, les variabilités climatiques annuelles ne permettent pas d'assurer régulièrement une homogénéité de qualité de l'huître pour le consommateur.

Différentes recherches ont été menées pour améliorer la production primaire dans les bassins de terre, par ajouts de sels nutritifs (Nell, 1983; Maguire et al., 1981).

Des essais d'engraissements forcés ont été réalisés en bassin par apport d'amidon, de poudre de maïs ou de substances riches en glucides (Turgeon et Haven, 1978; Ingle et al., 1981; Gras et Gras, 1976; Nell et Wisely, 1984). La plupart des résultats mettent en évidence la supériorité de l'apport de phytoplancton vivant comme nourriture sur les diverses préparations employées. Cependant le prix de revient de cette nourriture reste souvent limitant pour des applications à grande échelle (Walne, 1976 ; De Pauw, 1981).

La présence d'une eau salée souterraine, riche en sels nutritifs et exploitable à faible profondeur dans le sous-sol des marais de l'ouest de la France, permet d'utiliser cette ressource comme milieu de culture du phytoplancton. En effet cette eau est utilisée sans modification pour produire toute l'année et à faible coût la diatomée *Skeletonema costatum* en grands volumes (Baud, 1988).

Ainsi la mise en oeuvre d'un nouveau procédé intensif, destiné à améliorer la qualité de l'huître creuse *Crassostrea gigas* peut être envisagé. Les objectifs principaux de cette étude sont :

- La mise au point d'un procédé intensif d'affinage rapide de l'huître creuse avec la diatomée *Skeletonema costatum* en période automnale.
- L'optimisation de la technique d'affinage sur le plan du stockage en bassin des produits à engraisser et de l'homogénéité de qualité du produit fini.
- La vérification de l'innocuité du procédé au niveau de l'hygiène et de la santé.
- La mise en place d'un outil analytique comme "l'évaluation sensorielle" permettant d'accéder aux caractéristiques organoleptiques de ce produit. Sur ce dernier point, la plupart des travaux relatifs aux huîtres n'abordent pas les propriétés sensorielles de ce coquillage, seuls quelques articles font référence aux composés volatils présents dans les huîtres (Ronald et Thomson, 1964; Josephson et al., 1985).

Or ces informations peuvent se révéler d'une grande importance dans un contexte de démarche qualité. Dans ce cas il est important de pouvoir définir le plus précisément possible l'ensemble des caractéristiques du produit et de tenter d'expliquer sur la base de données objectives la préférence des consommateurs.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODE.

2.1. Structure expérimentale, matériel biologique.

La structure d'affinage contrôlé a été financée par la SARL TARAUD. Elle est implantée sur une superficie d'environ 2000m² et incluse dans l'établissement d'expédition de cette entreprise qui se situe au Port des Brochets à proximité de la baie de Bourgneuf.

L'étude de la mise au point du procédé d'affinage contrôlé s'est effectuée dans un bassin bétonné de 38m x 12m et d'un mètre utile de profondeur (fig.1). Sur un des grands côtés de ce bassin est adossé un couloir d'une profondeur de 20cm. Celui-ci est perforé sur toute sa longueur par des tubes PVC de diamètre 5cm, munis de coudes pour permettre la régulation spatiale de l'injection de la nourriture phytoplanctonique. En vis à vis, 4 dérases d'1 mètre de hauteur permettent d'évacuer le surplus d'eau de mer non enrichie et de conserver une lame d'eau constante. Une rampe de bullage d'air placée au fond du bassin assure à la fois l'apport d'oxygène pour les huîtres creuses et le brassage de la colonne d'eau (fig 2).

Afin d'optimiser l'affinage intensif, un plan d'expérience à trois facteurs incluant trois niveaux respectifs a été étudié :

Le facteur taille : Trois lots d'huîtres calibrées ont été affinées du 23 Octobre au 20 Novembre 1991 soit durant une période de 29 jours. Les huîtres âgées de 2 à 3 ans sont issues des parcs d'élevage de l'entreprise et possèdent les caractéristiques initiales suivantes :

Classe n°2	Poids moyen = 86,77g	± 3,87	n = 30
Classe n°3	Poids moyen = 69,48g	± 3,23	n = 30
Classe n°4	Poids moyen = 52,08g	± 2,38	n = 30

(± = intervalle de confiance à 95% de sécurité, n = nombre d'observations.)

Le facteur méthode : Trois méthodes différentes de stockage ont été utilisées pour vérifier si la position des huîtres dans le bassin et/ou le type de container utilisé n'ont pas d'influence sur l'affinage :

Un stockage au sol (S). Les huîtres sont déposées à même le sol bétonné du bassin à raison de 11kg/m².

Un stockage en surélevé et en poche (P). Les huîtres sont placées dans des poches ostréophiles (maille de 14) à une densité de 5,5kg/poche soit 11kg/m² sur des tables ostréicoles traditionnelles de 50cm de hauteur.

Un stockage en surélevé et en casier (C). Les huîtres sont disposées dans des casiers de plastique ajourés (maille de 10) à une densité de 11kg/m² sur des tables ostréicoles.

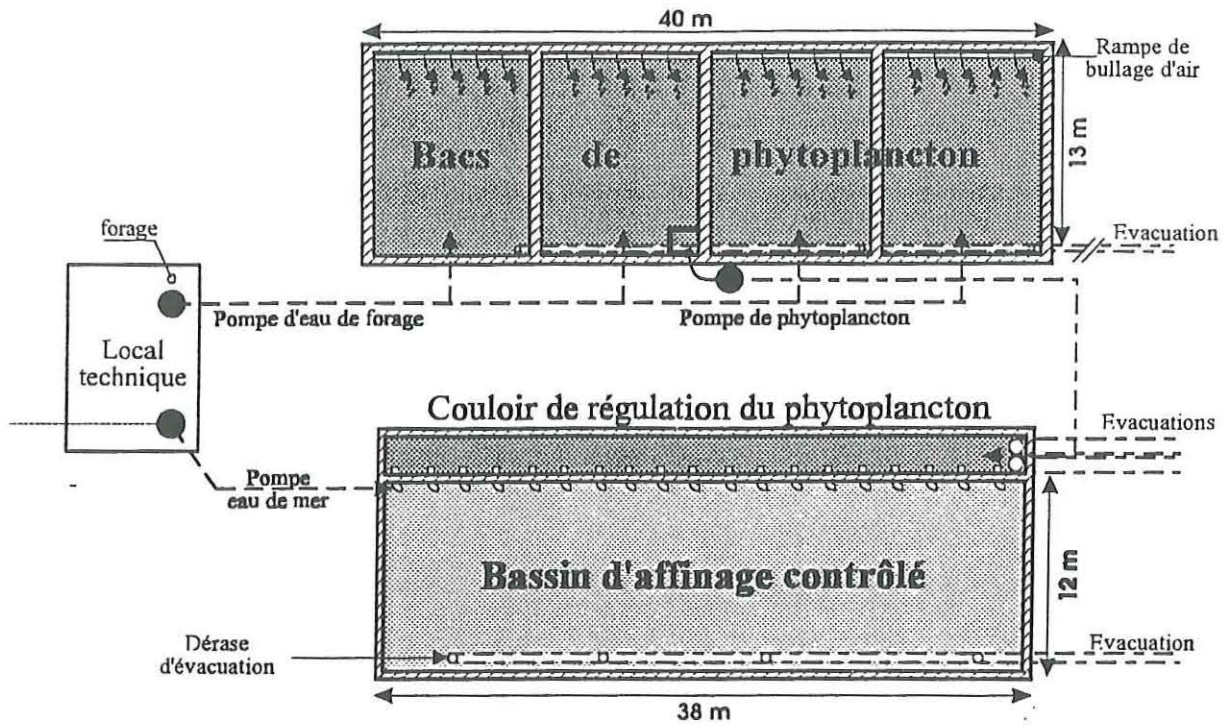


fig 1 : Schéma des bacs de production du phytoplancton et du bassin d'affinage contrôlé des huîtres creuses.

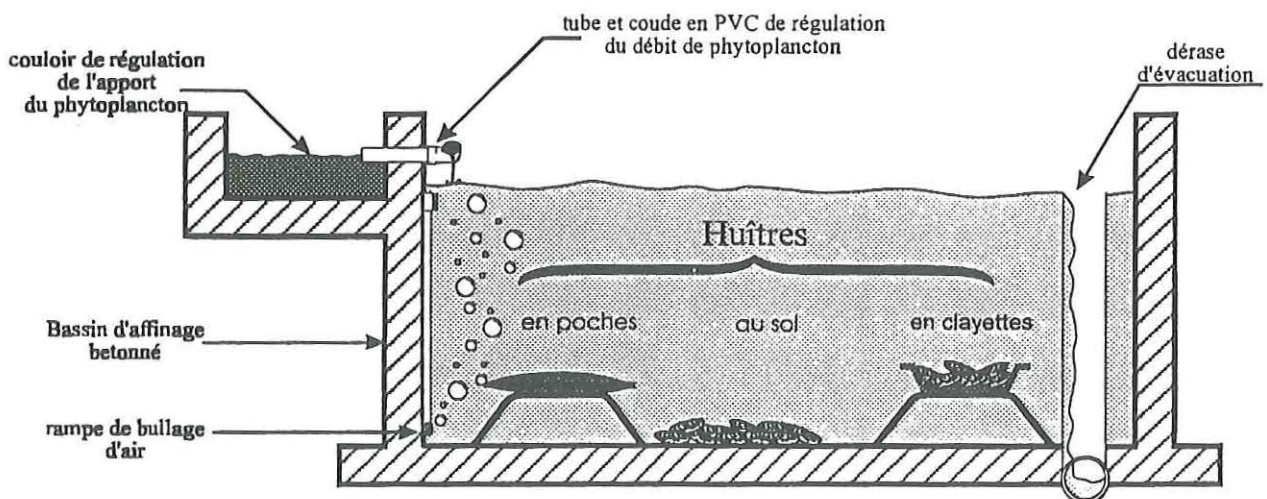


fig 2 : Coupe du bassin d'affinage contrôlé des huîtres creuses.

Le facteur situation : Si la masse d'eau n'est pas homogène l'incidence de la position du coquillage par rapport à la source de nourriture influence sensiblement sa croissance et son engraissement (Séverin *et al.*, 1994). Pour mettre en évidence le degré de fiabilité du procédé étudié, trois positions d'affinage ont été fictivement définies :

L'alimentation (A): Cette position correspond à un tiers de la surface du bassin, soit une bande de 3m X 38m située à proximité immédiate du couloir de répartition de la nourriture phytoplanctonique.

L'évacuation (E): Cette position correspond à un tiers de la surface du bassin. Cette bande est située à proximité immédiate des dérives d'évacuation.

Le milieu (M): Cette position correspond à la surface intermédiaire qui se trouve entre l'alimentation et l'évacuation.

Ainsi, 27 combinaisons expérimentales différentes peuvent être étudiées, (fig.3) chaque modalité correspond à une surface de 17m². La totalité de l'expérience réalisée sur 456m² nécessite cinq tonnes d'huîtres soit environ 50000 individus.

APPORT DE PHYTOPLANCTON

2 AP	3AP	4AP	2AS	3AS	4AS	2AC	3AC	4AC
2MP	3MP	4MP	2MS	3MS	4MS	2MC	3MC	4MC
2EP	3EP	4EP	2ES	3SE	4SE	2EC	3EC	4EC

EVACUATION

Fig 3 : Schéma du positionnement des différentes conditions expérimentales étudiées dans le bac d'affinage: 2.3.4. = facteur taille, A,M,E = facteur situation, P,S,C = facteur méthode. (Ex : 3MS = huîtres n°3 situées au milieu du bassin et stockées à même le sol).

2.2. Production du phytoplancton, ration alimentaire.

La nourriture phytoplanctonique est assurée par la production en grand volume d'une culture monospécifique de *Skeletonema costatum*. La production phytoplanctonique est réalisée en plein air, dans quatre bacs de 100m³, (fig.1) munis individuellement d'une rampe de bullage et d'une alimentation en eau salée souterraine riche en sels nutritifs, (Robert, 1990).

Des repiquages successifs et journaliers de la même population algale permettent en quatre jours d'obtenir en fin d'automne, début d'hiver un concentré de diatomées entre 0,5 et 1×10^6 cellules/ml.

La ration alimentaire a été fixée en fonction des besoins physiologiques de *Crassostrea gigas*. Un bon état d'engraissement est obtenu lorsque le rapport respiration sur ingestion est situé entre 0,5 et 0,6 (Bougrier, com. pers). A des températures situées entre 5 et 15°C et pour une huître de 1g de poids sec un apport énergétique de 3 à 3,6 joules/litre en continu est nécessaire.

Pour fournir cette quantité et sachant qu'en moyenne une cellule de *Skeletonema costatum* est égale à $490,73 \cdot 10^{-9}$ joules (Baud et Haure non pub.), il est nécessaire de produire $81 \text{m}^3/\text{jour}$ de phytoplancton à une concentration de $0,5 \cdot 10^6$ cellules/ml, et ce pour 50000 huîtres.

Ainsi, une production journalière de 90 à 100m^3 est réalisée quotidiennement pour assurer l'affinage et l'innoculum nécessaire pour le repiquage de l'algue fourrage.

L'eau de mer dans cette étude n'est utilisée que comme vecteur de transport de la nourriture (*Skeletonema costatum*). Pour des raisons pratiques (difficulté de pompage en mortes eaux) et économiques, le renouvellement en eau de mer est minimisé. Le risque de confinement et de toxicité généré par de fortes concentrations de substances chimiques telle que l'ammoniaque semble faible.

Ainsi, le renouvellement total de l'eau de mer n'a été fait qu'une fois par quinzaine. Cette période est mise à profit pour nettoyer les huîtres lors de "l'assec". Aux autres périodes, le taux de renouvellement quotidien de 10% d'eau de mer lorsque la concentration ammoniacale dépasse les $20 \mu\text{mol/l}$ a été choisi arbitrairement.

Le phytoplancton produit sur eau salée souterraine est pompé continuellement à raison de $4 \text{m}^3/\text{h}$ dans le couloir d'alimentation du bassin d'affinage. La nourriture est injectée de manière homogène sur toute la longueur du bassin par l'intermédiaire des tuyaux et des coudes PVC.

La ration alimentaire théorique est dans ce cas proche de $1 \cdot 10^9$ cellules de *Skeletonema costatum* par huître à affiner et par jour.

2.3. Méthodes et suivi des paramètres

2.3.1. Modalité et fréquence des prélèvements.

L'évolution de la production phytoplanctonique a été suivie quotidiennement. Le prélèvement est effectué après le débitmètre d'alimentation du couloir de régulation attenant au bassin d'affinage. Les paramètres hydrobiologiques de l'eau enrichie en *Skeletonema costatum* sont analysés tous les jours. Le prélèvement à -0,5m de la surface est effectué au milieu du bassin d'affinage à l'aide d'une petite embarcation.

L'évolution de la croissance des huîtres s'effectue selon deux méthodes :

Suivi temporel de l'affinage contrôlé

Un prélèvement hebdomadaire de 30 huîtres tirées au hasard est réalisé sur la parcelle centrale (17m²) à l'aplomb du point de suivi hydrobiologique. Cette parcelle correspond à la combinaison suivante :

- classe de taille d'huîtres : N°3, (3)
- situation, milieu du bassin : (M)
- méthode utilisée : stockage au sol, (S).

Sur les 30 huîtres choisies, dix d'entre elles sont analysées individuellement pour étudier l'évolution de la composition biochimique de la chair.

Bilan de l'affinage contrôlé

Initialement lors de la mise à l'eau des huîtres, chaque classe de taille est analysée par tirage aléatoire de trente individus. Après 29 jours d'affinage un bilan final est dressé. Pour ce faire, différents paramètres sont analysés individuellement sur trente huîtres prises au hasard dans les 27 parcelles définies par le plan expérimental.

Pour prendre en compte l'influence des facteurs étudiés et leurs interactions, des analyses de variances (ANOVA) ont été faites sur les différents paramètres calculés, (STATITCF, 1987).

2.3.2. Paramètres hydrobiologiques

Pour caractériser la qualité de l'eau d'affinage différents paramètres ont été étudiés :

- Les fluctuations quotidiennes de la température sont mesurées à l'aide d'un thermomètre mini-maxi sensible au demi-degré Celsius.
- La salinité, selon la méthode conductimétrique au 1/10^{ème} de gramme (KENT.EIL, 5005-705).
- Le ph est relevé au 100^{ème} à l'aide d'un phmètre Knick.
- L'oxygène dissous exprimé en % de saturation est mesuré à l'aide d'un oxymètre YSI de terrain.
- La concentration ammoniacale résiduelle est analysée selon la méthode de Koroleff (1976) et exprimée en $\mu\text{mol/l}$.
- La richesse de l'eau en phytoplancton est mesurée par le dosage des teneurs en chlorophylle a et phéopigments ($\mu\text{g/l}$). Les dosages sont effectués après filtration de l'eau sur membrane GFC par la méthode de Lorenzen (1967) à l'aide d'un spectrophotomètre HITACHI à double faisceau.

L'évolution de production phytoplanctonique dans les bacs extérieurs est quantifiée par différentes méthodes :

Le dénombrement cellulaire :

Il est réalisé par comptages successifs (6) sur une cellule hematimétrique de type Malassez. Le dénombrement moyen est exprimé en 10³ cellules/ml.

L'énergie particulaire de l'algue fourrage est calculée à partir de la composition biochimique du particulaire filtré sur GFC Watman.

Le dosage des protéines est basé sur la méthode de Lowry *et al.*, (1951).
 Le dosage des lipides est effectué selon le procédé de Marsh et Weinstein (1966).
 Le dosage des glucides est réalisé avec la méthode de Dubois *et al.*, (1956).

L'énergie particulaire est calculée à partir des coefficients de conversion calorique de Brody (1945):

$$E (J/l) = 23,63 \times \text{Prot (mg/l)} + 17,16 \times \text{Glu (mg/l)} + 39,56 \times \text{Lip (mg/l)}.$$

2.3.3. Paramètres biométriques

La croissance totale des huîtres est mesurée individuellement à l'aide d'une balance Mettler au 1/100^{ème} de gramme.

L'évolution du poids de la chair fraîche, du poids sec de chair (au 100^{ème} de gramme après déshydratation par lyophilisation pendant 48 heures) et du poids des coquilles vides est estimée après ouverture des coquillages.

A partir de ces données, différents indices de condition peuvent être calculés :

L'indice AFNOR ou professionnel.

Il est issu de la norme française NF V45-056 de Septembre 1985 et peut s'écrire :

$$I = \frac{m_0 \times 100}{m_1}$$

où, m_0 est la masse, en grammes, de 20 huîtres creuses avant ouverture.

m_1 est la masse, en grammes, de la chair égouttée de ces mêmes 20 huîtres.

Il détermine ainsi différentes dénominations d'huîtres :

- L'huître fine ayant un indice AFNOR (I) compris entre 6,5 et 9,0.
- L'huître spéciale ayant un indice AFNOR (I) supérieur à 9,0.

Dans cette étude l'indice AFNOR a été calculé pour chaque huître afin de mieux prendre en compte la variabilité de l'échantillon et de pouvoir comparer avec des indices scientifiques.

Les indices de conditions scientifiques.

Parmi les nombreux indices de condition utilisés dans la littérature (Bodoy *et al.*, 1986) deux indices peuvent être choisis pour leurs bonnes représentativités de l'état physiologique et de la croissance pour *Crassostrea gigas* :

L'indice de condition I_1 , (Walne, 1970).

$$I_1 = \frac{\text{Poids sec de chair lyophilisée}}{\text{Poids sec de coquille}} \times 1000$$

L'indice de condition I_2 , (Lawrence et Scott, 1982).

$$I_2 = \frac{\text{Poids sec de chair lyophilisée}}{\text{Poids total} - \text{Poids sec de coquille}} \times 1000$$

2.3.4. Paramètres biochimiques

Toutes les analyses sont effectuées individuellement à partir d'une prise connue de chair sèche. Protéines, lipides et glucides sont analysés selon les méthodes précitées, après extraction dans la soude 1N pour les protéines, au chloroforme pour les lipides, dans l'acide trichloroacétique sur la chair délipidée pour les glucides.

La valeur énergétique de la chair est calculée en appliquant les coefficients de conversion de Brody (1945) réajustés pour les lipides par Deslous-Paoli *et al.*, (1988) selon la formule :

$$E (J) = 23,63 \times \text{Prot (mg)} + 17,16 \times \text{Gluc (mg)} + 34,42 \times \text{Lip (mg)}$$

2.3.5. Caractérisation sensorielle.

L'effet de l'affinage contrôlé, sur les propriétés organoleptiques des huîtres a été suivi par un jury entraîné d'une vingtaine de personnes, interne au centre IFREMER de Nantes.

Les séances de dégustation ont eu lieu dans une pièce prévue à cet effet, divisée en 10 cabines individuelles. Cette salle répond aux spécifications de la norme AFNOR V-09-105, (1987) concernant l'implantation des locaux destinés à l'analyse sensorielle.

Pour cette caractérisation, une comparaison a été réalisée entre des huîtres témoins ou non affinées et des huîtres de même origine pour le témoin provenant de la parcelle centrale du bassin d'affinage (3MS) c'est à dire des huîtres de classe n°3, situées en milieu de bassin et stockées au sol.

Après stockage en chambre froide (4°C) les huîtres sont ouvertes 1 heure avant l'évaluation, dans une pièce à température ambiante, la première eau est éliminée et la coquille est remise sur l'huître. Chaque personne reçoit 3 huîtres par lot, codées par un nombre à 3 chiffres de façon à rendre les échantillons anonymes.

La méthode d'évaluation mise en oeuvre est la méthode du profil sensoriel (normes AFNOR V-09-003, 1988).

Il s'agit de noter l'intensité des différentes caractéristiques sensorielles de la chair pour chaque échantillon proposé.

Les descripteurs présentés ont été préalablement choisis pour leur caractère pertinent et discriminant. Les étapes de sélection des critères sont présentées en Annexe 1 pour la phase qualitative de description des produits et en Annexe 2 pour la phase quantitative de notation des intensités des descripteurs.

Les descripteurs suivants ont été retenus pour caractériser la chair des huîtres.

	Descripteurs sensoriels
Odeur	iodée algue souffrée
Aspect de la chair	beige jaune vert clair translucide gras remplissage bord du manteau (couleur noire)
Saveur	salée sucrée noisette élastique
Texture	croquante visqueuse pâteuse grasse

Les notations des dégustateurs sont saisies automatiquement à partir de minitels (système Fizz, Biosystèmes). Chaque personne évalue l'intensité de la sensation perçue sur une échelle dont les extrémités sont définies par les termes faible et fort. Les notes recueillies sont comprises entre 0 et 10.

2.3.6. Paramètres environnementaux

L'affinage contrôlé en bassin a pour vocation première d'augmenter le taux de remplissage des huîtres en vue d'une commercialisation immédiate comme denrée pour l'alimentation. Ce procédé doit donc impérativement conserver la qualité sanitaire et hygiénique du produit initial.

Analyses bactériologiques

Deux séries d'analyses bactériologiques ont été réalisées en fin d'étude (les 14 et 20 novembre) sur un pool de 30 huîtres pour les 3 types d'affinage (S, P, C). La recherche de coliformes totaux et fécaux s'est faite selon la technique de numérotation en milieu liquide (méthode du nombre la plus probable - NPP) Normes AFNOR, 1981, par le personnel de la D.E.L. IFREMER de Nantes.

Analyses des métaux lourds

Pour le lot central (3MS) affiné en bassin, un dosage de 6 métaux lourds (Cd, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb et Zn) a été pratiqué sur un pool de 30 huîtres avant et après engraissement. Ces analyses ont été effectuées par le centre de dosage des éléments traces à la Faculté des Sciences Pharmaceutiques de Nantes.

Recherche de cytotoxicité

Une recherche d'activité cytotoxique a été menée sur les huîtres ayant subies un affinage, sur l'eau enrichie du bassin de stockage et sur la diatomée *Skeletonema costatum* produite sur eau salée souterraine. Ces analyses ont été réalisées en fin d'expérience par le laboratoire des substances marines à activité biologique (SMAB) de la faculté de pharmacie de Nantes.

III - RÉSULTATS

3.1. Evolution des paramètres physicochimiques (fig.4)

Au cours de la période d'affinage étudiée, la température moyenne calculée à partir des minimums et maximums journaliers a atteint $10,9 \pm 0,5$ °C, $n = 29$. La température maximum enregistrée est de 14,5°C alors que la température minimale est de 8,5°C. La température de l'eau est restée relativement stable, avec une amplitude journalière proche de 2° C.

La salinité est restée constante ($29,1 \pm 0,3\%$, $n = 21$) durant les 21 premiers jours d'affinage. Une baisse de 2‰ s'est ensuite produite pour atteindre un minima de 27,3‰ elle correspond à un épisode pluvieux. En fin d'expérience, on enregistre une remontée jusqu'à 28,4‰.

La saturation de l'eau en oxygène est dans tous les cas supérieure à 80%, avec un minima à 83,1% et un maxima à 112,5%.

Le ph est stable avec une moyenne de $8,52 \pm 0,04$, $n = 29$. Il oscille entre 8,33 et 8,74 ;

La concentration en ammoniacque est faible ($1,91 \pm 0,53$ µmol/l, $n = 5$) durant les cinq premiers jours d'affinage. L'absence de renouvellement en eau de mer et les déjections des coquillages accroissent rapidement la teneur en ammoniacque qui atteint le 12^{ème} jour, 22,3 µmol/l. Le changement total de l'eau de mer du bassin le 13^{ème} jour et l'apport régulier et quotidien de 10% du volume en renouvellement permettent de maintenir la concentration au voisinage de 20 µmol/l avec toutefois de fortes variations journalières (+ 18,6 µmol/l) en fin d'élevage.

3.2. Evolution des paramètres biotiques

3.2.1. Nombre de cellules phytoplanctoniques (fig.5)

La concentration moyenne de cellules de *Skeletonema costatum* distribuée durant toute la période d'affinage est avec $633.10^3 \pm 96.10^3$ cell/ml, $n = 28$, légèrement supérieure à la concentration théorique (500.10^3 cell/ml) établie dans le protocole. Les variations maximales de la production phytoplanctonique oscillent d'un facteur 4,2.

On remarque une production qui s'échelonne sur deux périodes. Une période de moindre production ($\bar{x} = 409 \pm 114. 10^3$ cell/ml, $n = 11$) qui s'étale sur les onze premiers jours et une période de plus forte production ($\bar{x} = 779 \pm 9.10^3$ cell/ml, $n = 17$) pendant 17 jours en fin d'expérience.

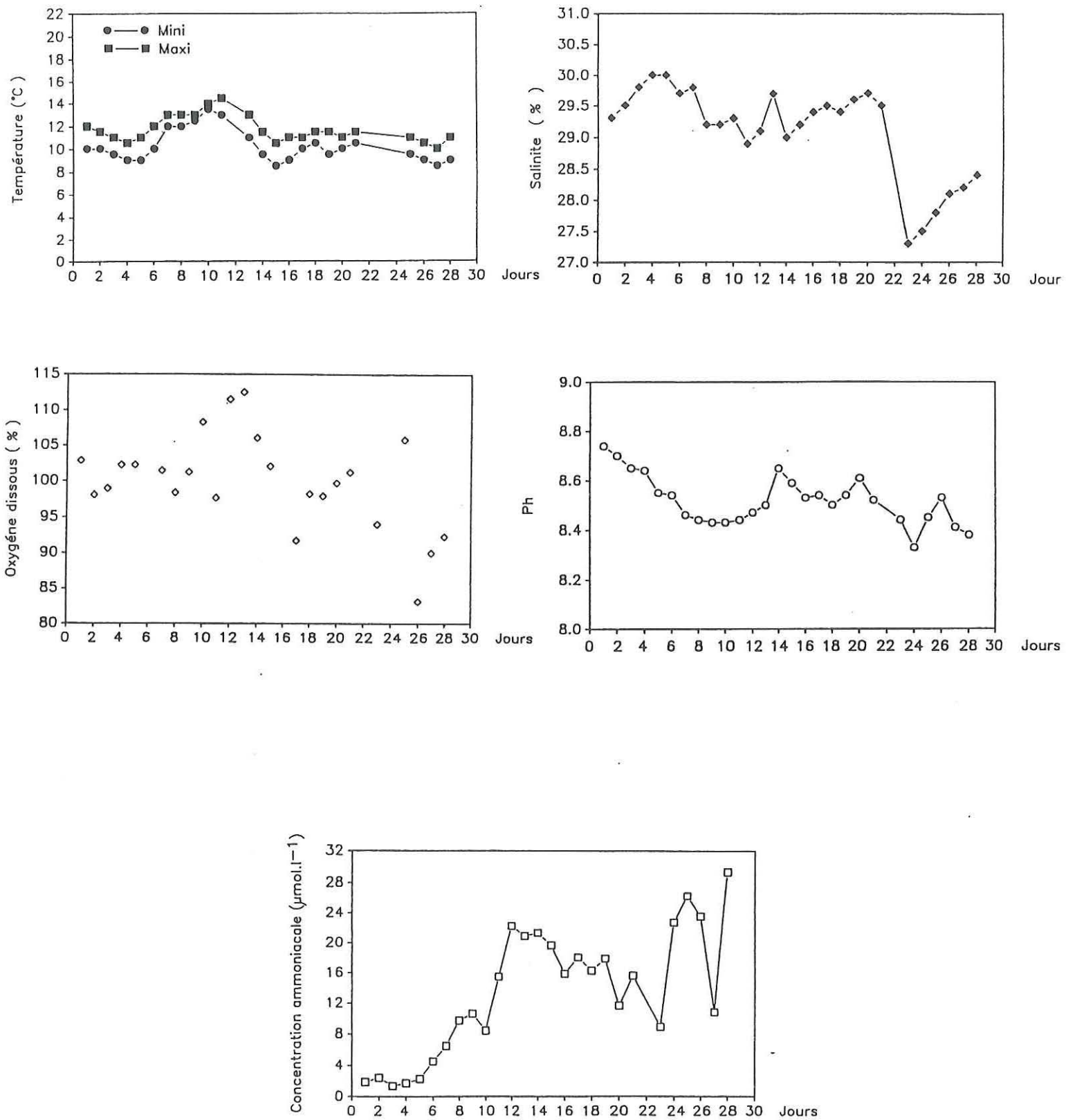


Fig 4 : Evolution des paramètres physicochimiques de la lame d'eau au cours de la période d'affinage.

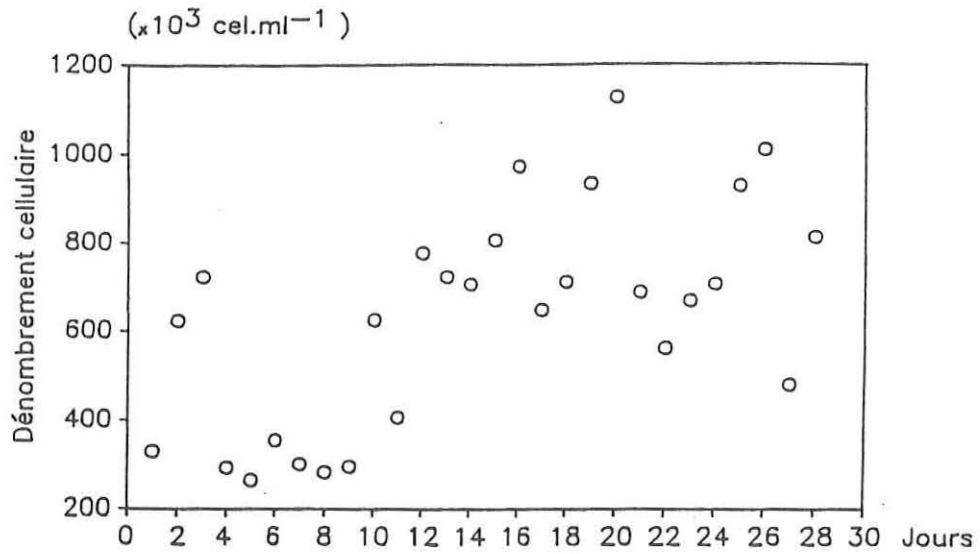


Fig 5 : Evolution de la concentration phytoplanctonique en *Skeletonema costatum* distribuée dans l'eau d'élevage.

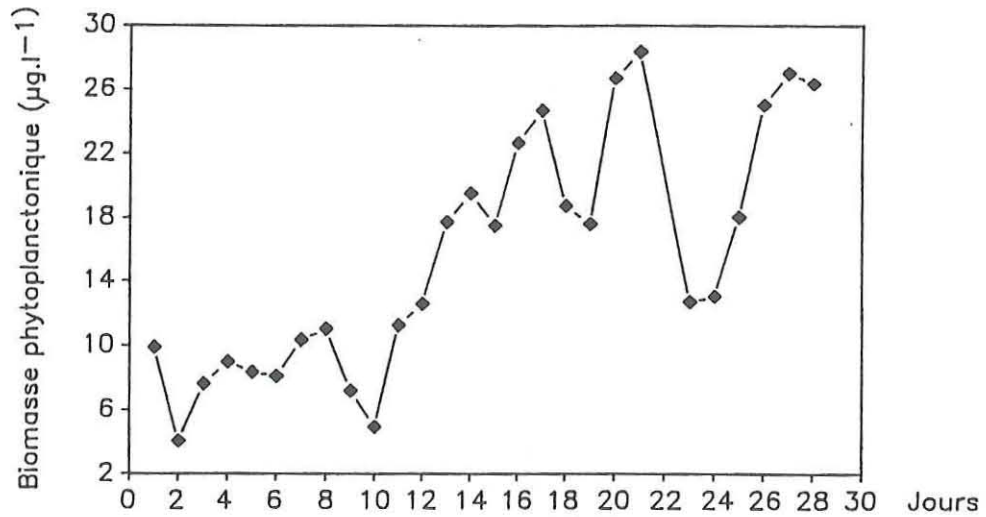


Fig 6 : Evolution de la biomasse phytoplanctonique (chlorophylle *a* + phéopigments) dans l'eau d'élevage.

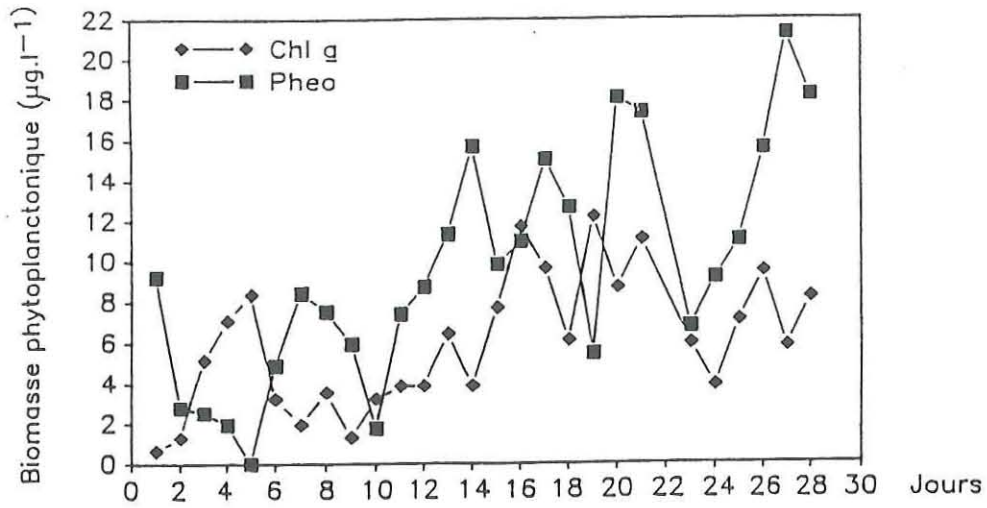


Fig 7 : Evolutions comparées dans l'eau d'élevage de la concentration en chlorophylle a et en phéopigments.

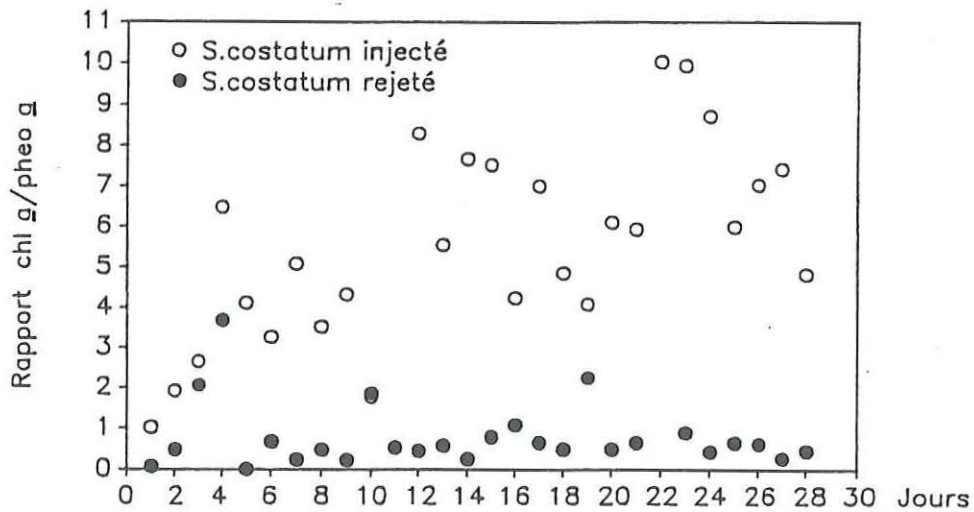


Fig 8 : Evolution du rapport chlorophylle a/phéopigment dans le phytoplancton injecté à l'alimentation et dans l'eau d'élevage à l'évacuation.

3.2.2. Biomasse phytoplanctonique

Cette variabilité de production se retrouve dans l'analyse de la biomasse phytoplanctonique résiduelle qui peut être exprimée par la somme des pigments totaux (chl_a + pheo) (fig.6). Durant les onze premiers jours, la concentration moyenne de l'eau d'élevage est de $8,32 \pm 1,93$ µg/l, n = 11. Elle se situe à $20,51 \pm 2,68$ µg/l, n = 18 au cours de la dernière période d'affinage. Si l'on sépare les pigments des cellules actives (chlorophylle a), des pigments d'origine détritique ou/et de cellules senescentes (phéopigments) il est remarquable de souligner que ces derniers sont presque toujours supérieurs en concentration par rapport à la chlorophylle a dans l'eau d'élevage (fig.7).

Cette tendance n'est pas due à la qualité du phytoplancton produit dans les bacs extérieurs en quatre jours puisque dans ce cas les microalgues injectées ont un rapport moyen chl_a/pheo égal à $7,60 \pm 4,28$, n = 29, (fig.8). Ce ratio est significatif d'une efflorescence en phase exponentielle. Par contre le même phytoplancton analysé dans la lame d'eau subit une dégradation, mise en évidence par une diminution du rapport précité ($0,78 \pm 0,30$, n = 29).

3.3 Evolution quantitative et qualitative des huîtres creuses

3.3.1. Croissance pondérale

L'évolution de la croissance pondérale pour la combinaison expérimentale 3MS, située au centre du bassin d'affinage montre une absence de croissance significative en ce qui concerne le poids moyen de la coquille (fig.9). Celui-ci est égal à $42,71g \pm 1,64$, n = 5 et ne subit que peu de variation.

Le poids sec moyen, après une période de stagnation de 8 jours ou la masse de chair reste proche de 0,8g croît régulièrement pour atteindre 1,42g après 29 jours d'affinage (fig. 10). On enregistre ainsi une augmentation proche d'un facteur 2, (1,8) du poids de chair.

Au début de l'expérience, l'indice de condition AFNOR (fig.11) utilisé par les professionnels montre que le lot d'huîtres étudié ne peut prétendre à aucune dénomination avec un indice de $6,8 \pm 0,7$, n = 30.

Quinze jours après, toute la population se trouve entre 6,5 et 9 c'est à dire dans la fourchette de dénomination "fine". Au terme de l'affinage contrôlé avec $10,3 \pm 0,7$, n = 30 l'ensemble des huîtres se trouvent dans la gamme "spéciale" avec un indice de condition $> 9,0$.

La tendance est identique avec le calcul de l'indice de condition I_1 . Les huîtres passent par paliers successifs d'un indice de $18,5 \pm 2,3$ à $34,9 \pm 2,9$, n = 30 (fig.12).

L'indice I_2 montre une évolution dans le temps un peu différente, (fig.13). Après une stagnation autour de l'indice $33,38 \pm 4,51$, n = 30 d'environ huit jours l'indice progresse linéairement pour atteindre $47,70 \pm 3,99$, n = 30 en fin de période d'affinage.

Pour les trois calculs d'indice de condition la variabilité de qualité du lot d'huîtres diminue au cours de l'expérience (tableau 1). Cette variabilité calculée à partir du coefficient de variation est plus forte sur le lot initial pour I_2 (55,0%) par rapport à I_1 et I_{AFNOR} (35,4% et 29,3%). En fin d'affinage le coefficient de variation moyen est de 21,7% pour les trois indices et correspond à une régression de l'hétérogénéité en 29 jours de respectivement 36,2%, 33,6% et 58,5% pour les indices I_{AFNOR} , I_1 et I_2 .

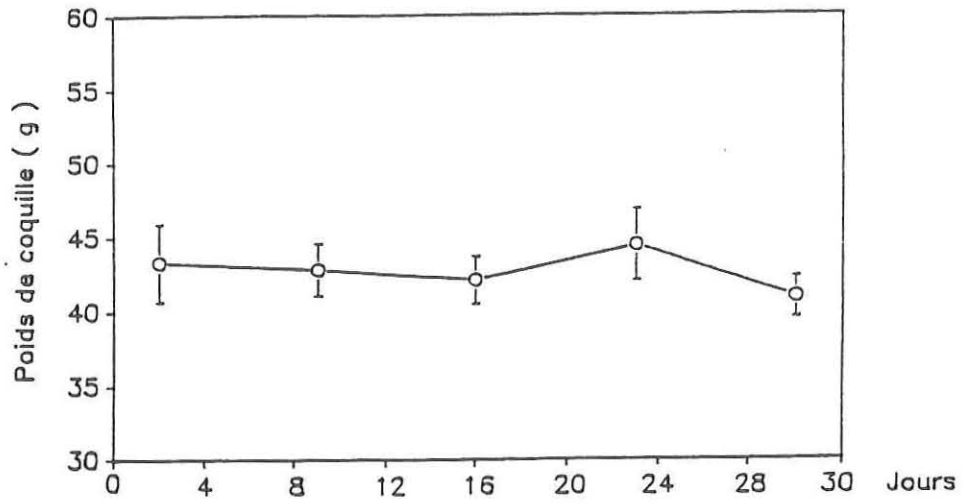


Fig 9 : Evolution de la croissance moyenne de la coquille pour les huîtres (3MS) situées au milieu du bassin d'affinage.

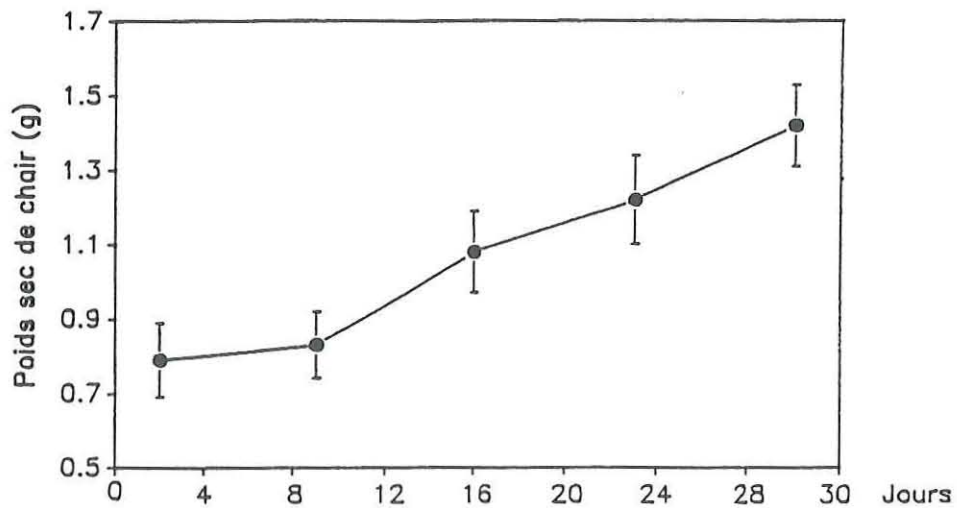


Fig 10 : Evolution de la croissance moyenne en poids sec de la chair des huîtres (3MS) situées au milieu du bassin d'affinage.

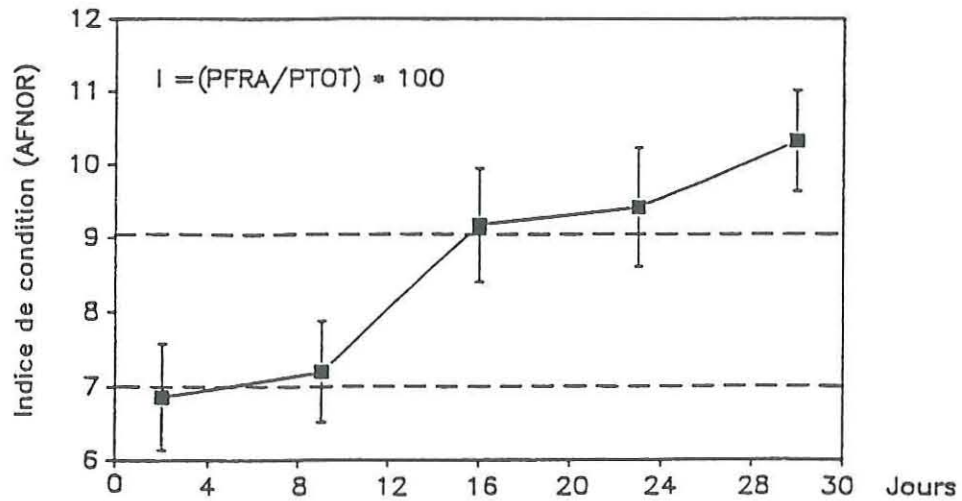


Figure 11 : Evolution de l'indice de condition moyen (AFNOR) des huîtres (3MS).

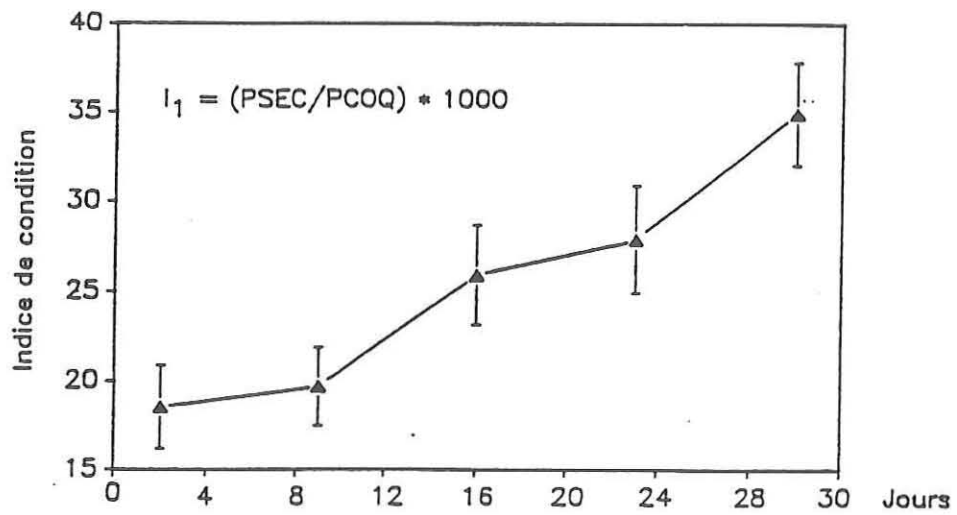


Figure 12 : Evolution de l'indice de condition moyen I1 (Walne, 1970) des huîtres (3MS).

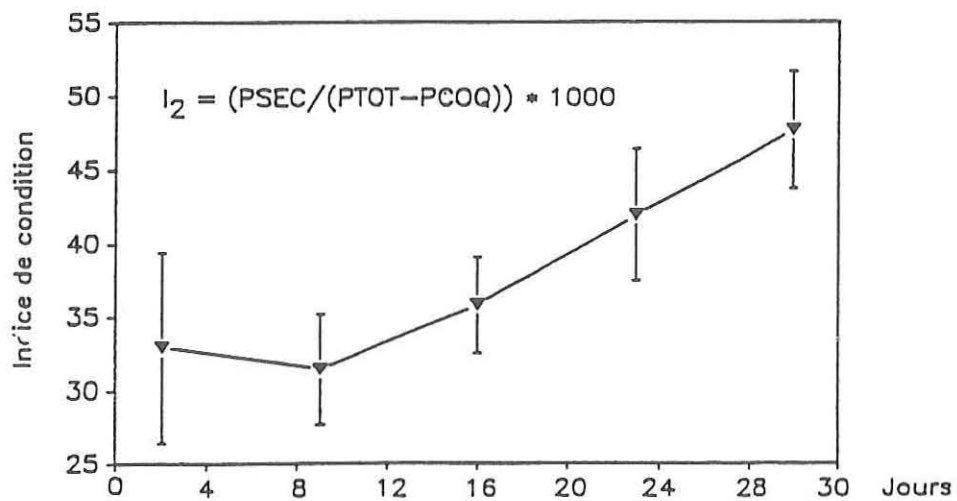


Figure 13 : Evolution de l'indice de condition moyen I2 (Lawrence et Scott, 1982) des huîtres (3MS).

Tableau 1 : Evolution de la variabilité de la qualité du lot d'huîtres 3MS située au centre du bassin d'affinage. (\bar{X} = moyenne calculée, σ = écart-type, n = nombre d'observations) =

$$CV (\%) = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100 :$$

Indices de condition	\bar{X}	σ	n	CV (%)	Diminution du CV
I _{AFNOR} initial	6,86	2,01	30	29,3	- 36,2%
I _{AFNOR} final	10,32	1,93	30	18,7	
I ₁ initial	18,52	6,56	30	35,4	- 33,6%
I ₁ final	34,94	8,16	30	23,5	
I ₂ initial	32,93	18,13	30	55,0	- 58,5%
I ₂ final	47,70	10,89	30	22,8	

Deux régressions linéaires calculées sur 1080 couples de données permettent de définir une relation mathématique entre les indices de conditions :

$$I_{AFNOR} = 0,1892 I_1 + 3,9663 \quad (r^2 = 0,67, P < 0,001)$$

$$I_{AFNOR} = 0,0890 I_2 + 5,3467 \quad (r^2 = 0,49, P < 0,001)$$

3.3.2. Composés biochimiques.

La teneur moyenne en protéines de la chair des huîtres 3MS est de $321,82 \pm 32,02$ mg/g n = 10 et demeure relativement constante au cours de l'étude (fig. 14). Cette tendance se retrouve pour les lipides qui ne fluctuent que très peu autour de sa valeur moyenne ($90,97 \pm 11,31$ mg/g, n = 10).

Seuls les sucres totaux enregistrent une augmentation significative avec une teneur initiale de $77,97 \pm 45,31$ mg/g, n = 10 pour une teneur finale de $202,92 \pm 53,49$ mg/g, n = 10. La concentration en sucres augmente d'un facteur 2,6 en 29 jours. Le glycogène évolue de manière identique (fig.15). Avec $60,06 \pm 40,08$ mg/g, n = 10 à J1 et $194,83 \pm 56,80$ mg/g, n = 10 J29, il représente respectivement 77,03% et 96% des sucres totaux présents dans la chair. Le facteur de multiplication dans ce cas est de 3,2.

La composition biochimique relative initiale de la chair est de 19,55% de lipides, 64,27% de protéines et de 16,86% de sucres. Elle évolue en fin d'affinage à 16,10% de lipides, 49,25% de protéines et 34,65% de sucres totaux.

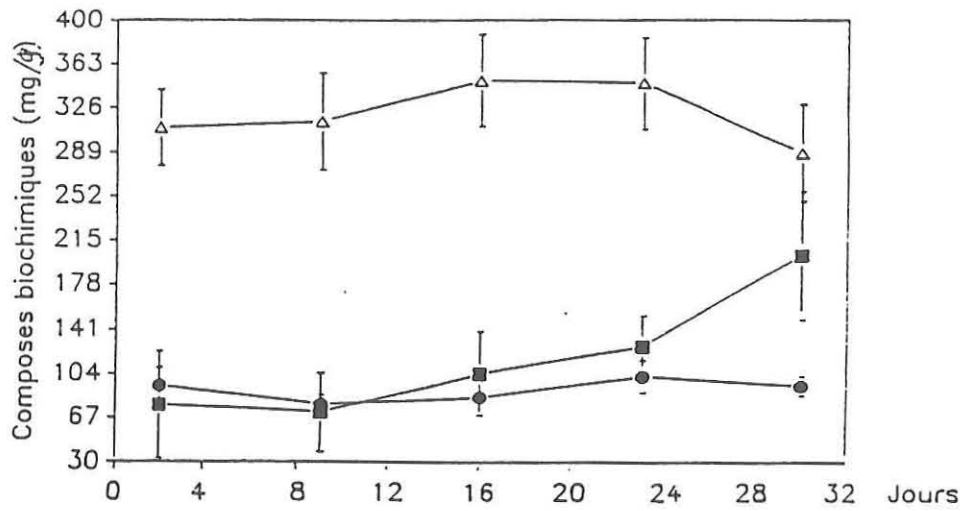


Fig 14 : Evolution des composés biochimiques lipides(●), protides (Δ) et glucides (◻) de la chair des huîtres 3MS.

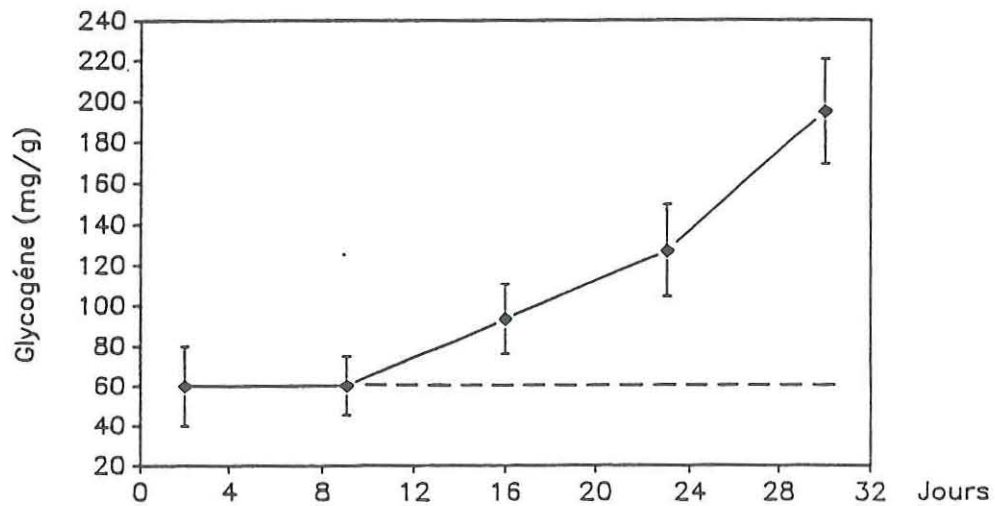


Fig 15 : Evolution de la concentration en glycogène de la chair des huîtres 3MS.

3.3.3 Caractéristiques sensorielles.

L'évolution sensorielle réalisée par 21 personnes a permis de mettre en évidence des tendances sur certaines caractéristiques organoleptiques de la chair entre huîtres affinées et non affinées (tableau 2).

En particulier le lot affiné diffère du lot témoin sur certains critères (fig. 16):

- La chair des huîtres affinées est plus jaune, le bord du manteau est plus noir, elle est moins translucide et plus grasse d'aspect. On note également un plus fort taux de remplissage du volume intervalvaire ce qui est en parfaite concordance avec les résultats des différents indices de condition.

D'autre part le goût est plus intense ce qui ne paraît pas surprenant puisque la teneur en sucres totaux et en particulier la teneur en glycogène augmentent significativement au cours de l'affinage.

Enfin, la texture en bouche des huîtres affinées est plus grasse et pâteuse ce qui est certainement dû aussi au glycogène.

Tableau 2 : Profil sensoriel sur les caractéristiques de la chair des 2 lots d'huîtres : tableau des moyennes et écarts types ().

	Critères	Huîtres non affinées	Huîtres affinées
Odeur	Iodée	5,2 (1,7)	5,3 (2,5)
	Algue	4,8 (2,5)	4,8 (2,7)
	Soufrée	0,6 (0,6)	0,7 (0,9)
Aspect	Beige	1,3 (1,1)	2,3 (1,5)
	Jaune	1,3 (1,3)	2,6 (1,9)
	Vert clair	6,7 (2,1)	4,1 (2,0)
	Translucide	6,2 (2,1)	4,1 (1,5)
	Gras	1,4 (1,5)	3,3 (1,2)
	Remplissage	3,5 (1,5)	5,2 (1,6)
	Bord. manteau (couleur noire)	3,1 (1,8)	6,4 (2,2)
Saveur	Salée	6,1 (1,5)	5,1 (2,1)
	Sucrée	1,8 (1,5)	3,0 (2,8)
	Noisette	1,2 (1,4)	2,0 (2,0)
	Elastique	3,3 (2,3)	3,6 (2,0)
Texture en bouche	Croquante	3,5 (2,2)	3,6 (2,0)
	Visqueuse	2,2 (1,8)	3,2 (2,2)
	Pâteuse	1,6 (1,6)	2,7 (1,9)
	Grasse	1,6 (1,8)	3,9 (2,5)

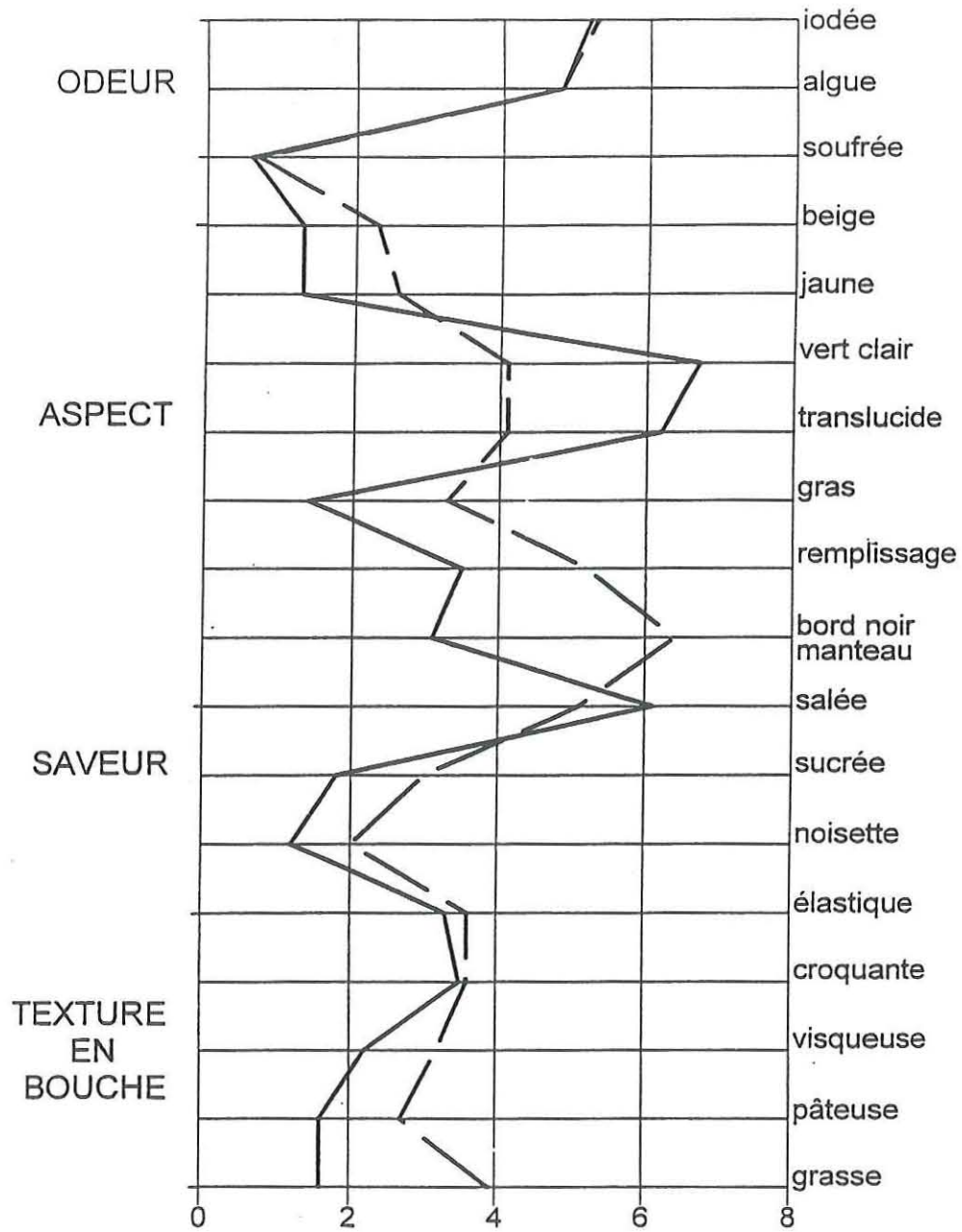


Figure 16 : Profil sensoriel comparé des deux lots d'huîtres- (— huîtres non affinées, ---- huîtres affinées)

3.3.4 Qualité hygiénique

Bactériologie

Quelque soit la méthode de stockage, les huîtres avec une concentration en coliformes fécaux inférieure dans tous les cas à 18/100ml de chair n'enregistrent aucune contamination bactériologique susceptible de nuire à leur commercialisation, (tableau 3).

Tableau 3 : Analyses bactériologiques des huîtres creuses en fin d'affinage suivant différentes méthodes de stockage.

Nature du Stockage	Date	Coliformes totaux	Coliformes fécaux
Sol	14/11	558	<18
	20/11	140	<18
Poche	14/11	558	<18
	20/11	258	<18
Clayette	14/11	1440	<18
	20/11	55	<18

Métaux lourds

Après la période d'affinage, les concentrations métalliques analysées dans la chair des huîtres creuses sont généralement plus faibles que pour le même lot élevé en mer (fig.17). Cette tendance exprimée en µg ou mg de métaux par rapport au poids sec de chair est significative pour Cu (-52,5%), Zn (-48,0%), Pb (-36,4%) et Mn (-30,3%). Elle demeure non significative pour Cd (-5,6%) et Hg (+4,9%). Enfin, elle s'inverse avec +23,2% d'augmentation de la concentration métallique pour le fer (Fe) dans la chair des huîtres affinées.

Cyotoxicité

Aucune cyotoxicité manifeste n'a été décelée dans les échantillons de phytoplancton, d'eau de mer et de chair d'huîtres, analysés en fin de période d'affinage contrôlé.

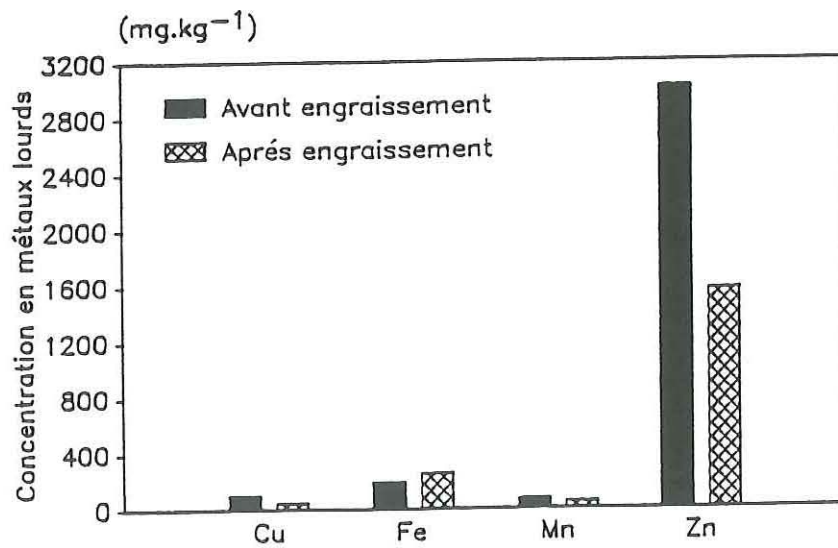
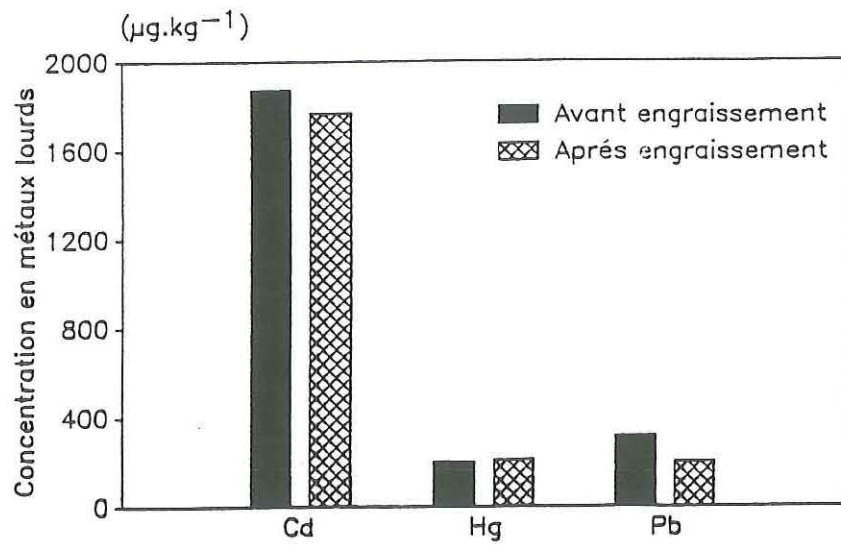


Fig 17 : Evolution de la concentration en éléments métalliques de la chair des huîtres avant et après engraissement.

3.4 Optimisation du procédé d'affinage contrôlé en bassin .

3.4.1. Calcul de l'efficacité du procédé d'affinage contrôlé

La somme de la concentration des pigments totaux (chl_a + pheopigments) est dans notre expérience un traceur de la matière particulaire. Celle-ci est représentée en quasi absence de renouvellement d'eau de mer, essentiellement par l'apport de la diatomée *Skeletonema costatum*. On peut calculer ainsi que durant 28 jours d'affinage, 1103,531 ± 192,165g de pigments totaux ont été injectés.

En considérant la quantité totale de ces pigments totaux rejetés à l'extérieur du bassin d'affinage égale à 41,779 ± 7,741g, n = 28, il en découle que 96,2% de phytoplancton ont été piégés par le système.

Le degré d'efficacité de cette chaîne alimentaire peut être calculée selon 2 approches :

Le rendement global d'assimilation

En faisant abstraction de la décantation du phytoplancton sur le sol, le rapport poids total de matière organique injectée sur gain en poids sec de chair de l'ensemble des huîtres affinées permet d'approcher ce rendement.

En moyenne, 1 cellule de *Skeletonema costatum* égale 27,278 10⁻⁹ mg de matière organique (Baud et Haure, non publié). Avec 2688m³ de phytoplancton injectés à une concentration moyenne de 633.10³ cell/ml, 46,414kg de seston organique ont transités dans le bac d'affinage. Sur cette masse, 44,650kg de seston organique provenant du phytoplancton et piégés par le système ont permis de produire un gain moyen de 0,6g de poids sec par huître soit pour 50.000 individus, 30Kg de matière sèche. L'efficacité moyenne d'assimilation est dans ce cas de 67,19%. Pour les huîtres situées au centre du bassin (3MS), ce pourcentage calculé est de 59,35%.

Le rendement énergétique

L'apport de nourriture peut être quantifié sous forme de flux énergétique (joule/heure/individu) disponible, pour chaque huître. Le gain de la chair des huîtres une fois transformé en énergie (Kjoule/individu) permet de calculer un coefficient de transformation ou un rendement énergétique.

Le flux énergétique moyen calculé sur 28 jours est de 26,27Kjoules par individu. De ce flux transitant, 25,27Kjoules/individus sont disponibles. Si l'on prend les huîtres de calibre n°3 situées sur le sol et au milieu du bassin (3MS), le gain en poids sec de chair est de 0,53g soit une augmentation de 40,8% de la masse de chair initiale. Ce gain est égal à 8,51Kjoules en 28 jours. Le rendement énergétique ainsi calculé est de 33,68%. Il est proche de la moyenne calculée pour les huîtres du bassin. Celui-ci avec 8,18Kjoules de gain moyen par huître est de 32,37%. Cependant en fonction des conditions expérimentales, ce rendement s'étale de 15,55% au minimum pour la combinaison 4ES à 59,04% au maximum pour 2AC.

3.4.2. Influence des facteurs étudiés lors de l'affinage contrôlé

Pour les 27 combinaisons expérimentales étudiées un gain quantitatif et qualitatif des huîtres creuses a pu être calculé par différence entre les données initiales et finales au cours de l'affinage (tab. 4).

Tableau 4 : Gains des huîtres creuses en fonction des modalités d'affinage (Δ Psec = gain du poids sec de chair, Δ Pcoq = gain de poids sec de coquille, Δ I1 = gain de l'indice de condition (Walne, 1970), Δ Ener. = gain énergétique de la chair).

Taille	Situation	Méthode	Δ Energie. (Kjoule/indiv)	Δ Psec (g)	Δ Pcoq (g)	Δ I ₁
4	A	P	6,20	0,51	2,22	13,08
4	M	P	5,26	0,34	2,14	8,27
4	E	P	5,35	0,38	0,99	10,45
4	A	C	7,32	0,50	2,14	12,87
4	M	C	4,85	0,41	3,91	8,77
4	E	C	6,99	0,48	3,88	10,72
4	A	S	8,43	0,58	3,44	13,87
4	M	S	6,35	0,58	2,78	14,52
4	E	S	3,93	0,31	4,91	5,32
3	A	P	6,12	0,69	0,80	13,71
3	M	P	7,68	0,43	0,00	9,52
3	E	P	8,96	0,72	0,20	14,81
3	A	C	9,03	0,81	0,00	17,39
3	M	C	9,74	0,72	1,50	13,87
3	E	C	9,38	0,80	4,30	13,65
3	A	S	11,35	0,63	0,00	13,81
3	M	S	8,51	0,53	0,00	13,82
3	E	S	11,66	0,73	0,00	18,15
2	A	P	7,82	0,58	1,31	9,49
2	M	P	9,10	0,68	0,00	12,45
2	E	P	6,67	0,41	1,83	6,15
2	A	C	14,92	1,12	2,22	18,73
2	M	C	13,73	0,88	2,26	14,40
2	E	C	12,42	0,80	0,61	13,91
2	A	S	8,02	0,61	2,33	9,52
2	M	S	6,47	0,55	0,00	10,18
2	E	S	4,67	0,45	0,00	7,76

L'influence des trois facteurs (taille, situation, méthode) et leurs interactions sont étudiées à l'aide de plusieurs analyses de variance en fonction des descripteurs du tableau 4.

Le gain de chair des huîtres affinées est influencé de manière significative ($P < 0,01$) par la taille des huîtres au départ ($F = 14,89$) et par la méthode de stockage utilisée ($F = 10,68$), (tab.5).

Tableau 5 : Analyse de variance réalisée sur le gain de poids sec des huîtres creuses affinées (NS = non significatif, > 0,05).

Source de variabilité	Somme des carrés	Degré de liberté	Test F	Probabilité
Variabilité totale	0,90	26		
Var. Facteur 1 (taille)	0,29	2	14,89	< 0,01
Var. Facteur 2 (situation)	0,06	2	3,29	NS
Var. Facteur 1 (méthode)	0,21	2	10,68	< 0,01
Var. inter				
F ₁ x F ₂	0,10	4	2,56	NS
Var. inter				
F ₁ x F ₃	0,15	4	3,84	NS
Var. inter				
F ₂ x F ₃	0,01	4	0,21	NS
Var. résiduelle	0,08	8		

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5% met en évidence le moindre gain de poids sec pour la classe de taille 4 (+ 0,45g) par rapport aux tailles 2 et 3 (+0,68 et + 0,67g). Les huîtres, toute taille et situation confondues engraisseront mieux lorsqu'elles sont affinées en surélevé dans des clayettes (+0,72g) par rapport au stockage sur sol (+0,55g) et en poche surélevée (+0,53g).

Seule la classe de taille influence significativement ($P < 0,05$), le gain de poids de coquille ($F = 8,39$). Il n'y a pas d'interaction entre les facteurs étudiés (tab.6).

Tableau 6 : Analyse de variance réalisée sur le gain de poids de coquille des huîtres creuses affinées.

Source de variabilité	Somme des carrés	Degré de liberté	Test F	Probabilité
Variabilité totale	60,45	26		
Var. Facteur 1 (taille)	24,07	2	8,39	< 0,05
Var. Facteur 2 (situation)	0,95	2	0,33	NS
Var. Facteur 1 (méthode)	7,34	2	2,56	NS
Var. inter				
F ₁ x F ₂	5,02	4	0,88	NS
Var. inter				
F ₁ x F ₃	6,61	4	1,15	NS
Var. inter				
F ₂ x F ₃	4,98	4	0,87	NS
Var. résiduelle	11,47	8		

Contrairement au poids sec de chair, dans ce cas le meilleur taux de croissance de la coquille, (test de Newman-Keuls) est attribué de façon significative à la classe de taille 4 (+2,39g) par rapport au groupe de taille 2 et 3, (+1,17g et + 0,76g).

Aucune différence significative entre facteurs est mise en évidence lorsque le gain d'indice de condition est utilisé comme variable explicative, (tab.7).

Tableau 7 : Analyse de variance réalisée sur le gain d'indice de condition des huîtres creuses affinées.

Source de variabilité	Somme des carrés	Degré de liberté	Test F	Probabilité
Variabilité totale	303,30	26		
Var. Facteur 1 (taille)	61,40	2	3,96	NS
Var. Facteur 2 (situation)	28,37	2	1,83	NS
Var. Facteur 1 (méthode)	39,95	2	2,57	NS
Var. inter F ₁ x F ₂	38,95	2	1,25	NS
Var. inter F ₁ x F ₃	55,22	4	1,78	NS
Var. inter F ₂ x F ₃	17,31	4	0,56	NS
Var. résiduelle	62,10	8		

La taille des huîtres creuses ($F = 26,73$) et la méthode de stockage ($F = 17,07$) influencent significativement le gain énergétique de la chair. Il existe également dans ce cas, (tab.8) une interaction significative ($F = 14,51$) entre ces deux facteurs.

Tableau 8 : Analyse de variance réalisée sur le gain énergétique de la chair des huîtres creuses affinées.

Source de variabilité	Somme des carrés	Degré de liberté	Test F	Probabilité
Variabilité totale	199,87	26		
Var. Facteur 1 (taille)	60,04	2	26,73	< 0,001
Var. Facteur 2 (situation)	5,32	2	2,37	NS
Var. Facteur 1 (méthode)	38,35	2	17,07	< 0,001
Var. inter F ₁ x F ₂	13,95	4	3,10	NS
Var. inter F ₁ x F ₃	65,17	4	14,51	< 0,01
Var. inter F ₂ x F ₃	8,06	4	1,79	NS
Var. résiduelle	8,99	8		

Une nouvelle fois la classe de taille 4 est significativement inférieure (+ 6,08Kjoules/ind) aux lots 2 et 3 (+ 9,31 et + 9,16Kjoules/ind)

Le test de Newman-Keuls met en évidence la supériorité du stockage en clayette, (C = + 9,82Kjoules/ind) par rapport aux autres méthodes (S = + 7,71Kjoules/ind et P = + 7,02Kjoules/ind).

Par conséquent, l'affinage contrôlé est homogène sur l'ensemble du bassin. Les clayettes en surélevé semblent être le support de choix pour ce procédé. La taille de départ influence l'intensité finale de l'affinage. Elle a une action significative, positive sur la coquille et négative sur la chair pour la classe de taille 4 à l'inverse des autres lots. Elle ne discrimine pas cependant la qualité finale des huîtres puisque l'indice de condition n'est pas significativement différent.

IV - DISCUSSION

Le taux de renouvellement en eau de mer du milieu d'élevage, réparti sur l'ensemble de la période de stockage est estimé à 5% par jour. Malgré ce taux inférieur aux 15% de renouvellement préconisés en élevage à forte densité de *Crassostrea gigas* par Goodrich et al., (1968), les conditions environnementales sont restées favorables à un bon affinage de *Crassostrea gigas*. Les faibles écarts thermiques journaliers de la température et de la salinité ainsi que les moyennes respectives de 10,9°C et 28,7‰ n'ont pas perturbé les principales fonctions physiologiques de l'huître creuse.

L'apport d'oxygène ne s'est pas révélé limitant pour la respiration des bivalves, la colonne d'eau d'eau a toujours été supérieure à 90% de la saturation.

Le ph avec une valeur minimale observée de 8,3 est supérieur à la limite inférieure de 7,8 fixée pour *Pinctada fucata* par Kuwatani et Nishii (1969).

La teneur maximale de 22µmol/l d'ammoniaque enregistrée est inférieure aux concentrations de 200 à 440µmol/l, considérées comme limitantes pour le taux de filtration des bivalves (Epifanio et Srna, 1975). Ces auteurs préconisent une concentration ammoniacale inférieure ou égale à 555µmol/l pour l'élevage intensif des clams et des huîtres. La quantité de nourriture quotidienne disponible avec $1,3 \times 10^9$ cellules de *Skeletonema costatum* par huître est proche des rations alimentaires de $2 \text{ à } 4 \times 10^9$ cellules algales préconisées pour la croissance des *Crassostrea virginica* par Matthiessen et Toner (1966) et par Tenore et Dunstan (1973).

L'évolution de la biomasse phytoplanctonique dans le bassin d'affinage est exprimée par le calcul de la somme des pigments totaux (chlorophylle a + phéopigments). De bonnes conditions d'affinage sont obtenues avec un flux nutritif compris entre 10 et 20µg/l de pigments totaux. Le rapport chl_a/pheo démontre qu'une dénaturation rapide des pigments chlorophylliens intervient lors du contact du phytoplancton avec la population d'huîtres creuses. Ce ratio diminue d'un facteur 10 entre la mesure faite dans le canal d'injection de *Skeletonema costatum* et la mesure simultanée du mélange "eau de mer, phytoplancton" effectuée dans le bassin d'affinage. Lors d'expériences réalisées avec des cultures monospécifiques et notamment avec la diatomée *Skeletonema costatum* il est donc préférable d'utiliser la somme des pigments totaux ou la somme des composés biochimiques de la matière particulaire (Widdows et al., 1979) plutôt que la chlorophylle a seule pour caractériser la nourriture disponible.

Le doublement de poids de la chair des huîtres creuses affinées dans la zone centrale du bassin d'affinage démontre le potentiel nutritif de l'algue *Skeletonema costatum*. Cette valeur nutritive élevée a été mise en évidence par de nombreux auteurs pour les ostréidés et vénéréidés (Walne 1970, Langdon et Waldock 1981, Enright et al., 1986, Laing et al., 1987, Baud et al., 1990).

A cette période de l'année (Novembre) et à une température relativement basse (10 à 11°C) la croissance tissulaire semble être privilégiée par rapport à la croissance de la coquille. Cette constatation est à rapprocher d'une tendance similaire observée pour la plupart des bivalves au début du printemps lorsque les températures sont faibles (Walne 1970, Ansell 1974, Walne et Mann, 1975). Millican et Williams (1985) ont montré également que le taux de croissance de la chair est plus important que celui de la coquille pour du naissain d'huître et de palourde lorsque la température est inférieure à 15°C. Cette tendance s'inverse pour des température supérieures.

Les analyses statistiques réalisées après 29 jours d'affinage montrent cependant que la classe d'âge ou/et de poids aurait une influence sur le type de croissance observé (tissulaire ou/et de coquille). Il semblerait que les plus petites huîtres (poids moyen = 52,1g) réagissent de manière inverse par rapport aux deux autres classes (poids moyen = 69,5g et 86,8g) affinées dans les mêmes conditions. Des études complémentaires ultérieures sont cependant nécessaires pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

Sur le plan cultural, la validation de l'outil est démontré puisqu'il n'y a pas d'hétérogénéité spatiale d'engraissement pour les huîtres creuses étalées sur toute la superficie (450m²) du bassin. La distribution de la nourriture est correctement assurée sur toute la longueur du bassin d'affinage. La destratification de la lame d'eau est obtenue à l'aide d'une rampe de bullage d'air. Enfin, la largeur du bac limitée à 15 mètres et l'installation de dérases en vis à vis de l'injection de l'algue fourrage ont permis d'obtenir un flux nutritif homogène sur toute la surface.

Ce dispositif original évite le défaut majeur du raceway qui, si l'hydrodynamisme est faible, génère une hétérogénéité de croissance importante en fonction de la situation des bivalves par rapport à la source de nourriture. (Séverin *et al.*, 1990, Rhodes *et al.*, 1991). Dans ce cas la variation de croissance reflète la variabilité de quantité de nourriture disponible en différents points du bassin (Hadley et Manzi 1984).

Dans notre expérience la supériorité de résultats obtenus avec les huîtres affinées dans des clayettes surélevées peut être attribuée à une meilleure circulation de l'eau autour des coquillages par rapport à celles affinées au sol ou même en poche surélevée. La configuration du casier ajouré sans couvercle semble diminuer le degré de confinement des huîtres par rapport aux autres structures de stockage.

L'affinage contrôlé permet outre l'augmentation du taux de remplissage de l'huître, d'obtenir une plus value commerciale, puisque les caractéristiques des populations en phase finale d'engraissement correspondent à la dénomination "spéciale" de la norme AFNOR. Avec 36% de régression du coefficient de variation de l'indice de qualité des huîtres la variabilité du produit diminue lors de l'affinage. Cette plus grande homogénéité du produit peut s'expliquer par une tendance au remplissage maximum de la cavité intervalvaire par la chair. Ce volume étant pratiquement constant, plus l'indice de condition est élevé plus la variabilité du degré d'engraissement est faible.

L'affinage se traduit essentiellement par une augmentation de la concentration de la chair en sucres totaux. Alors que les pourcentages de protéines et de lipides restent sensiblement constants, le pourcentage des sucres totaux triple. Il évolue de 16,9% à 34,6%. En fin d'engraissement 96% des sucres sont représentés par du glycogène. Ce pourcentage est très élevé, il est compris dans les normes du pourcentage de glycogène (20 à 40%) nécessaire à l'appellation "spéciales de claire" (Gras *et al.*, 1979).

Ce taux de glycogène est supérieur à la plupart des données bibliographiques de la littérature (tableau 9) pour les huîtres élevées en mer. Il correspond plus à la composition biochimique d'huîtres affinées à faible densité (4 à 5m²) pendant 5 à 6 mois dans des claires extensives, (Gras et Gras, 1976).

Tableau 9 : Données de la littérature concernant la composition biochimique (% du poids sec) de la chair de *Crassostrea gigas* d'après Deslous-Paoli et Héral (1988).(1) pourcentage de glycogène.

Auteurs	Pays	Protéines %	Lipides %	Sucres totaux %
Sekine et al., 1929	Japan	23 à 52	-	3 à 26 (1)
Masumoto et al., 1934	Japan	-	9 à 14	0,5 à 20 (1)
Tully, 1936	British Columbia	46 à 55	12 à 16	12 à 25 (1)
Hatanaka, 1940	Japan	46 à 58	-	-
Lin, 1969	U.S.A.	38 à 64	-	12 à 30 (1)
Lee et al., 1975	Korea	50 à 67	9 à 13	9 à 20
Gras et Gras, 1975	France	29 à 76	0,2 à 6	2,2 à 8
Walne and Mann, 1975	North Wales	55 ± 3,3	-	11,6 ± 2,2
Riley, 1976	U.S.A.	34 à 44	16 à 17	17 à 27
Gras and Gras, 1976	France (pond)	35 à 63	4 à 26	3 à 8 (1)
Jeng et al., 1979	Taiwan	48 à 68	6 à 18	0,2 à 14 (1)
Kim, 1980	Korea	39 à 66	15 à 21	0,4 à 33
Deslous-Paoli et al., 1981a	France (pond)	35 à 56	8 à 23	0,5 à 10 (1)
Whyte and Englar, 1982	British Columbia	30 à 62	4 à 14	22 à 30 (1)
Seaman, 1985	Germany	33 à 54	8 à 15	9 à 30
Maurer and Borel, 1986	France	-	6 à 22	1 à 23
Deslous-Paoli et Héral, 1988	France	29 à 52	6 à 20	0 à 4
Haure et Baud, 1990	France	17 à 36	5 à 10	2 à 16
Haure et Baud, 1995	France	29 à 43	6 à 13	11 à 20
Cette étude	France	49 à 64	16 à 19	17 à 35 13 à 33 (1)

Sur le plan méthodologique, les indices de condition semblent être des indicateurs peu précis de l'évolution de l'engraissement puisqu'ils lissent les différences entre classe de taille et méthode d'affinage. Le suivi du gain énergétique ou/et de la concentration en glycogène semble beaucoup plus pertinent sur le plan scientifique. Cependant, par sa facilité de mise en oeuvre, l'indice de condition reste un descripteur intéressant notamment par la mise en place et le contrôle de normes de qualité.

En dehors de la période de gamétogénèse et avec des conditions environnementales favorables, *Crassostrea gigas* possède un rendement global d'assimilation très élevé. En 29 jours, l'efficacité moyenne d'assimilation est de 67,2%. Ce gain d'engraissement est proche des 62,5% obtenus en 40 jours (Yuntong et al, 1991) avec un technique d'engraissement réalisée en radeau flottant. Ces valeurs sont supérieures aux 13,6% obtenues par Tenore et Dunstan (1973) et aux 11,4% calculés à partir de résultats obtenues sur *Crassostrea virginica* élevée en intensif et nourrie avec *Thalassiosira. sp.*

Sur le plan sensoriel, il faut souligner que cette étude constitue le tout premier contact du panel de dégustateurs avec un produit tel que les huîtres et que les phases de familiarisation et d'entraînement du jury sur ces coquillages ont été relativement réduites.

Cependant malgré ces réserves, des tendances assez nettes ont été observées les huîtres affinées ont un aspect plus gras, un taux de remplissage intervalvaire plus important et une couleur de chair plus jaune. Leur saveur apparaît plus sucrée et leur texture plus grasse et plus pâteuse en bouche.

Ces premiers résultats mériteraient d'être confirmés par une étude similaire menée à différentes périodes de l'année, ce qui permettrait de prendre en compte l'effet de la saison sur la qualité organoleptique des huîtres affinées par ce procédé.

On peut penser également qu'à la suite d'un entraînement supplémentaire du panel à la caractérisation des huîtres, celui-ci développera ses connaissances du produit et améliorera ses capacités de discrimination.

Cette meilleure acuité devrait permettre de confirmer les différences observées entre les deux lots et de mettre en évidence éventuellement d'autres caractéristiques qui pourraient distinguer les échantillons, en particulier les critères d'odeur pour lesquels un entraînement supplémentaire semble nécessaire.

D'autre part, on pourrait proposer d'étudier l'effet du stockage des huîtres après sortie de l'eau. Il serait en effet intéressant de savoir si au cours d'un entreposage à +4°C par exemple, les différences sensorielles observées sont conservées où si au contraire on observe certaines modifications.

Ces épreuves d'évaluation sensorielle permettent d'identifier de façon objective les caractéristiques de produits. Il est ainsi possible grâce aux jugements d'un jury entraîné d'identifier et de quantifier l'effet d'un procédé technique sur les propriétés sensorielles de l'huître creuse.

Cependant si ces informations sont indispensables pour juger de la qualité d'un produit, elles ne permettent pas de savoir quelle sera la préférence du consommateur.

On peut donc envisager de réaliser, dans une deuxième phase d'étude et pour répondre à cette question, un test consommateurs qui permettra d'évaluer l'acceptabilité des produits.

V - CONCLUSIONS.

La mise au point de la technique d'affinage contrôlé de *Crassostrea gigas* est basée sur la maîtrise de la production de la diatomée *Skeletonema costatum* cultivée sur eau salée souterraine.

L'affinage réalisé sur les coquillages à partir d'un mélange d'eau de mer et de phytoplancton sur une période d'un mois, permet :

- d'améliorer l'état d'engraissement de l'huître creuse,
- de diminuer la variabilité du produit avant commercialisation,
- de conserver la saveur du produit tout en assurant la qualité sanitaire vis à vis du consommateur.

Ce procédé permet d'attribuer aux huîtres ainsi affinées, l'appellation "spéciale" définie par la norme AFNOR, NF 45-056.

Néanmoins pour optimiser et fiabiliser cette technique de nombreuses études devront être entreprises :

- reproductibilité du procédé selon différentes conditions climatiques,
- influence de la taille et du taux de remplissage initial de l'huître sur le résultat final d'engraissement,
- influence du courant d'eau de mer enrichie sur l'évolution de l'engraissement.

Parallèlement des études ou analyse sensorielle devront être menées :

- accroissement de la sensibilité et de la précision du jury,
- pertinence et fiabilité des descripteurs,
- reproductibilité des résultats,
- comparaisons organoleptiques avec l'affinage extensif en claire.

La reproductibilité du procédé technique d'affinage intensif et la constance de la qualité nutritionnelle avec l'apport de la diatomée *Skeletonema costatum* pourraient également être caractérisée par une double approche :

Mise en évidence d'une flaveur particulière en analyse sensorielle couplée à la recherche objective de composés aromatiques particuliers par chromatographie en phase gazeuse.

En cas de succès, une valorisation de l'originalité du procédé pourrait se concrétiser par l'attribution d'un label de qualité spécifique.

Enfin, une étude économique de l'ensemble de la filière "affinage contrôlé" permettrait d'analyser le surcoût de cette opération.

De ce fait, la pertinence d'un transfert dans une entreprise artisanale ou dans une structure collective autogérée par la profession ostréicole pourrait être simulée au niveau régional. Ces normes pourraient également servir d'éléments de travail pour une éventuelle application sur le territoire national si à terme la production phytoplanctonique pouvait être maîtrisée à partir d'une eau de mer préalablement enrichie en éléments nutritifs.

VI - RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ansell A.D.**, 1974. Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve astarte montagui in the Clyde sea area. *Marine Biology*, 29 : 235-243.
- 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. *IFREMER DRV 88.031-RA/Bouin*, 83 pp.
- Baud J.P., Haure J. et J. Garnier**, 1990. Effets de l'apport de phytoplancton (*Skeletonema costatum*) sur la croissance et les variations de la composition biochimique de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* cultivée en marais. *Oceanis*, 16,5 : 391-408.
- Bodoy A., J. Prou et J.P. Berthomé**, 1986. Etude comparative de différents indices de condition chez l'huître creuse (*Crassostrea gigas*). *Haliotis* vol 5 : 173-182.
- Broday S.**, 1945. Bioenergetic and growth. *Reinhold*, New-York, 1023.
- Deslous-Paoli J.M.**, 1981. Contribution à l'étude de la biologie de l'huître *Crassostrea gigas* Thunberg dans le bassin et les claires de Marennes Oleron. Thèse de 3ème cycle, Université Aix-Marseille II, 121p.
- Deslous-Paoli J.M; et M. Héral**, 1988. Biochemical composition and energy bivalve of *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultivated in the bay of Marennes-Oléron *Aquat. Living Resour.*, 1, 239-249.
- Deslous-Paoli J.M., M. Héral, M. Jousset, W. Boromthanarat, P. Gouletquer and P.G. Sauriau**, 1998. Total lipid content and lipid energetic values of bivalve mollusc. *Comp. Biochem. Physiol.* vol, 89B n°1 pp. 51-53.
- Dubois F., X.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebecs and F. Smith**, 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical chemistry*, 28 (3) : 350-356.
- Enright C.T., Newkirk G.F., Graigie J.S and J.D. Castell**, 1986. Evaluation of phytoplankton as diets for juvenile *Ostrea edulis* L.. *J exp. Mar. Biol. Ecol.*, vol. 96 : 1-13.
- Epifanio C.E. , R.F.Srna and G Pruder**, 1975. Mariculture of shellfish in controlled environments a prognosis. *Aquaculture*, 5,227-241.
- Epifanio C.E. and R.F Srna**; 1975. Toxicity of Ammonia, Nitrite ion, nitration ion, and orthophosphate to *Mercenaria mercenaria* and *Crassostrea virginica*. *Marine biology* 33,241-246.
- Goodrich D.R., Wainwright R.B, Ballo L.J. and Perlmutter A.**, 1968. New approaches for the production of Connecticut oysters. I. A Problem Analysis American Cyanamid Co., Central Res. Div., Stanford, Com., 140pp.

Gras H.P. et P.Gras, 1976. Essais d'amélioration de l'engraissement et du verdissement des huîtres creuses *Crassostrea gigas* affinées en claires. *CIEM, CM 1979/K*, 21, 16p.

Gras H.P., P. Gras, M. Cosnard et J. Garnier, 1979. Contribution à la mise en place de critères de qualité des huîtres creuses *Crassostrea gigas* affinées en claires. *Note CIEM. C.M. 1979/K:21.16p*.

Hadley N.H., Manzi J.J., 1984. Growth of seed clams *Mercenaria mercenaria*, at various densities in a commercial scale nursery system. *Aquaculture*, 36 : 369-378.

Haure J. et J.P. Baud, 1990. Croissance, engraissement et mortalité de l'huître creuse *Crassostrea gigas* en baie de Bourgneuf. *Rapport interne IFREMER DRV/90-011/RA/Bouin*, 25.

Haure J. et J.P. Baud, 1995. Approche de la capacité trophique dans un bassin ostréicole (Baie de Bourgneuf). *IFREMER RIDRV.95.16/RA/Bouin*, 103p.

Héral M., J.M. Deslous-Paoli et J.M. Sornin, 1983. Transferts énergétiques entre l'huîtres *Crassostrea gigas* et la nourriture potentielle disponible dans un bassin ostréicole : première approche. *Oceanis*, 9 (3) : 169-194.

Héral M., 1991. Approche de la capacité trophique d'un écosystème conchylicole *Cons. Int. Explor. Mer*, CM 1988/K 22.

Ingle R.M., D.G Meyer and M.R. Landrum, 1981. Preliminary notes on a pilot plant for the feeding of adult American Oysters. *Adelanto Corporation, Apalachicola*, 137 pp.

Josephson D.B., Lindsay D.A. and Stuibler D.A., 1985. Volatile compounds characterizing the aroma of fresh atlantic and pacific oysters. *J. Food Sci.*, 50, 5-9.

Koroleff F., 1976. Determination of ammonia, p.126-133, in *Methods of sea water analysis*, K. Grasshoff (ed). Verlag Chemie, Weinheim, RFA.

Kuwatani Y and T. Nishii, 1969. Effects of PH of culture water on the growth of the japanese pearl oyster. *Bull Jpn Soc. Sci. Fish.*, vol 35, pp. 342-350.

Laing I., Utting S.D. and Kilada R.W.S., 1987. Interactive effect of diet and temperature on the growth of juvenile clams *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 113 : 23-38.

Langdon C.J. and Waldock M.J., 1981. The effect of algal and artificial diets on the growth and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* spat. *J. Mar. Biol. AB. U.K.*, vol. 61 : 431-448.

Lawrence D.R. and G.I. Scott, 1982. The determination and use of condition index of oysters. *Estuaries*, 5 (1), 23-27.

Littaye-Mariette and IFREMER Laboratories of Port en Bessin, La Trinité sur mer, Bouin, La Tremblade, Arcachon, 1994. Monitoring the growth of *Crassostrea gigas* "REMORA" network - 1993. *Poster CIEM Dublin*. CM 1994/F : 15.

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

Lowry O.N., N.I. Rosenbrough, A.L. Farrand and R.J. Randau, 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 : 263-275.

Maguire G.B., B. Wisely and M.E. Shell, 1981. Cultivation of the Sydney rock oyster *Crassostrea commercialis* (Iredale and Ragh-lay) in prawn farming ponds *Aquaculture* 24 : 63-75

Marsh J.B. and D.B. Weinstein, 1966. Sample charring method for determination of lipid. *J. Lipides*, 7 : 574-576.

Matthiessen G.C. and Toner R.C., 1966. Possible methods of improving the shellfish industry of Martha's Vineyard Duke's Country, Massachusetts. The Marine Fondation Inc, 1-138.

Millican P.F. and D.R. Williams, 1985. The seasonal variations in the levels of meat content, lipid and carbohydrate in *Mercenaria mercenaria* L. and *Tapes semidecussata* R grown in fertilised and unfertilised water. ICES C.M. 195/K : 51,9p.

Moreau J., 1970. Contribution aux recherches écologiques sur les claires à huîtres du bassin de Marennes-Oléron. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 34, 380-462.

Nell J.A. and M. Wisely, 1984. Experimental feeding of Sydney rock oysters (*Crassostrea commercialis*). III. Food concentration and comparaison of oyster fattening procedures. *Aquaculture*, 37 : 197-208.

Nell J.A., 1983. New oyster fattening techniques. *Australian Fisheries reprint* NO. 119.

Normes AFNOR, 1987. Analyse sensorielle - Directives générales pour l'implantation de locaux destinés à l'analyse sensorielle, 22p, NF V 09-105.

Normes AFNOR, 1988. Analyse sensorielle - Guide général pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets qualifiés, 13p, NF V 09-003.

Normes AFNOR, 1981. Dénombrement des coliformes fécaux dans les eaux conchyliques et dans les coquillages marins vivants, 5p, NF V 45-110.

Pauw de N., 1981. Use and production of microalgae as food for nursery bivalves. In EMS Special publication n°7, *European Mariculture Society, Bredane, Belgium* : 33-69.

Rhodes E.W., Goldberg R and Widman J.C., 1981. The role of raceways in mariculture systems for the bay scallop, *Argopectem irradians*, and the surf clam, *Spisula solidissima*. *Eur. Maricult. Soc. Spec. Publ.*, 2 : 227-251.

Robert J.M., 1990. An example of development for aquaculture in France : The shellfish-culture polders in the bay of Bourgneuf. *Bull. Ecol.*, t. 21 (3) : 59-43.

Ronald A.P. and Thomas W.A.B., 1964. The volatile sulphur compounds of oysters. *J. Fish. Res. Bd Canada*, 21(6), 1481-1487.

Séverin P., J.P. Baud et J. Haure, 1990. Mise au point de l'élevage intensif de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* en marais. Influence de la ration alimentaire, du taux de renouvellement de l'eau et de la vitesse de circulation en circuit semi-fermé. *IFREMER RIDRV 90.39/RA/Bouin*, 32.

STATITCF, 1987. Guide de l'utilisateur ITCF Edn. Paris, 150p.

Tenore K.R and Dunstan W.M., 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.

Turgeon K.W. and D.S. Haven, 1978. Effects of cornstarch and dextrose on oysters. *Veliger*, 20 : 352-358.

Walne P.R., 1970. Studies of the food valve of nineteen genera of algae to juvenile bivalves of the genera *Ostrea*, *Crassostrea*, *Mercenaria* and *Mytilus*. *Fishery invest., Lond. Ser. 2*, 26 (5) : 62p.

Walne P.R., 1976 . Factors affecting the relation between feeding and growth in bivalves : 169-176, In : *Hawesting polluted waters* (Durk O.ed) - New-York : *Plenum Press*, 324p.

Walne P.R. and R. Mann, 1977. Growth and biochemical composition *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* In : Barnes H. ed., Proc. 6th Europ. Mar. Biol. Symp., Olan. *Aberdeen University Press* : 587-607.

Widdows J.P., C. Festhand and C.M. Worrall, 1979. Relationship between seston, available food and feeding activity in the Common mussel *Mytilus edulis* *Mar. Biol.*, 50 : 125-207.

Yuntong Z., C. Fuhna and Z. Hanhua, 1991. Study on the fattening of oyster in raft culture. *Mar. Fish./Haiyang yuye.*, P, vol. 13, n°3, pp. 107-110.

VII- ANNEXES

ANNEXE 1

ELABORATION D'UN PROFIL SENSORIEL

1ère étape : Phase qualitative de description des produits

Deux lots d'huîtres ont été proposés : - 1 lot non affiné
- 1 lot d'huîtres spéciales de claire

Trois huîtres de chaque lot sont présentées successivement aux membres du jury.
Ceux-ci doivent remplir le questionnaire n°1, pour chaque produit, de façon à générer le maximum de termes objectifs permettant de caractériser les produits.

NOM :

Date :

Produit :

Veillez décrire de façon détaillée et objective les caractéristiques du produit qui vous est proposé (les termes du type "agréable" "bon" ou mauvais" etc.. sont à éviter)

N° 514	
ASPECT VISUEL DE LA CHAIR (couleur, remplissage de la coquille, manteau etc...)	

ANNEXE 1
(suite)

N° 514	
ODEUR	
SAVEUR	
TEXTURE EN BOUCHE	

questionnaire n°1 (suite)

ANNEXE 2

ELABORATION D'UN PROFIL SENSORIEL

2ème étape : Phase quantitative - notation des intensités des descripteurs en vue de leur sélection.

Pour réduire la liste trop longue des termes générés en phase 1, une nouvelle séance est proposée sur les mêmes lots d'huîtres. Il s'agit de noter l'intensité des différents critères sensoriels proposés, de façon à identifier les descripteurs peu pertinents (beaucoup de notes 0), peu discriminants (même note pour tous les produits) ou redondants (forte corrélation entre les critères).

L'analyse de ces données a permis de faire la sélection finale des descripteurs à utiliser lors de l'évaluation proprement dite.

Veillez mettre une note pour chaque critère et chaque produit qui vous est proposé.
Utilisez la grille de notation suivante :

0	1	2	3	4	5
Absence de perception	faible	plutôt faible	moyen	plutôt fort	fort

Intensité

	Critères	n° 845	n° 127
Aspect de la chair	gris		
	vert clair		
	beige		
	blanc		
	jaune		
	bleuté		
	translucide		
	opaque		
	gras		
	laiteux		
	taux de remplissage		

**ANNEXE 2
(suite)**

Intensité

Odeur	iodée		
	algue		
	vase		
	soufrée		
	de gras		
Saveur	salée		
	iodée		
	piquante		
	amère		
	sucrée		
	acide		
	vase		
	noisette		
	arrière goût *		
Texture en bouche	ferme		
	sèche		
	cohésion		
	élasticité		
	croquante		
	visqueuse		
	gluante		
	pâteuse		
grasse			

* précisez la nature de l'arrière goût

questionnaire n°2 (suite)