

Contrat de Plan Etat- IFREMER - Région -Poitou-Charentes

1994-1998

Convention 95/RPC-R-58

**Optimisation de l'affinage de l'huître creuse *Crassostrea gigas*  
dans les claires ostréicoles du Bassin de Marennes-Oléron : capacité  
trophique de l'écosystème « claires »**

Effet d'une complémentation alimentaire en algues 'fourrage' sur l'affinage.  
Ressource trophique et potentiel de croissance.

Année 1996



**Unité de Recherche Aquacole en Poitou-Charentes  
(URAPC) B.P. 133 - 17390 La Tremblade**

Soletchnik P. (Rédacteur)

Geairon P.

Gouletquer P. (Coordinateur URAPC)

Fouché D. (DEL)

Le Moine O.

Razet D.

Faury N. (DEL)

Gras P.

Avril 1997

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>I. MATERIEL ET METHODES</b>	<b>4</b>
(1) LE SITE EXPERIMENTAL	4
(2) LES CULTURES PHYTOPLANCTONIQUES	6
(3) ETUDE DU MILIEU PAR PRELEVEMENTS DISCRETS.	7
(4) ACQUISITION EN CONTINU DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX	7
(5) LES HUITRES	8
(6) RELATION HUITRE - MILIEU	9
(7) ANALYSE STATISTIQUE	9
<b>II. RESULTATS - DISCUSSION</b>	<b>10</b>
(1) ZOOTECHNIE D’AFFINAGE.	10
MORTALITE	10
BIOMETRIE	10
(2) PRODUCTION PHYTOPLANCTONIQUE	15
(3) RESSOURCES TROPHIQUES DISPONIBLE DANS LES CLAIRES ALIMENTEES ET NON ALIMENTEES.	18
DIFFERENCE DE FLUORESCENCE	18
ANALYSE DES PRELEVEMENTS DISCRETS DANS LA COLONNE D’EAU	19
ANALYSE DES PRELEVEMENTS DISCRETS DANS LA VASE	22
LES MODELES DE CONSTITUTION DE RESSOURCES TROPHIQUES (CHLA ET C-N)	27
(4) RELATION ENTRE LA CROISSANCE ET LA RESSOURCE TROPHIQUE DISPONIBLE. UTILISATION DU MODELE BIOLOGIQUE DE CROISSANCE.	30
(5) COMPARAISON ENTRE LA CROISSANCE REELLE (PRODUCTION) ET CELLE ESTIMEE PAR LE MODELE BIOLOGIQUE (POTENTIEL DE CROISSANCE).	30
(6) SUIVI EN CONTINU DES PARAMETRES DE L’ENVIRONNEMENT DE L’AFFINAGE EN CLAIRES	33
<b>III. CONCLUSION</b>	<b>36</b>
<b>IV. BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>37</b>

## Introduction

Cette étude constitue une des trois actions engagées dans le cadre du Contrat de Plan IFREMER - Région Poitou-Charentes (1994-1998) sous l'intitulé **Valorisation des Claires Ostréicoles**. Les deux actions complémentaires concernent la compréhension et l'amélioration du verdissement des claires sous la direction du Pr. J.M. Robert de l'Université de Nantes / ISOMER et la production en masse de microalgues afin de stimuler la croissance de mollusques filtreurs sous la direction du Dr. J. Hussenot du CREMA L'Houmeau.

Ce programme répond directement à la demande des professionnels afin d'optimiser les conditions d'élevage de l'huître creuse *C. gigas* en période d'affinage en claires qui à l'heure actuelle, ne permettent pas le contrôle de la qualité finale du produit. L'objectif principal des professionnels étant, au terme de la période d'affinage, d'améliorer et de satisfaire les contraintes de la norme AFNOR de commercialisation d'huîtres de claires, « fines » et « spéciales » tout en contrôlant l'homogénéité de la qualité de leur cheptel.

Par ailleurs, les aménageurs ont le souci de valoriser au mieux les surfaces de marais disponibles. Si actuellement 1 600 ha de marais sont officiellement déclarés aux Affaires Maritimes du Quartier de Marennes-Oléron, on estime à 3 000 ha la surface réellement en conditions d'exploitation. Pour une production annuelle de 30 à 40 000 t d'huîtres sur le Bassin de Marennes-Oléron, on peut estimer les besoins en marais ostréicoles autour de 3 à 4 000 ha afin d'affiner la totalité de la production aux densités réglementaires de 10 à 20 huîtres au m<sup>2</sup> définies par la Norme AFNOR (1985). Des besoins supplémentaires pourraient également apparaître si en particulier la technique d'élevage de « Pousse en Claires » tendait à se développer. Cependant, une amélioration de l'outil de travail est d'ores et déjà souhaitable dans de nombreux cas afin de passer à une échelle compatible avec les contraintes économiques et réglementaires actuelles.

Traditionnellement pratiqué dans les marais maritimes autour du bassin de Marennes Oléron, l'affinage des huîtres en claires est destiné à améliorer leur qualité tant d'un point de vue organoleptique et engraissement que du durcissement des animaux. Le but recherché est d'obtenir un gain de poids de chair, une augmentation des réserves glucidiques, une saveur particulière, et un renforcement de la coquille. La claire ostréicole constitue par ailleurs une zone de stockage privilégiée du cheptel avant la commercialisation de la production au cours de la deuxième quinzaine du mois de décembre. Le savoir faire empirique des professionnels ne permet pas de pallier la variabilité importante des caractéristiques de ces élevages, assujettis aux variations climatiques.

L'importance de cette phase de l'élevage, tant sur le plan qualitatif que commercial, nécessite l'optimisation et la « fiabilisation » de la technique classique de finition des huîtres *Crassostrea gigas*. Durant l'affinage, les claires sont renouvelées en période de vives-eaux dans des proportions allant de 0 à 80 % du volume d'eau. Cet apport constitue également le principal renouvellement de la ressource trophique du marais (Soletchnik *et al.*, 1995). Cependant, en fonction des conditions climatiques plus ou moins favorables, la ressource trophique peut rapidement sédimenter ou/et être consommée par les cheptels d'huîtres en élevage. Dans le but de stabiliser cette ressource dans les claires, en particulier en période de mortes eaux, des essais de complémentation en phytoplancton de culture ont été réalisés par le Laboratoire URAPC de l'IFREMER à

La Tremblade. D'autres auteurs ont déjà travaillé sur une thématique similaire, mais avec des techniques d'élevage intensif (Baud *et al.*, 1995). Ce n'est pas la démarche retenue au niveau de ces expérimentations qui se veulent être, par la suite, applicables sans profonde modification de la gestion du marais par le professionnel. L'originalité de la démarche du laboratoire est donc d'utiliser l'écosystème claire traditionnel avec un apport complémentaire de phytoplancton vivant.

Au cours de cette deuxième année d'expérimentation en claires ostréicoles traditionnelles du Bassin de Marennes-Oléron, les objectifs sont les suivants : Réaliser une expérimentation d'affinage avec un lot homogène d'huîtres ; mettre au point un système de production de phytoplancton 'fourrage' dans des conditions naturelles et comparer les performances d'élevage entre les populations d'huîtres complémentées ou non complémentées en algues fourrage. Cette expérimentation constitue une deuxième étape dans le développement d'un outil expérimental pilote à la station IFREMER de la Tremblade (URAPC).

Le recueil de données sur l'écosystème « claires ostréicoles » (i.e., environnement physique, chimique et biotique), ne constitue pas l'objectif principal pour ces expérimentations 1995-1996. Cependant, les informations et l'expérience acquises en 1994-1995 doivent permettre d'être plus sélectif vis à vis de l'acquisition des données sur l'écosystème. En terme de suivis et d'analyses hydrologiques, l'effort porte sur la qualité trophique de la matière particulaire disponible pour les huîtres en relation avec les résultats de croissance en zootechnie.

## I. Matériel et méthodes

### (1) Le site expérimental

Les claires ostréicoles expérimentales sont situées dans le bassin de Marennes-Oléron, sur la commune de Ronce les Bains. Cinq claires d'une surface de 450 m<sup>2</sup> chacune sont alimentées en eau de mer par un chenal d'arrivée le long des claires puis par des canalisations horizontales terminées par un « bondon » vertical (tuyau de PVC d'un diamètre de 30 cm) qui permet le renouvellement et le contrôle de la hauteur d'eau dans la claire (**fig. 1**). Cette hauteur d'eau est standardisée à 50 cm dans chaque claire tout en pouvant descendre à 30 cm en période de mortes eaux du fait de pertes par infiltration. Elle peut atteindre un mètre durant les périodes d'alimentation des marées de vives eaux. L'alimentation en eau de mer s'effectue à marée montante sous le double « contrôle » du coefficient de marée et des conditions atmosphériques. En hiver 1995-1996, les claires 2 et 4 ont été équipées d'une rampe hydraulique permettant, par gravité, l'apport complémentaire de phytoplancton provenant de cultures associées. Cette rampe traverse la claire dans sa plus grande longueur. L'aliment est distribué en continu, de part et d'autre de la rampe par des orifices espacés à intervalles réguliers de 20 cm.

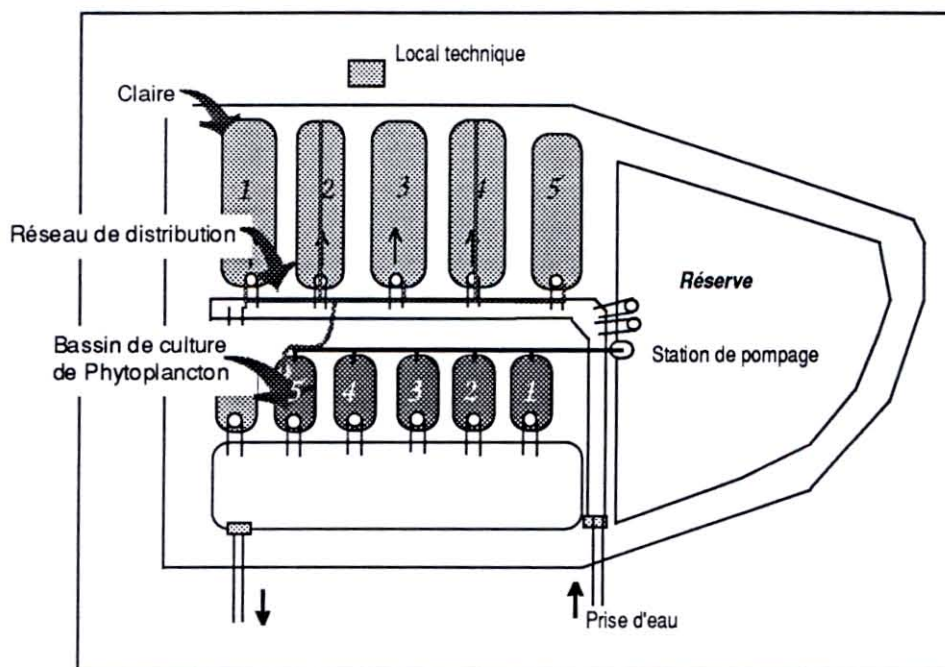


Figure 1 : Schéma général du marais ostréicole et dispositifs expérimentaux.

Un abri proche des claires renferme une centrale d'acquisition de données en continu. Elle est constituée d'un ensemble de micro-ordinateurs, d'interfaces et d'instruments de mesures qui permettent le suivi et l'enregistrement en continu de paramètres environnementaux dans l'eau et dans l'air. Parallèlement, une station météo enregistre la température, la pluviométrie, la force et la direction de vent avec un intervalle de temps de 5 mn.

Les bassins de culture phytoplanctonique sont situés à proximité immédiate des claires expérimentales (fig. 1). Ce sont des bassins de terre recouverts d'un « liner » plastique, garantissant leur étanchéité, et évitant tout échange entre l'eau et le sédiment. Ce liner permet d'éviter la diffusion de substances minérales en provenance du sol qui pourraient influencer sur la qualité de l'eau. Ils sont équipés d'une évacuation PVC, reliée à un réseau d'évacuation comportant un stockage aval. Ce dispositif hydraulique est indépendant de celui des claires. Il est alimenté par pompage dans une réserve située en amont renouvelée par des coefficients de marée supérieurs à 75. La décantation de l'eau de pompage favorise le développement algal (Hussenot et Brossard, 1995). L'eau d'alimentation est filtrée sur des filtres de gaze à bluter de 200  $\mu\text{m}$ , afin d'éviter l'introduction de brouteurs (zooplancton, et en particulier copépodes).

Ces enceintes de culture sont au nombre de cinq, de façon à pouvoir assurer la fourniture en continu de phytoplancton dans les claires. La durée moyenne prévue pour le développement de la culture est de 3 jours ; l'utilisation (distribution dans les claires) dure une journée, et un dernier jour est réservé au nettoyage et réensemencement. Le cycle est de 5 jours, et nécessite 5 bassins (Hussenot et Brossard, 1995). La surface unitaire est de 100 m<sup>2</sup>, pour une hauteur utile de 70 cm, soit un volume utile maximal de 70 m<sup>3</sup>. Tant pour des raisons de simplicité que d'objectifs à atteindre et de coûts d'investissement et de fonctionnement, aucun système d'aération n'a été installée dans

ces structures. Il est cependant acquis que le rendement serait supérieur en cultures aérées. (Baud *et al.*, 1995). Une pompe immergée permet, en fin de culture la distribution du phytoplancton aux huîtres, via le réseau PVC destiné à répartir celui-ci par gravité sur toute la longueur de la claire.

## (2) Les cultures phytoplanctoniques

Les bassins de production (B1 - B5) sont nettoyés et rincés avant tout ensemencement, afin de démarrer les cultures dans les conditions les plus propres et les plus standard possibles. La fertilisation s'effectue au moment du remplissage. Les produits "poudreux" sont disposés dans les «chaussettes» filtres. Les autres sont distribués à l'arrosoir lors de l'arrivée d'eau. La formule de complément minéral est celle mise au point par Hussenot et Brossard (1995) (**tabl. 1**) .

Tableau 1 : Fertilisants: Produits et quantités nécessaires pour 100 m<sup>3</sup> de culture.

Produit	Concentration (mg/l)	Dénomination commerciale	Quantité journalière (pour 100 m <sup>3</sup> )
N-NH <sub>4</sub> Cl	150 mg	Chlorure d'Ammonium	808 g
P-PO <sub>4</sub>	15 mg	Triphosphate	240 g
Silice	60 mg	Métasilicate de sodium	1591 g
Fe-FeCl <sub>3</sub>	3 mg	Chlorure de fer	41 g
Mn-MnSO <sub>4</sub>	1,5 mg	Sulfate de Manganèse	27 g

Les quantités minérales sont prévues pour une densité maximale de culture d'environ 500 000 cellules par millilitre (**tabl. 1**). Le nombre de cellules nécessaires par jour pour des huîtres de cette taille (50 g) est d'environ un milliard (Gautier *et al.*, 1993 ; Baud *et al.*, 1995). Dans le cadre de cette expérimentation une production journalière de 33,5 m<sup>3</sup> de culture à 500 000 cellules par millilitre est nécessaire.

Les volumes retenus pour cette production comme pour les bassins visent à démontrer principalement la faisabilité du processus sans pour autant l'optimiser dans cette phase initiale.

Diverses techniques se présentent pour le démarrage de la culture phytoplanctoniques (Hussenot et Brossard, 1995) :

- inoculum naturel (population initiale l'eau de pompage),
- inoculum provenant d'un autre bassin,
- relance de la culture du même bassin par dilution et fertilisation dans la même enceinte (culture « en semi continu ») (Gautier *et al.*, 1993).

Ces trois méthodes testées présentent chacune des avantages et des inconvénients comme nous l'avons indiqué précédemment (Rapport 1995, Le Moine *et al.*, 1996).

Le suivi des cultures de phytoplancton associées à l'élevage porte essentiellement sur des mesures de fluorescence et des numérations cellulaires des cultures. La fluorescence

est mesurée au fluorimètre Turner, et les comptages sont réalisés sous microscope à la cellule hématimétrique de Malassez. Les populations dominantes ont été déterminées à chaque comptage. Des observations détaillées, concernant l'inventaire spécifique ont été réalisées par le Laboratoire D.E.L. de La Tremblade.

### **(3) Etude du milieu par prélèvements discrets.**

#### *La colonne d'eau*

Les prélèvements discrets sont effectués sur les claires en alternance en vives eaux (V-E) et mortes eaux (M-E) respectivement les 25/10, 7/11, 24/11 pour les vives eaux, et les 19/10, 2/11, 17/11, 30/11 pour les mortes-eaux.

La stratégie d'échantillonnage de la colonne d'eau consiste à effectuer de façon cyclique des prélèvements discrets d'un volume de 1 litre en zone centrale de chaque claire. L'étude en 1994 a permis de démontrer que les prélèvements aux deux extrémités de chaque claire n'apportaient pas de gain significatif. Les principaux paramètres environnementaux mesurés sont : salinité, température, oxygène, sels nutritifs (NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SiO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>), matière organique (MOP, carbone et azote) et inorganique (MIP) particulaire, chlorophylle a et phéopigments. Les résultats des expérimentations effectuées en 1994-1995 ont montré que l'estimation de la matière organique particulaire dans la colonne d'eau pouvait être effectuée soit à partir de l'estimation de la mesure des composants biochimiques, soit par les mesures du carbone et de l'azote. La deuxième solution a été retenue dans le cadre de cette étude.

#### *L'interface eau - sédiment*

Des prélèvements de sédiment sont également effectués dans les claires 2, 3 et 5, en début de vives eaux (début de période d'alimentation) et en fin de période de « mortes eaux » (période sans alimentation). Les prélèvements sont effectués par « carottage » du fond de la claire sur une section cylindrique de 5 cm<sup>2</sup>. Au laboratoire, les 5 premiers millimètres de l'interface eau - sédiment (5 g de poids frais) sont isolés de la carotte et homogénéisés. Des échantillons sont ensuite réalisés pour chacune des analyses (MIP, MOP, C, N, Chla, et PHEO). Les méthodes d'analyse sont identiques à celles présentées pour les analyses hydrologiques (Razet *et al.*, 1990).

### **(4) Acquisition en continu des paramètres environnementaux**

La centrale d'acquisition des données en continu est composée d'une station météo, d'une sonde multiparamétrique ainsi que d'un équipement de mesure de la turbidité et de la fluorescence (**fig. 2**). A la différence des expérimentations réalisées en 1994-1995, l'équipement de mesures hydrobiologiques n'est pas à poste fixe mais mobile. La méthodologie d'enregistrement consiste à « basculer » périodiquement la sonde multiparamètres et la pompe alimentant le fluorimètre et le turbidimètre d'une claire complétée en algues fourrage (claire 2) à une claire gérée dans des conditions

traditionnelles (claire 3). Le «basculement» a lieu tous les 2 - 3 jours. Dans la claire 3 se trouve un échosondeur qui tient lieu de marégraphe.

Une sonde multiparamètres (modèle Grant/YSI 3800) mesure en continu la température, la salinité, l'oxygène dissous, le pH et la turbidité par néphélométrie (intervalle de temps de 5 min.) dans la claire. Par ailleurs, la fluorescence est mesurée au moyen d'un fluorimètre Turner à flux continu.

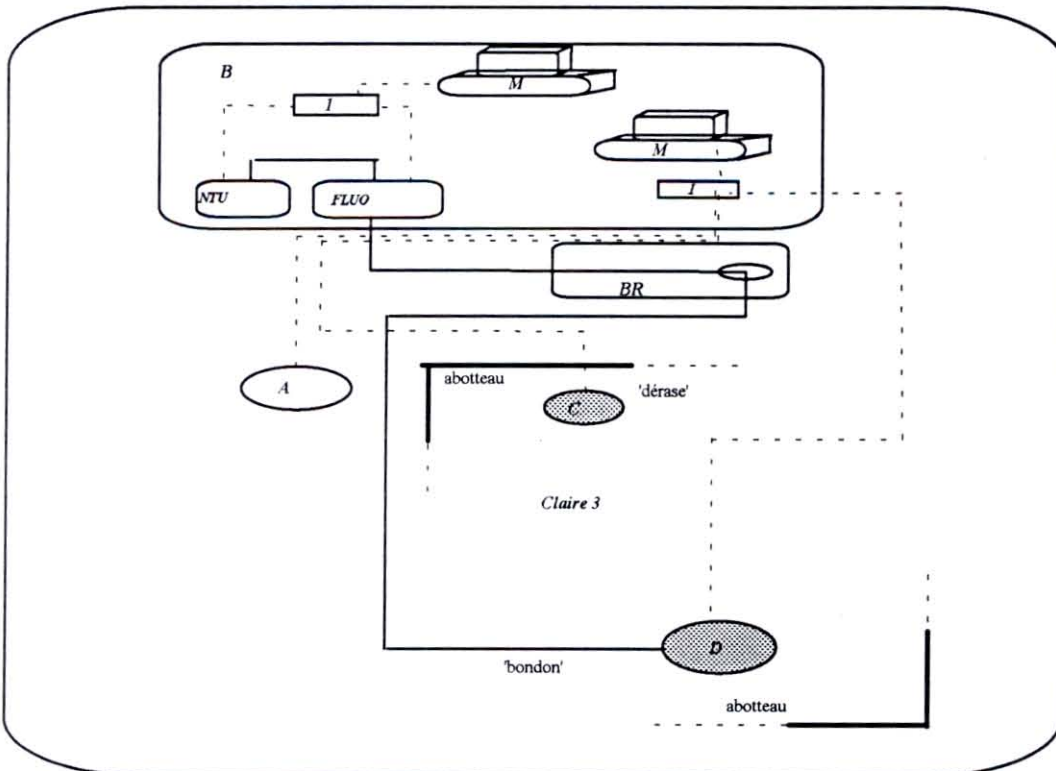


Figure 2 : Centrale d'acquisition de données. A: station météo; C: échosondeur; D: sonde multiparamètres; M: micro-ordinateur; I: interface; NTU: néphélomètre; FLUO: fluorimètre; BR: bac de reprise.

## (5) Les huîtres

### *Historique du lot et mise en élevage*

Les huîtres, élevées en Normandie (origine : Isigny), ont été obtenues auprès d'une entreprise du Bassin de Marennes-Oléron. Le stock initial est de 100 mannes de 20,36 kg ; soit 2036 kg d'huîtres d'un poids moyen individuel de 50,81 g. Les huîtres présentent une infestation par le ver *Polydora sp.* et un chambrage avec des poches de vase. La mortalité initiale imputable au transport et manipulations représente 2 % de la population.



## *Le suivi du cheptel*

Les huîtres sont semées dès réception à une densité de 20 huîtres par m<sup>2</sup>, soit 8400 huîtres par claire (claires 1, 2, 3 et 4). Une bassin de 90 m<sup>2</sup> (claire 6) est garni avec une charge double de 40 huîtres par m<sup>2</sup>. La claire 5 est une claire témoin sans huîtres. Suite à l'échantillonnage initial de 100 huîtres, un échantillonnage aléatoire de 50 huîtres par claire est effectué le 4 octobre, le 18 octobre, le 8 novembre et un échantillonnage de 100 huîtres le 4 décembre 1995.

Les mesures de biométrie concernent le poids : total, frais, sec par lyophilisation et de coquille. Le taux de mortalité est mesuré à l'occasion de chaque échantillonnage.

Parmi les indices de qualité retenus, l'indice AFNOR est issu de la norme NF V45-056 (1985) et calculé sur 20 huîtres selon la formule suivante :

$$I_{AFNOR} = (\text{poids frais} / \text{poids total}) \times 100$$

Un indice compris entre 6,5 - 9, et supérieur à 9 correspond respectivement à une huître « fine » et « spéciale ».

Le bilan de production concerne le gain moyen de matière organique (poids de chair et coquille) mesuré entre les échantillonnages du 18/10 - 8/11 et 8/11 - 4/12. Le bilan de production intègre toutes les fluctuations environnementales subies au cours de l'expérimentation. Le facteur de conversion pris en compte est de 20 J mg<sup>-1</sup> de matière organique. Le taux de matière organique de la coquille retenu est égal à 2 % (Gouletquer et Wolowicz, 1989)

### **(6) Relation huître - milieu**

L'étalonnage des signaux continus de fluorescence et de turbidité à partir des prélèvements discrets permet d'obtenir un signal trophique continu. Les modèles biologiques développés par Bougrier *et al.* (1995) sont utilisés pour estimer les taux moyens de filtration et de respiration en fonction de la température et du poids sec des huîtres. A partir de cette fonction de filtration et du signal trophique, la fonction de consommation est calculée. L'efficacité de sélection moyenne de la matière organique (50 %) et la loi d'efficacité d'absorption (Raillard, 1991) permet ensuite de décrire le potentiel de croissance (PC) au cours de la période d'affinage (Soletchnik *et al.*, 1995).

La formule est la suivante:

$$PC = A - R$$

où A correspond à la quantité d'énergie assimilée et R, l'énergie utilisée par le catabolisme respiratoire par unité de temps (Lucas, 1982).

### **(7) Analyse statistique**

L'analyse de variance multifactorielle est utilisée pour traiter les mesures discrètes obtenues sur l'eau et la vase. Les modèles de régression linéaires sont ajustés entre les mesures discrètes et les données de fluorescence et de turbidité afin de décrire un signal trophique continu dans les claires.

## II. Résultats - Discussion

### (1) Zootechnie d'affinage.

#### Mortalité

Au terme de la période d'affinage en claire, les taux de survie sont compris entre 93 et 95%. Le test de Chi 2 ( $p = 0,17$ ) montre qu'il n'y a aucune différence significative entre les claires, ni entre les deux densités de 20 et 40 huîtres.  $m^{-2}$  (**tabl. 2**)

Tableau 2 : Conditions d'élevage et taux de survie dans les claires

claire	densité (n.m <sup>-2</sup> )	vivantes	mortes	survie (%)
1	20	760	51	94
2	20	931	56	94
3	20	873	70	93
4	20	977	55	95
5	40	852	44	95

#### Biométrie

Les poids sec (**fig. 3**) évoluent de 0,8 g à 0,55- 0,60 g du 4 oct. au 5 déc. pour les claires 1 - 3 non alimentées, et de 0,8 à 0,70 - 0,85 g pour les deux autres claires durant la même période. La variabilité de réponse des claires se manifeste par une perte de poids sec significative dès l'échantillonnage du 18 oct. pour la claire 3, et seulement à partir de l'échantillonnage suivant pour la claire 1. Les résultats de l'analyse de variance selon le facteur « date » montre que seule la claire 2 ne présente pas de différence significative selon la date pour le poids sec (**tabl. 3**).

Tableau 3 : Effet de l'affinage du 4/10 au 5/12 sur la croissance des huîtres. Probabilité associée au test de Fisher dans le modèle d'analyse de variance selon le facteur date. (claires 1 et 3 avec alimentation, et claires 2 et 4 en claires non alimentées).

claire	poids sec	poids coquille	poids total
1	0,000	0,039	0,315
2	0,132	0,000	0,000
3	0,000	0,064	0,047
4	0,000	0,000	0,000

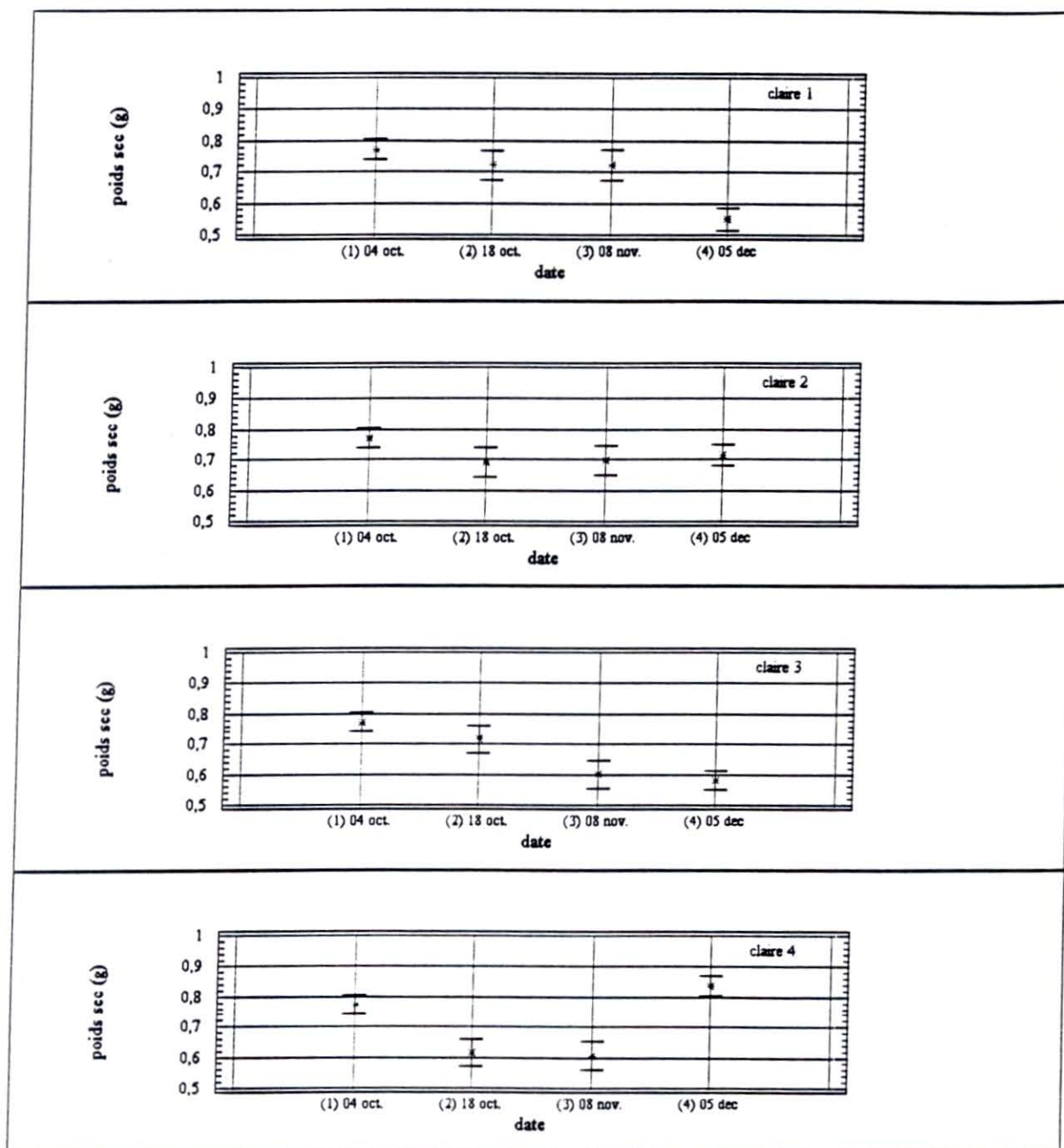


Figure 3 : Evolution du poids sec moyen au cours de l'affinage en claires expérimentales (1, 3 : claires non complémentées; 2, 4: claires complémentées).

Au terme de l'affinage, soit le 5 décembre, l'analyse de variance du poids sec selon les claires, est hautement significative ( $p = 0,000$ ). Le test de Fisher identifie 3 groupes : un premier groupe formé par les claires 1 et 3, au poids moyen de 0,55 - 0,58 g, un deuxième groupe : claire 2 (poids moyen = 0,71 g), et un troisième groupe : claire 4 (poids moyen = 0,84 g). La valeur du poids sec diminue dès le début de l'élevage. Cette perte de poids est peu à peu compensée pour les huîtres des claires complémentées (**fig. 4**). Dans ce dernier cas, 45 jours de complémentation en phytoplancton sont nécessaires pour compenser l'amaigrissement des 15 premiers jours « d'acclimatation ». En absence de complémentation, celui-ci décroît jusqu'à la fin d'élevage avec une perte globale de 27 % du poids initial. Cette décroissance est continue pendant un mois dans le cas des claires non complémentées. Des résultats similaires ont été observés par d'autres auteurs dans des conditions d'élevage similaires (CREAA, 1995).

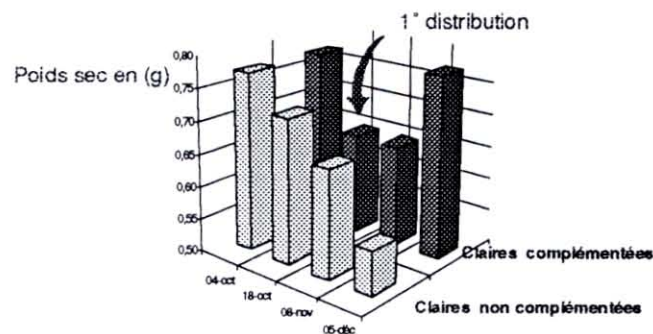


Figure 4 : Evolution moyenne du poids sec pour les claires complémentées et non complémentées en phytoplancton «fourrage».

Le gain apporté par la complémentation est calculé par la différence de poids sec entre les individus de la claire témoin et ceux de la claire complémentée. Il est de 0,21 g par individu. Une augmentation de 1g de poids sec a nécessité  $45,2 \cdot 10^6$  cellules proche des résultats obtenus en élevage intensif ( $56,7 \cdot 10^6$ ) (Baud *et al.*, 1995).

Le poids de coquille présente des différences significatives pour toutes les claires, sauf la claire 3 (**tabl. 3**). Les différences sont hautement significatives pour les huîtres des claires N°2 et 4. Aucune prise de poids de coquille n'est observée entre le 4/10 et le 18/10 mais celle-ci apparaît entre le 18/10 et le 8/11, soit au bout de 3 à 4 semaines d'affinage (**fig. 5**).

Le poids total évolue de 47 g à 50 - 52 g dans toute les claires quelque soit les conditions d'alimentation (**fig. 6**). Au terme de l'affinage, il n'y a pas de différence significative entre les claires ( $p = 0,71$ ).

L'analyse de variance selon la date d'échantillonnage (**tabl. 3**) montre une différence hautement significative dans le cas des claires complémentées 2 et 4. La différence selon les dates est peu ( $p = 0,047$ ) ou pas ( $p = 0,31$ ) significative dans le cas des claires non complémentées en phytoplancton fourrage. La prise de poids total est en fait le reflet de la somme des deux autres descripteurs de la biométrie de l'huître que sont les poids de chair et le poids de coquille.

En résumé, on note pour la claire 1, une perte de poids sec et une prise de poids de coquille; les huîtres de la claire 2 ne produisent pas de chair, mais de la coquille. Pour la claire 3, le résultat est hétérogène. La perte de poids est significative, compensée probablement par un gain de poids de coquille qui rend significatif la prise de poids total. Enfin les huîtres de la claire 4 se caractérisent par une prise de poids sec et de poids de coquille, confirmée par une prise de poids total significative.

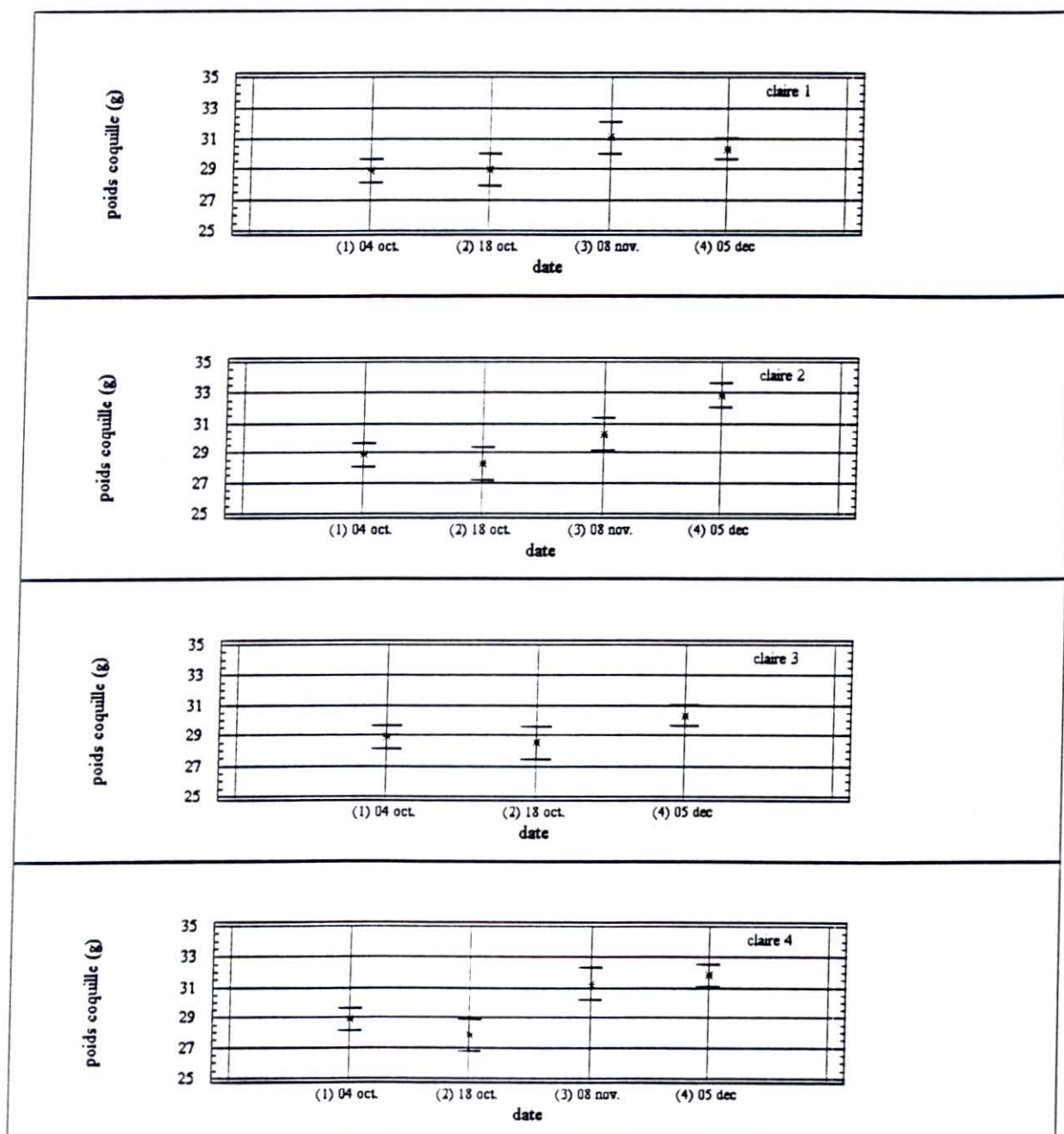


Figure 5 : Evolution du poids moyen de coquilles au cours de l'affinage pour les claires expérimentales (1, 3 : claires non complémentées, et 2, 4 : claires complémentées).

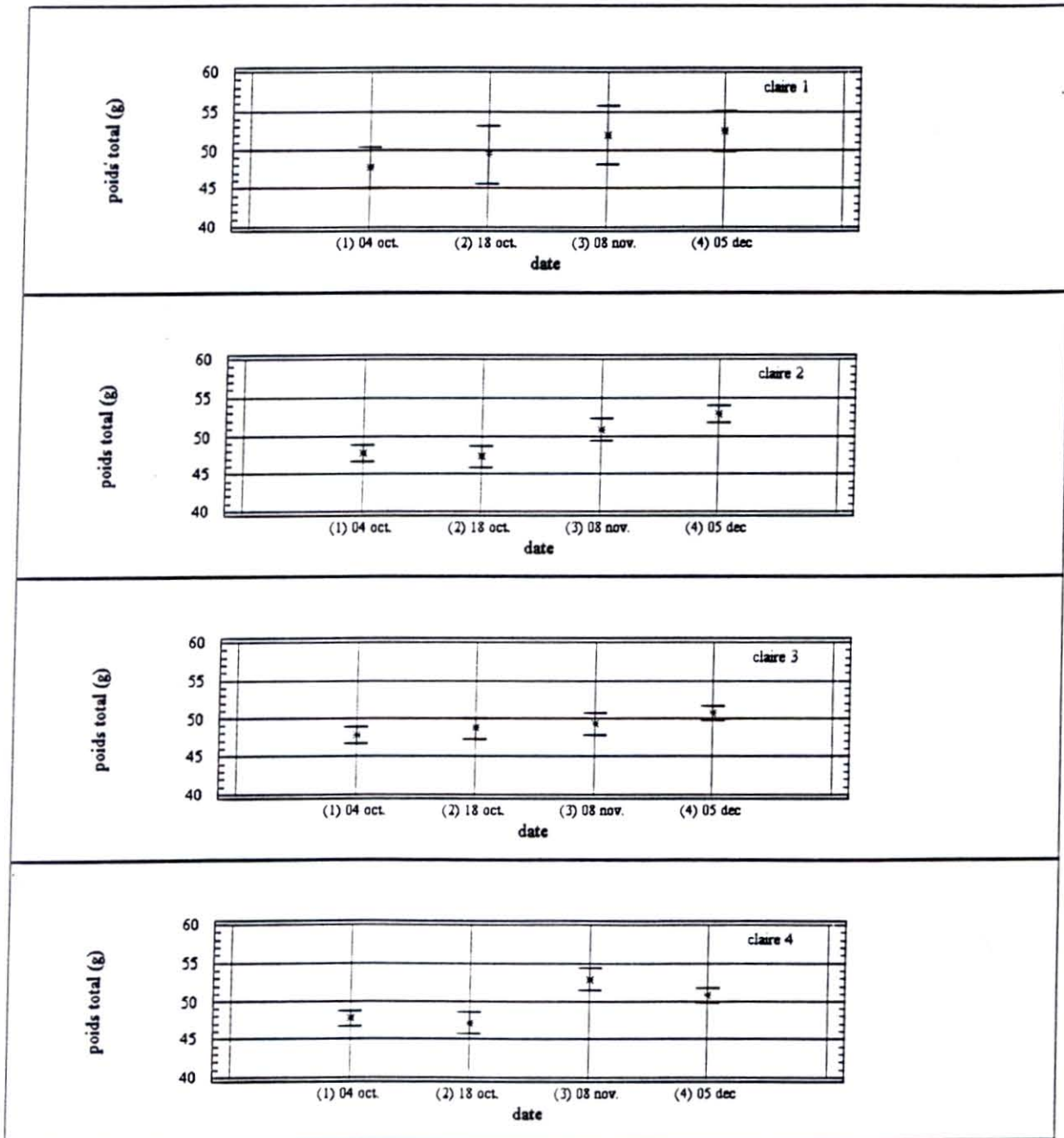


Figure 6 : Evolution du poids total moyen au cours de l'affinage pour les claires expérimentales (1, 3 : claires non complémentées, et 2, 4 : claires complémentées)

Il est important de noter que dans les situations où l'alimentation est améliorée (claires 2 et 4), la prise de poids de coquille précède la prise de poids de chair. Sur le plan énergétique, l'allocation d'énergie vers la coquille est privilégiée. Cette "orientation" de l'énergie vers la coquille peut même s'effectuer au détriment du poids de chair (claire 1). Ce résultat confirme les observations faites par les professionnels du renforcement de la coquille obtenu durant la période d'affinage dans les claires.

L'indice de condition (AFNOR) inférieur à 10 au moment de la mise en élevage des huîtres, chute à 7,5 -7,8 au terme de l'affinage pour les claires 1 et 3 non alimentées, pour un indice de 8,8 à 9,8 pour les claires complémentées en algues "fourrage" (fig. 7, 8). Pour ces claires, les valeurs au terme de l'affinage sont proches de la valeur d'origine et satisfont encore l'indice de 'remplissage' de la norme Afnor d'une huître 'spéciale' de claire (indice > 9). La valeur de cet indice n'est pas maintenue en conditions naturelles d'alimentation. L'indice de qualité ne satisfait plus que la norme 'fine de claire' (9 > indice > 6,5).

Le résultat moyen des deux types d'élevage (fig. 7) démontre une reprise de l'indice des claires complémentées suite à la distribution de phytoplancton, alors qu'un plateau est obtenu au niveau des claires en condition d'élevage traditionnel.

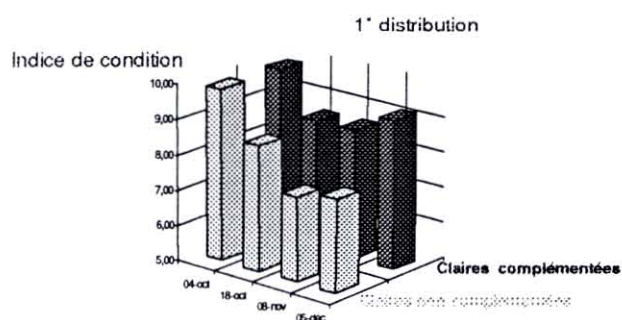


Figure 7 : Evolution moyenne de l'indice de condition (AFNOR) pour les claires complémentées et non complémentées en phytoplancton «fourrage».

## (2) Production phytoplanctonique

Le suivi des cultures associées à l'élevage a été volontairement allégé. L'effort a davantage porté sur l'étude de l'écosystème « claire d'affinage » et sur les huîtres elles-mêmes. Certaines données ont néanmoins été acquises afin d'acquérir un savoir faire pratique. Il s'agit essentiellement de mesures de fluorescence, et plus épisodiquement de numérations cellulaires des cultures (fig. 9).

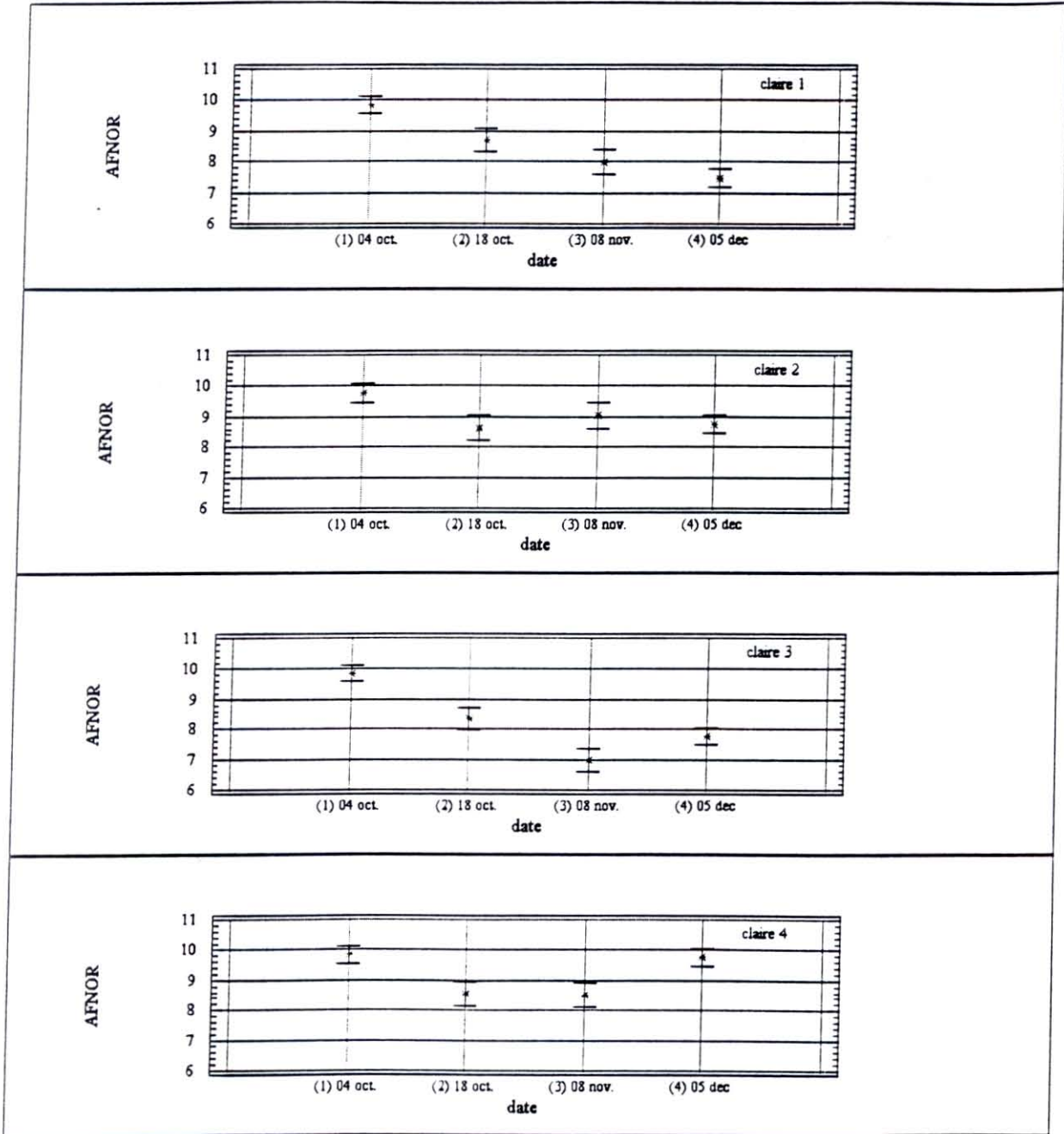


Figure 8 : Evolution de l'indice de qualité selon la norme AFNOR, au cours de l'affinage dans les claires expérimentales (1, 3 : claires non complémentées, et 2, 4 : claires complémentées).



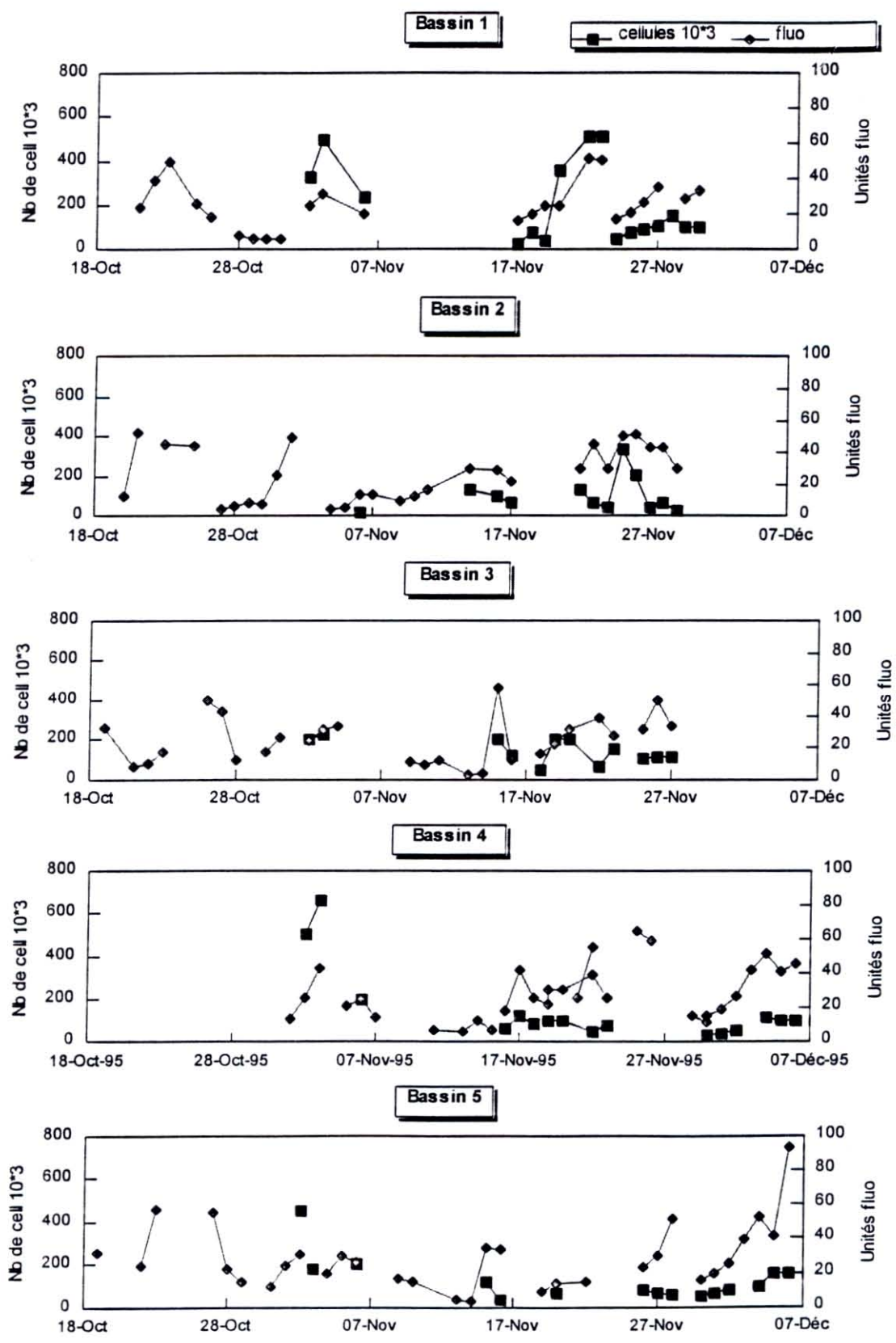


Figure 9: Evolution de la concentration cellulaire et des mesures fluorimétriques dans les cultures.

Au total 32 bassins de culture ont ainsi été initiés pendant la période du 11 octobre au 7 Décembre 1995. La production totale est de 1 723 m<sup>3</sup>, dont 1 113 ont été distribués aux huîtres.

Les résultats obtenus sont très variables. Les concentrations cellulaires initiales vont de 5 à 6 000 cellules par millilitre (bassin non inoculé), jusqu'à 200 000 (bassin inoculé). Le temps de développement des cultures jusqu'à l'obtention du «pic» de densité cellulaire varie de deux à cinq jours. Les densités maximales atteintes se situent dans une gamme de 100 000 à 660 000 cellules par millilitre.

On note également la faible corrélation des mesures fluorimétriques avec les numérations cellulaires qui peut s'expliquer par les différences sources de variabilité : météorologique, méthodologique et biologique (Le Moine *et al.*, 1996).

### (3) Ressources trophiques disponible dans les claires alimentée et non alimentée.

#### Différence de fluorescence

Les mesures fluorimétriques effectuées dans les claires d'affinage (**fig. 10**) ont été "moyennées" sur une heure, avant et après transfert de la sonde d'une claire à l'autre, et «stabilisation» de la colonne d'eau de la claire après les perturbations provoquées par le transfert. Un effet significatif de l'apport de phytoplancton apparaît au niveau de la mesure de fluorescence entre la claire alimentée et non alimentée. Le signal de fluorescence est 25 % supérieur à celui de la claire alimentée.

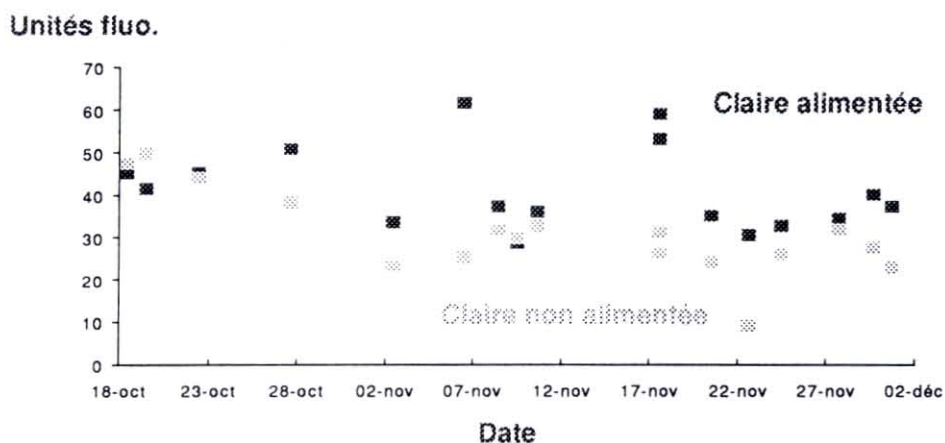


Figure 10 : Moyennes des mesures fluorimétriques sur 1 heure avant et après transfert de la sonde, d'une claire alimentée à une non alimentée.

### Analyse des prélèvements discrets dans la colonne d'eau

La matière inorganique de la colonne d'eau (MIP) diffère significativement selon les dates d'échantillonnage (**tabl. 5 ; fig. 11**). Parmi les 5 descripteurs de la matière organique particulaire (MOP, C, N, phéo, chla), les deux derniers sont plus représentatifs de la matière organique vivante. Les résultats en Chla et N présentent la même tendance lors de l'analyse de variance à plusieurs facteurs ('MANOVA'), avec un effet « date » significatif lié à l'échantillonnage du 17/11 où un pic de chlorophylle a atteint  $10 \mu\text{g l}^{-1}$  (bloom de phytoplancton ou remise en suspension de phytobenthos) (**fig. 11**). Il n'y a pas d'effet significatif des trois facteurs (claire, date et marée) sur la MOP et les phéophytines. Par contre, l'influence de la date et marée est significative au niveau du carbone (**fig. 12**). Vis à vis de ces descripteurs de la ressource trophique, on doit noter qu'aucune différence significative n'est apparue entre les claires alimentées en algues fourrage (2 et 4) et les claires témoins (1 et 3). De plus, la claire sans huîtres (1) ne diffère pas significativement des 4 claires en élevage. Ce résultat révèle les limites de la stratégie d'échantillonnage par prélèvements discrets dans le cas de cette étude.

Tableau 5. Analyse de la variance à 3 facteurs(\*). Probabilité d'effet du facteur (p) sur les descripteurs de la colonne d'eau.

facteur		claire	date	marée
descripteur	MOP	0,940	0,060	0,090
descripteur	MIP	0,120	0,000	0,190
descripteur	C	0,940	0,000	0,040
descripteur	N	0,990	0,006	0,014
descripteur	chla	0,830	0,012	0,049
descripteur	phéo	0,640	0,170	0,090
descripteur	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,000	0,004	0,060
descripteur	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,240	0,000	0,160
descripteur	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,080	0,002	0,310
descripteur	SIO <sub>2</sub>	0,004	0,000	0,150
descripteur	PO <sub>4</sub>	0,000	0,290	0,180
descripteur	O <sub>2</sub>	0,026	0,000	0,690

(\*) : claires non alimentées (1,3) et alimentées (2,4) en algues fourrage. claire 5 = claire témoin sans huîtres. Marée : échantillonnage en vives-eaux (V-E) et en mortes-eaux (M-E). Dates : échantillonnages des 25/10, 7/11 et 24/11 pour les V-E, et les 19/10, 2/11, 17/11 et 30/11 pour les M-E.

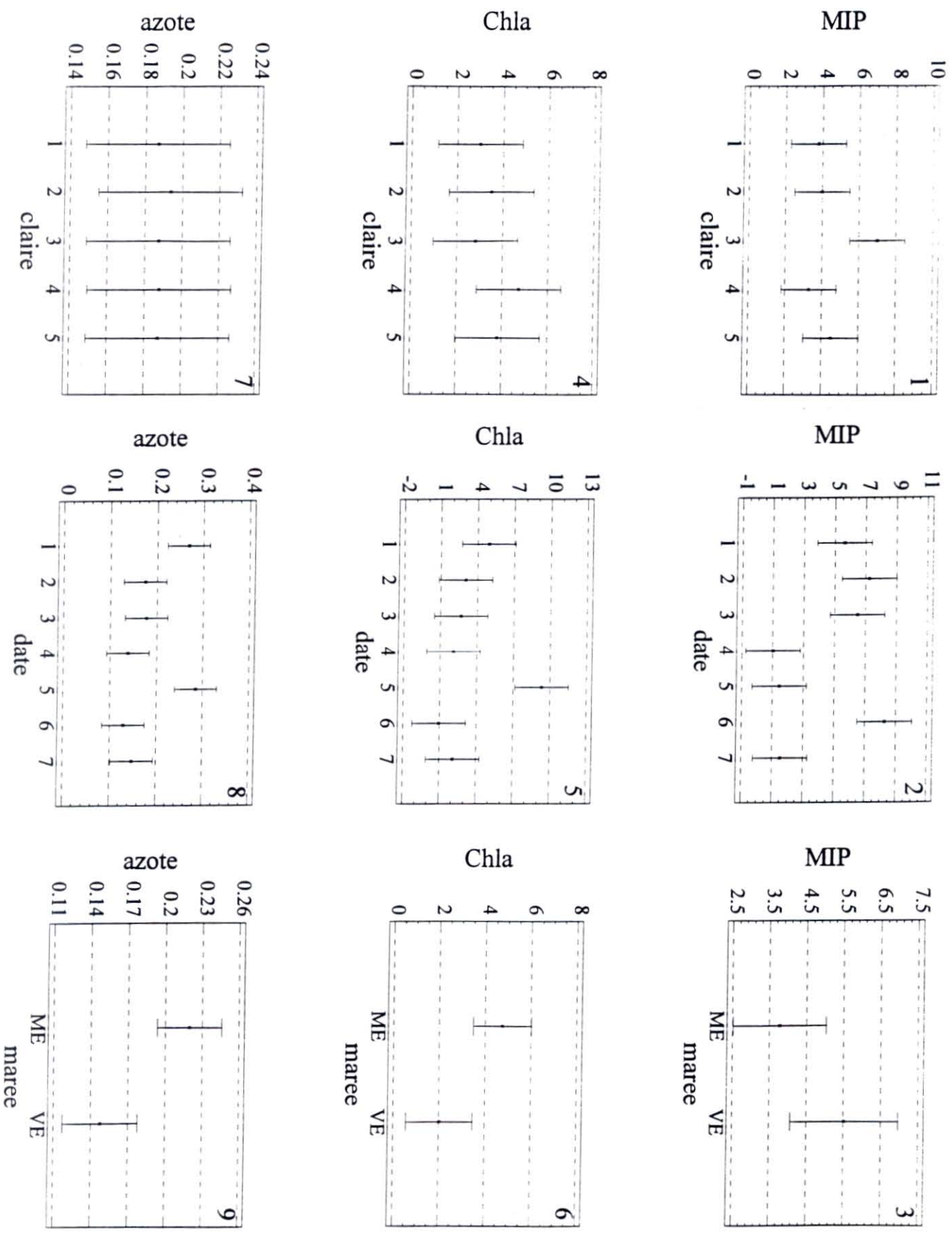


Figure 11. Analyse de variance des descripteurs hydrobiologiques : MIP, Chla et azote, selon les facteurs : claire, date et marée.

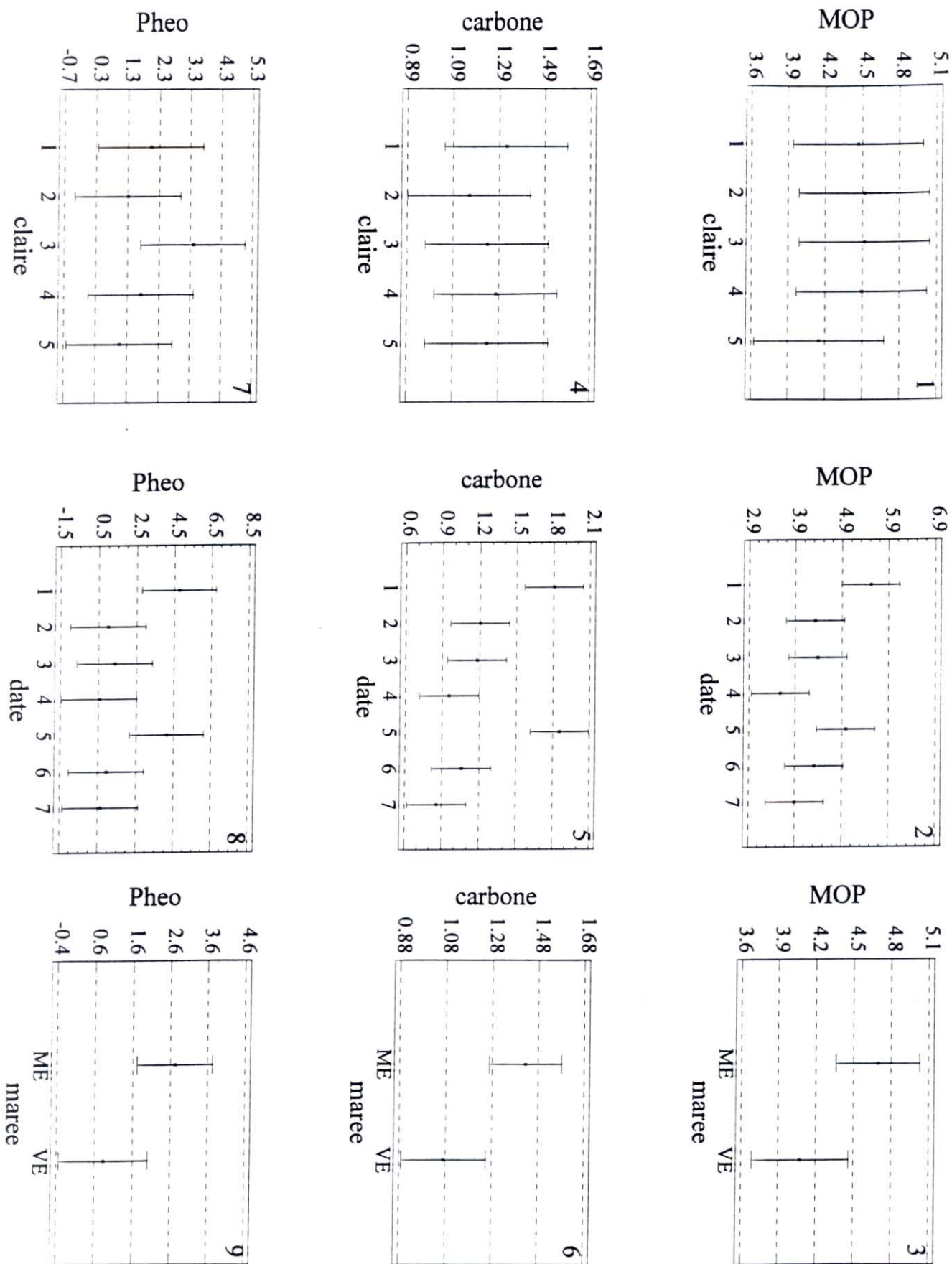


Figure 12 : Analyse de variance des descripteurs : MOP, carbone et phéo, selon les facteurs : claire, date et marée.

Concernant l'effet de la date sur la concentration de matière organique de la colonne d'eau, on note une augmentation significative de la matière organique les 19/10 et le 17/11 ; (voir plus en détail la relation entre la force du vent et la concentration de matière organique en suspension). Les teneurs en nitrates et nitrites apparaissent significativement supérieures dans la colonne d'eau au cours de l'échantillonnage suivant les 25/10 et 24/11 (**fig. 13**).

Au vue de ces résultats, on peut constater que la stratégie d'échantillonnage en prélèvements discrets ne constitue pas un suivi approprié pour estimer la ressource trophique du fait de l'imprécision observée. Par contre, vis à vis des sels nutritifs, le facteur « claire » influence significativement les teneurs en azote ammoniacal, silicates et phosphates (**tabl. 5, fig. 13 et 14**). Dans la comparaison des caractéristiques hydrologiques entre les claires, l'enrichissement lié à l'apport d'algues de culture et de milieu enrichi en sels nutritifs est significatif au niveau des teneurs en  $N-NH_4^+$  et  $PO_4^{--}$ , avec des valeurs significativement supérieures dans des claires complétées en algues fourrage. Bien que l'effet marée (vives-eaux, mortes-eaux) ne soit pas significatif, des différences selon les dates apparaissent également au niveau des teneurs en  $NO_3^-$  et  $N-NH_4^+$  entre les dates de vives-eaux et celles de mortes-eaux. Ce résultat tend à démontrer que l'enrichissement des claires en sel nutritifs s'effectue durant les vives eaux. Afin de préciser cette apport, la qualité des eaux devra être comparée entre le milieu naturel marin et les claires en automne - hiver en relation avec les produits d'excrétion des huîtres (cf. rapport V. Turpin, 1997).

### Analyse des prélèvements discrets dans la vase

L'analyse de variance des descripteurs de la matière organique de la vase (MOP, C, N, Chla, phéo) ne laisse pas apparaître de différence selon les facteurs claires, date et marée (**tabl. 6**) (**fig. 15, 16**). Ce résultat tend à montrer qu'aucune accumulation de matière organique ne s'est produite à la différence de la saison d'affinage de 1994. Il est vrai que les charges en élevage plus importantes en 1995 (20 huîtres.m<sup>-2</sup>) par rapport à 1994 (2 à 10 huîtres.m<sup>-2</sup>) (Soletchnik *et al.*, 1995, 1996) laissent à penser que le prélèvement trophique des huîtres sur le milieu est plus important en 1995 qu'en 1994.

**Tableau 6.** Analyse de la variance à 3 facteurs(\*). Probabilité (p) d'effet du facteur sur les descripteurs de la vase.

	facteur	claire	date	marée
descripteur	MOP	0,051	0,28	0,07
descripteur	MIP	0,012	0,026	0,27
descripteur	C	0,82	0,66	0,49
descripteur	N	0,59	0,32	0,56
descripteur	chla	0,49	0,86	0,45
descripteur	phéo	0,76	0,76	0,11

(\*): claires non alimentées (1,3) et alimentées (2,4) en algues fourrage. claire 5 = claire témoin sans huîtres. Marée : échantillonnage en vives-eaux (V-E) et en mortes-eaux (M-E). Dates : échantillonnages des 25/10, 7/11 et 24/11 pour les V-E, et les 19/10, 2/11, 17/11 et 30/11 pour les M-E.

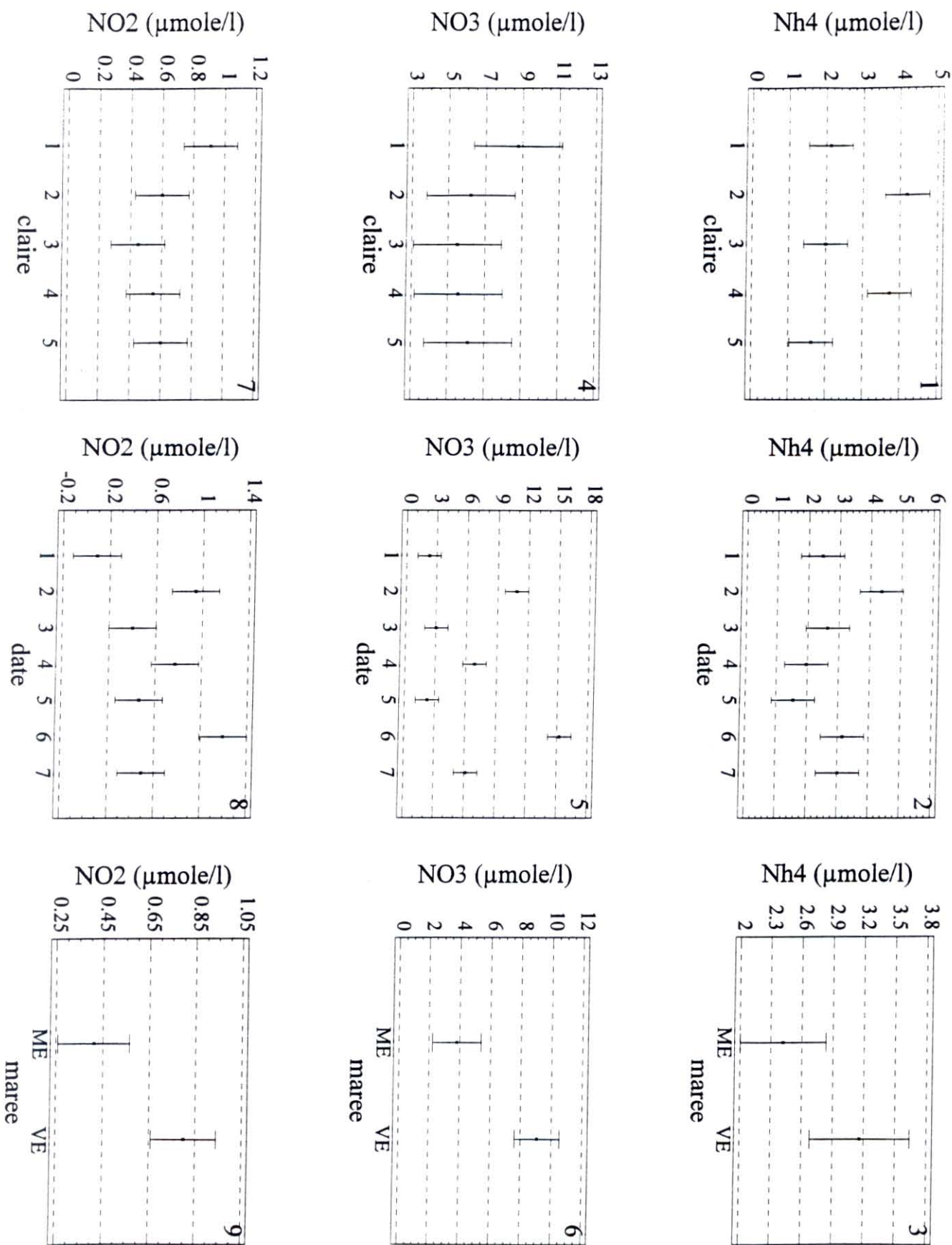


Figure 13 : Analyse de variance des descripteurs : NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, selon les facteurs : claire, date et marée.

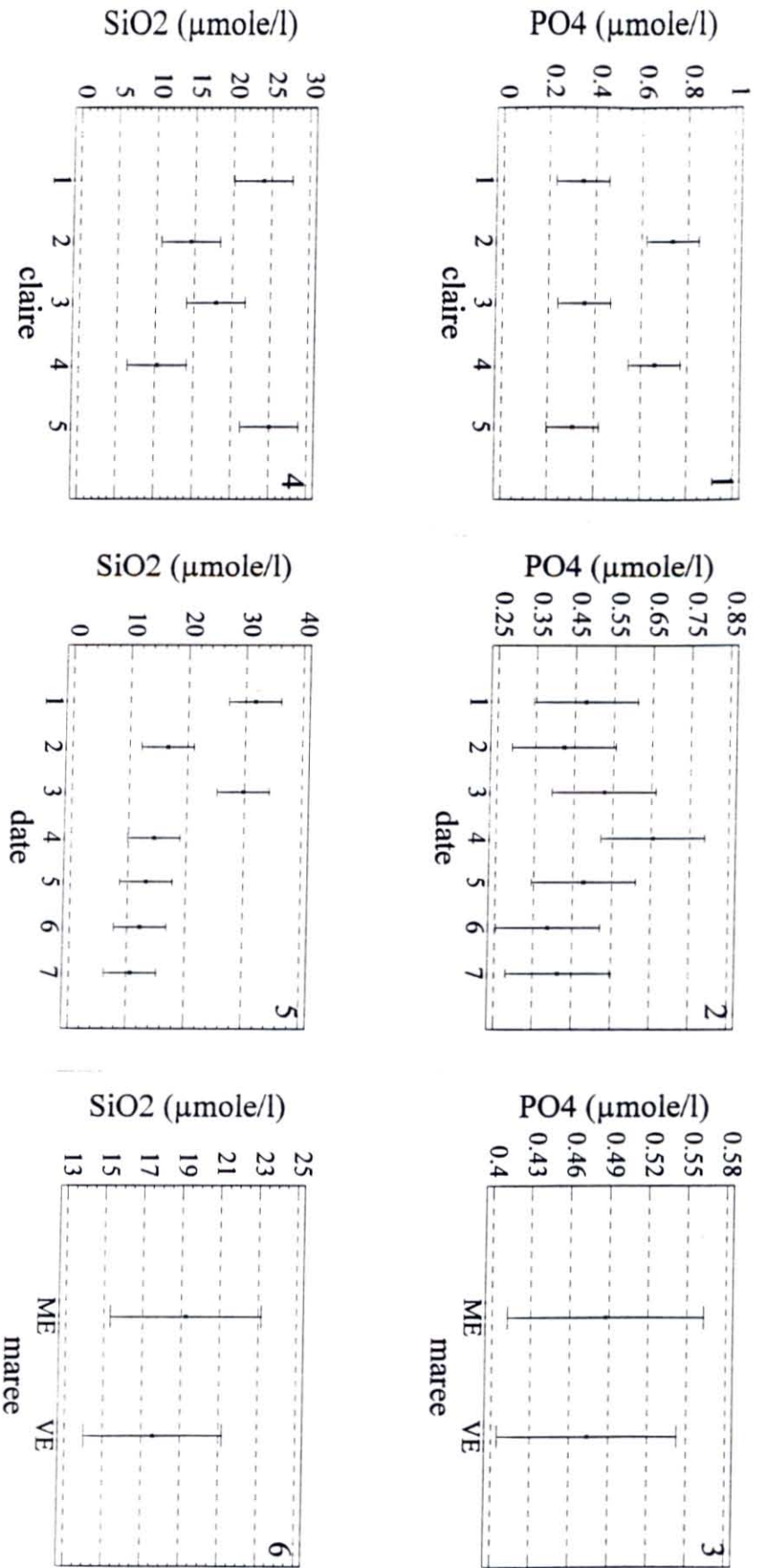


Figure 14 : Analyse de variance des descripteurs : PO4 et SIO2, selon les facteurs : claire, date et marée.



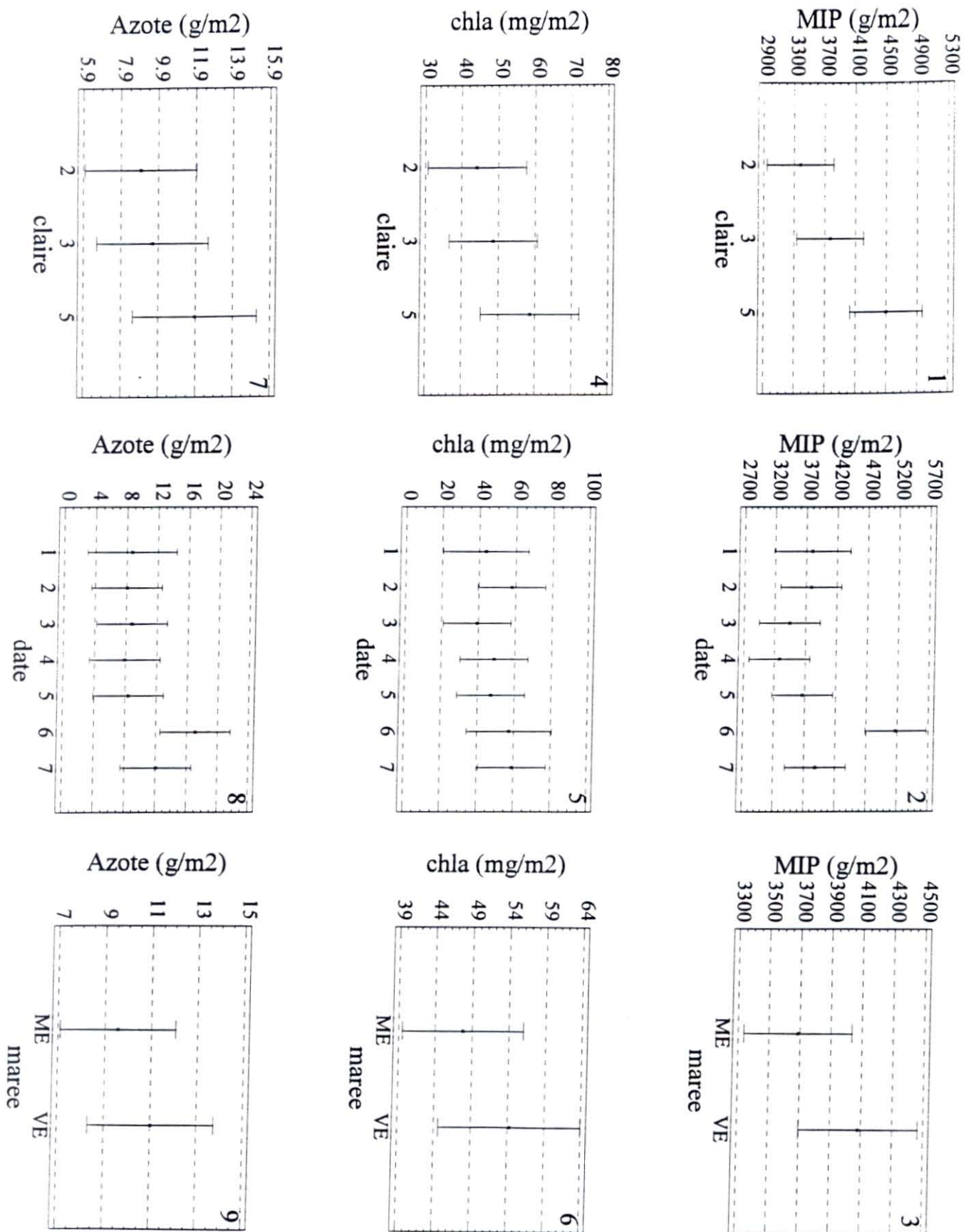


Figure 15 : Analyse de variance des descripteurs : Azote, chlorophylle et matière inorganique particulaire selon les facteurs : claire, date et marée.

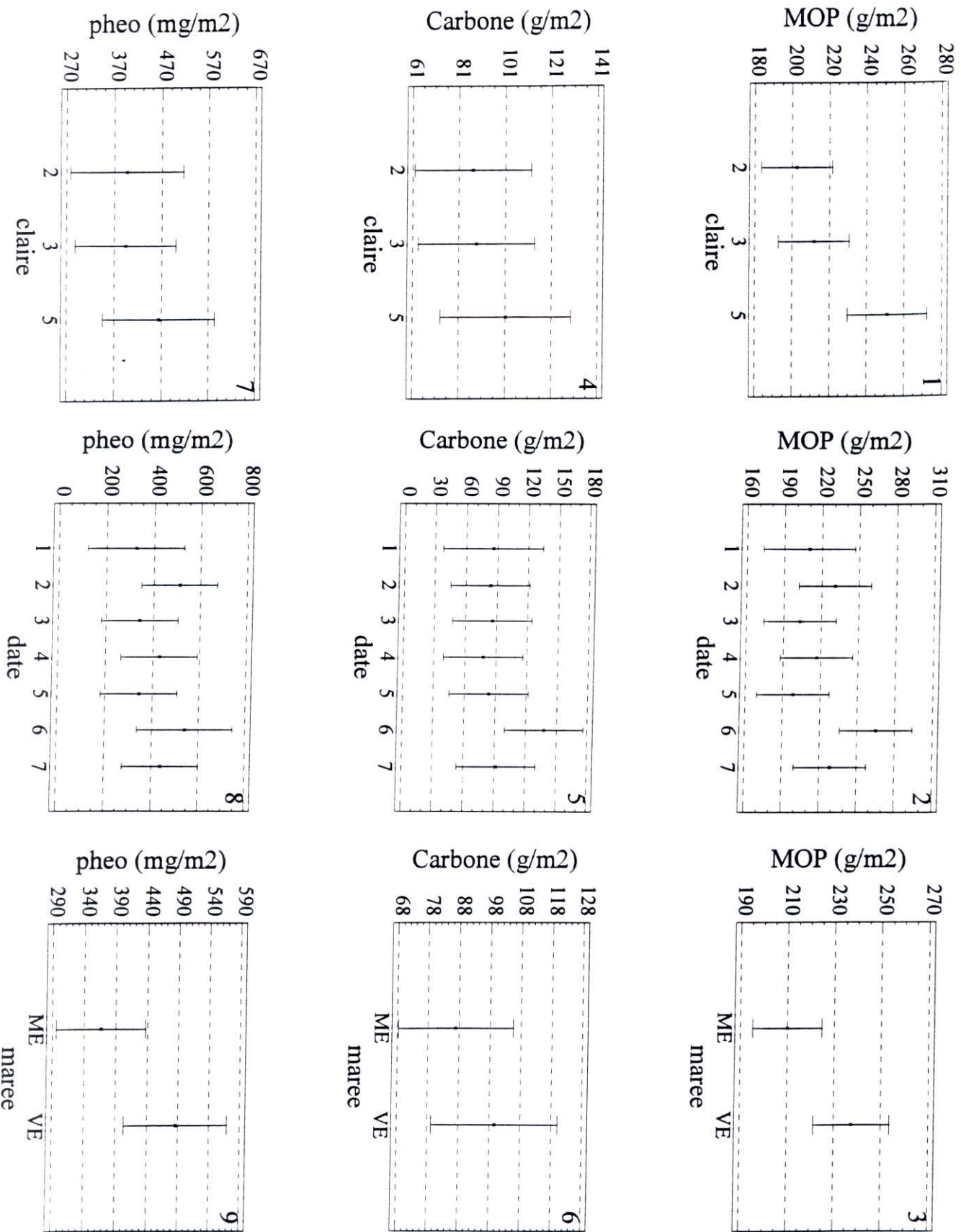


Figure 16. Analyse de variance des descripteurs : Phéopigments, carbone et matière organique particulaire selon les facteurs : claire, date et marée.

Deux hypothèses peuvent être formulées quant aux résultats obtenus sur la MIP (fig. 15) : (i) ces résultats confirment les observations effectuées en 1994, montrant un gradient décroissant de matière en suspension de la claire 5 vers la claire 1, lors des périodes d'alimentation ; (ii) Les rapports quantitatifs des différents descripteurs entre les claires (2-3) et 5 (e.g., Chla<sub>2,3</sub> / Chla<sub>5</sub>), compris entre 77 % et 85%, traduisent le prélèvement effectué par les huîtres sur le milieu (autre représentation de la fonction de consommation) (fig. 15 et 16).

La comparaison entre les paramètres en mortes-eaux et les vives-eaux, bien que non significative dans le cadre des données de cette étude, présente toutefois une 'tendance' de plus fortes valeurs en vives - eaux. Ces résultats tendent à confirmer des apports trophiques en provenance du milieu marin. En période de mortes-eaux, la ressource trophique sédimentée est partiellement réutilisée par les huîtres pour leur alimentation lors des remises en suspension liées au vent (force du vent ou changement de direction).

### Les modèles de représentation de la ressource trophique (chla et CN)

#### *Matrice de corrélation et modèles de calibration*

La matrice de corrélation met en évidence les relations entre les descripteurs enregistrés en continu et les prélèvements discrets mesurés (tabl. 7). En 1994, tous les paramètres trophiques enregistrés en continu étaient corrélés avec les prélèvements discrets. Dans le cas de cette expérimentation, seule la fluorescence est significativement corrélée avec l'azote, le carbone et la chlorophylle a.

Tableau 7 : Niveau de significativité (1) de la corrélation entre les descripteurs hydrobiologiques des claires ostréicoles (prélèvements discrets et données en continu). C : carbone organique (mg/l), N : azote (mg/l) ; CHLA : chlorophylle a (µg/l) ; PHEO : phéophytine (µg/l) ; MIP : matière inorganique particulaire (mg/l) ; MOP : matière organique particulaire (mg/l) ; fluo : fluorescence ; ntu1 : néphélogéométrie 1 ; ntu2 : néphélogéométrie 2.

	C	N	CHL A	PHE O	MIP	MOP	fluo	ntu1	ntu2
C									
N	**								
CHLA	***	***							
PHEO	***	**	**						
MIP	NS	NS	NS	*					
MOP	**	*	*	NS	**				
fluo	**	**	**	NS	NS	NS			
ntu1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
ntu2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

(1): Corrélation significative au seuil de 5 % (\*), 1 % (\*\*), 1 % (\*\*) et non significatif (NS).

La régression linéaire pas à pas des différents descripteurs du milieu (CHLA, PHEO, MOP, MIP, C, N) permet de calibrer les signaux en continu de néphélométrie (ntu) et de fluorescence (fluo), en signaux plus pertinents vis à vis de la description des ressources trophiques dans le mésocosme claire et de leur utilisation dans le calcul des fonctions physiologiques (**tabl. 8**).

**Tableau 8** : Modèles d'étalonnage des signaux de données en continu. Relation entre les prélèvements discrets et le signal de fluorescence (fluo) ; CHLA : chlorophylle a ( $\mu\text{g/l}$ ) ; PHEO : phéophytine ( $\mu\text{g/l}$ ) ; MOP : matière organique particulaire ( $\text{mg/l}$ ) ; MPT : matière particulaire totale ( $\text{mg/l}$ ) ; CN : somme des carbone et azote ( $\text{mg/l}$ ).

	Const.	(fluo) <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	p
MPT			0,00	
MOP			0,00	
CHLA	-1,350	0,0040	0,68	0,01
PHEO	-1,920	0,0039	0,38	0,07
CN	-0,635	0,000646	0,65	0,01

Aucun modèle significatif n'apparaît entre la matière organique particulaire, la matière organique totale et les différents descripteurs enregistrés en continu. Les 2 signaux de néphélométrie (ntu1 et ntu2) n'interviennent pas dans les modèles d'étalonnage des signaux continus à l'inverse des résultats obtenus en 1994.

Deux raisons principales peuvent expliquer ce résultat : les mesures continues en 1994 étaient effectuées au niveau d'une zone proche du bondon de la claire, et donc sous influence forte de la charge particulaire (MIP, MOP) lors de l'alimentation en eau des claires. Par ailleurs, l'apport de phytoplancton de fourrage dans les claires augmente l'importance du descripteur fluorescence devant les autres descripteurs. Les deux modèles les plus significatifs au seuil de 1% expriment la chlorophylle a (chla) et la somme C+N (CN) en fonction de la fluorescence (fluo). Les équations des modèles sont les suivantes :

$$\text{CN} = 0.000646 \cdot \text{bfluo}^2 - 0,635$$

et

$$\text{Chla} = 0.004 \cdot \text{bfluo}^2 - 1,350$$

La stratégie de mesure des données en continu, en alternance sur une ou l'autre des claires (alimentée ou non alimentée) ne permet pas de reproduire les deux signaux trophiques (claire alimentée et non alimentée) (**fig. 17 à 19**). Seule une approche de la ressource trophique "moyenne" peut être prise en compte dans cette étude.

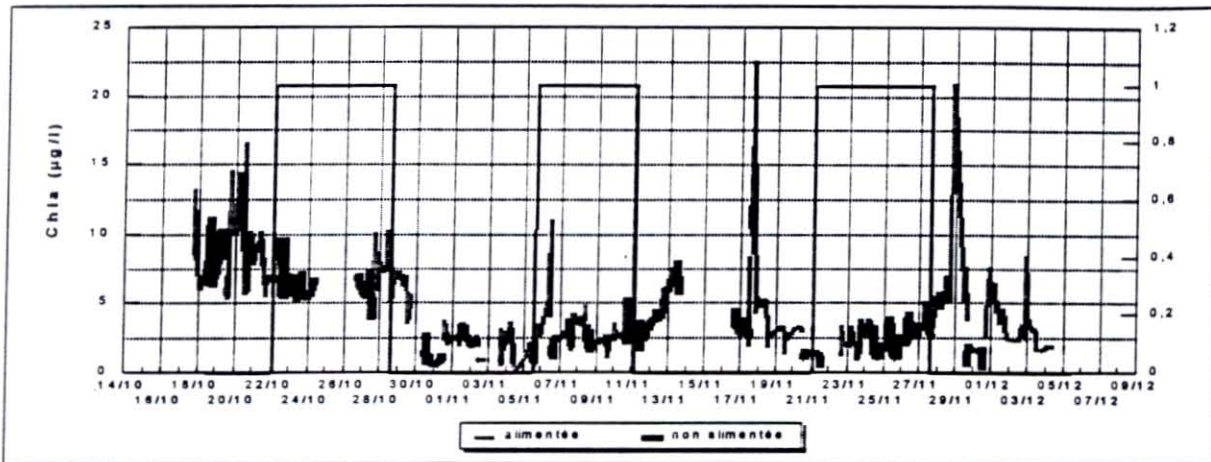


Figure 17. Description de la ressource trophique en chlorophylle a, en alternance sur une claire 'alimentée' (complémentée en algues fourrage 'claire 2') et sur une claire 'non alimentée' (sans algue fourrage 'claire 3').

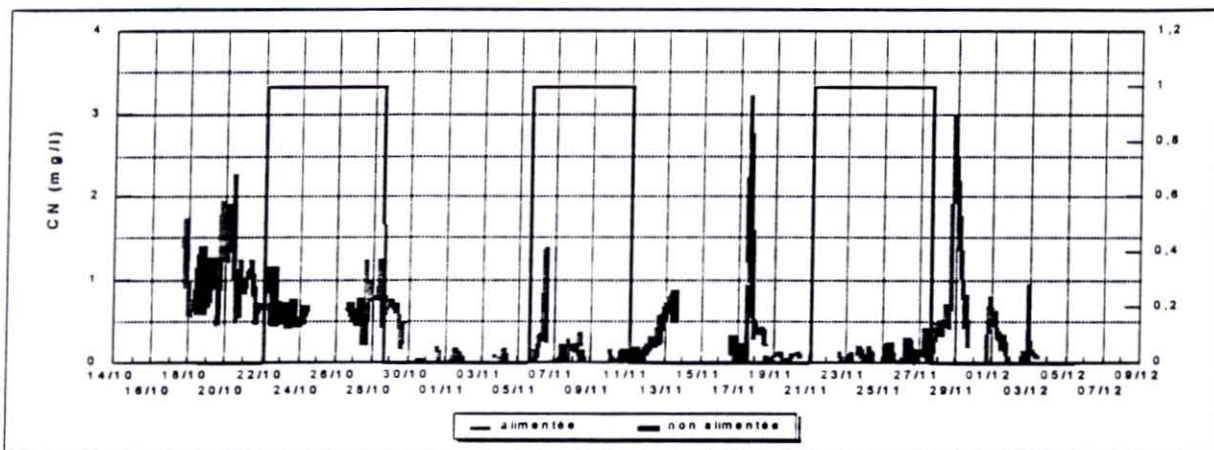


Figure 18. Description de la ressource trophique de la somme (carbone + azote), en alternance sur une claire 'alimentée' (complémentée en algues fourrage 'claire 2') et sur une claire 'non alimentée' (sans algue fourrage 'claire 3').

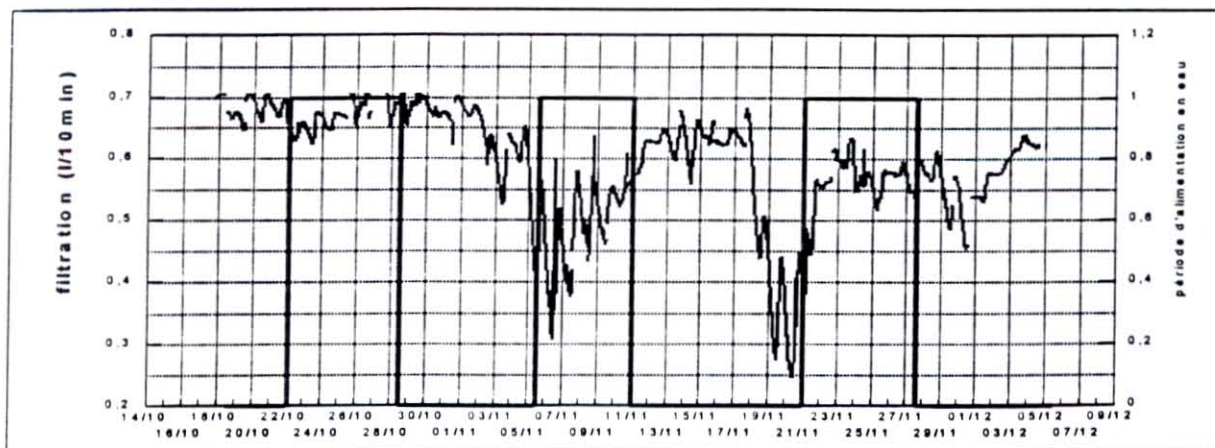


Figure 19. Description en continu de la fonction de filtration calculée d'après le modèle de Bougrier et al., (1995), établi en fonction du profil thermique et du poids sec des huitres

**(4) Relation entre la croissance et la ressource trophique disponible. Utilisation du modèle biologique de croissance.**

L'activité de filtration est comprise entre 0,3 et 0,7 l par 10 min., avec des baisses d'activité durant les périodes de température faible. La respiration varie entre 0,5 et 1,6 J/10 min. (fig. 20). La consommation est comprise entre 0 et 1,5 mg de carbone par 10 min. (fig. 21) et l'absorption entre 0 à 8 mg de carbone par 10 min. (fig. 22).

A la différence des observations de 1994, le potentiel de croissance n'est pas négatif uniquement durant les périodes de mortes eaux, ou en absence de renouvellement des claires (Soletchnik *et al.*, 1995) (fig. 23). Les chutes brutales de température en première et troisième semaine de novembre sont principalement responsables du bilan énergétique négatif. Ce résultat a également été observé au cours de la période d'affinage en 1995. Ainsi, les hautes températures rencontrées durant les 18, 19 et 29 octobre 1995 ont provoqué des blooms phytoplanctoniques importants. De façon similaire, des valeurs élevées de matière organique dans la colonne d'eau sont observées les 19/10 et les 17/11, en période de mortes eaux. L'origine et le déterminisme de ces blooms restent à préciser. Ils pourraient résulter de l'effet du vent, (e.g., changement de direction) avec une remise en suspension de matériel benthique, d'échanges avec le fond, de micro-courants influençant la distribution de la ressource trophique. Ce résultat montre comment la ressource trophique peut avoir une origine endogène en période d'affinage.

**(5) Comparaison entre la croissance réelle (production) et celle estimée par le modèle biologique (potentiel de croissance).**

Sur la base du modèle biologique et de la mesure de ressource trophique, le potentiel de croissance décrit pendant la période d'affinage est intégré sur deux périodes définies par des échantillonnages de biométrie des population d'huîtres (tabl. 9) (fig. 23). Ainsi, pour la claire N°2, complémentée en algues fourrage, le potentiel de croissance individuel sur les deux périodes est de 3200 à 3400 Joules, alors qu'il est compris entre - 490 et + 760 Joules pour la claire en condition traditionnelle d'affinage.

Tableau 9 : Potentiel de croissance (Joules) intégré sur deux périodes successives pour l'ensemble des claires.

	Potentiel de croissance	
	18/10 - 8/11	8/11 - 5/12
claire 2	3200	3400
claire 3	760	-490

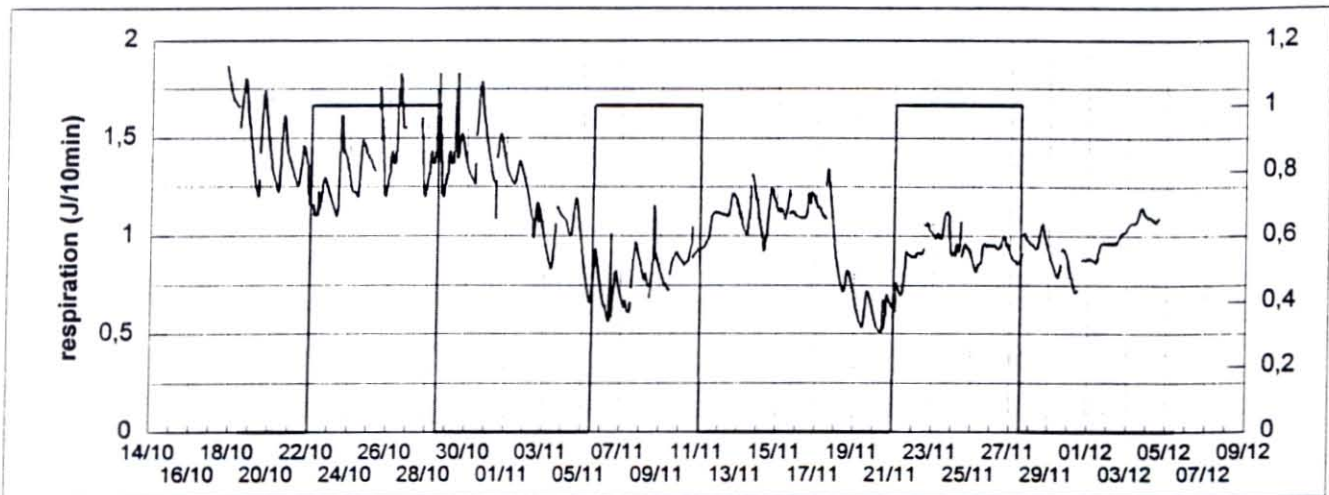


Figure 20. Description en continu de la fonction de respiration

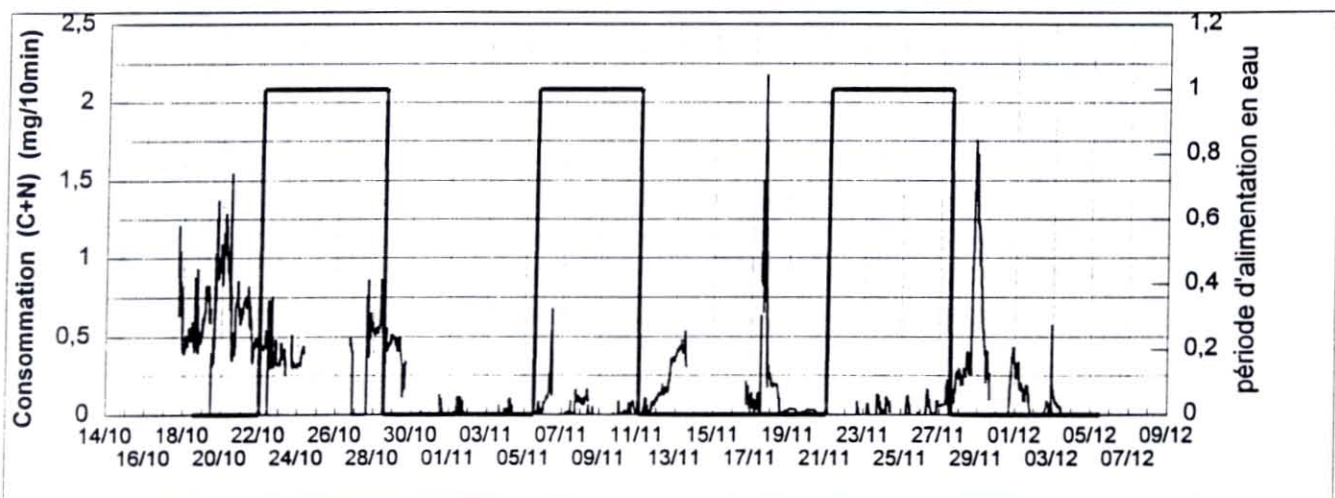


Figure 21. Description en continu de la fonction de consommation de C+N calculée à partir de la fonction de filtration et de la ressource trophique de la claire (fig. 18).

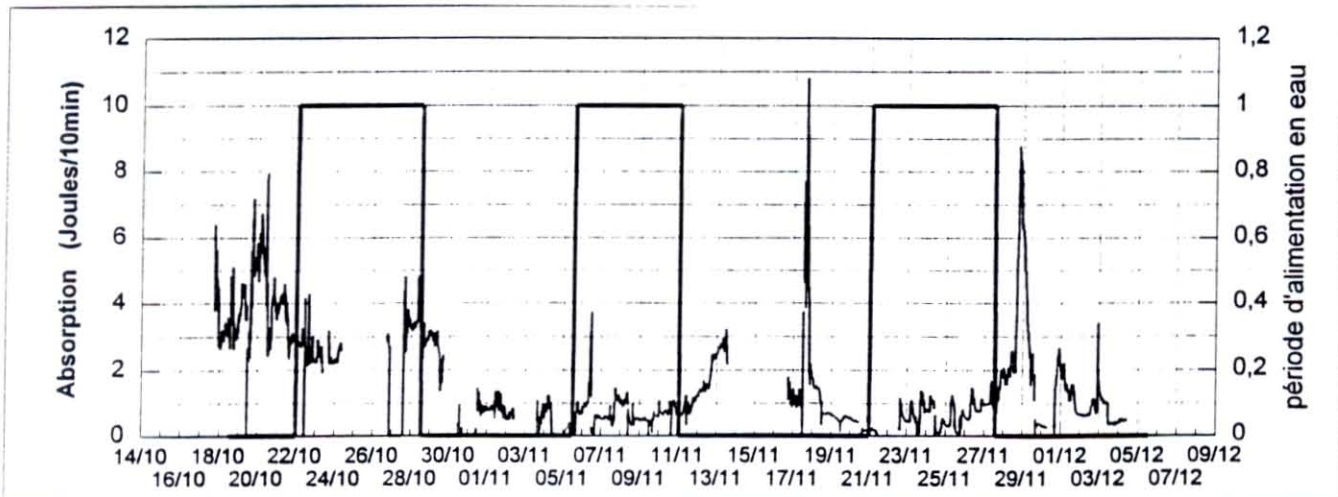


Figure 22. Description en continu de la fonction d'absorption de C+N calculée à partir de l'efficacité de sélection et d'absorption (Raillard, 1991).

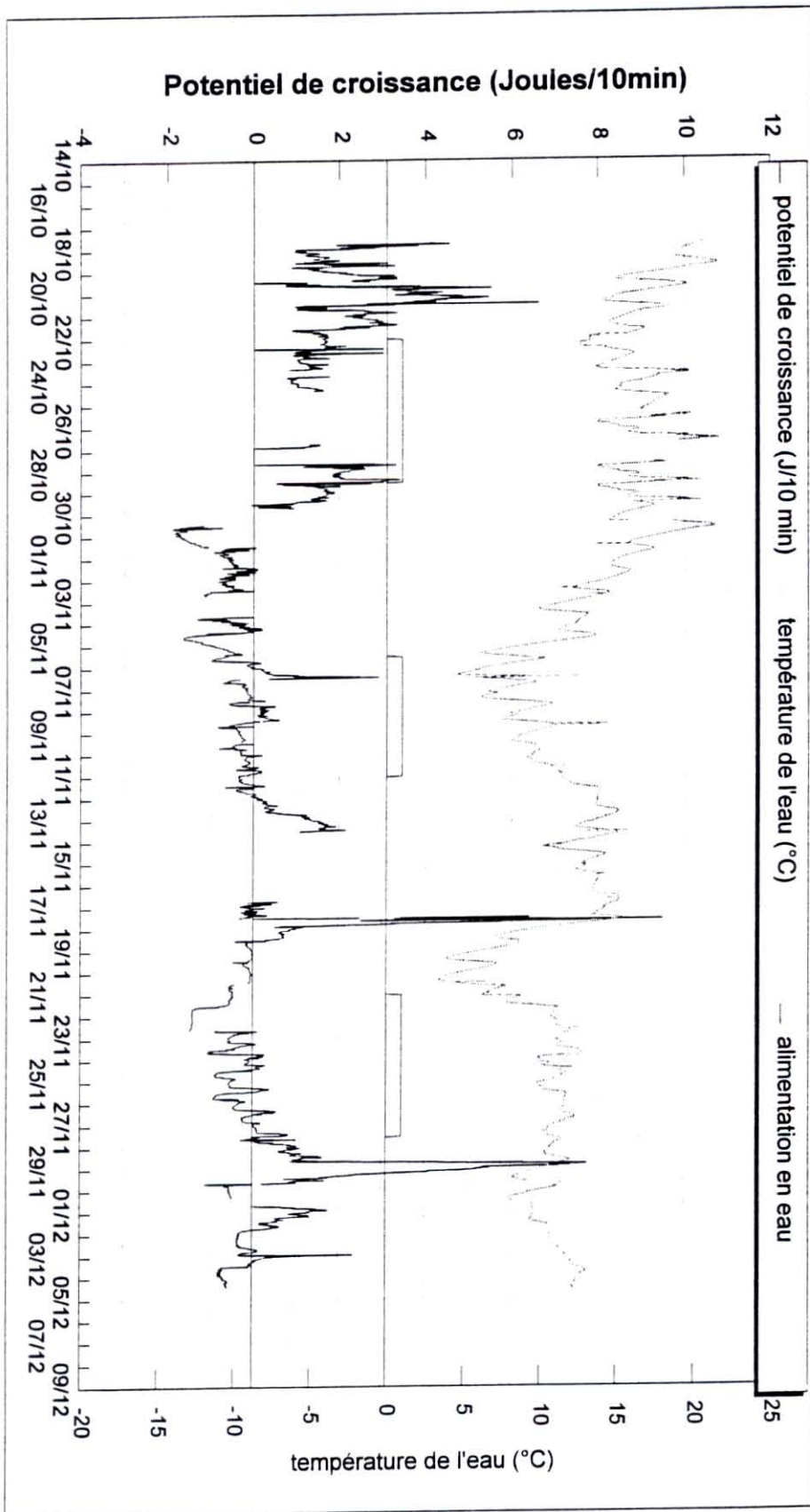


Figure 23. Description en continu du potentiel de croissance et cycle thermique



Le bilan énergétique de production mesurée directement sur les huîtres (gain de poids et croissance en coquille) est comparé à la valeur intégrée du potentiel de croissance sur les deux périodes (**tabl. 10**). Le potentiel de croissance confirme le bilan négatif ou faiblement positif des claires non complémentées et nettement positif pour les claires complémentées.

**Tableau 10** : Production en poids sec de chair et matière organique de coquille convertie en énergie sur deux périodes successives dans les 4 claires (1 et 3 non complémentées) et 2, 4 pour les claires complémentées).

Claires		Date			Production (poids sec + coquille) (Joules)		
		18/10	8/11	5/12	18/10 8/11	- 8/11 - 5/12	18/10 - 5/12
1	poids sec (g)	0,73	0,73	0,55	840	-3600	-2760
	coquille (g)	29	31,1	30,5			
2	poids sec (g)	0,69	0,70	0,72	1000	1440	2440
	coquille (g)	28,2	30,2	32,8			
3	poids sec (g)	0,72	0,60	0,59	-2240	-130	-2370
	coquille (g)	28,6	(29)	30,3			
4	poids sec (g)	0,61	0,60	0,84	1080	5040	6120
	coquille (g)	28	31,2	31,8			

Selon les périodes, la production (chair + coquille) est comprise entre (840 / -3600) et (1000 / 5400) joules, respectivement pour les claires 1, 3 et 2, 4. Ces résultats sont cohérents avec les résultats concernant l'intégration du potentiel de croissance (**tabl. 9**). Au cours de la période d'affinage, la production de matière organique convertie en énergie est de 2 500-6 000 joules par huître pour les claires complémentées en algue fourrage. Elle est comprise entre -2 400 et -2 800 joules pour les claires en condition traditionnelle d'affinage.

#### **(6) Suivi en continu des paramètres de l'environnement de l'affinage en claires**

Les températures de l'air et de l'eau sont étroitement corrélées (**fig. 24**), avec toutefois une amplitude de valeurs plus large pour la température de l'air. Cette dernière est comprise entre -2 et 27°C quand la température de l'eau varie entre 5 et 22°C. Ce cycle thermique se caractérise par une période chaude en deuxième quinzaine d'octobre (température comprise entre 15 et 22 °C), puis par une période de chute thermique (de 20 à 10 °C) marquée par des épisodes froids où la température de l'eau peut tomber à 4 - 5 °C quand celle de l'air devient négative.

La hauteur d'eau dans les claires (**fig. 25**) permet de mesurer le taux de renouvellement des claires en périodes de vives-eaux. Au cours de l'affinage, on observe

deux périodes de vives-eaux (22/10 - 29/10) et (21/11 - 27/11) plus une période de 'maline ronde' où l'alimentation des claires est plus réduite (6/11 - 11/11)

De façon similaire à 1994-1995, le renouvellement en eau de mer assure le contrôle la salinité dans les claires (fig. 26) (Soletchnik *et al.*, 1995, 1996). En période de mortes-eaux, la pluviométrie devient le principal facteur de contrôle. Ainsi la salinité de l'eau de mer est comprise entre 32,5 - 33,5 ‰. La salinité des claires est légèrement supérieure (35 ‰) en début de période d'affinage, après une période chaude en mortes-eaux. Par la suite deux périodes de pluies en périodes de mortes-eaux, les 15/11 et 27/11, provoquent une chute de salinité de 3 et 5 ‰ respectivement pour les deux périodes.

Les vents dominants sont principalement orientés NNE à NNW ( $300^\circ - 0^\circ$  et  $0^\circ - 60^\circ$ ) avec une vitesse établie allant jusqu'à 15-20 km/h (fig. 27, 28). Autour du 15/11, 23/11 et 26-27/11, les vents sont orientés ESE. Ces périodes sont également des périodes de fortes précipitations du fait de dépressions (fig. 26).



Figure 24. Température de l'air et de l'eau des claires expérimentales au cours de la période d'affinage en 1995

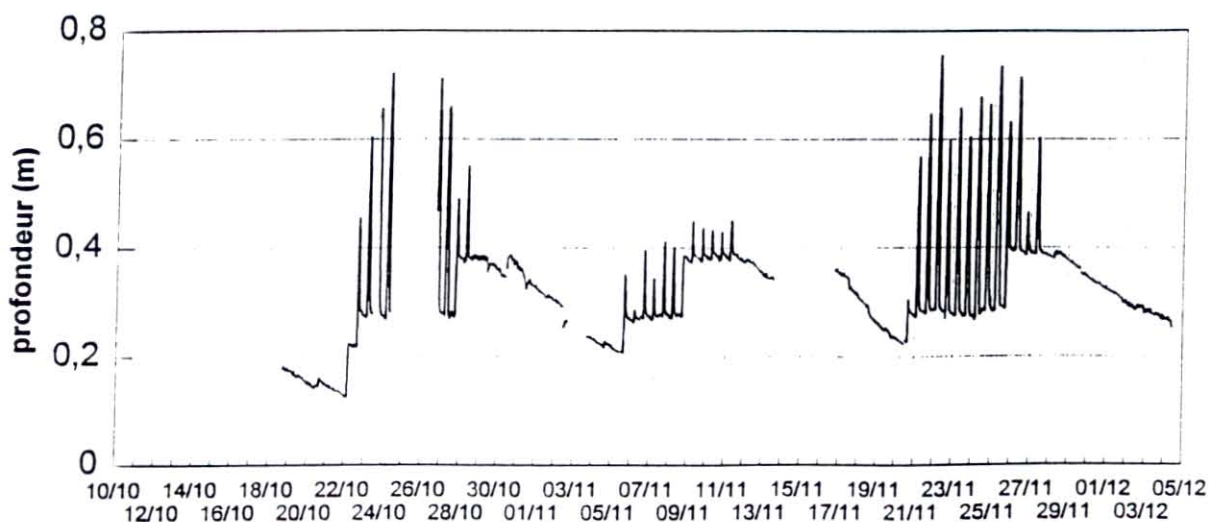


Figure 25. Alimentation des claires expérimentales en eau de mer au cours de la période d'affinage.

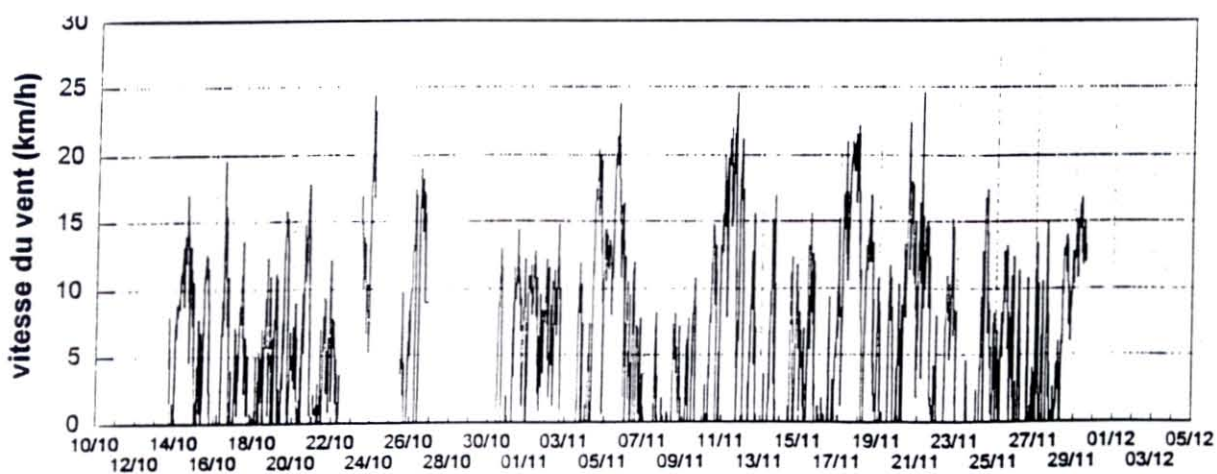
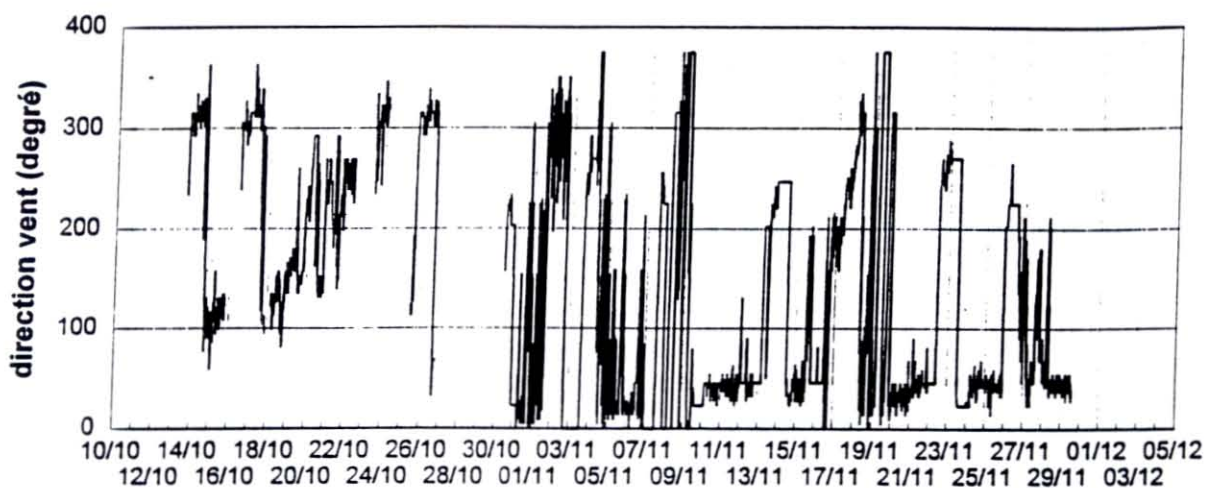
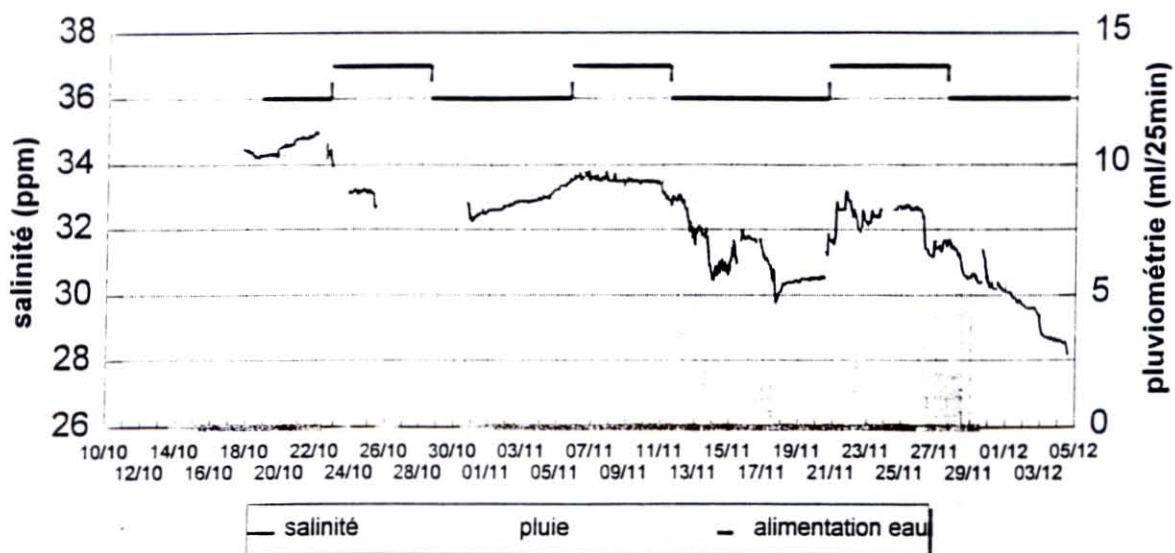


Figure 26. Evolution de la salinité dans les claires. Relation avec l'apport en eau et la pluviométrie.

Figure 27. Evolution de la direction du vent. ( $360^{\circ} = 0^{\circ} = N$ )

Figure 28. Evolution de la vitesse du vent (km/h)

### III. Conclusion

Cette saison d'affinage avec complémentation des élevage d'huîtres en algue "fourrage", s'est révélée positive en terme de production phytoplanctonique en bassins extérieurs et démontre donc la fiabilité du processus. Malgré la variabilité des résultats obtenus sur les cultures, on constate que des blooms phytoplanctoniques peuvent être obtenus sur la période hivernale considérée, jusqu'en décembre.

L'expérience décrite a montré comment les limites du système traditionnel, à de telles charges en huîtres, sont atteintes et même dépassées. Seul l'apport phytoplanctonique permet de maintenir la qualité de l'huître définie par la norme Afnor pour caractériser une huître "spéciale de claire". Seul cet apport complémentaire en algue "fourrage", permet également une prise de poids significative de la coquille (renforcement). Dans les conditions d'élevage traditionnelles à une densité de 20 huîtres par m<sup>2</sup>, ce résultat n'a pu être atteint lors de l'expérimentation.

Dans l'objectif d'optimiser le processus, plusieurs améliorations seront testées dans les prochaines expérimentations, avec en particulier :

- l'apport du complément trophique (algue "fourrage") dès le début d'élevage, afin d'éviter l'amaigrissement des huîtres durant la période initiale d'affinage en automne - hiver.
- le passage à des cultures phytoplanctoniques en continu. Celles-ci présentent un meilleur rendement biologique et permettent également une optimisation de la main d'oeuvre (Lefebvre S. et Hussenot J., com. pers). Ceci devrait permettre d'optimiser les blooms et d'arriver à la consommation totale des produits fertilisants pour une meilleure qualité de rejets.
- l'utilisation maximale de systèmes hydrauliques en gravitaire en vue d'économies tant d'investissement que de fonctionnement.

On devra également évaluer dans ce contexte, les résultats d'affinage d'un lot d'huîtres de qualité initiale inférieure (i.e., indice de condition) ainsi que la variabilité interannuelle qui peut influencer sur les résultats décrits. Il apparaît donc nécessaire de confirmer ces premiers résultats avant toute validation économique.

Il est important de noter que globalement les résultats des modèles biologiques sont validés par les bilans de production. A partir de ces modèles et des suivis en continu de l'environnement, on peut d'ores et déjà envisager une modélisation globale de l'écosystème 'claires ostréicoles' et des simulations de l'impact de conditions d'affinage sur les résultats de production.

#### IV. Bibliographie

- AFNOR (1985). Norme française d'huîtres creuses. Dénomination et classification. NF V 45 056, 5p.
- Baud J.P., Brisset E. et Cardinal M., 1995. Affinage contrôlé en bassin de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Rapport interne IFREMER RIDRV - 95.17/RA-BOUIN, 37 p.
- Bougrier, S., Geairon, P., Deslous-Paoli, J.M., Bacher, C. & Jonquieres G., 1995. Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*, **134**: 143-154.
- Brault I, Baud J.P. et Haure J., 1994. Faisabilité biologique de l'élevage intensif en bassin de l'huître plate *Ostrea edulis*. Rapport interne de la direction des ressources vivantes de l'IFREMER. RIDRV-94-21/RA-BOUIN, 50p.
- CREAA, 1995. Atelier expérimental d'affinage d'huîtres en marais. Rapport CREAA, octobre 1995, 44p.
- Gautier D., Ledu C., Hussenot J. et Gérard A., 1993. Production en masse de *Skeletonema costatum* en bassins extérieurs par fertilisation minérale : Etude d'un cycle estival. Rapport interne de la direction des ressources vivantes de l'IFREMER. RIDRV-93.033-RA/CREMA-L'HOUMEAU/LA TREMBLADE, 35 p.
- Gouletquer P. and M. Wolowicz (1989). Energetic budget : the shell of *Cardium edule*, *C. glaucum* and *Ruditapes philippinarum*: organic contents, proximate composition and energetic values as determined by different methods. *Jour. mar. Biol. Ass. U.K.*, **69**:563-572.
- Gouletquer. P, Nedhif, M et Héral M., 1988. Production de Palourdes Japonaises *Ruditapes philippinarum* (Adams et Reeve) en bassin semi fermé: Approche énergétique et relations trophiques. *Aquaculture*, **74**: 331-348.
- Hussenot J. et Brossard N., 1995. Premiers essais automnaux de culture de diatomées en masse (24 m<sup>3</sup>) sur eau de mer fertilisée (N/P/Si). Culture sans ensemencement et conditions limitantes. Rapport contrat de plan IFREMER-Région Poitou Charentes Année 1994 : 84-105.
- Le Moine O., Razet D., Gouletquer P., Soletchnik P., Geairon P., et Faury N., 1996. Valorisation des claires ostréicoles. Production de Phytoplancton fourrage en bassins extérieurs. Rapport 1995 Contrat de Plan Etat-Région Convention 95/RPC-R-58, 27p.

- Lucas, A. 1982. La nutrition des larves de bivalves. 1982. *Oceanis*, **8** (5) 363-388.
- Raillard, O. 1991. Etude des l'interactions entre les processus physiques et biologiques intervenant dans la production de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) du bassin de Marennes-Oléron: essai de modélisation. Thèse de doctorat de l'université de Paris VI. 212 pp.
- Razet, D., Héral, M., Prou, J., Legrand, J., and Sornin J M. 1990. Variation des productions saisonnières de biodépôts (féces et pseudofécès ) de l'huître *Crassostrea gigas* dans un estuaire macrotidal : baie de Marennes Oléron. *Haliotis*, **10**: 143-161.
- Soletchnik P., Razet D., Gouletquer P., Geairon P., Le Moine O. et Faury N., 1995. Analyse de la capacité trophique de l'écosystème « claires ostréicoles » dans le cadre de l'affinage de l'huître creuse *Crassostrea gigas* (Bassin de Marennes-Oléron). Rapport interne IFREMER RIDRV- 24-95/ La Tremblade, 43 p.