

Affinage des huîtres creuses *Crassostrea gigas* en claires ostréicoles du Bassin de Marennes-Oléron :

Etude des modifications de la Norme
AFNOR-NF V 45 056



Type de rapport : RST	
Numéro d'identification du rapport : DRV RA/RI/98-15	date de publication 12.98
Diffusion : libre X restreinte interdite :	nombre de pages : 36
Adresse électronique :	bibliographie (Oui)
- chemin UNIX :	illustration(s) (Oui)
- adresse WWW :	langue du rapport : FR
Titre et sous-titre du rapport :	
Affinage des huîtres creuses <i>Crassostrea gigas</i> en claires ostréicoles du Bassin de Marennes Oléron : Etude des modifications de la Norme AFNOR-NF V 45 056	
Titre traduit :	
The Pacific Cupped oyster <i>Crassostrea gigas</i> in earthen Ponds ('claires') in the Bay of Marennes-Oleron : assessment of changes of the national French AFNOR NF V 45 056 norm.	
Auteur(s) principal(aux) : Robert S., Gouletquer P., Soletchnik P., Geairon P., Le Moine O., Razet D., Faury N., Taillade S.	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER DRV Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes
Collaborateur(s) : nom, prénom	Organisme / Direction / Service, laboratoire
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse	
Titre du contrat :	n° de contrat Ifremer
Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s)	
Responsable scientifique : P. Gouletquer	
Cadre de la recherche :	
Programme :	Convention :
Projet :	Autres (préciser) :
Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)	

Résumé : Dans le cadre de sa démarche « qualité », la SRC de Marennes-Oléron souhaite faire évoluer les normes zootechniques d'élevage de l'huître « fine de claires » et « spéciales de claires » définies actuellement par la norme AFNOR NF V 45-056 (AFNOR, 1985). Les modifications proposées concernent une gestion saisonnière de la biomasse par m² en élevage, respectivement de 1 et 3kg/m² pendant 2 semaines entre les 1 avril-31 octobre et 3 semaines, du 1 novembre au 31 mars.

Le Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes (LCPC) a engagé des expérimentations afin de répondre à la demande professionnelle et administrative d'évaluer l'effet sur la qualité finale des huîtres des modifications d'élevage proposées, en comparaison avec la norme officielle AFNOR (1985). Les expérimentations s'appuient sur les acquis obtenus depuis 1994 dans le cadre des programmes de recherche relatifs à la valorisation des claires ostréicoles et consistent en deux séries d'élevages représentatifs des deux concernées. Trois variables ont été testées selon un plan factoriel croisé à trois modalités concernant 1) la qualité initiale des lots mis en élevage, définie par l'indice de condition AFNOR initial, 2) la durée d'élevage, et 3) la biomasse par m². Pour tester l'effet de la "qualité initiale", les lots diffèrent en indice AFNOR pour des classes d'âge et de taille similaires. Le suivi comparatif des différents lots d'huîtres a été réalisé à partir d'une même date de mise à l'eau. Les résultats au cours des deux périodes restent en conformité avec nos précédentes études. Ils montrent de meilleures conditions zootechniques en utilisant la norme modifiée, du fait principalement de la réduction du temps d'élevage qui limite l'amaigrissement et le taux de mortalité des huîtres. L'amaigrissement des huîtres est proportionnel au temps d'élevage en claires. Même des densités plus faibles, telle que celle de la norme "spéciales de claires", ne constituent pas un avantage significatif comparé au handicap d'une durée supérieure d'élevage en claires. L'effet de l'augmentation de la biomasse des huîtres au cours de la seconde période est compensée par une durée réduite d'élevage. La qualité d'origine des produits reste prépondérante dans le résultat final d'affinage et aucun déclassement significatif de l'indice AFNOR ne résulte de l'utilisation de la nouvelle norme, avec cependant des cheptels d'indice initial élevé variant de 9 à 14. La composition biochimique des huîtres se trouve modifiée par le passage en claires ostréicoles quelle que soit la norme d'élevage. La diminution de l'indice AFNOR se traduit par une augmentation de la teneur en protéines concomitante à une diminution de la teneur en lipides. La norme "spéciales de claires" reste la plus défavorisée au cours des deux périodes expérimentales au niveau des glucides, la nouvelle norme étant la plus favorable. Au niveau des conditions environnementales, l'impact des cheptels et des biomasses supérieures en élevage (3kg/m²) n'a pas été critique jusqu'en mars. En particulier, l'évolution des concentrations et saturation en oxygène n'a pas représenté une condition stressante pour les animaux. Cependant, en fonction de la variabilité interannuelle, une augmentation plus précoce de la température pourrait affaiblir les cheptels au cours du mois de mars à une biomasse de 3kg/m² compte tenu des désaturations potentielles en oxygène.

Par conséquent, à partir des paramètres caractérisant le produit, tels qu'ils sont définis dans la norme AFNOR actuelle, les durée d'élevage et qualité initiale du produit restent déterminantes et favorisent le choix de la densité et du temps d'élevage de la proposition de nouvelle norme. Cet avantage résulte d'une durée d'affinage plus courte. Avec une durée réduite en claires, on observe au minimum une similitude dans les résultats d'indice "spéciales de claires" et "nouvelle norme". Dans les deux expérimentations, l'évolution de la teneur en glycogène dans la chair d'huître reste favorable à l'adoption de la nouvelle norme.

Abstract : Within its oyster quality project, the Marennes-Oleron Professional Organization (SRC) aims to improve the zootechnic rearing conditions in ponds for the Pacific cupped oyster *C. gigas* "fines de claires" and "speciales de claires", presently specified by the French norm AFNOR NF V45-056 (AFNOR, 1985). The proposed modifications concern a seasonal management of the oyster biomass per m², using 1 and 3kg/m², during 2 weeks from April 1st to October 31, and 3 weeks from November 1 to March 31, respectively.

The Shellfish Aquaculture Laboratory of Poitou-Charentes (LCPC) carried out experiments to address the professional and decision-makers request for an assessment of those modifications on the final oyster quality compared to the current rearing conditions. The experiments were based upon the expertise obtained from 1994 to 1997 by developing the research program entitled 'Oyster Ponds Valorization' and concerned two oyster growth monitorings during two seasons. Three variables were taken into account 1) initial condition index, as specified by AFNOR index, 2) rearing time, and 3) biomass/m². To test the 'initial condition index' effect, oyster batches showing various AFNOR index values were selected with similar age and size. Oyster batches were compared using the same early deployment time into ponds. Results were consistent with our 1994-1997 experiments, showing optimized condition by using the modified norm. This resulted mainly from the reduced rearing time in oyster ponds, therefore limiting oyster thinning and mortality rates. Basically, oyster thinning was correlated with increased lasting time in ponds. The rearing time to obtain the 'speciales de claires' brand (8 weeks) was not compensated by the reduced oyster density. In contrast, increased oyster biomass was compensated by the limited time in oyster ponds during the 2nd experiment. The initial condition index was critical for the final results and no AFNOR class downgrading resulted from using the modified norm. However, experiments were carried out using high condition index, ranging from 9 to 14. Proximate biochemical composition for all oyster batches was modified by their stay in ponds. The decreasing AFNOR index was concomitant to an increased proteins and decreased lipids concentration. With regard to carbohydrates, 'speciales de claires' and 'new norm' were the most and least affected classes respectively. Environmental conditions were not stressful for oysters until end of March. Oxygen concentrations were not stressful for oysters over the experimental time. However, annual variability, and a likely early temperature increase would sensitize oysters at a 3 kg/m² biomass in March due to resulting oxygen decrease.

Therefore, lasting time in ponds and initial condition index remain the critical parameters for oyster rearing in those ponds which were eventually optimized by using the proposed 'new norm'. This advantage resulted from shorter rearing period in ponds. With a limited time in ponds, condition indices were at least similar between "speciales de claires" and "new norm" oysters. For both experiments, glycogen concentration trends were comparatively optimized by using the 'new norm' rearing conditions.

Mots-clés : Huître creuse *Crassostrea gigas*, affinage, claires ostréicoles, AFNOR NF V 45-056

Keywords : Pacific Cupped oyster, *Crassostrea gigas*, growth, oyster ponds, AFNOR NF V 45-056.

SOMMAIRE

1.	Introduction.....	1
2.	Les normes d'élevage.....	2
2.1	Norme actuelle.....	2
2.2	Proposition de nouvelles normes.....	4
3.	Matériels et méthodes.....	4
3.1	Matériels.....	4
3.1.1	Périodes de mesure.....	4
3.1.2	Clares d'élevage.....	4
3.1.3	Matériel biologique.....	5
3.2	Méthodes.....	6
3.2.1	Zootecnie d'élevage.....	6
3.2.2	Répartition des huîtres dans chaque claire.....	7
3.2.3	Calendrier des prélèvements.....	8
3.2.4	Echantillonnage.....	8
3.2.5	Dosage des composés biochimiques.....	9
3.2.6	Paramètres environnementaux.....	9
4.	Résultats.....	9
4.1	Evolution de la mortalité.....	9
4.2	Comparaison des indices biométriques.....	10
4.2.1	Première série expérimentale.....	10
4.2.1.1	Comparaison de la qualité d'origine et des normes d'élevage.....	10
4.2.1.2	Evaluation du pré-projet de modification de norme.....	11
4.2.1.3	Comparaison de l'indice AFNOR en fonction de la qualité d'origine, de la densité et du temps d'élevage en claires.....	13
4.2.2	Deuxième série expérimentale.....	15
4.2.2.1	Comparaison de la qualité d'origine et des normes d'élevage.....	15
4.2.2.2	Comparaison de la qualité d'origine, de la densité d'élevage et du temps d'élevage en claires.....	16
4.2.2.3	Influence de la technique d'élevage casier/plat.....	18
4.3	Comparaison de la composition biochimique des huîtres au cours des 2 séries expérimentales : analyse des protéines, glucides totaux, et glycogène.....	19
4.3.1	Evolution de la composition biochimique en fonction des normes d'élevage.....	19
4.3.1.1	Première série expérimentale.....	19
4.3.1.2	Deuxième série expérimentale.....	21
4.3.2	Evolution de la composition biochimique en fonction des normes d'élevage et de la qualité initiale au semis.....	22
4.3.2.1	Première série expérimentale.....	22
4.3.2.2	Deuxième série expérimentale.....	24
4.3.2.3	Représentation graphique de la concentration en protéines, lipides, glucides totaux et glycogène en fonction des normes d'élevage.....	26
4.3.3	Evolution de la composition biochimique en fonction de la technique d'élevage (casier/plat) et de la norme d'élevage.....	27
4.4	Evolution des paramètres environnementaux.....	29
4.4.1	Première série expérimentale.....	29
4.4.2	Deuxième série expérimentale.....	31
5.	Discussion – Conclusion.....	33
6.	Bibliographie.....	35

1. INTRODUCTION

Dans le cadre d'une démarche « qualité », la Section Régionale Conchylicole de Marennes Oléron souhaite faire évoluer les normes zootechniques d'élevage de l'huître « fines de claires » et « spéciales de claires » définies actuellement par la norme AFNOR NF V 45-056 (AFNOR, 1985).

Le "Programme National Qualité" développé depuis 1995 par l'IFREMER a permis de préciser comment le processus d'affinage s'inscrivait dans le cycle de production ainsi que d'un point de vue économique sur le plan de la commercialisation. Par ailleurs, le programme a montré le décalage sur le plan régional entre les pratiques professionnelles et les caractéristiques des huîtres telles qu'elles sont définies dans la norme AFNOR, ce qui implique une nécessaire remise à jour de cette norme. En particulier, ce décalage s'effectuait dans la quasi totalité des cas par une sous évaluation de la qualité du produit, problème lié directement à la constitution des prix de vente (Goulletquer et al., 1998). Le manque de reconnaissance des signes de qualité au niveau de la commercialisation est apparu clairement du fait de l'absence de corrélation entre les pratiques zootechniques et la constitution des prix de vente. La démarche de la SRC de Marennes Oléron s'inscrit à la fois dans la révision des critères économiques et zootechniques, tels qu'ils sont inclus dans la norme AFNOR (1985).

Les **modifications zootechniques** proposées portent principalement sur le fait que la physiologie de l'huître varie fortement en fonction 1) des conditions thermiques externes d'où la notion de **gestion saisonnière**, et 2) de la **biomasse par m²** en élevage, plus représentative d'une activité globale de filtration de l'eau de la claire qu'un nombre d'huîtres (AFNOR). En effet, à effectif constant, différentes biomasses sont actuellement obtenues en fonction de la catégorie commerciale. Pour ces raisons, les densités proposées sont exprimées en kilogramme par m² (1 à 3) et une réduction de la durée d'élevage en claires est suggérée (2 à 3 semaines) en fonction des saisons.

L'IFREMER a engagé des expérimentations afin de répondre à la demande professionnelle et administrative d'évaluer l'effet des modifications d'élevage proposées sur la qualité finale des huîtres, en comparaison avec les résultats de la norme officielle AFNOR (1985).

Les questions posées par ces propositions de modifications de norme sont les suivantes :

Une modification de la norme peut-elle influencer plus ou moins favorablement l'évolution des caractéristiques des huîtres par rapport à la norme d'élevage actuelle ? En particulier, un déclassement possible du produit par un indice de qualité AFNOR inférieur à 9 peut-il résulter de l'augmentation de la biomasse d'huîtres au m² ?

Les changements des conditions zootechniques ne modifient-elles pas l'équilibre entre les biomasses en élevage et les paramètres environnementaux ? En effet, dans l'écosystème semi-fermé des claires ostréicoles, la capacité trophique constitue le facteur limitant les conditions d'élevage en période automnale (Baud et al., 1995 ; LCPC, 1995 à 1998 ; Soletchnik et al., 1998 ; Le Moine et al., 1998). Une diminution potentielle de celle-ci ne va-t-elle pas induire une détérioration des conditions générales de survie et de stress chez les animaux avant une mise en marché ?

Les expérimentations IFREMER s'appuient sur les acquis obtenus depuis 1994 dans le cadre des programmes de recherche relatifs à la valorisation des claires ostréicoles, soutenus par le Conseil Général de Charente-Maritime, le Conseil Régional Poitou-Charentes et la SRC

de Marennes-Oléron. Jusqu'à présent les actions avaient principalement pour objectif d'optimiser les conditions d'affinage selon la norme "fines de claires" (AFNOR, 1985) (LCPC, 1995, 1996, 1997, 1998) et de caractériser le nouveau produit "pousse en claires" de la Section Régionale Marennes Oléron (Le Moine et al., 1998 ; Gouletquer et al., 1996 ; Soletchnik et al., 1998). Afin d'évaluer les nouvelles conditions d'élevage proposées par la SRC de Marennes Oléron, le Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes (LCPC) a réalisé dans les claires du marais ostréicole de l'IFREMER (Ronce Les Bains), deux séries d'élevages expérimentaux représentatifs des deux périodes de changement souhaitées.

Dans cette étude, trois variables ont donc été testées selon un plan factoriel croisé à trois modalités concernant 1) la qualité initiale des lots mis en élevage, définie par l'indice de condition AFNOR initial, 2) la durée d'élevage, et 3) la biomasse par m².

En ce qui concerne le facteur "indice de condition", les lots sélectionnés diffèrent en indice AFNOR pour des classes d'âge et de taille similaires. Le suivi comparatif de l'évolution de ces différents lots d'huîtres a été réalisé à partir d'une même date de mise à l'eau.

2. LES NORMES D'ELEVAGE

2.1. NORME ACTUELLE

A l'heure actuelle, la norme AFNOR NF V 45-056 définit les conditions d'élevage et de commercialisation des huîtres creuses françaises, et en particulier celles des huîtres "Fines" et "Spéciales de claires". Cette norme est en place depuis 1985. Quelle que soit la période de l'année, les conditions d'élevage des huîtres correspondent à des densités et des durées de séjour en claires identiques. Ces conditions d'élevage sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des normes AFNOR d'élevage Fines et Spéciales de claires actuellement en vigueur (AFNOR, 1985).

	Fines de claires	Spéciales de claires
Densité	20/m²	10/m²
Durée	1 mois	2 mois
Indices AFNOR finaux	6,5 à 9	> 9

2.2. PROPOSITIONS DE NOUVELLES NORMES

Les évolutions proposées par la profession considèrent une saison « chaude » pendant laquelle se déroule la maturation des huîtres et une saison « fraîche » plus propice à l'élevage en claires du fait d'un métabolisme ralenti. Par ailleurs, les densités sont exprimées en biomasse au lieu d'un effectif au m². Ces conditions d'élevage « Nouvelle norme » sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Propositions d'évolution de la Norme AFNOR 1985 pour l'élevage des huîtres en claires.

	Propositions Normes	
	1 ^{er} avril – 31 oct.	1 nov. au 31 mars
Densité	1 kg / m²	3 kg / m²
Durée	2 semaines	3 semaines
Indices AFNOR finaux	Fine de claire >7 et <9 Spéciale de claire >9	Fine de claire >7 et <9 Spéciale de claire >9

Au travers de ces nouvelles propositions, on note que la réduction du temps de passage en claires est importante (2 à 3 semaines au lieu de 4 à 8 semaines) de même que les variations des densités d'élevage surtout pour la 2^{ème} période. On note par ailleurs que seul l'indice AFNOR différencie la "fine" de la "spéciale" alors que les durées et densités d'élevage sont similaires. Le tableau 3 représente l'évolution des densités en fonction de la norme d'élevage retenue.

Des recoupements de densité existent entre la norme AFNOR actuellement en vigueur et la nouvelle proposition pour la période du 1^{er} avril au 31 octobre (1kg/m²). Ce n'est pas le cas pour la densité (3 kg/m²) proposée pour la seconde période (1^{er} novembre au 31 avril), où les densités au m² sont systématiquement supérieures à celles de la norme actuelle (Tableau 3).

Tableau 3 : Représentation de l'évolution de la densité d'élevage exprimée en huîtres/m² ou en kg/m² en fonction de la norme d'élevage étudiée pour des huîtres de poids différents (30g, 40g, 70 g, 100 g).

NORMES	Densité huîtres / m ²	Densité Kg / m ²
Fine de claires AFNOR 85	20	0,6 (30g) 0,8 (40g) 1,4 (70g) 2,2 (110g)
Spéciale de claires AFNOR 85	10	0,3 (30g) 0,4 (40g) 0,7 (70g) 1,1 (110g)
Nouvelle proposition 1 ^{ère} période 1^{er} avril – 31 oct.	33 (30g) 25 (40g) 14 (70g) 9 (110g)	1
Nouvelle proposition 2 ^{ème} période 1 nov. – 31 mars	100 (30g) 75 (40g) 43 (70g) 27 (110g)	3

Evolution des propositions de « Nouvelle Norme » :

Les propositions de changements de la norme AFNOR 1985 ont fait l'objet de nombreuses discussions au sein de la profession ostréicole et des ajustements techniques successifs ont eu lieu entre 1997 et 1998 afin d'aboutir à la norme finalement proposée. En particulier, trois périodes d'élevage étaient initialement proposées (1/04-15/10, 15/10-15/11 et 16/11- 31/03) avec trois densités différentes (1kg/m^2 ; $1,5\text{kg/m}^2$ et 3kg/m^2) et deux durées d'élevage, avec respectivement deux semaines, et deux fois trois semaines. Le début de notre expérimentation tenait compte de cette première proposition, ce qui a impliqué par la suite une adaptation dans l'exploitation des résultats afin de se conformer à la proposition finale.

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. MATERIELS

3.1.1. Périodes de mesures

Les comparaisons expérimentales ont été effectuées pendant deux périodes du 20 octobre au 22 décembre 1997 et du 11 mars au 11 mai 1998.

3.1.2. Claires d'élevage

Trois des cinq claires disponibles, situées sur les bords de la Seudre sur la commune de Ronce les Bains ont été utilisées (Figure 11). Ces claires, d'une surface de 450 m^2 , sont alimentées en eau de mer à partir d'un canal d'amenée. Le remplissage des claires s'effectue naturellement par le jeu des marées à partir d'un coefficient de 75 à 80. Toutes les expérimentations IFREMER depuis 1994 ont eu lieu sur ce marais ostréicole parfaitement bien caractérisé (LCPC, 1995 à 1998).

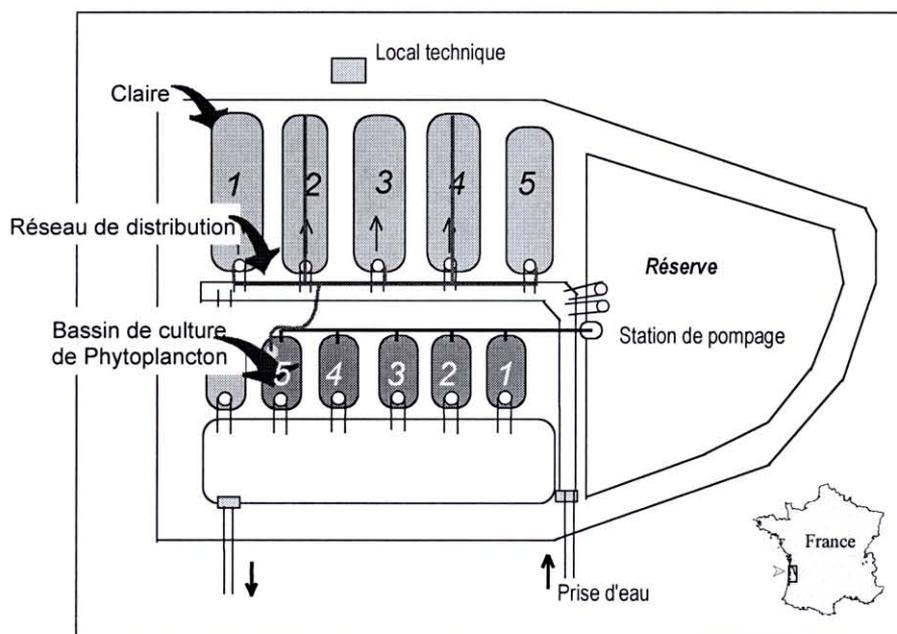


Figure 1 : Présentation des claires ostréicoles utilisées pour la comparaison des normes d'élevage en claires.

Au cours de ces deux séries de mesures la norme testée a été attribuée de façon aléatoire à une claire d'élevage. Le tableau 4 récapitule la répartition des cheptels en fonction

des conditions d'élevage. On doit rappeler que la variabilité intra-claire a été privilégiée par rapport à celle inter-claire compte tenu 1) des résultats expérimentaux de 1994 qui montrèrent l'importance de cette première (LCPC, 1995) et 2) de l'objectif de l'étude consistant à tester l'effet "qualité initiale" des lots.

Tableau 4 : Répartition aléatoire des normes d'élevage dans les claires pour les deux séries de mesures.

	Claire n°2	Claire n°3	Claire n°4
1^{ère} série de mesures 20 oct. - 23 déc.	Fines de claires	Spéciales de claires	Nouvelles normes
	20 huîtres/m² (1 mois)	10 huîtres/m² (2 mois)	1,5 kg/m² (3 semaines)
2^{ème} série de mesures 11 mars – 11 mai	Spéciales	Nouvelles normes	Fines
	10 huîtres/m² 2 mois	3 kg/m² 3 semaines	20 huîtres/m² 1 mois

3.1.3. Matériel biologique

Les huîtres utilisées se répartissent en deux groupes : les lots d'huîtres faisant l'objet d'un suivi régulier et les huîtres de remplissage afin de maintenir les biomasses expérimentales à l'ensemble de la claire. Ces dernières peuvent avoir des origines différentes avec cependant des poids voisins de celui des huîtres échantillonnées. Chaque claire est complétée avec le nombre ou le poids d'huîtres équivalent à sa norme d'élevage.

Pour ces expérimentations les huîtres testées sont âgées de 3 ans et originaires du Bassin de Marennes-Oléron. Pour chaque comparaison, des lots d'huîtres d'indice AFNOR différents (i.e., 9-14) ont été sélectionnés parmi les stocks disponibles.

Les lots testés pour la première série proviennent d'un élevage à plat effectué à des niveaux d'immersions différents sur le banc ostréicole de Ronce-Perquis. Cette situation a permis de disposer de quatre lots de poids moyen variant de 48 à 62 g, et d'indice de condition AFNOR variant de 9,3 à 13,8 (Tableau 5). Chaque lot identifié a été réparti dans des casiers en plastique à raison de 5 kg par casier. La quantité de casiers déployés dans les trois claires est fonction du nombre d'huîtres disponibles à l'origine.

Tableau 5 : Description des lots expérimentaux de la première série (octobre - décembre 1997).

Identification Du lot	Indice AFNOR	Poids moyen (g)	Nombre de casiers (5 kg) testé par norme d'élevage	Méthode d'élevage
Ronce (q1)	9,31 (+/- 0,85)	51,21 (+/- 4,57)	5 490 huîtres	Casier
Ronce (q2)	10,76 (+/- 0,73)	48,21 (+/- 3,27)	4 420 huîtres	Casier
Ronce (q3)	13,52 (+/- 0,74)	62,21 (+/- 5,5)	4 320 huîtres	Casier
Ronce (q4)	13,82 (+/- 0,91)	56,31 (+/- 5,84)	6 530 huîtres	Casier

Pour la deuxième série, les lots testés proviennent d'élevage effectués sur trois sites du bassin de Marennes-Oléron : Charret, Ronce, et le Galon d'Or. Les huîtres utilisées ont un indice de remplissage AFNOR variant de 9,7 et 11,7 (Tableau 6). Le poids moyen des huîtres varie de 48 à 59 g. Chaque lot identifié est réparti dans des casiers en plastique à raison d'une biomasse de 5 kg par casier. Chacune des trois claires, représentant les conditions d'élevage différentes, a reçu 5 casiers par lot d'origine.

Tableau 6 : Description des lots expérimentaux de la deuxième série (mars - mai 1998).

Identification du lot	Indice AFNOR initial (±écart-type)	Poids moyen (g) (±écart-type)	Nombre de casiers (5 kg) par norme d'élevage (nbre. d'huîtres)	Méthode d'élevage
Ronce (q1)	10,1 (0.6)	55,6 (2,5)	5 (430)	Casier
Charret (q2)	9,7 (0,48)	48,4 (2,7)	5 (517)	Casier
Galon d'Or (q3)	11,7 (0,45)	58,6 (2,4)	5 (398)	Casier
Ronce (q1)	10,1 (0,6)	55,6 (2,5)		Plat

3.2. Méthodes

3.2.1. Zootechnie d'élevage

Au cours de la première série (octobre à décembre 1997), les huîtres ont été disposées dans les claires en casiers à plat. Par ailleurs, les casiers d'élevage ont été concentrés dans la partie la plus productive de la claire (sous le vent dominant) afin de bénéficier de l'effet de circulation d'eau déjà mis en évidence dans ces claires expérimentales (Soletchnik et al., 1995). Afin de maximiser la variabilité intra claire permettant d'appréhender au mieux l'effet "qualité initiale" du lot, les casiers expérimentaux sont répartis spatialement tout du long de la claire. Ainsi les casiers sont positionnés sur une double rangée à un mètre de la berge, chacun étant séparé du suivant par au moins un casier de remplissage. Le complément nécessaire à l'expérience a été disposé en lignes de casiers à partir des rangées expérimentales, en ménageant un passage entre chaque double série parallèle. De cette façon, au maximum, seul un quart de la claire a été rempli pour la plus forte charge.

Au cours de la 2ème série (mars à mai 1998), la répartition des huîtres a été réalisée selon le même principe. En complément de cette première méthode, un éparage à plat a été également réalisé afin de comparer les deux méthodes. La répartition spatiale des huîtres a été faite en modulant la surface en fonction de la norme d'élevage : pour la norme "Spéciale", 400 huîtres (23,4 kg) ont été éparées sur une surface de 40 m² (6 m x 6,7 m), pour la norme "Fine" 400 huîtres (23,4 kg) sur 20 m² (5 m x 4 m), et pour la "Nouvelle norme", 25 kg d'huîtres ont été semés sur 8 m² (2,85 m x 2,8m). Cette approche doit permettre d'évaluer un effet "densité-dépendance" déjà démontré par plusieurs auteurs (Fréchette et Lefaiivre, 1990). Les casiers ont été étalés en fonction de la norme d'élevage, sur deux rangées (Spéciale), trois rangées (Fine), ou cinq rangées (Nouvelle norme). Les casiers expérimentaux sont tous disposés sur la première ligne située à un mètre de la berge. Ils sont séparés du suivant par au moins un casier de remplissage. Le complément nécessaire à l'expérience a été disposé en double rangée au-delà de la ligne expérimentale en ménageant une rangée de passage entre chaque double série

parallèle de casiers. De cette façon, seul 2/3 de la claire (en linéaire) et 1/2 en surface au maximum ont été remplis. Aucun cheptel éparé ne se trouve en coin de claire.

3.2.2. Répartition des huîtres dans chaque claire

Les tableaux 7 et 8 précisent les densités effectives d'élevage en nombre et biomasse d'huîtres au cours de la mise en place des deux expérimentations.

Tableau 7 : Répartition des huîtres dans les claires d'élevage pour la première série de mesures (octobre-décembre 1997).

Identification	Claire n°2		Claire n°3		Claire n°4	
	Norme Fines et Nouvelle norme (98)		Norme Spéciales		Nouvelle norme pré-projet (97)	
	Poids	Nombre d'huîtres	Poids	Nombre d'huîtres	Poids	Nombre d'huîtres
Charge totale par claire	500 kg	9 670	250 kg	4 770	600 kg	14 570
Densité par claire surface=450 m ²	1,11 kg/m ² (d2)	21,5/m ²	0,56 kg/m ² (d1)	10,6/ m ²	1,33 kg/m ² (d3)	32,4/m ²
Définition de la norme	1 kg/m ²	20/m ²	10 huîtres/m ²		1,5 kg/m ²	
Durée (semaine)	2	4	8		3	

L'effectif et la biomasse d'huîtres répartis dans chaque claire au cours de la première deuxième série de mesures (mars-mai 1998) sont récapitulés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Présentation de la répartition des huîtres dans les claires d'élevage pour la deuxième série de mesures de mars à mai 1998.

Identification	Claire n°2		Claire n°3		Claire n°4	
	Norme Spéciales		Nouvelles normes		Norme Fines	
	Poids	Nombre d'huîtres	Poids	Nombre d'huîtres	Poids	Nombre d'huîtres
Charge totale par claire	308,4 kg	4 739	1 350 kg	19 839	578,4 kg	9 105
Densité / claire surface=450 m ²	0,68 kg/m ² (d1)	10,5 /m ²	3 kg/m ² (d3)	44,1 / m ²	1,3 kg/m ² (d2)	20,2 /m ²
NORME	10 huîtres/m ²		3 kg/m ²		20 huîtres/m ²	
Durée (semaine)	8		3		4	

3.2.3. Calendriers des prélèvements

Les deux tableaux 9 et 10 présentent le calendrier de prélèvements au cours de chaque série expérimentale.

Tableau 9 : Calendrier des mises à l'eau et prélèvements de la 1^{ère} série d'essais octobre / décembre 1997.

Normes AFNOR	Fines Claire n°2	Spéciales Claire n°3	Nouvelles normes Claire n°4	
	1 mois 20 huîtres / m ²	2 mois 10 huîtres / m ²	3 semaines 1,5 kg / m ²	
<i>Dates</i>				
<i>Lundi 20 oct. T0 à jour=0 – J0</i>				Mise en place
<i>Mercredi 12 nov. T1=J23</i>	Bilan Nouvelle norme (1998)	Echantillonnage	Bilan Nouvelle norme pré-projet (1997)	1 ^{er} prélèvement
<i>Jeudi 20 nov. T2=J31</i>	Bilan Norme Fines	Echantillonnage	Echantillonnage	2 ^{ème} prélèvement
<i>Lundi 22 déc. T3=J64</i>	Echantillonnage	Bilan Norme Spéciales	Echantillonnage	3 ^{ème} prélèvement

Tableau 10 : Calendrier des mises à l'eau et prélèvements de la 2^{ème} série d'essais mars / mai 1998.

Normes AFNOR	Spéciales Claire n°2	Nouvelles normes Claire n°3	Fines Claire n°4	
	2 mois 10 huîtres / m ²	3 semaines 3 kg / m ²	1 mois 20 huîtres / m ²	
<i>Dates</i>				
<i>mercredi 11 mars T0=J0</i>				Mise en place
<i>Mercredi 1 avril T1=J21</i>	Echantillonnage	Bilan Nouvelles normes	Echantillonnage	1 ^{er} prélèvement
<i>Vendredi 10 avril T2=J30</i>	Echantillonnage	Echantillonnage	Bilan Norme Fines	2 ^{ème} prélèvement
<i>Lundi 11 mai T3=J61</i>	Bilan Norme Spéciales	Echantillonnage	Echantillonnage	3 ^{ème} prélèvement

3.2.4. Echantillonnage

Un échantillonnage aléatoire de 50 huîtres par lot et par modalité est effectué dans chaque claire d'élevage.

Après avoir brossé les huîtres, les principales mesures biométriques sont effectuées individuellement en laboratoire :

Poids total de l'huître (1/10^{ème} g)
Poids frais de chair après égouttage sur papier absorbant (1/100^{ème} g)
Poids sec (1/100^{ème} g) de chair après congélation et lyophilisation 48 à 72 heures
Poids sec de coquille après 24 h à l'étuve à 60°C.

L'ensemble de ces mesures permet de calculer différents indices de qualité à partir des recommandations de Bodoy et al. (1986) dont l'indice :

AFNOR (1985) selon :

$$I = (\text{poids total} / \text{poids de chair}) \times 100$$

3.2.5. Dosage des composés biochimiques

Les analyses biochimiques ont été réalisées sur un pool de 10 huîtres lyophilisées et broyées finement à l'aide de broyeur à bille d'acier. Cinq analyses sont effectuées par échantillon de 50 huîtres.

Les protéines sont dosées selon la méthode de Lowry et al. (1951), modifiée par Razet (1976), après extraction selon la méthode de Bligh et Dyer (1959), les lipides selon la méthode de Marsh et Weinstein (1966). Les glucides totaux et glycogène sont dosés selon la méthode de Dubois et al. (1956).

3.2.6. Paramètres environnementaux

Une sonde multiparamètre (Grant/Ysi 3800) a été utilisée pour un suivi en continu dans la claire n° 3 de l'ensemble des paramètres toutes les 15 minutes. Pour la 1^{ère} série expérimentale, les paramètres ont été enregistrés dans la claire correspondant à la norme d'élevage "Spéciales". Les paramètres au cours de la 2^{ème} série de mesures de mars à mai 1998 ont été enregistrés dans la claire la plus chargée (3 kg/m²) pendant les deux mois du suivi de l'élevage correspondant à la densité "Nouvelle norme" d'élevage.

Les paramètres mesurés sont les suivants :

Température en °C
Oxygène en mg.l⁻¹
pH
Salinité (par conductimétrie) en ‰
Turbidité (par néphélométrie) en NTU.

4. Résultats

4.1. EVOLUTION DE LA MORTALITE

La mortalité par modalité étudiée ("Nouvelles normes", "Fines et Spéciales de claires") est représentée respectivement à trois, quatre et huit semaines (tableaux 11 et 12). Si l'ensemble des taux de mortalité par norme d'élevage reste inférieur à 5 %, ceux-ci augmentent avec la durée d'élevage. Dans la première série expérimentale, ce taux est multiplié par un facteur 2,3 entre le prélèvement réalisé à trois semaines (« Nouvelle norme ») et à huit semaines (« Spéciales »). Pour le deuxième prélèvement, la différence est encore plus importante puisqu'elle est de 5,9 entre les deux mêmes périodes. Si les taux de mortalités ne sont pas comparables entre les deux séries expérimentales du fait de la nature des lots et des

conditions environnementales, on doit noter que les écarts, avec des durées d'élevage similaires (3 à 4 et 8 semaines) présentent la même tendance.

Tableau 11 : Evolution du taux de mortalité (%) en fonction du temps d'élevage en claires et de la norme étudiée. Première série expérimentale (octobre à décembre 1997).

Date	3 semaines	4 semaines	8 semaines
Nouvelle norme 98	1,88 %		
Fines		3,52 %	
Spéciales			4,26 %

Tableau 12 : Evolution de la mortalité (%) constatée lors du prélèvement correspondant au temps d'élevage en claires pour la norme étudiée. Deuxième série expérimentale (mars à mai 1998).

Date	3 semaines	4 semaines	8 semaines
Nouvelles normes 98	0,52 %		
Fines		1,86 %	
Spéciales			3,05 %

4.2. COMPARAISON DES INDICES BIOMETRIQUES

La comparaison a été réalisée à travers l'étude de l'évolution de l'indice AFNOR des huîtres élevées en claires pour les deux séries d'élevage.

4.2.1. Première série expérimentale

4.2.1.1. Comparaison de la qualité d'origine et des normes d'élevage

On doit noter qu'un tel traitement correspond à une analyse du résultat en fin d'élevage par chaque norme, et par voie de conséquence, se rapproche d'une stratégie professionnelle. Une analyse de variance de l'indice AFNOR sur les facteurs "**qualité d'origine**" (q1, q2, q3, q4) et "**norme d'élevage**", indique à la fois un effet très significatif des deux facteurs ($p = 0,000$) (tableau 13). La variabilité associée à l'origine des lots et à la norme d'élevage explique respectivement 14,8 % et 6,2 % de la variance. Une interaction "norme d'élevage-qualité d'origine" est également mise en évidence ($p < 0,005$).

Tableau 13 : Effets de la qualité d'origine (q1, q2, q3, q4) et de la norme d'élevage ("Nouvelle norme", 1,1 kg/m² pendant 3 semaines ; norme 85 "Fines de claires", 21,5 ind./m², 4 semaines ; "Spéciales de claires", 10,6 ind./m², 8 semaines) sur l'indice de condition AFNOR au moyen de l'analyse de variance (ANOVA).

Variable	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Norme d'élevage	465,51	2	155,17	37,42	0,000
Qualité à l'origine	194,52	3	97,26	23,45	0,000
Interaction					
Normes / Qualité	79,16	6	13,19	3,18	0,004
Résidus	2405,08	580	4,15		
Total	3142,59	591			

Influence de la norme d'élevage sur l'indice AFNOR

La Figure 2 montre l'évolution de l'indice AFNOR (toute origine de lot confondu) en fonction des normes d'élevage. La norme d'élevage influence significativement l'indice AFNOR moyen avec un amaigrissement noté en fonction du temps croissant d'élevage en claire. Ainsi, les résultats de la première série de mesures sont en faveur de la "Nouvelle norme" avec une densité de 1,1 kg / m² pour trois semaines d'élevage.

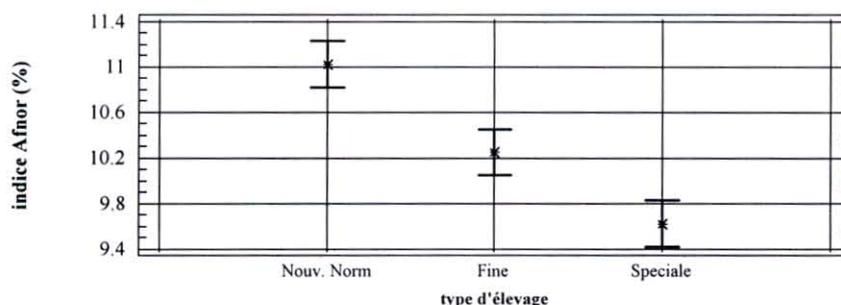


Figure 2: Comparaison de l'indice AFNOR pour les différentes normes d'élevage : "Nouvelle norme" ; norme AFNOR (1985) : Fines et Spéciales de claires.

Influence des normes d'élevage et de la qualité initiale des huîtres

La norme d'élevage influence significativement l'évolution de la qualité d'origine des lots d'huîtres (Figure 3). On observe ainsi que les résultats sont plus favorables pour la Nouvelle norme pour trois qualités d'huîtres différentes à l'origine (q1, q2, q3). Seul l'indice de qualité du lot q4 reste élevé ($\approx 11,7$) et ne diffère pas en fonction des conditions d'élevage.

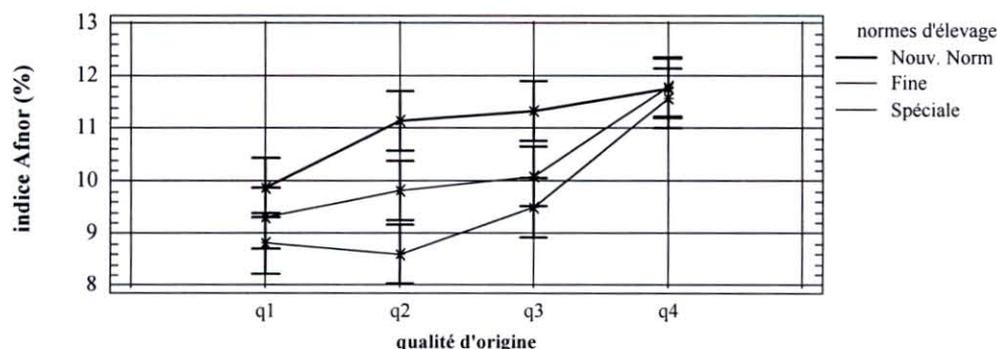


Figure 3 : Influence de la norme d'élevage (« Nouvelle norme », norme AFNOR 1985 : Fines et Spéciales de claires) et de la qualité initiale différente de lots d'huîtres (q1, q2, q3, q4) sur l'indice AFNOR.

4.2.1.2. Evaluation du pré-projet de modification de norme

L'évolution dans la réflexion de la modification de la norme d'élevage, nous a conduit à évaluer deux types de résultats représentatifs de deux conditionnements légèrement différents : la période du 15 octobre au 15 novembre (1,3 kg/m²) correspond au pré-projet 1997 alors que la période 1^{er} avril au 30 novembre (1,1 kg/m²) pour trois semaines d'élevage en claire correspond au projet final.

L'analyse de variance de l'indice AFNOR en fonction de la **qualité d'origine** (q1, q2, q3, q4) et de la **norme d'élevage** utilise les données concernant le pré-projet de la nouvelle norme (période 15 octobre au 15 novembre). Les résultats indiquent à la fois un effet très significatif de la qualité d'origine et des normes d'élevages ($p < 0,005$; tableau 14). La variabilité associée à la norme d'élevage et l'origine des lots explique respectivement 2 % et 25,7 % de la variance. Aucune interaction entre la norme d'élevage et la qualité d'origine n'est mise en évidence ($p > 0,05$).

Tableau 14 : Effets de la qualité d'origine (q1, q2, q3, q4) et de la norme d'élevage (pré-projet de la "Nouvelle norme", 1,3kg/m² pendant 3 semaines, claire n°4 ; norme 85 "Fines de claires", 21,5 ind./m², 4 semaines ; "Spéciales de claires", 10,6 ind./m², 8 semaines) sur l'indice de condition AFNOR au moyen de l'analyse de variance (ANOVA).

Variable	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Normes d'élevage	558,99	3	186,33	48,84	0.000
Qualité à l'origine	43,58	2	21,79	5,71	0.004
Interactions					
Normes / Qualité	2639,39	6	4,40	1,15	0,33
Résidus	2178,34	571	3,81		
Total		582			

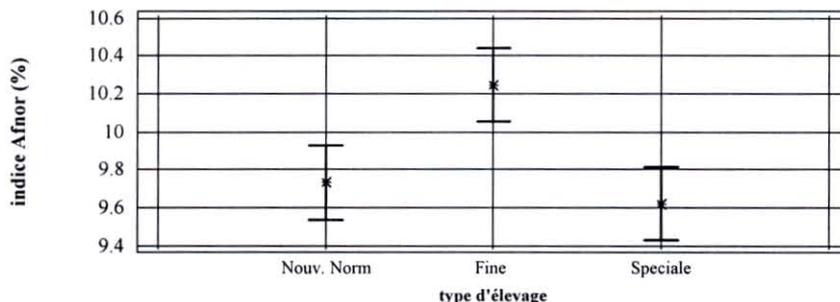


Figure 4 : Evolution de l'indice AFNOR en fonction de la norme d'élevage : "Nouvelle norme" pré-projet 1997 (15 Octobre-15 novembre, 1,3 kg/m², 3 semaines, claire n°4) ; "Fines" et "Spéciales" de claires).

La comparaison des Figures 2 et 4 concernant l'évolution de l'indice AFNOR en fonction des normes d'élevage incluant le pré-projet et le projet final de modification, montre l'influence de l'interaction "claire-biomasse". En effet, avec une densité présentant une différence pour la nouvelle norme (1,3 au lieu de 1,1 kg / m²), l'expérimentation est réalisée dans deux claires distinctes (claires n° 2 et 4). D'une claire à l'autre, l'indice AFNOR diffère significativement de 11 à 9,7 respectivement pour les claires 2 et 4, avec cependant une tendance prévisible et cohérente, fonction des biomasses concernées. Cet écart induit un classement différent par rapport aux autres normes "Fines" et "Spéciales". L'indice AFNOR "Nouvelle norme" du pré-projet 97 (claire 4) se situe au niveau de l'indice "Spéciales" (9,6), alors qu'il est supérieur de 1,4 pour les données obtenues dans la claire 2.

Cependant, même avec un indice de condition AFNOR équivalent à celui de la norme Spéciales, l'avantage reste en faveur de la nouvelle norme du fait de la durée d'élevage plus courte (3 vs 8 semaines d'élevage).

4.2.1.3. Comparaison de l'indice AFNOR en fonction de la qualité d'origine, de la densité et du temps d'élevage en claires

Cette analyse correspond à un traitement général et simultané de toutes les modalités. Elle permet d'évaluer l'effet individuel de chaque facteur et les effets combinés permettant de déterminer la combinaison optimale des facteurs, indépendamment de la notion de "normes" actuelles ou proposées.

L'influence des facteurs qualité d'origine (q1, q2, q3, q4), densité d'élevage (d1, d2, d3, la densité d3 est représentative de la densité du pré-projet 97) et temps d'élevage en claires (t0, t1, t2, t3) sur l'évaluation de l'indice AFNOR est ainsi recherchée (tableau 15). Un effet très significatif pour les trois facteurs analysés est constaté (p=0,000). La variabilité associée à l'origine des lots, à la durée et à la densité d'élevage explique respectivement 16,8%, 9,5% et seulement 0,8% de la variance. S'il existe une interaction entre la qualité d'origine et la durée d'élevage (p=0,000), le temps d'élevage et la densité (p<0,005), aucune interaction n'est mise en évidence entre la qualité d'origine et la densité d'élevage (p>0,05).

Tableau 15 : Effets de la qualité d'origine (q1, q2, q3, q4), de la densité d'élevage (d1=0,6 à d2=1,1 et d3=1,3 kg/m²) et de la durée d'élevage en claires (t0= mise à l'eau, t1= 3 semaines, t2= 4 semaines et t3= 8 semaines) sur l'indice de condition AFNOR au moyen de l'analyse de variance (ANOVA).

Variable	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualité d'origine	2265,95	3	755,32	168,71	0,0000
Date de prélèvement	1282,07	3	427,36	95,46	0,0000
Densité d'élevage	102,48	2	51,24	11,45	0,0000
Interaction					
Qualité/date	544,77	9	60,53	13,52	0,0000
Qualité/densité	42,75	6	7,12	1,59	0,14
Date/densité	116,87	6	19,48	4,35	0,0002
Résidu	9320,89	2082	4,48		
Total	13514,1	2111			

Influence de la durée d'élevage et de la qualité d'origine sur l'indice AFNOR

La Figure 5 représente l'interaction qui existe entre la durée et la qualité d'origine des huîtres. Une diminution systématique de l'indice AFNOR avec le temps est notable quel que soit le lot d'origine sauf pour le lot q1 qui reste à un indice de 9,3. Globalement, l'amaigrissement des huîtres est proportionnel au temps passé en claire pour cette période d'élevage (octobre à décembre 1997).

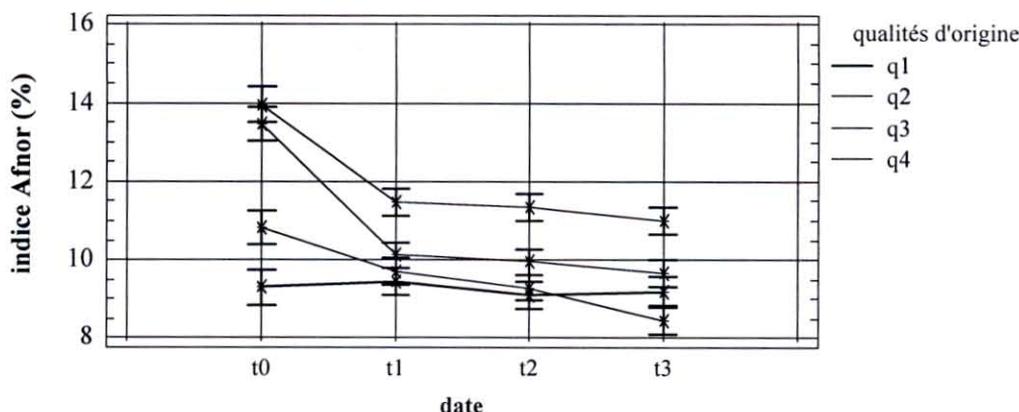


Figure 5 : Evolution de l'indice de condition AFNOR au cours du temps (t0= mise à l'eau, t1= 3 semaines, t2= 4 semaines et t3= 8 semaines) en fonction de la qualité initiale des cheptels (q1, q2, q3, q4). Première série de mesures (octobre à décembre 1997)

Effet de la densité et du temps d'élevage sur l'indice AFNOR

L'effet de la densité d'élevage et de la durée d'élevage démontre que l'indice AFNOR diminue avec le temps de mise en claires quelle que soit la densité d'élevage initiale. On observe cependant une perte d'indice moins rapide à la densité d2. Cette densité correspond à la densité proposée pour la Nouvelle Norme (avril – octobre) et à la norme AFNOR 85 Fine de claires. La différence des résultats entre la densité d2 (1,1 kg/m²) et d3 (1,3 kg/m²) laisse à nouveau supposer l'influence de l'interaction claire-biomasse.

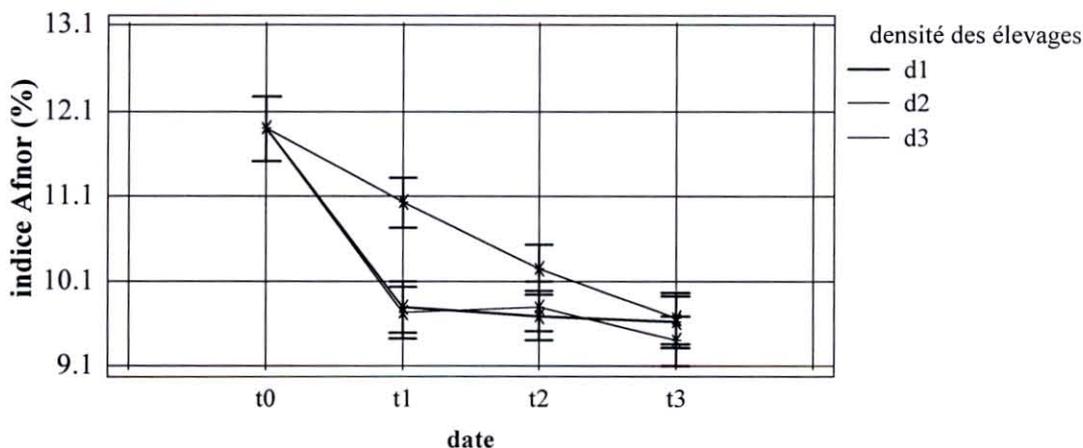


Figure 6 : Evolution de l'indice de condition AFNOR au cours du temps (t0= mise à l'eau, t1= 3 semaines, t2= 4 semaines et t3= 8 semaines) en fonction de la densité d'élevage (d1=0,6 kg/m², d2=1,1 kg/m² et 1,3 kg/m²). Première série de mesures (octobre à décembre 1997).

Effet de la densité d'élevage et de la qualité d'origine sur l'indice AFNOR

Aucune interaction significative entre la densité d'élevage et la qualité d'origine n'est observée (Figure 7). Quelle que soit la densité d'élevage, c'est la qualité d'origine qui influence principalement le résultat final de l'affinage.

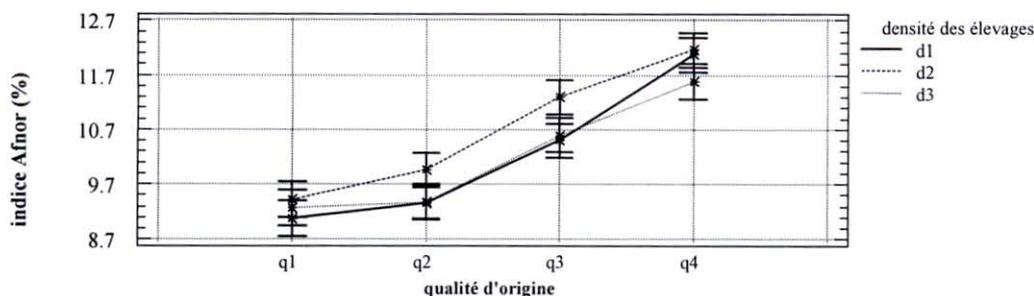


Figure 7 : Influence de la densité d'élevage (1,3 -1,1 - 0,6 kg/m²) et de la qualité d'origine (q1, q2, q3, q4) sur l'indice AFNOR.

4.2.2. Deuxième série expérimentale

4.2.2.1. Comparaison de la qualité d'origine et des normes d'élevage

L'analyse de variance de l'indice AFNOR en fonction des facteurs "qualité d'origine" (q1, q2, q3) et "norme d'élevage", indique un effet très significatif de ces deux paramètres ($p=0,000$; tableau 16). La variabilité associée à l'origine des lots explique 13,6 % de la variance pour 5,5 % à la norme d'élevage. Une interaction "norme d'élevage - qualité d'origine" est également mise en évidence ($p < 0,005$).

Tableau 16 : Effets de la norme d'élevage ("Nouvelle norme" « période 1^{er} novembre - 31 mars. » ; "Fines", "Spéciales", AFNOR, 1985) et de la qualité d'origine des huîtres sur l'évolution de l'indice de condition AFNOR au moyen de l'analyse de variance.

Variable	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Normes d'élevage	116,37	2	58,18	15,94	0,000
Qualité d'origine	284,91	2	142,45	39,03	0,000
Interactions					
Qualité Norme	88,06	4	22,01	6	0,0001
Résidus	1609,44	441	3,65		
Total	2098,77	449			

Evolution de l'indice AFNOR en fonction des normes d'élevage

La Figure 8 représente l'évolution de l'indice AFNOR en fonction des normes d'élevage utilisées pour la deuxième série expérimentale (mars à mai 1998). Il existe une différence significative entre les normes d'élevage : la norme Spéciales de claire présente à nouveau des résultats inférieurs lors de notre deuxième expérience, avec un amaigrissement plus marqué que les deux autres conditions testées.

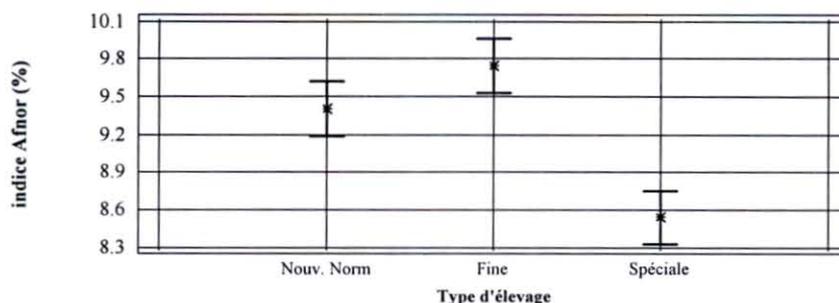


Figure 8 : Comparaison des indices de condition AFNOR en fonction des différentes normes d'élevage (tout lot d'origine confondu).

Effet de la norme d'élevage sur l'indice AFNOR en fonction de la qualité d'origine des huîtres

Une différence significative de l'indice de condition final est notée entre la qualité d'origine et la norme d'élevage. Néanmoins, la qualité du lot d'origine reste déterminante pour l'affinage (Figure 9).

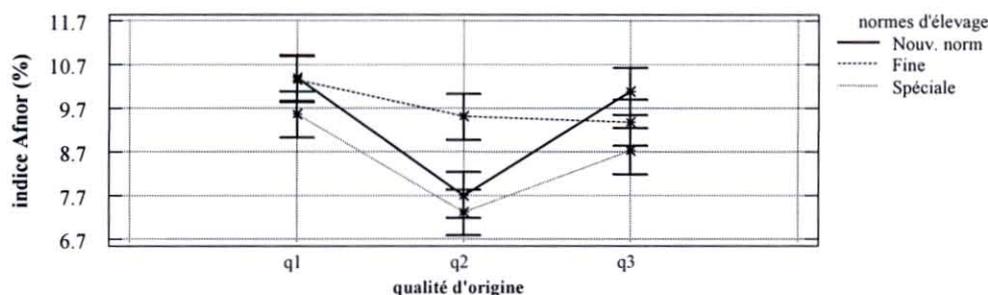


Figure 9 : Evolution de l'indice AFNOR en fonction de la norme d'élevage et de la qualité initiale des huîtres.

4.2.2.2. Comparaison de la qualité d'origine, de la densité d'élevage et de la durée d'élevage en claires.

Analyse de variance de l'indice AFNOR en fonction de la qualité d'origine, de la densité d'élevage, et de la durée d'élevage en claire

L'analyse de variance de l'indice AFNOR en fonction des facteurs "qualité d'origine" (q1, q2, q3), "densité d'élevage" (d1, d2, d3) et "durée d'élevage" en claires (t0, t1, t2, t3) indique un effet hautement significatif de ces trois paramètres ($p = 0,000$; tableau 17). La variabilité associée à l'origine des lots explique 7,8 % de la variance, celle associée à la durée d'élevage en explique 10,7 % alors que la densité d'élevage n'en explique que 1,2 %.

Il existe une interaction entre qualité d'origine et les temps d'élevage ($p = 0,000$) mais également entre la durée d'élevage et la densité ($p = 0,000$) et entre la qualité d'origine et la densité d'élevage ($p < 0,05$)

Tableau 17 : Analyse de variance de l'indice AFNOR sur la qualité d'origine (q1, q2, q3) la densité d'élevage (d1=0,7 à d2=1,3 et d3=3 kg/m²) et du temps d'élevage en claires (t0= mise à l'eau, t1= 3 semaines, t2= 4 semaines et t3= 8 semaines)

Variable	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualité d'origine	920,50	2	460,25	114,15	0,000
Date de prélèvement	1263,03	3	421,01	104,42	0,000
Densité d'élevage	135,14	2	67,57	16,76	0,000
Interaction					
Qualité / date	204,12	6	34,02	8,44	0,000
Qualité / densité	144,93	4	36,23	8,99	0,000
Date / densité	71,71	6	11,95	2,96	0,007
Résidu	8967,06	2224	4,03		
Total	11775,8	2247			

Influence de la durée d'élevage sur la qualité d'origine (q1, q2, q3)

La Figure 10 représente l'interaction entre la durée et la densité d'élevage. Une diminution des indices AFNOR est observée pendant la période expérimentale (mars à mai 1998) avec une valeur minimale de huit semaines et ceci malgré une légère reprise à quatre semaines.

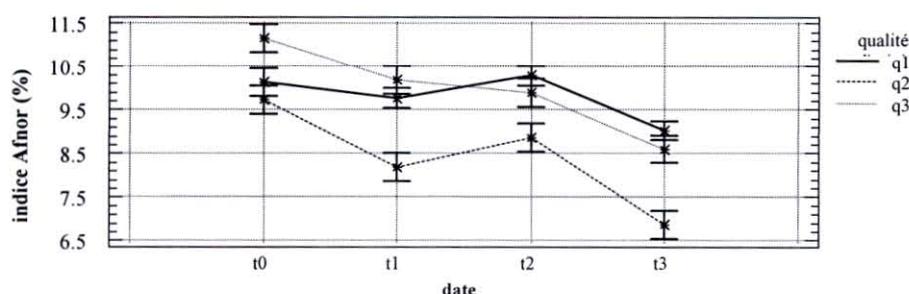


Figure 10 : Influence de la durée d'élevage (t0 = mise à l'eau, t1 = 3 semaines, t2 = 4 semaines et t3 = 8 semaines) sur la qualité d'origine (q1 = Roncée, q2 = Charret, q3 = Gallon d'or) sur l'indice AFNOR.

Influence de la densité d'élevage (0,7 - 1,3 et 3 kg/m²) et de la durée d'élevage sur l'indice AFNOR

La Figure 11 représente l'influence de la durée d'élevage (t0 = mise à l'eau, t1 = 3 semaines, t2 = 4 semaines, t3 = 8 semaines) en fonction de la densité d'élevage (d1 = 0,7 kg/m² ; d2 = 1,3 kg/m² et d3 = 3 kg/m²) sur l'évolution de l'indice AFNOR. L'évolution de cet indice est nettement en faveur de la densité d'élevage (0,7 kg/m²) correspondant à la densité de la norme « Spéciales » en vigueur. Cependant le résultat final au bout de huit semaines d'élevage donne un indice AFNOR inférieur pour le prélèvement correspondant à celui de la norme AFNOR 85 Spéciales de claires (8,8) bien que le prélèvement réalisé au bout de trois semaines pour la « Nouvelle norme » proposée (3 kg/m²) soit de 9,2.

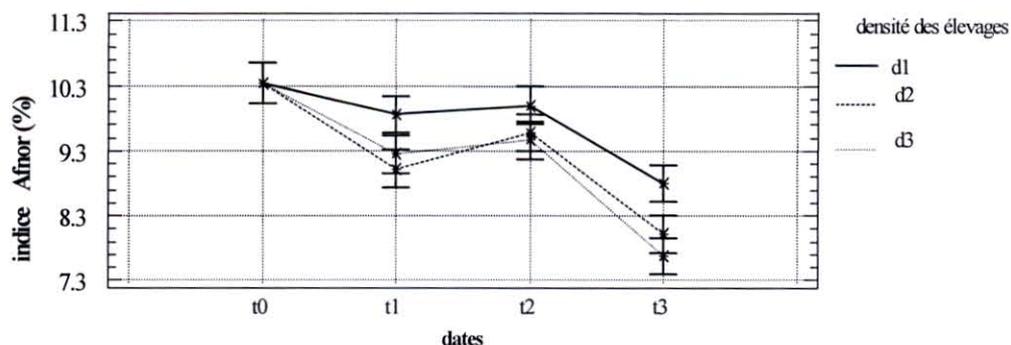


Figure 11 : Influence de la durée d'élevage en fonction de la densité en claires (0,7 - 1,3 et 3 kg/m²) sur l'indice de condition AFNOR (1985).

Interaction de la densité d'élevage (0,7 – 1,3 et 3 kg/m²) et de la qualité d'origine (q1, q2, q3) sur l'évolution de l'indice AFNOR 1985

La Figure 12 représente l'influence de la densité d'élevage et de la qualité d'origine sur l'indice AFNOR. Une différence est notée entre la densité d'élevage et la qualité d'origine en faveur de la densité d'élevage la plus faible. Cependant à l'exception du résultat obtenu à la densité de 0,7 kg/m², pour les huîtres provenant du banc de Ronce, les résultats restent groupés et fonction de la qualité d'origine. La classification des qualités d'origine reste déterminante pour l'évolution de l'indice AFNOR.

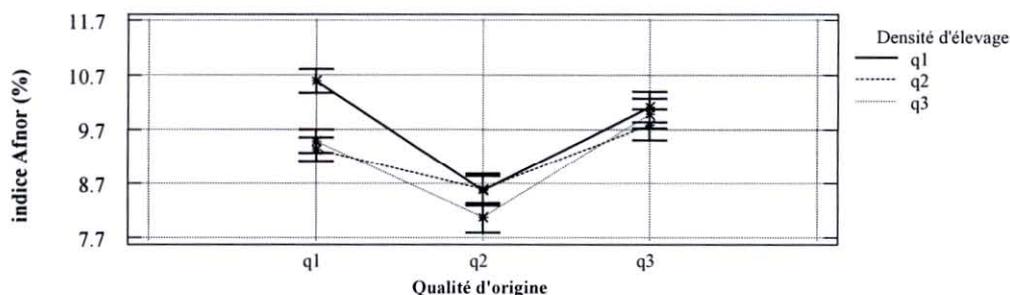


Figure 12 : Evolution de l'indice AFNOR en fonction de la qualité d'origine des huîtres (q1, q2, q3) pour différentes densités d'élevage (d1 = 0,7 – d2 = 1,3 et d3 = 3 kg / m²).

4.2.2.3 Influence de la technique d'élevage (casier vs plat)

L'analyse de variance de l'indice AFNOR ne met pas en évidence de différence significative entre les deux techniques d'élevage (casier vs plat) et les trois normes d'élevage utilisées pour cette deuxième expérience ($p > 0,05$).

Tableau 18: Effets des normes d'élevage ("Nouvelle norme", "Fines", "Spéciales") et de la qualité d'origine des huîtres sur l'évolution de l'indice AFNOR étudiés au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variable	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Normes d'élevage	12,76	2	6,38	0,99	0,373
Technique Casier/ plat	9,41	1	9,42	1,46	0,228
Interactions				8,04	
Normes / techniques	103,62	2	51,81		0,001
Résidus	1887,89	293	6,44		
Total	2013,49	298			

Interaction des normes d'élevage et de la technique d'élevage (plat vs casier) sur l'évolution de l'indice AFNOR

La comparaison de la technique d'élevage (plat vs casier) et des normes d'élevage (durée-densité) montre une différence significative dans le cadre de notre travail, en particulier en faveur de la technique d'élevage à plat pour l'application de la norme d'élevage « Spéciales » (10,9 +/- 0,4 ; Figure 13). Le mode d'élevage plat ou casier ne se différencie pas au niveau de la norme « Fines », alors qu'une tendance favorable pour l'élevage en casier est notée pour la « Nouvelle norme » d'élevage (10,4 +/- 0,4). Ceci doit relativiser les résultats obtenus en ce qui concerne les faibles indices de rendements finaux obtenus en général après huit semaines de mise en claire (e.g., norme Spéciale). Ces indications nécessitent une analyse plus approfondie du facteur densité-dépendance.

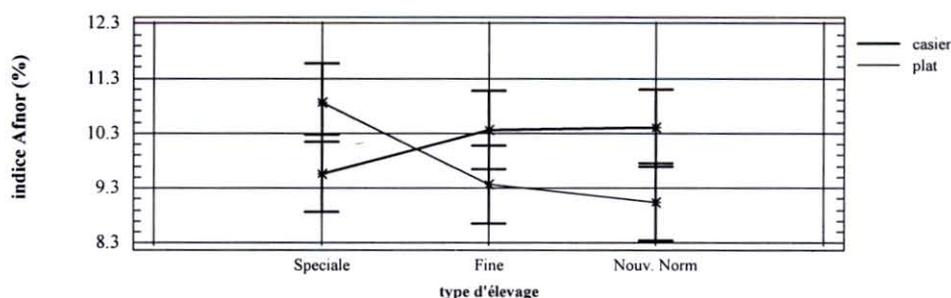


Figure 13 : Interaction de la norme d'élevage et de la technique d'élevage (plat vs casier) sur l'évolution de l'indice AFNOR.

4.3. COMPARAISON DE LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE DES HUITRES AU COURS DES DEUX SERIES EXPERIMENTALES : ANALYSE DES PROTEINES, LIPIDES, GLUCIDES TOTAUX ET GLYCOGENE

4.3.1. Evolution de la composition biochimique en fonction des normes d'élevage

4.3.1.1. Première série expérimentale

TENEUR EN PROTEINES

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,01$) des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p < 0,05$) sur la concentration en protéines. Le facteur "qualité d'origine" et "norme d'élevage" expliquent respectivement 18,6 % et 7,2 % de la variance.

Tableau 19 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en protéines des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualité d'origine	136,30	3	45,43	5,58	0,002
Normes d'élevage	52,39	2	26,20	3,22	0,048
Interactions					
Qualités / Normes	151,96	6	25,33	3,11	0,01
Résidus	390,50	48	8,14		
Total	731,15	59			

TENEUR EN LIPIDES

L'analyse de variance montre également un effet significatif ($p < 0,000$) des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p < 0,05$) sur la concentration en lipides. La qualité d'origine explique 35,3 % de la variance et la norme d'élevage 6,3 %.

Tableau 20 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en lipides des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	50,47	3	16,82	17,86	0,000
Normes d'élevage	9,03	2	4,51	4,79	0,01
Interactions					
Qualités / Normes	38,09	6	6,35	6,74	0,000,
Résidus	45,22	48	0,94		
Total	142,82	59			

TENEUR EN GLUCIDES TOTAUX

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,000$) des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p < 0,001$) sur la concentration en glucides. La qualité d'origine explique 52,6 % de la variance et la norme d'élevage 9,7 %.

Tableau 21 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en glucides totaux des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	746,88	3	248,96	31,48	0,000
Normes d'élevage	137,57	2	68,79	8,70	0,001
Interactions					
Qualités / Normes	155,74	6	25,96	3,28	0,009
Résidus	379,65	48	7,91		
Total	1419,83	59			

TENEUR EN GLYCOGENE

De façon similaire, l'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,000$) des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p < 0,001$) sur la concentration en glycogène. La qualité d'origine explique 56,9 % de la variance et la norme d'élevage 10,4 %.

Tableau 22 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en glycogène des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	487,32	3	159,44	32,81	0,000
Normes d'élevage	89,08	2	44,54	9,17	0,001
Interactions					
Qualités / Normes	56,52	6	9,42	1,94	0,094
Résidus	233,25	48	4,86		
Total	857,17	59			

4.3.1.2. Deuxième série expérimentale

Les analyses sont effectuées sur l'ensemble des données hormis les huîtres de qualité n°2 d'indice de condition AFNOR.

TENEUR EN PROTEINES

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,05$) pour le facteur "norme d'élevage". A la différence de la première série expérimentale, aucun effet significatif de la qualité d'origine ($p > 0,05$) sur la concentration en protéines est noté. La norme d'élevage explique 28 % de la variance.

Tableau 23 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en protéines des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	14,96	1	14,96	0,58	0,456
Normes d'élevage	266,22	2	133,11	5,16	0,014
Interactions					
Qualités / Normes	50,73	2	25,37	0,98	0,388
Résidus	618,76	24	25,78		
Total	950,67	29			

TENEUR EN LIPIDES

Aucun effet des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p > 0,05$) n'est significatif sur la concentration en lipides.

Tableau 24 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en lipides des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	4,53	1	4,53	3,26	0,084
Normes d'élevage	0,64	2	0,32	0,23	0,795
Interactions					
Qualités / Normes	4,71	2	2,36	1,70	0,204
Résidus	33,32	24	1,39		
Total	43,21	29			

TENEUR EN GLUCIDES

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,000$) des normes d'élevage sur la concentration en glucides. La norme d'élevage explique 66 % de la variance. Il n'y a pas d'effet significatif pour la qualité d'origine ($p > 0,05$) sur la concentration en glucides.

Tableau 25 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en glucides des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	1,07	1	1,07	0,05	0,818
Normes d'élevage	1034,08	2	517,04	26,39	0,000
Interactions					
Qualités / Normes	61,85	2	30,92	1,58	0,227
Résidus	470,18	24	1959		
Total	1567,18	29			

TENEUR EN GLYCOGENE

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,000$) des normes d'élevage sur la concentration en glycogène. La norme d'élevage explique 77,2 % de la variance. Il n'y a pas d'effet significatif de la qualité d'origine ($p > 0,05$) sur la concentration en glycogène.

Tableau 26 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en glycogène des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	5,30	1	5,30	0,70	0,410
Normes d'élevage	631,73	2	315,87	42,01	0,000
Interactions					
Qualités / Normes	2,42	2	1,20	0,16	0,85
Résidus	180,17	24	7,52		
Total	819,89	29			

4.3.2. Evolution de la composition biochimique en fonction des normes d'élevage et de la qualité initiale au semis.

Les analyses suivantes intègrent les caractéristiques initiales des produits (au temps t_0).

4.3.2.1. Première série expérimentale

TENEUR EN PROTEINES

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,01$) des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p < 0,000$) sur la concentration en protéines. La qualité d'origine et la norme d'élevage expliquent respectivement 7,7 % et 26,5 % de la variance.

Tableau 27 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en protéines des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	120,36	3	40,12	5,23	0,002
Normes d'élevage	412,67	3	137,56	17,92	0,000
Interactions					
Qualités / Normes	398,95	9	44,33	5,77	0,000
Résidus	614,12	80	7,67		
Total	1558,67	95			

TENEUR EN LIPIDES

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,000$) des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p < 0,000$) sur la concentration en lipides. La qualité d'origine et la norme d'élevage expliquent respectivement 17,9 % et 39,3 % de la variance.

Tableau 28 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en lipides des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA). Première série (octobre décembre 1997).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	77,54	3	25,85	15,35	0,000
Normes d'élevage	170,70	3	56,90	33,80	0,000
Interactions					
Qualités / Normes	43,98	9	4,89	2,90	0,0051
Résidus	134,69	80	1,68		
Total	434,24	95			

TENEUR EN GLUCIDES

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,000$) des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p < 0,000$) sur la concentration en glucides. La qualité d'origine et la norme d'élevage expliquent respectivement 43,2 % et 10,7 % de la variance.

Tableau 29 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en glucides des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA). Première série (octobre décembre 1997).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	1033,43	3	344,48	56,41	0,000
Normes d'élevage	255,43	3	85,14	13,94	0,000
Interactions					
Qualités / Normes	519,23	9	57,69	9,45	0,000
Résidus	488,57	80	6,11		
Total	2391,91	95			

TENEUR EN GLYCOGENE

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,000$) des facteurs "qualité d'origine" et "norme d'élevage" ($p < 0,000$) sur la concentration en glycogène. La qualité d'origine et la norme d'élevage expliquent respectivement 37,5 % et 23,4 % de la variance.

Tableau 30 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en glycogène des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA). Première série (octobre décembre 1997).

Variabes	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	765,44	3	255,15	49,71	0,000
Normes d'élevage	477,47	3	159,16	31,01	0,000
Interactions					
Qualités / Normes	268,39	9	29,82	5,81	0,000
Résidus	410,63	80	5,13		
Total	2040,92	95			

4.3.2.2. Deuxième série expérimentale

TENEUR EN PROTEINES

L'analyse de variance montre un effet significatif du facteur "norme d'élevage" ($p < 0,000$) sur la concentration en protéines. La norme d'élevage explique ainsi 47,8 % de la variance. Par contre, la qualité d'origine n'affecte pas significativement ($p > 0,05$) la concentration en protéines.

Tableau 31 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en protéines des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA). Deuxième série (mars à mai 1998).

Variabes	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	14,96	1	14,96	0,73	0,399
Normes d'élevage	661,56	3	220,52	10,77	0,000
Résidus	695,90	34			
Total	1385,14	38			

TENEUR EN LIPIDES

L'analyse de variance montre un effet significatif du facteur "norme d'élevage" ($p < 0,01$) sur la concentration en lipides. La norme d'élevage explique 42,2 % de la variance. Aucun effet significatif du facteur "qualité d'origine" ($p > 0,05$) n'est observé sur la concentration en lipides.

Tableau 32 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en lipides des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA). Deuxième série (mars à mai 1998).

Variabes	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	4,53	1	4,53	3,69	0,063
Normes d'élevage	30,59	3	10,20	8,31	0,001
Résidus	41,74	34	1,23		
Total	72,41	38			

TENEUR EN GLUCIDES

L'analyse de variance montre un effet significatif des normes d'élevage ($p < 0,000$) sur la concentration en glucides. La norme d'élevage explique 70,4 % de la variance. Il n'y a pas d'effet significatif du facteur "qualité d'origine" ($p > 0,05$) sur la concentration en glucides.

Tableau 33 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en glucides des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA). Deuxième série (mars à mai 1998).

Variabes	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	1,06	1	1,06	0,07	0,796
Normes d'élevage	1443,06	3	481,02	30,68	0,000
Résidus	533,10	34	15,67		
Total	2049,61	38			

TENEUR EN GLYCOGENE

L'analyse de variance met en évidence un effet significatif du facteur "norme d'élevage" ($p < 0,000$) sur la concentration en glycogène, en expliquant 80,9 % de la variance. A l'opposé, aucun effet significatif du facteur "qualité d'origine" ($p > 0,05$) n'est observé sur la concentration en glycogène.

Tableau 34 : Effets de la norme d'élevage et de la qualité d'origine sur l'évolution de la teneur en glycogène des huîtres au moyen d'une analyse de variance (ANOVA). Deuxième série (mars à mai 1998).

Variabes	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	5,30	1	5,30	0,98	0,330
Normes d'élevage	903,35	3	301,12	55,66	0,000
Résidus	183,93	34	5,41		
Total	1116,06	38			

4.3.2.3. Représentation graphique de la concentration en protéines, lipides, glucides totaux et glycogène en fonction des normes d'élevage (séries 1 et 2)

L'ensemble des résultats est présenté en Figure 14. Pour les deux périodes expérimentales, l'affinage se caractérise par un changement significatif de la composition biochimique des huîtres après la mise en claire. On note, en particulier, une augmentation de la teneur en protéines concomitante à la diminution de l'indice de qualité AFNOR. On observe également une diminution de la teneur en lipides d'environ 3 % quelle que soit la saison. Les différences observées entre les deux saisons en matière de lipides, avec des teneurs plus élevées au printemps, est à corrélérer avec la gamétogenèse. L'évolution des concentrations en glucides reste logiquement très corrélée à celle des teneurs en glycogène.

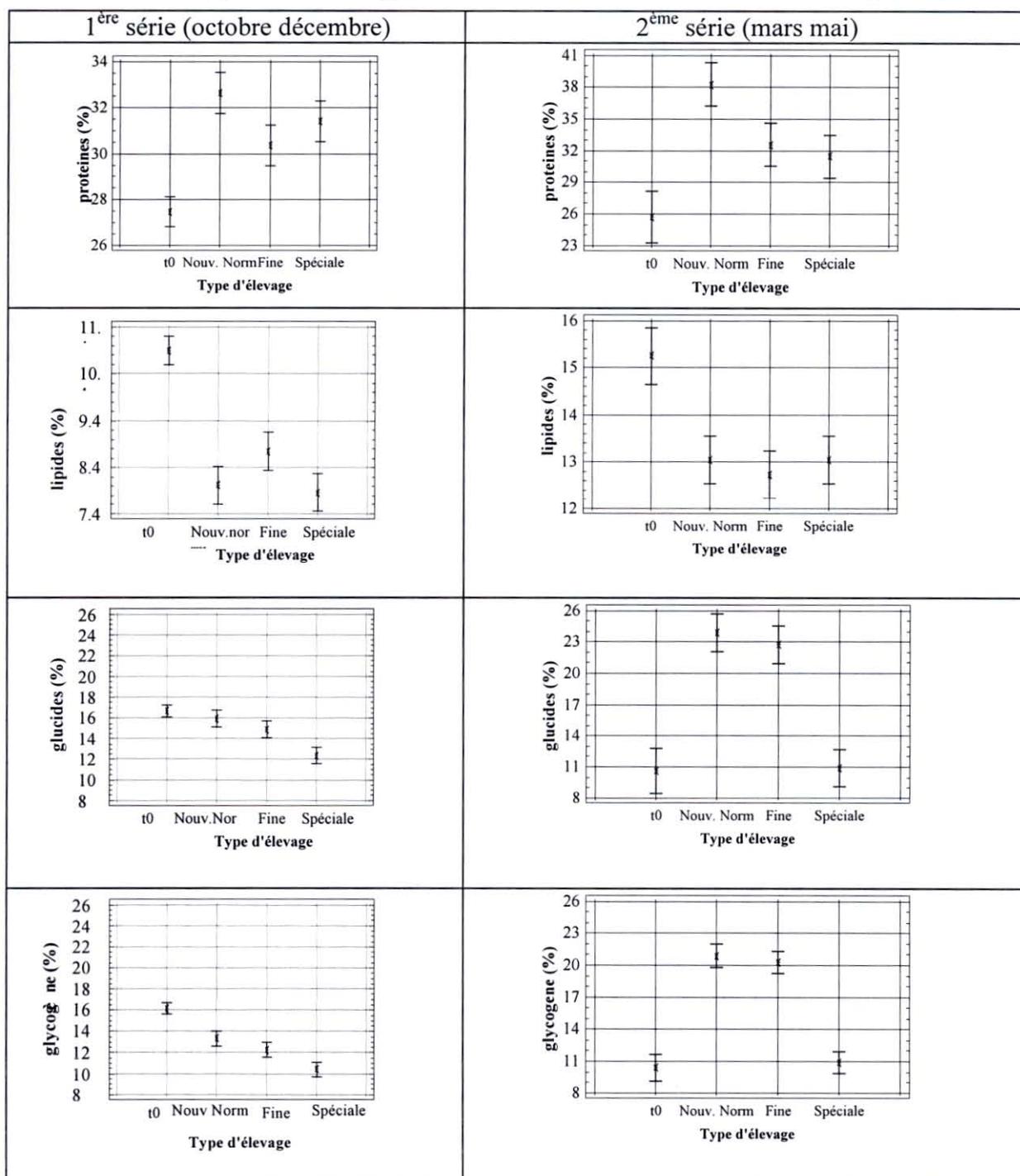


Figure 14 : Evolution comparée des teneurs en protéines, lipides, glucides et glycogène en fonction des trois normes d'élevage expérimentées au cours des deux périodes.

On doit noter l'évolution très différente des composés glucidiques au travers des 2 périodes expérimentales. Pendant la période automnale, la concentration en glucides diminue progressivement avec la durée d'élevage. Ainsi la norme "Spéciales" enregistre une perte finale de 5,8 % par rapport à sa teneur initiale à la mise en eau. Par contre, l'évolution des glucides pendant la période printanière montre une augmentation rapide de la concentration en glycogène (+ 10 % environ) à corrélérer avec le développement de la capacité trophique en claires ostréicoles résultant de l'augmentation de température à cette période. En parallèle, l'huître concentre le glycogène qui sera ultérieurement utilisé dans la synthèse des gamètes et des tissus reproducteurs. Cependant, la chute de la concentration en glycogène de 9,5 % entre la 4^{ème} et la 8^{ème} semaine n'est pourtant pas suivie d'une augmentation de la teneur en lipides caractéristique de la maturation des huîtres.

4.3.3. Evolution de la composition biochimique de la chair d'huître en fonction de la technique d'élevage et des normes d'élevage.

TENEUR EN PROTEINES

Les facteurs "norme d'élevage" et "technique d'élevage" n'ont aucun effet significatif sur les teneurs en protéines ($p > 0,05$). Par contre, une interaction significative est notée entre la technique et la norme d'élevage ($p < 0,01$).

Tableau 35 : Effet de la technique (à plat ou en casier) et de la norme d'élevage sur les teneurs en protéines des huîtres: "Nouvelle norme", "Spéciale" et "Fine". Les huîtres proviennent d'un même lot d'origine (q1).

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	24,22	1	24,22	1,37	0,259
Normes d'élevage	0,23	1	0,23	0,01	0,911
Interactions					
Qualités / Normes	166,35	1	166,35	9,42	0,007
Résidus	282,46	16	17,65		
Total	473,24	19			

TENEUR EN LIPIDES

L'analyse de la variance montre l'effet significatif ($p < 0,01$) de la technique d'élevage ainsi que de la norme d'élevage ($p < 0,01$) sur la concentration en lipides. La technique et norme d'élevage expliquent respectivement 17,1 % et 28,4 % de la variance. Il existe également une interaction entre la technique d'élevage et la norme d'élevage ($p < 0,01$).

Tableau 36 : Effet de la technique (à plat ou en casier) et de la norme d'élevage sur les teneurs en lipides des huîtres: "Nouvelle norme", "Spéciale" et "Fine".

Variables	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	18,79	1	18,79	9,98	0,006
Normes d'élevage	31,30	1	31,30	16,61	0,001
Interactions					
Qualités / Normes	29,63	1	29,63	15,73	0,001
Résidus	30,14	16	1,88		
Total	109,85	19			

TENEUR EN GLUCIDES

L'analyse de variance montre l'effet significatif ($p < 0,000$) de la qualité d'origine et des normes d'élevage ($p < 0,05$) sur la concentration en glucides. La qualité d'origine explique 86 % de la variance et la norme d'élevage 3,4 %. Il n'y a pas d'interaction significative entre les deux facteurs.

Tableau 37 : Effet de la technique (à plat ou en casier) et de la norme d'élevage sur les teneurs en glucides des huîtres: "Nouvelle norme", "Spéciale" et "Fine". Les huîtres proviennent d'un même lot d'origine (q1).

Variabes	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	834,81	1	834,81	149,97	0,000
Dates	32,84	1	32,84	5,90	0,027
Interactions					
Qualités / Dates	14,53	1	14,53	2,61	0,126
Résidus	89,06	16	5,57		
Total	971,25	19			

TENEUR EN GLYCOGENE

L'analyse de variance montre un effet significatif ($p < 0,000$) de la qualité d'origine sur la concentration en glycogène. La qualité d'origine explique 87,7 % de la variance. Il n'y a pas d'effet significatif pour les normes d'élevage ($p > 0,05$) sur la concentration en protéines, ni d'interaction significative entre les deux facteurs.

Tableau 38 : Effet de la technique (à plat ou en casier) et de la norme d'élevage sur les teneurs en glycogène des huîtres: "Nouvelle norme", "Spéciale" et "Fine". Les huîtres proviennent d'un même lot d'origine (q1).

Variabes	Carré des écarts	Degré de liberté	Moyenne au carré	Test de Fisher F	Probabilité P
Qualités	451,73	1	451,73	117,38	0,000
Normes d'élevage	18,85	1	18,85	4,90	0,418
Interactions					
Qualités / Normes	5,94	1	5,94	1,54	0,2321
Résidus	61,58	16	3,85		
Total	538,10	19			

L'évolution de la composition biochimique de la chair de l'huître (% de poids sec) en fonction des normes d'élevage et de la technique est présentée en Figure 15.

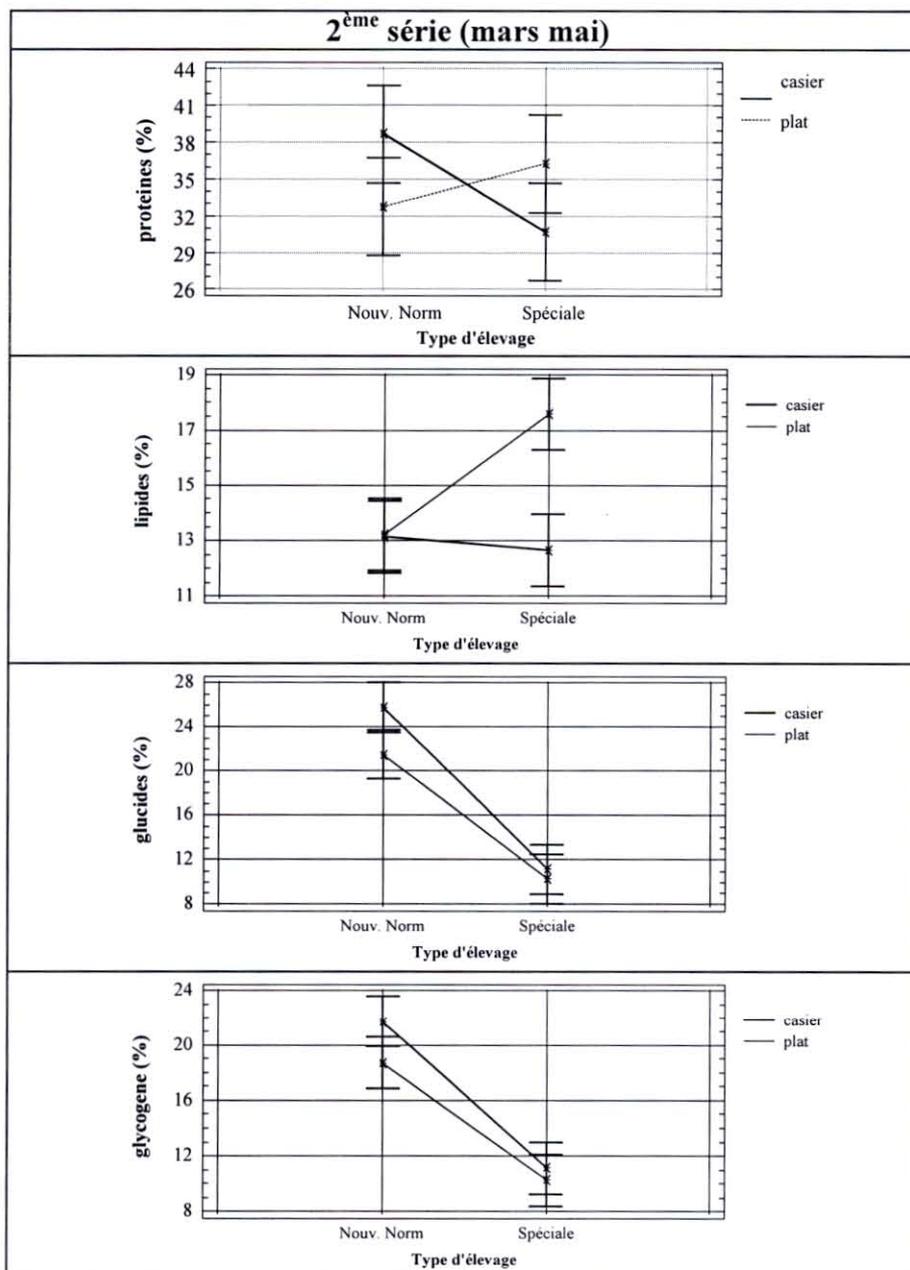


Figure 15 : Evolution des principaux composants biochimiques (protéines, lipides, glucide et glycogène en %) en fonction de la technique d'élevage (casier vs plat) et la norme d'élevage utilisée ("Spéciales de claires", "Nouvelle norme") (série 2).

4.4. EVOLUTION DES PARAMETRES ENVIRONNEMENTAUX

4.4.1. Première série expérimentale (octobre à décembre 1997)

L'exploitation de l'ensemble des paramètres mesurés n'a pas été réalisée au cours de la période du 31 octobre au 22 décembre 1997. En particulier, les séries temporelles en continu d'oxygène et de salinité n'étant pas complètes sur l'ensemble de la période, ces paramètres ne sont pas présentés. En effet, seuls des suivis en continu permettent une évaluation des relations huîtres-milieu du fait de la variabilité importante en claires ostréicoles de ces paramètres.

La Figure 16 présente l'enregistrement de la température, du pH et de la turbidité au cours de cette période. Ces données ont été enregistrées dans la claire n°3, représentative de la norme d'élevage "Fines de claires" (20 huîtres/m², 1 mois) et de la "Nouvelle norme" proposée (1kg/m², 2 semaines).

Le tableau 39 résume les paramètres minima et maxima enregistrés pendant cette période de suivi, qui varient par exemple pour la température de 1,5° à 12,7°C.

Tableau 39 : Minima et maxima enregistrés pour la température, le pH et la turbidité pendant la 1^{ère} série de mesures du 31 octobre au 22 décembre 1997.

	Température	pH	Oxygène	Salinité	N.T.U.
Mini	1,5°C	7,77			9
Max	12,7°C	8,91			207

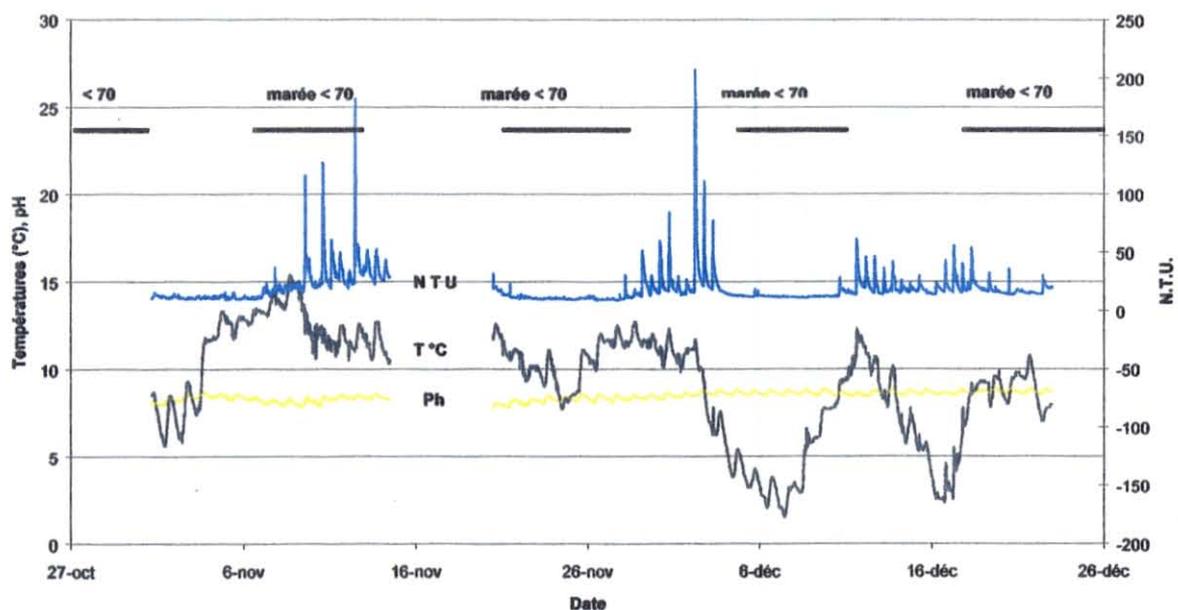


Figure 16 : Evolution de la température (°C), du pH et de la turbidité (NTU), du 31 octobre au 22 décembre 1997. Claire n°3 (Norme AFNOR 85 "Fines de claires" : 1,1 kg /m²).

La température de l'eau a évolué entre 12,7 et 1,5°C du 31 octobre au 22 décembre 1997. La mise à l'eau des huîtres en claire a été suivie d'une chute de température avec des valeurs voisines de 6°C à la fin du mois d'octobre. Par la suite, les températures ont évolué autour de 10 à 15°C jusqu'au 3 décembre. Toutefois, c'est au cours des périodes à température supérieure à 10°C que l'on note les modifications des caractéristiques des cheptels les plus significatives. Du 5 au 7 et les 16 et 17 décembre, un nouveau rafraîchissement est noté avec des valeurs en dessous de 5°C indépendamment du cycle de remplissage des marais.

Le pH présente une faible amplitude variant de 7,77 à 8,91. Un cycle journalier significatif est cependant enregistré au cours de la période expérimentale. La turbidité (NTU) présente quant à elle, une très forte variabilité (9 à 207) liée aux apports externes lors du remplissage des claires ostréicoles en période de vives-eaux (coefficient de marée > 70). Ce signal est concomitant avec l'augmentation de la fluorescence donc des populations algales dans la claire d'élevage. Des événements climatiques sont également à l'origine de l'augmentation de la turbidité dans les claires, en particulier du 7 au 14 novembre. Néanmoins en période de vives-eaux (31 octobre au 6 novembre), la faible turbidité est à corrélérer avec les températures ambiantes induisant une activité physiologique de filtration importante.

4.3.2 Deuxième série expérimentale (mars à mai 1998)

Cette deuxième série de mesures a été réalisée entre le 11 mars et le 11 mai 1998 à l'exception de la salinité qui n'a pu être enregistrée qu'à partir du 28 mars. Le tableau 40 représente l'ensemble des minima et maxima enregistrés pendant cette période, pour la température, la salinité, le pH, l'oxygène et la turbidité. Les résultats graphiques de ces séries de mesures sont récapitulés dans la Figure 17. La période expérimentale est marquée par des fluctuations thermiques importantes. La température varie largement entre 7,5 et 26,3 °C en fin d'expérimentation. L'augmentation de la température est progressive malgré un ralentissement marqué entre le 11 et le 17 avril avec une chute de 5°C. Les températures dépassent 20°C le 21 et 22 avril puis diminuent. Le seuil des 20°C est à nouveau dépassé le 7 mai. La salinité varie entre 26,8 et 32,4 ‰, avec des dessalures (2 et 9 avril) consécutives à une pluviométrie et à de faibles coefficients de marée. Les variations de concentration en oxygène sont importantes fluctuant entre 1,48 et 11,81 mg.l⁻¹, soit respectivement 28 et 217 % de saturation. Le printemps est une période d'intense activité phytoplanctonique et les variations d'oxygène dans les claires sont corrélées à ces blooms. L'oxygène augmente en concentration pendant la journée pour atteindre des niveaux de sursaturation. Par contre, la consommation nocturne induit des désaturations importantes, avec des valeurs minimales au levée du jour (e.g., 10- 11 mai, concentrations de 10 mg.l⁻¹ pendant la journée et inférieures à 1,5 mg.l⁻¹ au levée du jour). Un phénomène équivalent est enregistré le 7 et le 8 avril. Une diminution importante de l'oxygène est également enregistrée le 7 avril avec 34,5 % de saturation en oxygène à 8 h du matin. Cependant l'écart de concentration en oxygène est moins important en avril qu'au mois de mai (5 mg.l⁻¹ au lieu de 7,5mg.l⁻¹). Ces observations réalisées en période pluvieuse et de mortes eaux sont également caractérisées par des baisses de salinité successives. On peut ainsi suggérer la formation d'une lentille d'eau douce interdisant les échanges gazeux à la surface de la claire, et par voie de conséquence des conditions stressantes pour les huîtres.

Tableau 40 : Minima et maxima enregistrés pour la température (°C), l'oxygène (mg.l⁻¹ et %), le pH et la turbidité (NTU), pendant la 2ème série de mesures du 11 mars au 11 mai 1998.

	Températures °C	pH	Oxygène mg.l ⁻¹ (%)	Salinité ‰	Turbidité N.T.U.
Mini	7,5	7,69	1,48 (28)	26,8	5,6
Max	26,3	9,45	11,81 (217)	32,9	103

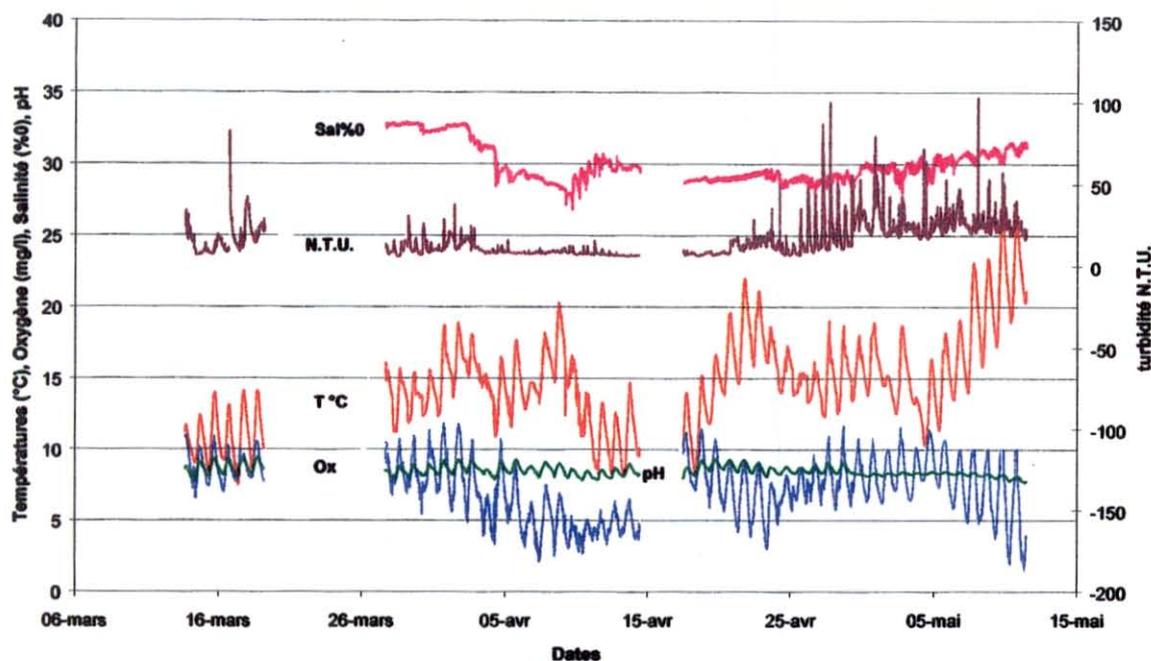


Figure 17 : Evolution de l'oxygène (mg.l^{-1}) de la température ($^{\circ}\text{C}$), de la salinité (%), du pH et de la turbidité (NTU), du 11 mars au 11 mai 1998. Claire n°3 (Nouvelle norme : 3 kg/m^3).

Pour ce deuxième suivi (mars-mai), les paramètres physiques de l'eau de la claire n°3 comme les variations de la concentration en oxygène n'atteignent pas des valeurs critiques jusqu'à fin mars (fin de la période de la Nouvelle norme « 1^{er} novembre 31 mars »). Cependant, une diminution importante de l'oxygène est notée dès le 7 avril, avec 34,5 % de saturation en oxygène à 8 h du matin. Il est probable que les concentrations en oxygène deviendraient encore plus limitantes en mai à cette densité d'élevage. Au cours de cette deuxième période de mesures, les températures évoluent entre 7,5 et 26,3°C. Les températures, sont pour la plupart au-dessus de 10°C, avoisinant rapidement les 15°C pour atteindre des valeurs supérieures à 20°C en fin d'expérimentation. Pendant cette période la concentration en oxygène dans l'eau ne varie pas en conformité avec la température et la salinité.

La Figure 18 précise l'évolution du pH de la turbidité et de la température dans les périodes où le coefficient de marée est inférieur à 70. La turbidité évolue entre 5,6 et 103 NTU. Les périodes les plus turbides sont encore une fois corrélées avec les périodes de renouvellement en eau de la claire suivies, à l'exception de la période du 10 au 14 avril peu marquée par les mouvements d'eau. Cette période correspond également à une chute de température et de faible variation d'oxygène (disparition du phytoplancton). Par contre, l'observation d'une turbidité importante début mai en période de mortes eaux est à mettre en relation avec l'augmentation de la température et l'accentuation des différences jour-nuit de concentration en oxygène dissous, caractéristique du développement des blooms phytoplanctoniques. Le pH évolue entre 7,69 et 9,45. Son évolution au court du temps est caractérisée par deux périodes : avec ou sans renouvellement d'eau dans la claire, l'amplitude journalière est plus marquée pendant la première période entre le 11 et le 26 mars. Les variations diminuent nettement pendant la deuxième période, du 27 avril au 11 mai avec une tendance à l'acidification du pH, caractéristique d'une forte activité phytoplanctonique.

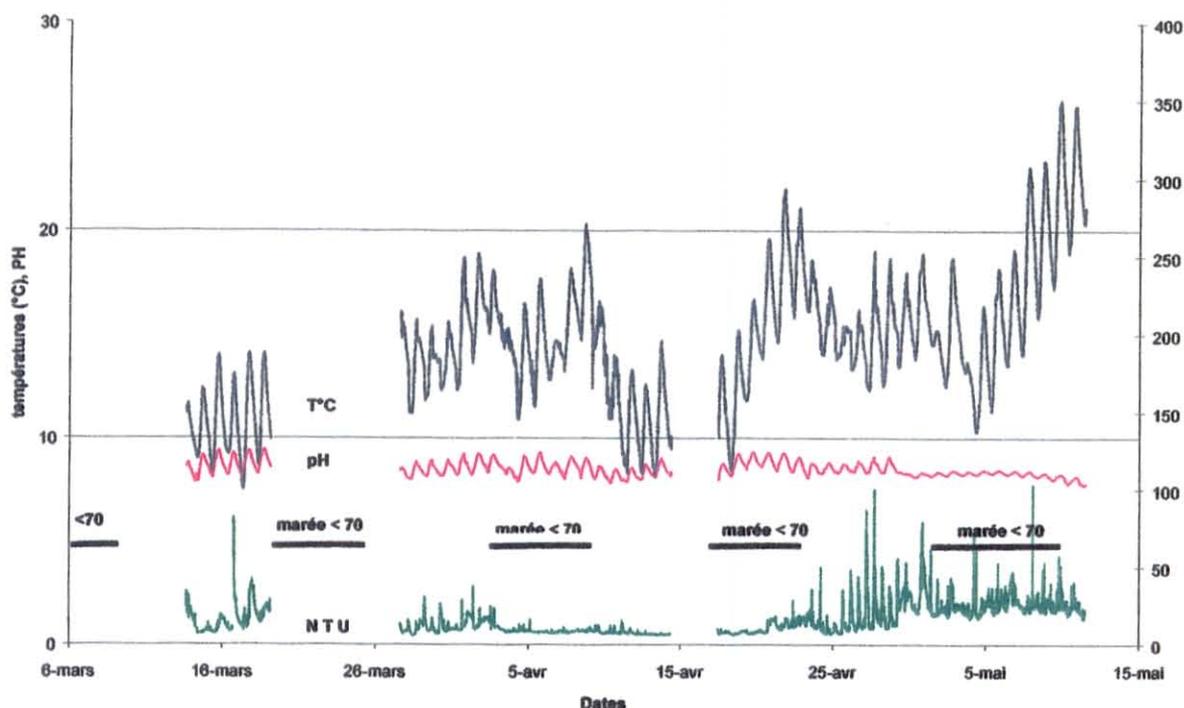


Figure 18: Evolution de la température (°C), du pH et de la turbidité (NTU) du 13 mars au 11 mai 1998. Identification des périodes de mortes eaux (coefficient de marée < 70). Comparaison des normes d'élevage, 2ème série. Claire n°3 : Nouvelle norme (3kg/m²)

5. Discussion - Conclusion

Depuis 1994, le Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes (LCPC) mène des programmes de recherche relatifs à la valorisation des claires ostréicoles. Jusqu'à présent les actions ont visé principalement à optimiser les conditions d'affinage selon la norme fines de claires (AFNOR, 1985 ; LCPC, 1995, 1996, 1997, 1998) ainsi qu'à caractériser le nouveau produit "pousse en claires" de la Section Régionale Marennes-Oléron (Gouletquer et al., 1996).

L'évaluation des nouvelles conditions d'élevage proposées par la SRC Marennes - Oléron s'est appuyée sur ces acquis. Toutes les expérimentations préalables à cette évaluation ont montré que la capacité trophique des claires ostréicoles constitue le facteur limitant les conditions d'élevage en période automnale (LCPC, 1995 à 1998 ; Soletchnik et al., 1998 ; Le Moine et al., 1998). Par ailleurs, la capacité trophique est directement corrélée avec les conditions environnementales (e.g., marées, ensoleillement) avec cependant des effets seuils de température (5°C).

Les protocoles adoptés avaient pour but d'évaluer les effets de la modification de la norme sur les caractéristiques des huîtres par rapport à celles de la "fines de claires" et "spéciales de claires" actuelles, et ceci en fonction des caractéristiques initiales des cheptels. Une des questions sous jacente posée est : une modification de la norme peut-elle influencer plus ou moins favorablement l'évolution des caractéristiques des huîtres, avec en particulier

un déclassement possible du produit par un indice de qualité AFNOR inférieur à 9 du fait de l'augmentation de la biomasse d'huîtres au m² ? En effet, seul l'indice de qualité AFNOR discrimine la "fine" de la "spéciale" dans les nouvelles conditions proposées. Au-delà de l'évolution des caractéristiques de cheptels, l'autre question posée concerne l'adéquation des paramètres environnementaux avec les biomasses en élevage afin d'évaluer les conditions générales de survie et de stress chez les animaux avant une mise en marché. Les expérimentations permettent de répondre à ces interrogations.

Globalement, l'évaluation de la modification de la norme au cours des deux périodes reste en conformité avec nos précédentes études et montre que les résultats zootechniques diffèrent en fonction des conditions d'élevage à l'avantage de la norme modifiée. Celui-ci résulte principalement de la réduction du temps d'élevage en claires ostréicoles qui limite l'amaigrissement et le taux de mortalité. En effet dans l'ensemble, l'amaigrissement des huîtres est proportionnel au temps d'élevage en claires. Même des densités plus faibles telle que celle de la norme "spéciale" ne constituent pas un avantage significatif comparé au handicap d'une durée supérieure d'élevage en claires. Ainsi, l'effet de l'augmentation de la biomasse des huîtres au cours de la seconde période est compensée par une durée réduite d'élevage.

De façon similaire, la qualité d'origine des produits reste prépondérante dans le résultat final d'affinage. Le fait de modifier la norme n'a pas induit de déclassement significatif d'indice de qualité AFNOR par rapport aux conditions standards. Cependant, on doit noter que les expérimentations ont porté sur des cheptels d'indice initial élevé variant de 9 à 14 du fait de conditions environnementales favorables en 1997.

La composition biochimique des huîtres se trouve modifiée par le passage en claires ostréicoles et ce, quelle que soit la norme d'élevage retenue. Dans tous les cas, la diminution de l'indice AFNOR se traduit par une augmentation de la teneur en protéines concomitante à une diminution de la teneur en lipides. Cette dernière reste cependant plus élevée au printemps du fait de la gamétogenèse. L'évolution de la teneur en glucides et glycogène diffère entre les deux saisons. Alors que les glucides, dont le glycogène, décroissent en automne parallèlement à l'amaigrissement, l'évolution printanière est liée au stockage nécessaire à la préparation de la gamétogenèse. Cependant, la norme "spéciale" reste la plus défavorisée au cours des deux périodes expérimentales, la nouvelle norme étant la plus favorable.

Au niveau de ces conditions environnementales et au-delà des paramètres caractérisant le produit fini, on doit noter que globalement l'impact des cheptels et des biomasses supérieures en élevage (3kg/m²) n'a pas été critique dans le cadre de notre expérimentation jusqu'à la fin mars. En particulier, l'évolution des concentrations et saturation en oxygène n'a pas représenté une condition stressante pour les animaux jusqu'à cette période. Au-delà de celle-ci, l'augmentation de la température d'eau, puis le développement phytoplanctonique et l'augmentation du métabolisme des huîtres par des températures croissantes peuvent induire des modifications significatives sur l'environnement. Par voie de conséquence, les conditions environnementales peuvent devenir stressantes pour les cheptels en particulier au cours des mortes eaux (absence de renouvellement des masses d'eaux) et risquent d'affecter l'état général des huîtres. En fonction de la variabilité inter annuelle d'un printemps plus ou moins précoce et de l'état physiologique des huîtres, il est important de souligner le potentiel d'affaiblissement des cheptels au cours du mois de mars à une biomasse de 3kg/m².

Le protocole choisi a privilégié la variabilité intra-claires plutôt qu'inter-claires afin d'estimer la contrainte de densité-dépendance qui peut devenir essentielle lors d'une augmentation locale de biomasse. On doit noter par ailleurs que les expérimentations de 1994 avaient permis de démontrer une variabilité intra-claire supérieure à celle inter-claire pour des densités d'élevage à 10 huîtres au m². Ce choix s'est avéré approprié pour la robustesse des tests statistiques effectués, et en particulier, pour le test des modalités pratiques de mise en élevage lors de la comparaison des techniques à plat et en casier. L'élevage à plat apparaît plus favorable aux huîtres élevées sous la norme "spéciale", alors qu'aucun effet n'est noté

pour la norme "fine". Par contre la technique en casier semble plus favorable dans les conditions de nouvelle norme, ce qui n'est pas sans conséquence sur les modalités et donc les coûts d'élevage. On doit cependant noter que la comparaison des résultats obtenus avec une densité légèrement différente pour la "Nouvelle norme" (1,3 au lieu de 1,1 kg/m²) et réalisée dans deux claires distinctes (claires n°2 et claire n°4) montre une possible interaction claire-biomasse qui n'a pas été directement testée dans ce travail. Dans cette comparaison, les résultats obtenus avec la "Nouvelle norme" montrent un indice de qualité différent entre les deux claires (11 pour la claire n°2 et 9,7 pour la claire n°4), induisant un classement variable par rapport aux autres résultats des normes "Fine" et "Spéciale". Cependant ce classement reste cohérent avec les biomasses respectives et sans effet significatif sur les conclusions.

En conclusion, à partir des paramètres caractérisant le produit, tels qu'ils sont définis dans la norme actuelle, en particulier l'indice AFNOR, les durée d'élevage et de qualité initiale du produit restent déterminantes et semblent favoriser le choix de la densité et du temps d'élevage de la "Nouvelle norme" proposée. Cet avantage résulte d'une durée d'affinage plus courte. Avec une durée réduite en claires, on observe au minimum une similitude dans les résultats d'indice "Spéciale" et "Nouvelle norme". Dans les deux séries, l'évolution de la teneur en glycogène dans la chair d'huître reste favorable à l'adoption de la "Nouvelle norme".

6. Bibliographie

AFNOR, 1985. Norme française huîtres creuses. Dénomination et classification. NF V 45-056, 5p.

Baud J.P., E. Brisset et M. Cardinal, 1995. Affinage contrôlé en bassin de l'huître creuse *C. gigas*. *Rapport IFREMER RIDRV 95-17*, 37p.

Bligh E.G. & W.F. Dyer, 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37 : 911-917.

Bodoy A., J. Prou et J.P. Berthomé, 1986. Etude comparative de différents indices de condition chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*. *Haliotis*, 15 : 173-182.

Dubois M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A.Rebers & F. Smith, 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28 : 350-356.

Fréchette M. and D. Lefaivre, 1990. Discriminating between food and space limitation in benthic suspension feeders using self thinning relationships. *Marine Ecology Progress Series*, 65:15-23.

Gouletquer P., P. Geairon, P. Gras et S. Taillade, 1996. Analyse des lots d'huîtres du groupe de travail "Pousse en claires" : taux de glycogène. *Rapport IFREMER, LCPC*, 17p.

Gouletquer P., P. gras, P. Geairon, S. taillade, 1998. Grille Nationale de qualité de l'huître creuse *C. gigas* : analyse des huîtres commercialisées en Poitou-Charentes. *Rapport IFREMER RIDRVRA 98.07a, Sète*. 31p.

LCPC, 1995. Valorisation des claires ostréicoles: année 1994. *Bilan Contrat de Plan Etat Région 95/PC-R-58*, 131p.

- LCPC, 1996. Valorisation des claires ostréicoles: année 1995. *Bilan Contrat de Plan Etat Région 95/RPC-R-58*, 38p.
- LCPC, 1997. Valorisation des claires ostréicoles: année 1996. *Bilan Contrat de Plan Etat Région 95/RPC-R-58*, 106p.
- LCPC, 1998. Valorisation des claires ostréicoles: année 1997. *Bilan Contrat de Plan Etat Région 95/RPC-R-58*, 175p.
- Le Moine O., P. Geairon, D. Razet, P. Soletchnik, N. Faury, S. Taillade et P. Gouletquer, 1998. Optimisation de l'affinage en claires traditionnelles par complémentation en phytoplancton "fourrage". In: Marais maritime et aquaculture, J. Hussenot & V. Buchet eds, *Actes de Colloque IFREMER*, 116-123.
- Lowry O.H., N. Rosebrough, A.L. Farr & R.J. Randall, 1951. Protein measurement with Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 265-275.
- Marsh J.B. & D.B. Weinstein, 1966. Simple charring method for determination of lipids. *J. Lipid Res.*, 7 : 574-576.
- Razet D., 1976. Dosages des protéines dissoutes ou particulières d'après la méthode de Lowry. Note technique interne de l'ISTPM, 4p.
- Soletchnik P., D. Razet, P. Gouletquer, P. Geairon, O. Lemoine, N. Faury, 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) en claire. Rapport IFREMER RIDRV-95 / La Tremblade, 43 p.
- Soletchnik P., D. Razet, P. Gouletquer, P. Geairon, O. Lemoine, N. Faury, 1998. Relation entre la capacité trophique de l'écosystème "claire ostréicole" et la production de l'huître *Crassostrea gigas* en période d'affinage. In: Marais maritime et aquaculture, J. Hussenot & V. Buchet eds, *Actes de Colloque IFREMER*, 89-96.