

Direction des Ressources Vivantes

IFREMER Palavas  
Laboratoire Conchylicole de Méditerranée

Catherine Vercelli, Jean-Michel Chabirand, Jocelyne Oheix  
Yves Pichot, et Dominique Buestel

Octobre 2000

---

Programme de diversification des productions  
conchylicoles en Languedoc Roussillon

Projet Huître creuse *Crassostrea gigas*  
Test de triploïdes

RAPPORT FINAL



CEPRALMAR

UE/PESCA

ifremer

## PREAMBULE

Ce travail se situe dans le cadre du programme de diversification des productions conchylicoles en Languedoc Roussillon mené en 1997 et 1998.

Ce programme qui a eu pour but de favoriser et d'accélérer le diversification des productions conchylicoles régionales comportait deux axes complémentaires :

- Une action de recherche appliquée visant à acquérir, dans un cadre scientifique, des données zootechniques concernant les élevages d'huîtres plates et d'huîtres creuses triploïdes.
- Une action de pré-développement consistant à tester de nouvelles techniques de prégrossissement d'huîtres de petite taille issues d'écloserie et les produits résultant de ce prégrossissement.

Le programme a associé divers partenaires techniques et financiers :

- la Région Languedoc Roussillon et l'Union européenne (cadre du PIC PESCA) ont cofinancé ce programme,
- l'IFREMER (Laboratoire Conchylicole de Méditerranée) a assuré la réalisation et le cofinancement du volet recherche appliquée, ainsi qu'une participation au volet pré-développement,
- la section Régionale Conchylicole de Méditerranée a assuré la maîtrise d'ouvrage du volet pré-développement,
- le CEPRALMAR a assuré la maîtrise d'œuvre du volet pré-développement et la coordination entre les différents partenaires.

Le présent rapport expose les résultats du programme de recherche appliquée concernant les huîtres creuses triploïdes.

## RESUME

L'expérimentation mise en œuvre dans l'étang de Thau a permis de comparer, à une échelle la plus proche possible de celle des exploitations commerciales, les performances zootechniques d'une population d'huîtres triploïdes à celles d'une population témoin diploïde d'écloserie ainsi qu'à celles d'une population issue du captage naturel.

Le gain moyen de poids total sur 6 mois entre février et septembre 1998 est respectivement de 100, 70 et 62 g pour les huîtres triploïdes, diploïdes témoins d'écloserie et diploïdes naturelles, confirmant la nette supériorité de croissance des huîtres triploïdes.

Du point de vue de la qualité de la chair, le taux de remplissage des triploïdes est resté moyen (indice AFNOR de 8 à 10) comparable à celui des diploïdes témoins et inférieur à celui des huîtres de captage. La maturation sexuelle des triploïdes a été réduite et leur taux de glycogène est resté supérieur à celui des autres populations durant la période estivale.

Les résultats d'une analyse sensorielle effectuée en été, au moment où les huîtres diploïdes sont en gamétogenèse avancée, montrent que les huîtres triploïdes se sont révélées plus présentables et plus goûteuses que les huîtres diploïdes.

Ces résultats confirment l'intérêt de ces huîtres en production complémentaire, sur le marché estival local, sous réserve de quelques aménagements des calendriers d'élevage.

Il ressort également de cette étude que des travaux complémentaires seraient à mener, notamment en ce qui concerne l'amélioration de la qualité de la coquille.

## SOMMAIRE

SOMMAIRE .....	3
I - INTRODUCTION .....	5
II - EXPERIMENTATION HUITRES CREUSES TRIPLOIDES .....	6
II.1. OBJECTIF .....	6
II.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	6
II.2.1. <i>Structure et site d'élevage</i> .....	6
II.2.2. <i>Matériel biologique</i> .....	6
II.2.3. <i>Protocole</i> .....	7
II.2.4. <i>Paramètres suivis durant l'expérimentation</i> .....	9
II.2.4.1. Paramètres environnementaux .....	9
II.2.4.2. Paramètres suivis sur les animaux .....	9
II.3. RÉSULTATS .....	10
II.3.1. <i>Paramètres environnementaux</i> .....	10
II.3.1.1. Température .....	10
II.3.1.2. Salinité .....	10
II.3.1.3. Oxygène dissous.....	12
II.3.2. <i>Paramètres suivis sur les animaux</i> .....	12
II.3.2.1. Croissance en poids total frais .....	12
II.3.2.2. Evolution du poids de chair sèche.....	18
II.3.2.3. Evolution du poids de coquille sèche.....	18
II.3.2.4. Chambrage à gélatine.....	20
II.3.2.5. Présence du vers Polydora .....	21
II.3.2.6. Indices de condition .....	22
II.3.2.7. Maturation.....	25
II.3.2.8. Dosages biochimiques.....	32
II.3.2.9. Survie .....	35
II.3.2.10. Etat zoosanitaire.....	35
III - ANALYSE SENSORIELLE.....	35
III.1. PROTOCOLE DÉTAILLÉ .....	35
III.2. RÉSULTATS DE L'ANALYSE SENSORIELLE .....	39
III.2.1. <i>Variables descriptives</i> .....	39
III.2.1.1. Aspect visuel.....	39
III.2.1.2. Aspect olfactif.....	39
III.2.1.3. Aspect gustatif .....	40
III.2.1.4. Texture.....	41
III.2.2. <i>Variable à caractère hédonique : « Note globale »</i> .....	41
III.2.3. <i>Corrélations entre les variables de l'analyse sensorielle</i> .....	44
III.2.4. <i>Conclusion</i> .....	44

IV - DISCUSSION ET CONCLUSION.....	47
V - PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS .....	49
LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	51
NOTE ANNEXE – PARTICIPATION À L’OPÉRATION RÉGIONALE DE PRÉ- DÉVELOPPEMENT.....	54
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX .....	55

## I - INTRODUCTION

Les travaux réalisés en 1997 et 1998 sur l'huître creuse *Crassostrea gigas* triploïde par le Laboratoire Conchylicole de Méditerranée se situent dans le cadre des études concernant l'amélioration globale des performances des coquillages. La triploïdie permet généralement de produire des animaux stériles qui reportent sur leur croissance toute l'énergie consacrée normalement à la reproduction. Un premier test expérimental d'élevage d'huîtres creuses triploïdes réalisé dans l'étang de Thau (Oheix et al., 1996) a montré que celles-ci grossissaient plus vite et présentaient effectivement une amélioration du point de vue de la qualité en été (remplissage, composition biochimique). Le calendrier des ventes a évolué à Thau et, du fait de la forte consommation touristique estivale, de grandes quantités de coquillages sont désormais commercialisées durant cette période. Cette vente saisonnière est contrariée par les processus de reproduction : soit les huîtres sont "en lait", et de ce fait peu prisées par les consommateurs, soit elles viennent de pondre et sont trop maigres. L'utilisation d'huîtres triploïdes devrait améliorer sensiblement la qualité des huîtres et, donc, les ventes à cette époque de l'année.

L'objectif du travail présenté ici était d'analyser les caractéristiques d'huîtres creuses triploïdes élevées dans l'étang de Thau dans les conditions d'élevages pratiquées par les professionnels.

Les travaux du Laboratoire Conchylicole de Méditerranée réalisés en 1997-1998 concernent deux actions :

- une expérimentation propre au Laboratoire à partir d'huîtres creuses triploïdes produites par le laboratoire Génétique des Mollusques IFREMER La Tremblade, incluant une analyse sensorielle des produits,
- une participation à une opération de pré-développement régional consistant en une incitation à l'achat, par les producteurs, de naissain d'écloserie commerciale : huître creuse triploïde (appelée localement « *huître des 4 saisons* ») et huître plate. Cette action dont les résultats ont été présentés par ailleurs (Loste et Monnier 2000) est rappelée en annexe.

L'analyse sensorielle effectuée sur les huîtres creuses triploïdes de l'expérimentation a été réalisée en collaboration avec Fabienne Ribeyre du laboratoire spécialisé SERISUD de Montpellier.

## II - EXPERIMENTATION HUITRES CREUSES TRIPLOIDES

### II.1. OBJECTIF

L'objectif est de vérifier l'intérêt d'utiliser des huîtres triploïdes, en travaillant à une échelle plus large que celle des expérimentations réalisées jusqu'à présent. Pour cela, le travail est effectué chez un producteur professionnel, avec une densité d'élevage comparable à celle d'un élevage de production. Il s'agit de comparer l'évolution (croissance, reproduction et qualité) des huîtres d'écloserie triploïdes, de leurs témoins diploïdes et d'huîtres issues de captage naturel, en conditions d'élevage classiquement pratiqué sur l'étang de Thau. Un test organoleptique est organisé en été, durant la période de forte fréquentation touristique.

### II.2. MATERIEL ET METHODES

Le calendrier initial prévoyait une production en écloserie de La Tremblade en février 1997, un prégrossissement au printemps et une mise en élevage dans l'étang de Thau en début d'été 1997, afin obtenir une taille de commercialisation l'été suivant. Des problèmes techniques et biologiques, rencontrés lors du démarrage des activités d'écloserie, ont occasionné un retard sur l'ensemble du programme et l'expérimentation méditerranéenne n'a pu commencer qu'à l'automne 1997.

#### II.2.1. Structure et site d'élevage

L'expérimentation se déroule sur 2 carrés d'une table ostréicole située en zone «profonde» (8 mètres) de Bouzigues, réputée très productive (figure 1). Chaque carré de 5 mètres de côté est gréé de 5 perches sur chacune desquelles sont suspendues 10 cordes ; soit au total 200 cordes de 6 mètres sur lesquelles sont collées par trois de 190 à 210 huîtres. Le collage des huîtres est réalisé par le producteur propriétaire de la table.

#### II.2.2. Matériel biologique

Cette expérimentation porte sur trois lots d'huîtres creuses :

- un premier lot de 11200 juvéniles d'huîtres triploïdes produites par l'écloserie expérimentale du Laboratoire IFREMER de Génétique des Mollusques (La Tremblade), selon la technique mise au point sur place (induction par molécule inhibitrice de protéines 6-DMAP, Gérard *et al.*, 1993),
- un second lot de 4400 diploïdes, issu de la même population que le précédent mais n'ayant pas subi de choc chimique, servant de témoin direct,
- un troisième lot de 6000 individus, provenant de captage breton, qui sera le témoin « naturel ».

Au vu de l'hétérogénéité constatée lors de la livraison des deux premiers lots, il a été décidé de faire un tri sur tamis de 25 mm. Le résultat de ce tri est présenté dans le tableau 1.

Tableau 1 - Tamisage des huîtres des deux lots d'écloserie

	Avant tri	Après tri sur tamis 25 mm	Reliquat * <25 mm
<i>Triploïdes</i>			
Poids moyen (g)	7,85	8,76	4,71
Minimum (g)	2,20	4,60	2,00
Maximum (g)	16,50	16,5	7,40
Int. de confiance	0,35	0,40	0,30
<i>Diploïdes témoins</i>			
Poids moyen (g)	7,80	8,52	4,76
Minimum (g)	3,00	4,10	2,70
Maximum (g)	16,00	15,70	6,60
Int. de confiance	0,35	0,30	nc

\* Le reliquat (fraction inférieure à 25mm) a été également collé sur cordes et mis en place sur la table expérimentale afin de préserver une densité d'élevage cohérente. Lorsque des vols ont été commis et que nous avons manqué de matériel en fin d'expérimentation, ces cordes de reliquat nous ont permis d'effectuer les derniers échantillonnages. Les données de croissance sont alors indicatives puisqu'elles sont obtenues sur des animaux de taille initiale inférieure à ceux réservés à l'étude.

Le tableau 2 présente les caractéristiques biométriques de chaque lot, mesurées au moment de la mise à l'eau.

Tableau 2 – Caractéristiques initiales des différents lots de l'expérimentation

LOT	Date de mise à l'eau	Longueur(mm)	Poids (g)	Couleur de corde
Triploïdes	10 Septembre 1997	43,5	8,8	Noir
Diploïdes témoins	10 Septembre 1997	43,6	8,5	Bleu
Diploïdes naturelles	10 décembre 1997	Non mesurée	14,6	Vert

Des observations sont réalisées ponctuellement en période estivale sur des cordes d'huîtres collées et en pignes (ou « détroquées », i.e. cultivées directement sur leur support de captage) de taille commerciale, prélevées sur l'élevage mené par le producteur sur la même table.

### II.2.3. Protocole

Les huîtres sont collées par trois sur des cordes de 6 mètres de long ; celles-ci, de couleur différente selon l'origine des lots, sont disposées suivant un plan prédéfini, afin de rester dans des conditions de densité les plus constantes possibles par rapport à l'accès à la nourriture : on prélève toujours les cordes extérieures, en avançant vers l'intérieur de la table (figure 2).



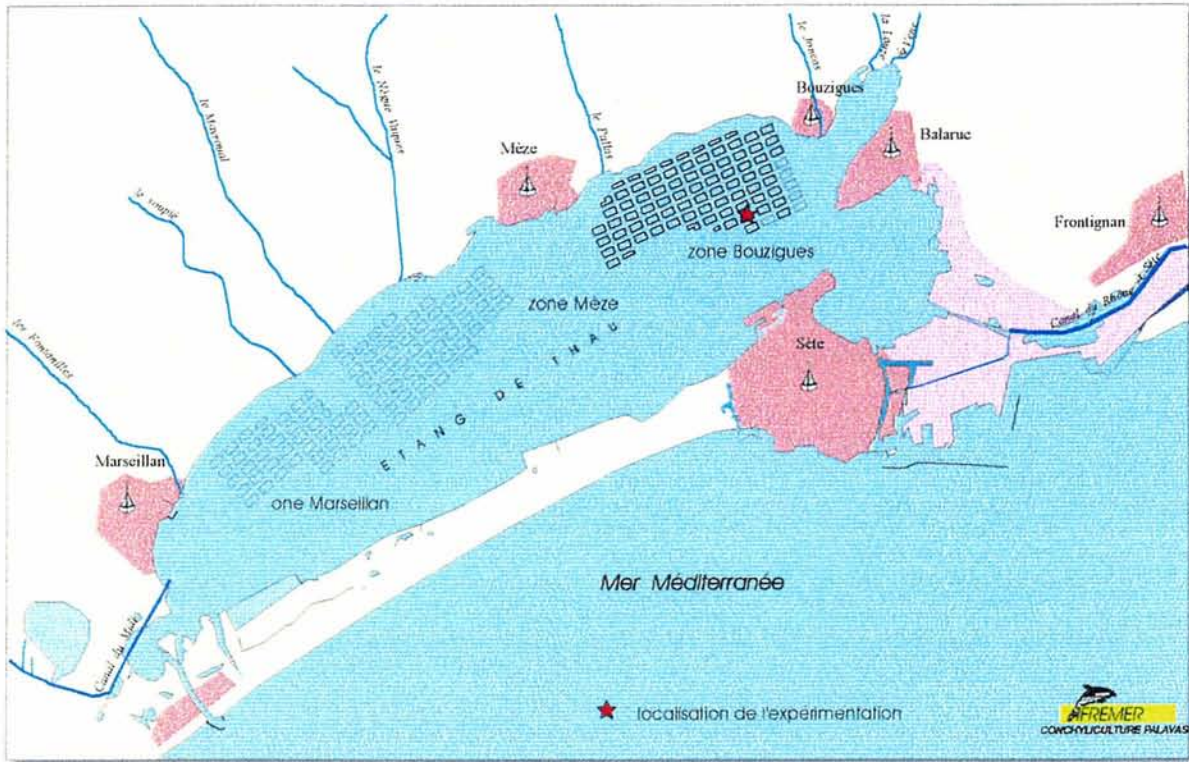


Figure 1 : Localisation de l'expérimentation dans l'étang de Thau

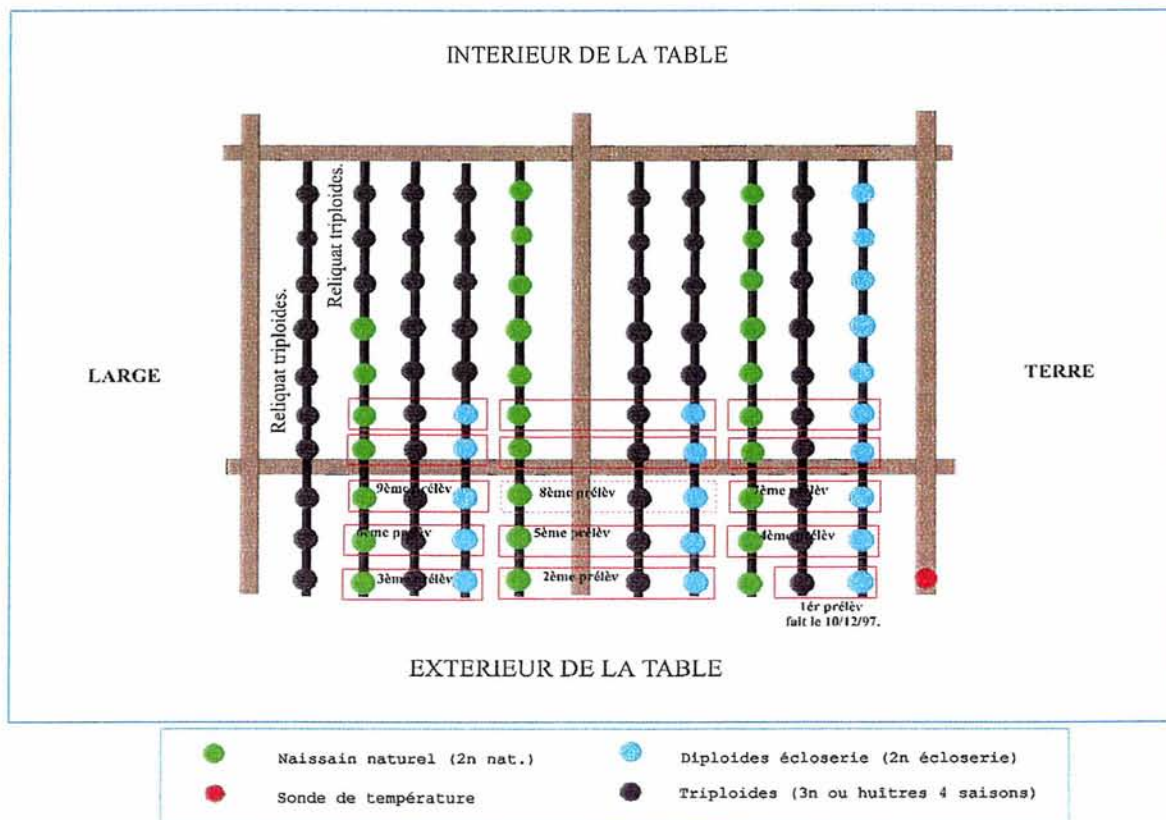


Figure 2 : Disposition des cordes d'expérimentation sur la table d'élevage (vue du dessus)

## II.2.4. Paramètres suivis durant l'expérimentation

### II.2.4.1. Paramètres environnementaux

- La température de l'eau est enregistrée en continu sous la table, à mi-profondeur, avec une sonde TEMPTIMEM d'octobre 1997 à juillet 1998, puis avec une sonde TPS MICREL.
- A partir du printemps 1998, et tous les 15 jours, des mesures de température, salinité et oxygène dissous sont réalisées sous la surface et au fond avec une sonde multi-paramètres SOLOMAT.

### II.2.4.2. Paramètres suivis sur les animaux

A chaque échantillonnage, une corde (soit environ 200 huîtres) de chaque catégorie est rapportée au laboratoire. Une pesée et une mesure des longueurs individuelles sont faites sur la totalité des individus. Les animaux nécessaires pour les analyses complémentaires sont prélevés par tirage au sort. Les tableaux 3 et 4 récapitulent l'ensemble des analyses et leur fréquence.

Tableau 3 - Récapitulatif des mesures et analyses effectuées sur les huîtres

Analyses	Méthodes et descripteurs	Nombre d'animaux par lot	Périodes de prélèvements
Biométrie Mesures individuelles	Longueur : (mm) / poids total (0,1 g) Poids de chair fraîche (0,1 g) Poids de chair sèche (0,01 g) Poids de coquille sèche (0,1 g)	Totalité (env. 200) 30 30 30	Décembre, février, avril puis tous les 15 jours jusqu'à octobre Point final fin novembre 1998
Indice de condition	Lawrence & Scott, 1982 : $\frac{\text{Poids de chair sèche} \times 1000}{\text{Poids total} - \text{poids coquille}}$	30	
Indice commercial	Afnor : $\frac{\text{Poids de chair fraîche} \times 100}{\text{Poids total}}$	30	
Biochimie : - lipides - glucides - glycogène - protéines	- Marsh & Weinstein, 1966 - Dubois et al., 1956  - Lowry, 1951	3 pools de 10	
<i>Polydora</i> (Catherine et al., 1996)  Chambrage gélatine (Remora 1998)	0 : absence / 1 : quelques galeries 2 : galeries et chambres < 10% 3 : galeries et chambres > 10% 4 : galeries et chambres > 25 % 0 : absence / 1 : présence sur 1 valve 2 : présence sur les 2 valves	30	
Maturation	Observation macroscopique Echelle Le Dantec (Marteil, 1977)  Observation microscopique Echelle His 1995 sur coupe semi-fine coloration Hematoxyline	20  20	
Analyse sensorielle (contrat SERISUD)	Analyse de variance à 2 facteurs sur 20 variables	12 huîtres par séance (présentation en aveugle)	1 entraînement puis 3 séances de 3 séries juillet 1998
Pathologie	Histologie - PCR	20	Mise à l'eau - relevage

**Tableau 4 - Calendrier des prélèvements**

Collage 3N +2N écloserie	Mise à l'eau 3N + 2N écloserie 10 sept. 1997	Collage 2N naturelles	Mise à l'eau 2N naturelles 10 déc. 1997	1er prélèvement 3N+2Nécloserie 10 déc. 1997
2e prélèvement 23 fév. 1998	3e prélèvement 14 avril 1998	4e prélèvement 15 mai 1998	5e prélèvement 28 mai 1998	6e prélèvement 11 juin 1998
7e prélèvement 6 juil. 1998	8e prélèvement 21 juil. 1998	9e prélèvement 4 août 1998	10e prélèvement 19 août 1998	11e prélèvement 3 sept. 1998
12e prélèvement 16 sept. 1998	13e prélèvement 29 sept. 1998	Constatation de vol d'huîtres 3N	14e prélèvement 24 nov. 1999 (*)	Déc. 1999 : nouveaux vols d'huîtres 3N (**)

(\*) Prélèvement effectué dans les cordes complémentaires placées afin de remplir les carrés et constituées d'animaux de taille légèrement inférieure au départ. L'échantillon ne peut être considéré comme représentatif de la population de départ.

(\*\*) Arrêt de l'expérimentation

## II.3. RESULTATS

### II.3.1. Paramètres environnementaux

#### II.3.1.1. Température

L'évolution de la moyenne journalière de la température de l'eau sur le site expérimental, enregistrée à une profondeur de 3 mètres est comparable à un cycle thermique annuel classiquement observé pour l'étang de Thau (figure 3A). Les minima sont notés autour de 7°C en janvier et février, et les maxima autour de 26°C fin août.

#### II.3.1.2. Salinité

Le capteur de salinité de la sonde TPS n'a pas fonctionné (à cause du fouling très important). Nous ne disposons donc que des mesures fournies par la sonde SOLOMAT opérationnelle à partir du 8 avril (figure 3B). Pour la plupart des enregistrements, la salinité est supérieure sur le fond, dans des proportions très variables cependant. L'écart important observé entre les valeurs fond/surface (36,6 et 38,4 g/l) début septembre 1998 ne peut être expliqué par des conditions météorologiques ou hydrologiques particulières étant donné qu'aucune forte pluie n'a eu lieu à cette période.

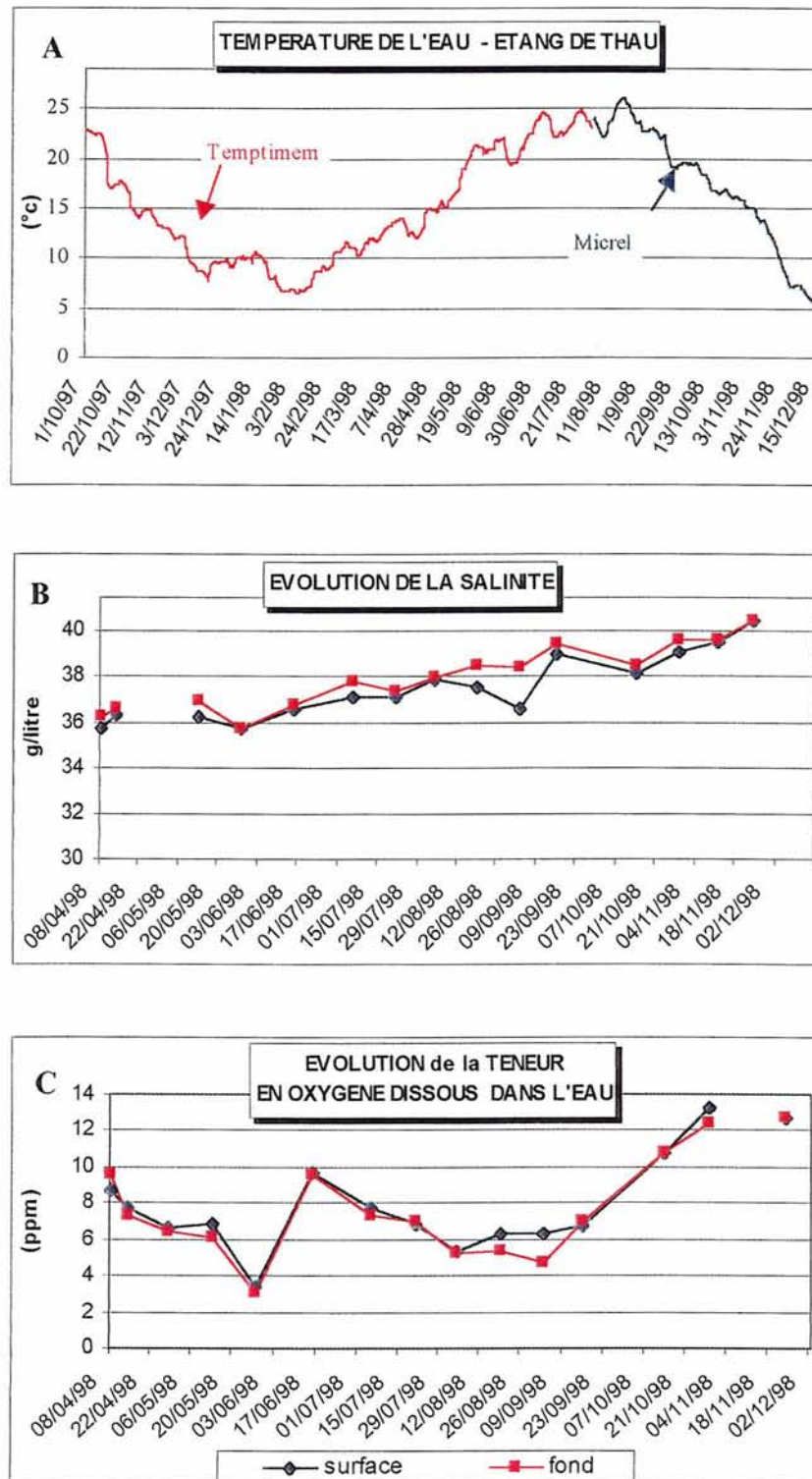


Figure 3 : Conditions environnementales. A : température de l'eau B : salinité  
C : oxygène dissous

Cependant, cette différence est confirmée par l'ensemble des mesures réalisées le même jour sur la colonne d'eau, qui fait ressortir un gradient croissant depuis le fond jusqu'à la surface. Les archives de la station IFREMER de Sète montrent également des différences occasionnelles du même ordre entre le fond et la surface sur une même station (compilation 1974-1986, non publiée). De même, les fortes valeurs enregistrées en novembre (40,6 g/l) paraissent très élevées, mais on trouve dans les archives des valeurs similaires et même supérieures enregistrées pour la même époque en 1984 : 40,97 g/l le 26 octobre, avec un maximum le 28 septembre de la même année à 41,6 g/l (profondeur non précisée).

### II.3.1.3. Oxygène dissous

L'évolution de la teneur en oxygène dissous (sonde SOLOMAT) appelle quelques observations : les valeurs enregistrées autour de 3 ppm (fond et surface) fin mai suggèrent un début d'anoxie (figure 3C). Durant l'été, lors des mesures des 19 août et 3 septembre on remarque des valeurs relativement basses au fond, qui pourraient indiquer une tendance à une désoxygénation de fond, mais les valeurs remontent ensuite pour atteindre des valeurs hautes hivernales. Le pas de mesure ne permet pas une interprétation précise de ce paramètre.

Excepté pour quelques points de mesure atypiques à mettre en relation avec des déficiences de capteurs, on ne note pas de problème particulier sur le milieu. Les paramètres reproduisent globalement les conditions habituelles des élevages de l'étang de Thau.

## II.3.2. Paramètres suivis sur les animaux

### II.3.2.1. Croissance en poids total frais

#### II.3.2.1.1. Analyse globale

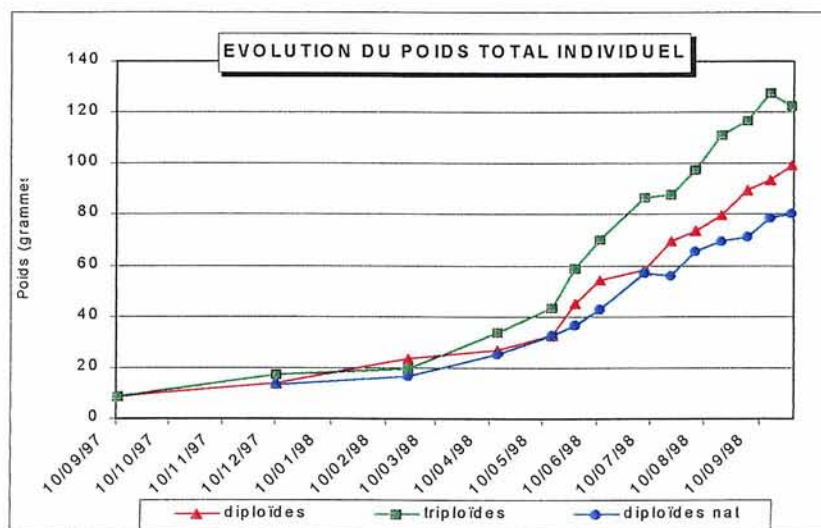


Figure 4 : Evolution du poids total individuel des 3 populations d'huîtres

La figure 4 représentant les moyennes du poids frais au cours de l'élevage montre des différences importantes de croissance entre les souches. Les huîtres triploïdes ont une croissance globale nettement supérieure aux deux autres souches, les huîtres diploïdes d'écloserie ayant une croissance supérieure aux huîtres naturelles.

### II.3.2.1.2. Analyse détaillée des données de poids total

Une attention particulière a été portée à l'analyse de la croissance en poids total frais, qui fait l'objet d'une présentation en « box plot » réalisée avec le logiciel Systat, (figure 5). Cette analyse nécessite quelques commentaires pour une meilleure lecture :

*Les valeurs sont réparties par rapport à la médiane qui les sépare en deux groupes et aux quartiles qui les séparent en 4 groupes. La barre horizontale dans la boîte situe la médiane. La boîte, comprise entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> quartiles, englobe 50 % des valeurs. Des lignes verticales s'étendent de chaque côté de la boîte. La ligne inférieure va du 1<sup>er</sup> quartile jusqu'à la plus petite valeur comprise dans un intervalle s'étendant sur 1,5 interquartile (i.e. différence entre le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> quartile). Symétriquement, la ligne supérieure va du 3<sup>ème</sup> quartile jusqu'à la plus grande valeur comprise dans un intervalle s'étendant sur 1,5 interquartile. Les valeurs situées au-delà de ces limites sont représentées individuellement par des croix (valeurs « en deçà ou au-delà » jusqu'à 3 interquartiles) ou par des cercles (valeurs « très en deçà ou très au-delà » après 3 interquartiles).*

A chaque échantillon, pour avoir une bonne idée de l'évolution de la population d'huîtres sur une corde, il était prévu de mesurer toutes les huîtres de cette corde, soit environ 200 individus. En réalité, les effectifs mesurés sont assez variables et souvent bien inférieurs au nombre de 200. Cela provient du fait que les cordes ont été remontées à la main et que des huîtres se décollent et sont perdues. On admet que les huîtres perdues le sont aléatoirement et que cela ne fausse pas notre échantillon. Le fait de n'avoir pu disposer du lot de diploïdes naturelles en même temps que les autres lots introduit un léger biais ; en effet, ce lot mis en élevage en décembre a un poids qui diffère significativement (Degrés de liberté = 2 ; carré moyen = 649 ; F = 33,3 ; P = 0,0000) de celui des autres lots : 2,4 g de moins que les triploïdes et 1,1 g de plus que les diploïdes témoins. Cependant, ces différences sont relativement minimales en regard des différences de poids observées en fin d'expérience le 17 septembre (-49 g et -15 g respectivement).

Dans une première période hivernale, du 11/09/97 au 24/02/98, la croissance est très lente et équivalente pour les trois groupes (figure 5). De février à mai 1998, la croissance débute et les triploïdes se démarquent des autres groupes. A partir du 15 mai les triploïdes ont une croissance très forte jusqu'au 7 juillet (0,65 g/jour) ; une pause est marquée entre le 07 juillet et le 22 juillet et la croissance reprend à un rythme soutenu jusqu'au 17 septembre (0,7 g par jour) où le poids moyen de 128 g est atteint (minimum 25 g et maximum 238 g). Un gain de poids moyen d'environ 100 g est pris entre mars et septembre, soit sur une période 6 mois.

Les diploïdes naturelles suivent le même schéma avec une croissance nettement inférieure : accroissement journalier de 0,45 g entre février et septembre et un gain de poids moyen sur 6 mois de 62 g. Les diploïdes d'écloserie ne montrent pas d'arrêt marqué en juillet. Elles ont une vitesse de croissance légèrement plus forte que les diploïdes naturelles avec un taux moyen journalier de 0,5 g et un gain de poids de 70 g en 6 mois.

Les données dont nous disposons sur les diploïdes montrent que la croissance pondérale s'est pratiquement arrêtée en octobre et novembre 1998.

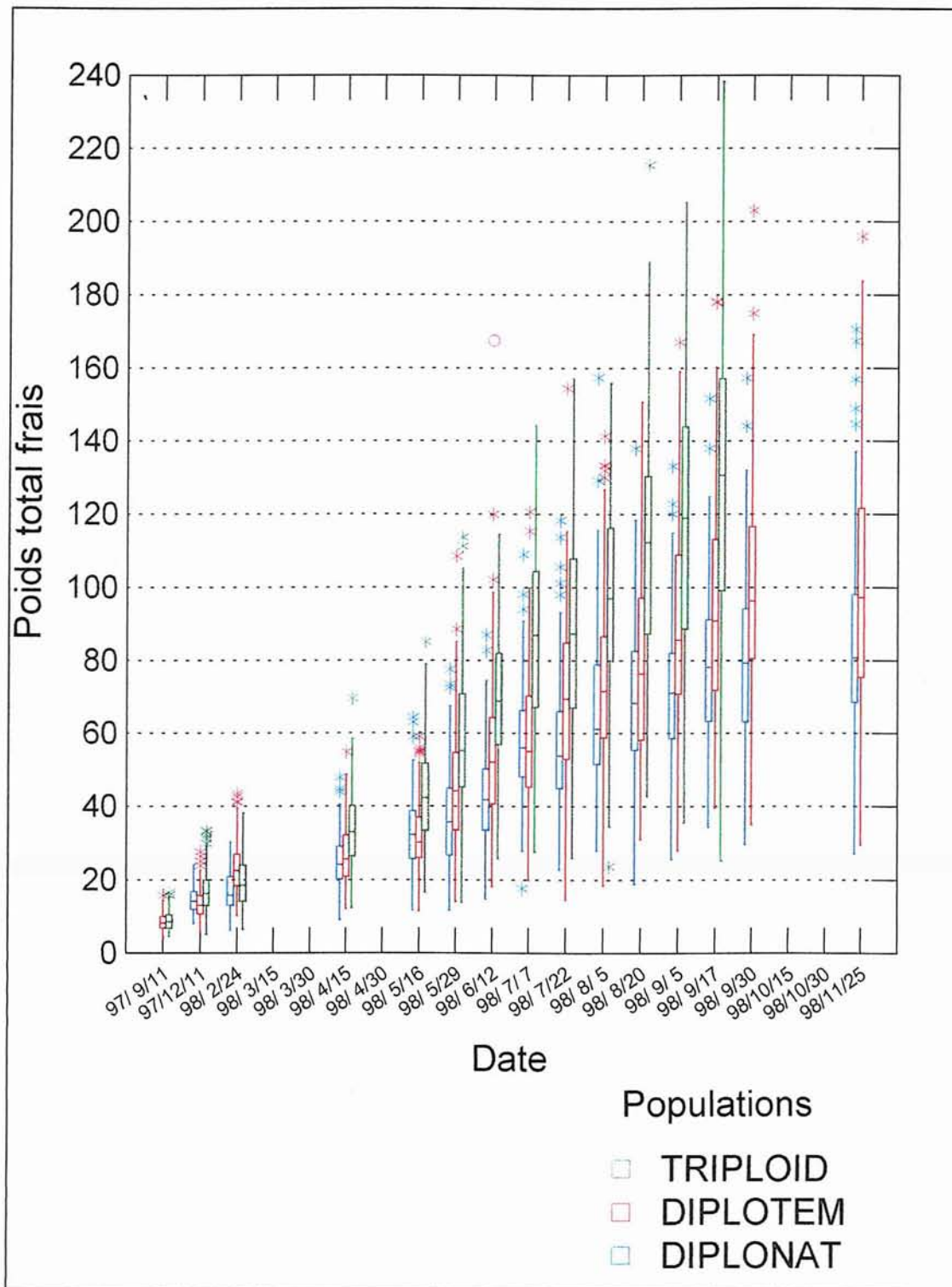


Figure 5 : Diagramme en "box plot" de l'évolution du poids frais des différents lots. (TRIPLD : huîtres triploïdes, DIPLTEM : huîtres diploïdes témoins d'éclosion, DIPLONAT : huîtres diploïdes de captage naturel)

Tableau 5 - Résultats de l'évolution du poids total frais des huîtres en expérimentation

Date traitement	Lots	Effectif	Moy. Poids frais	Ecart type	Variance	Coefficient de variation	Accroissement journalier moyen en g
11/09/97	Triplo	151	8,76	2,55	7	0,29	
	Diplo tem	165	8,52	2,25	5	0,26	
	Diplo nat				0		
11/12/97	Triplo	203	16,92	5,50	30	0,33	0,090
	Diplo tem	202	13,41	3,88	15	0,29	0,054
	Diplo nat	207	14,54	3,64	13	0,25	
24/02/98	Triplo	245	19,34	6,40	41	0,33	0,033
	Diplo tem	198	23,21	6,95	48	0,30	0,132
	Diplo nat	189	16,55	5,03	25	0,30	0,027
15/04/98	Triplo	163	33,60	9,88	98	0,29	0,291
	Diplo tem	159	26,77	8,01	64	0,30	0,073
	Diplo nat	149	24,92	7,25	53	0,29	0,171
16/05/98	Triplo	175	42,53	13,17	173	0,31	0,288
	Diplo tem	187	31,76	9,59	92	0,30	0,161
	Diplo nat	182	32,73	9,97	99	0,30	0,252
29/05/98	Triplo	184	58,54	19,11	365	0,33	1,232
	Diplo tem	190	45,17	16,22	263	0,36	1,032
	Diplo nat	171	36,45	13,04	170	0,36	0,286
12/06/98	Triplo	194	69,90	18,15	329	0,26	0,874
	Diplo tem	191	54,27	1,30	372	0,36	0,700
	Diplo nat	177	42,87	13,12	172	0,31	0,494
07/07/98	Triplo	176	86,54	25,56	653	0,30	0,666
	Diplo tem	168	58,03	17,42	303	0,30	0,150
	Diplo nat	174	57,14	14,27	204	0,25	0,571
22/07/98	Triplo	197	87,69	26,42	698	0,30	0,077
	Diplo tem	165	69,62	22,92	525	0,33	0,773
	Diplo nat	181	55,9	17,22	297	0,31	-0,083
05/08/98	Triplo	166	97,15	25,58	654	0,26	0,676
	Diplo tem	160	73,37	23,50	552	0,32	0,268
	Diplo nat	138	65,32	20,36	415	0,31	0,673
20/08/98	Triplo	161	110,70	31,89	1017	0,29	0,903
	Diplo tem	168	79,76	26,49	702	0,33	0,426
	Diplo nat	181	69,17	19,05	363	0,28	0,257
05/09/98	Triplo	137	116,40	36,23	1313	0,30	0,380
	Diplo tem	126	89,40	26,67	711	0,30	0,643
	Diplo nat	136	70,98	18,67	349	0,26	0,121
17/09/98	Triplo	151	127,69	41,30	1706	0,32	0,941
	Diplo tem	162	93,21	28,33	803	0,30	0,317
	Diplo nat	157	78,24	21,45	460	0,27	0,605
30/09/98	Triplo	175	122,42	38,74	1501	0,32	-0,405
	Diplo tem	189	98,97	28,92	836	0,29	0,443
	Diplo nat	154	80,48	23,07	532	0,29	0,172
25/11/98	Triplo	140	111,69	35,78	1280	0,32	-0,192
	Diplo tem	164	99,72	32,81	1076	0,33	0,013
	Diplo nat	164	83,24	24,73	612	0,30	0,049



### II.3.2.1.3 Comparaison statistique des différents lots

La figure 5 montre la dispersion des données qui est très forte avec une augmentation de la variance avec la moyenne. L'ajustement de la relation de la variance et la moyenne est très bon (figure 6). La variance représente une fraction de la moyenne élevée au carré ; dans ces conditions, le coefficient de variation est relativement constant, autour de 30 %, valeur élevée mais courante pour ce type de données.

Les diagrammes en box-plot montrent que si les données sont très étalées, elles sont généralement distribuées symétriquement par rapport à la médiane elle-même toujours très proche de la moyenne. Ces caractéristiques font que si les distributions des poids ne sont pas très éloignées de la normalité, les variances pour chaque date ne sont pas homogènes comme le montrent la figure 7 et le tableau 5. Dans ce cas une transformation des données en logarithme est nécessaire pour homogénéiser les variances et procéder à une analyse de variance. L'analyse de variance globale sur les données transformées (entre le 15 avril et le 19 septembre 1998) montre des différences de croissance hautement significatives entre les trois lots d'huîtres (effectif : n=5025).

Facteurs	Degrés de liberté	Carré moyen	F	P
Populations	2	76,9	745	0,0000
Date	9	84	817	0,0000
Interaction	18	0,5	4,9	0,0000

Un test de comparaison multiple (Tukey) donne des différences hautement significatives entre les trois populations (P=0,0000).

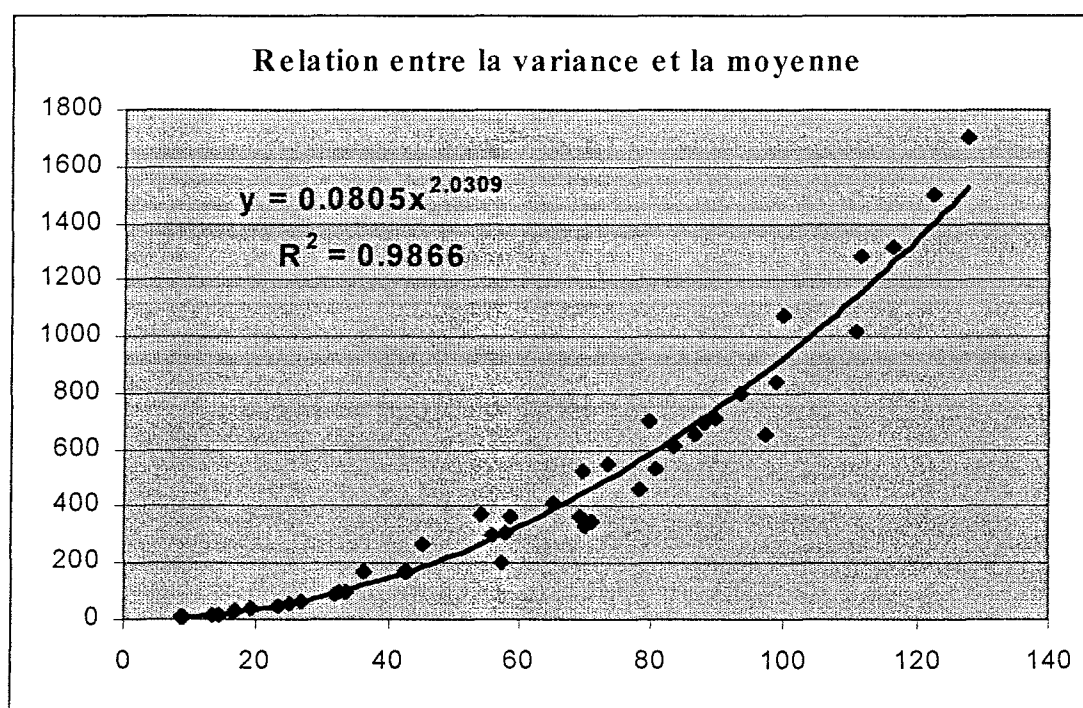
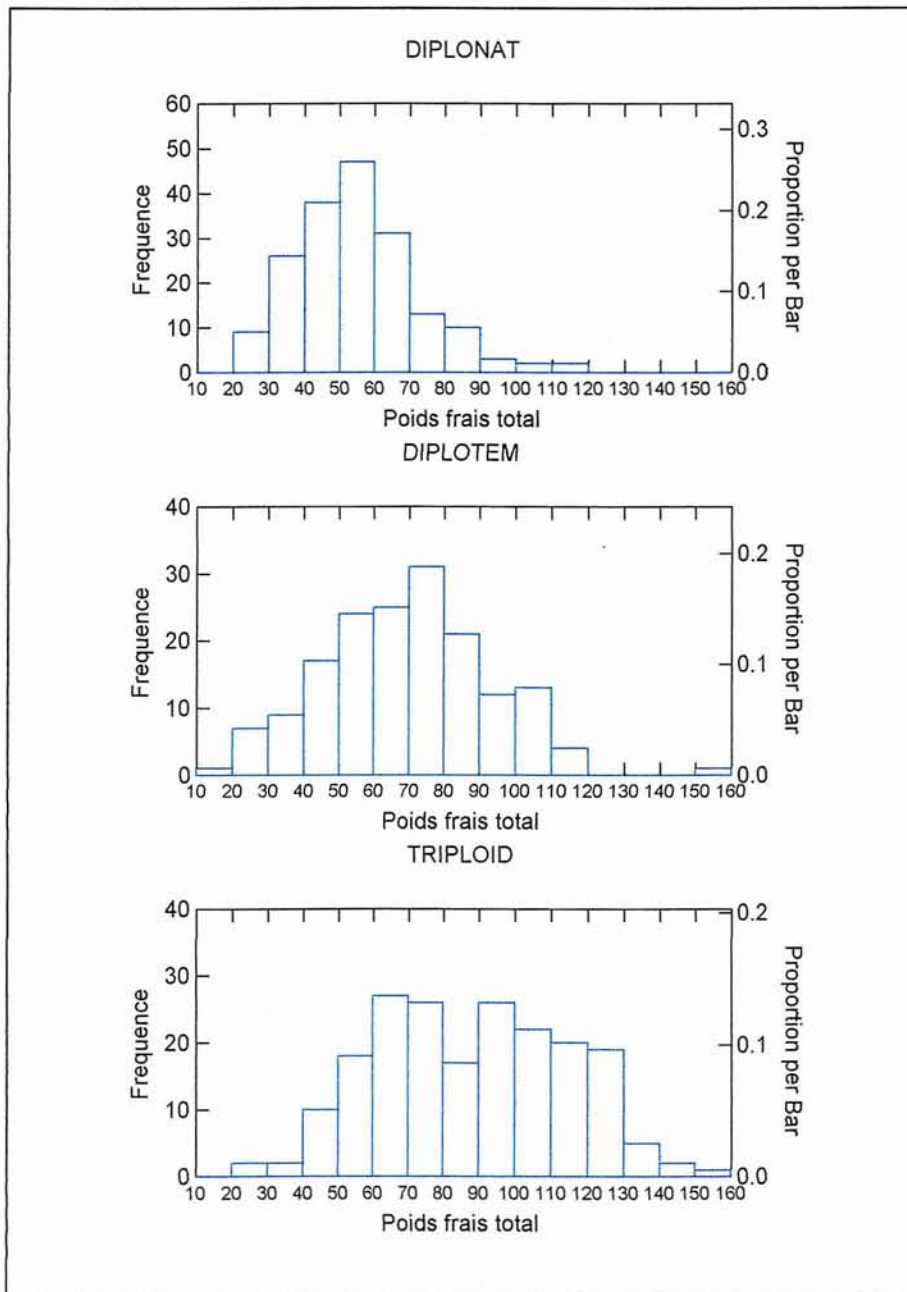


Figure 6 : Relation entre la variance et la moyenne de tous les lots



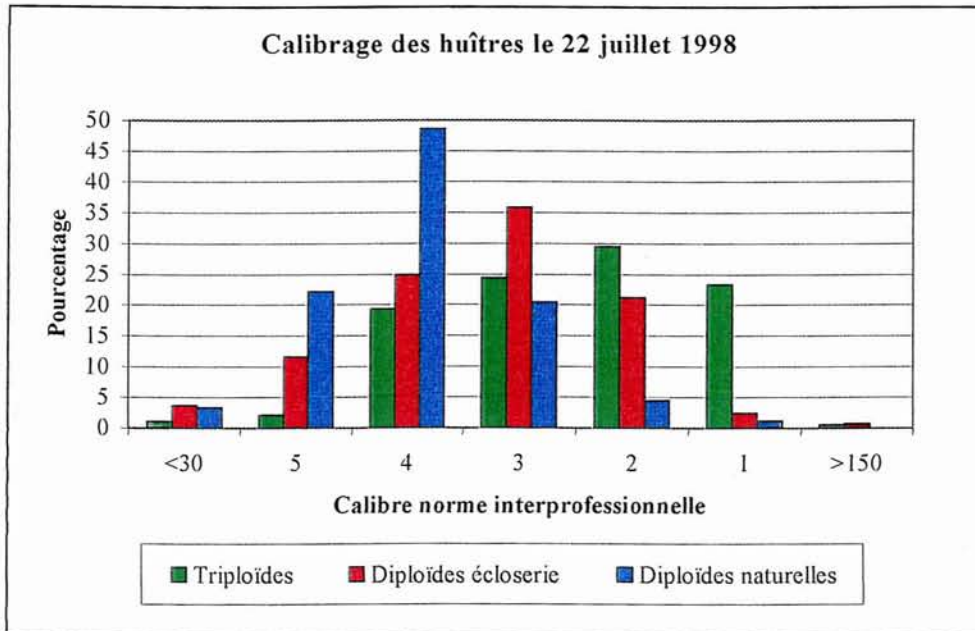
**Figure 7 : Moyenne du poids frais au cours de l'élevage - Exemple de distribution des fréquences de poids à la date du 22 juillet 1998**

#### *II.3.2.1.4. Conséquences pour la commercialisation*

Les normes de classification commerciales des huîtres creuses utilisées sont les nouvelles normes professionnelles adoptées par accord interprofessionnel en juin 2000 :

Calibre	Masse unitaire en grammes
0	> 150 g
1	111 à 150 g
2	86 à 110 g
3	66 à 85 g
4	46 à 65 g
5	30 à 45 g
non commercialisable	< 30 g

La figure 8 donne un exemple de la distribution des pourcentages des différentes classes pour les différents lots à la date du 22 juillet 1998, à un moment où la commercialisation des huîtres est forte dans le bassin de Thau. En considérant que, dans le bassin de Thau, les huîtres sont commercialisées à partir du calibre 3, la figure 8 montre que la proportion d'huîtres commercialisables est respectivement de 77 %, 60 % et 25 % pour les triploïdes, diploïdes d'écloserie et diploïdes naturelles.



**Figure 8 : Calibrage des huîtres de l'expérimentation à la date du 22 juillet 1998**

### *II.3.2.2. Evolution du poids de chair sèche*

L'évolution du poids de chair sèche présentée sur la figure 9A souligne la différence de comportement des triploïdes au moment de la ponte de juillet par rapport aux huîtres de captage naturel : il n'y a pas de perte de poids pour les triploïdes alors qu'elle est importante chez les huîtres diploïdes de captage. En revanche la ponte est peu visible chez les diploïdes d'écloserie qui devraient pourtant se comporter comme les diploïdes naturelles. La chute de poids de septembre est à relier aux conditions de milieu défavorables de la fin de l'année 1998 comme l'ont montré les résultats du réseau de croissance REMORA (Buestel & Vercelli, 1999).

### *II.3.2.3. Evolution du poids de coquille sèche*

Les pourcentages de poids de coquille sèche par rapport au poids total, présentés sur la figure 9B, ne montrent pas de différences notables entre les populations. Ce résultat ne correspond pas aux observations de (Gérard *et al.*, 1993) qui ont constaté un plus fort poids de coquille chez les triploïdes.

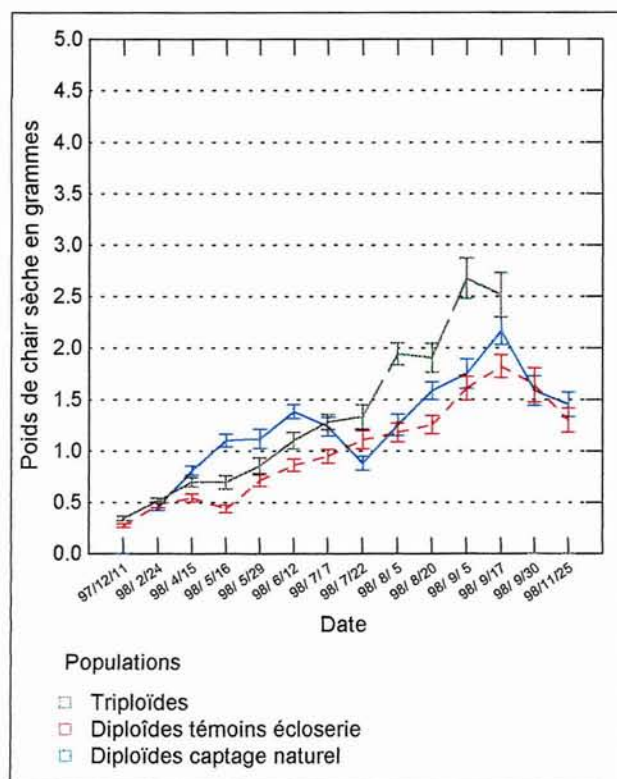


Figure 9 A

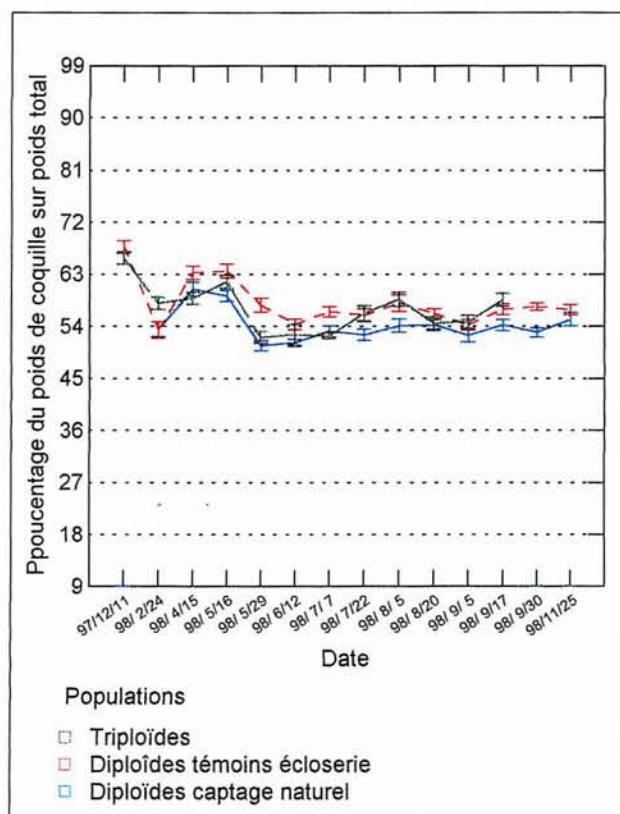


Figure 9 B

**Figure 9 : A : Evolution du poids de chair sèche – B : Evolution du poids de coquille sèche par rapport au poids total (les barres d'erreur donnent l'erreur type)**

### II.3.2.4. Chambrage à gélatine

Le graphique 10 représente l'évolution de la présence de chambrage à gélatine. Seules les diploïdes naturelles étaient indemnes en début d'hiver, les deux autres lots étaient atteints dans la proportion de 20 %. La courbe montre une évolution saisonnière pour les trois origines, avec un maximum de chambrage au printemps et un minimum en période estivale. Les données de novembre suggèrent une recrudescence du chambrage en automne.

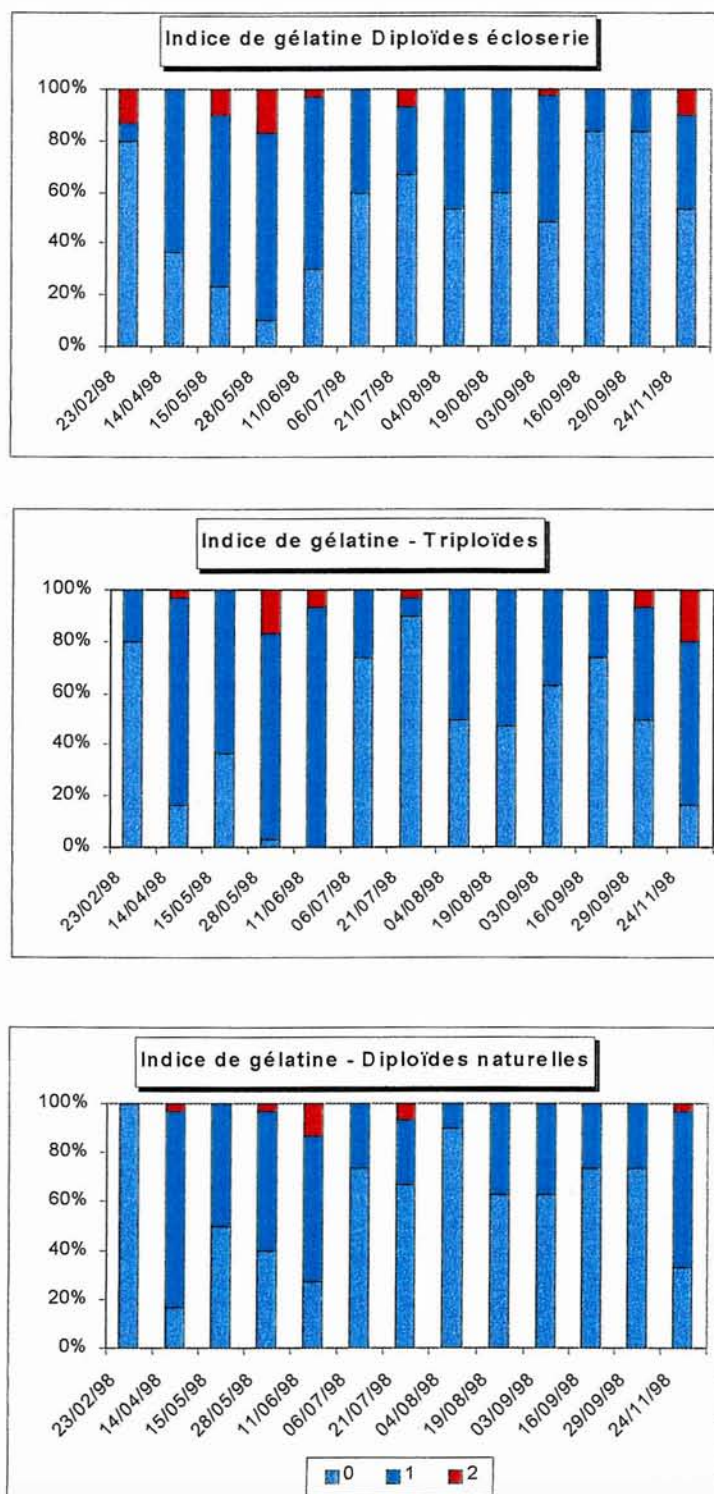


Figure 10 : Evolution du chambrage à gélatine durant l'expérimentation

### II.3.2.5. Présence du vers *Polydora*

L'infestation par le parasite *Polydora*, illustrée par la figure 11, est notée à partir de l'échelle de Catherine (1996). Pour les trois origines, l'infestation est plus importante en fin d'été. Les triploïdes sont les moins atteintes, tandis que les diploïdes naturelles présentent jusqu'à 75 % d'infestation (fin septembre 1998). Toutefois, cette infestation se manifeste essentiellement en stade 1, relativement peu gênante pour la commercialisation.

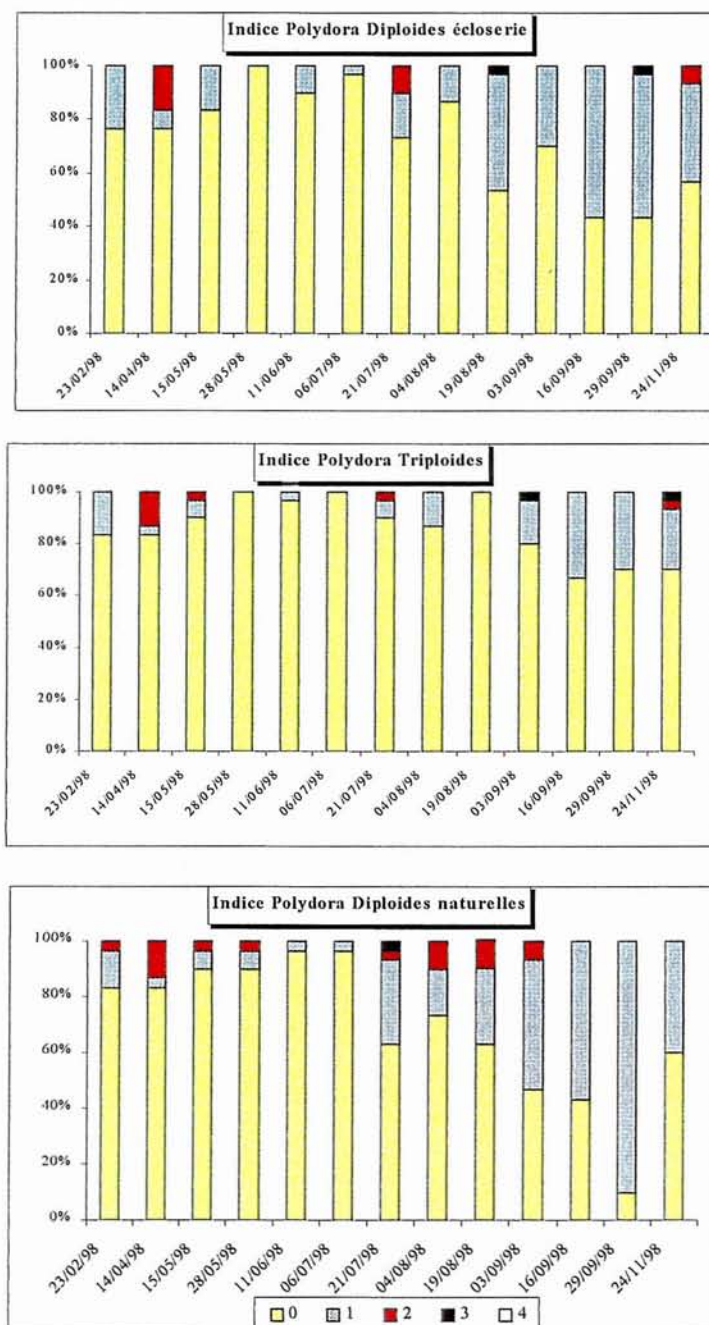


Figure 11 : Evolution de l'infestation par le parasite *Polydora*

### ***II.3.2.6. Indices de condition***

La condition des animaux est mesurée à l'aide d'un indice de remplissage commercial (norme AFNOR, 1985) et d'un indice scientifique (Lawrence & Scott, 1982) dont l'évolution est représentée respectivement sur les figures 13A et 13B.

#### *II.3.2.6.1. Indice AFNOR*

L'indice AFNOR de départ est situé au-dessus de 10 pour les triploïdes et leur témoin, supérieur à 12 pour le captage naturel. En fin d'expérimentation, soit sensiblement à la même saison, cet indice se trouve en dessous de 10 pour les 3 lots, avec un léger avantage pour les diploïdes naturelles.

Durant presque toute l'expérimentation, les huîtres de captage naturel présentent l'indice AFNOR le plus élevé. On note, pour les triploïdes, une chute de cet indice (de 9 à 7) entre mai et juin. En juin, alors que ces animaux sont en stade 3 (échelle de maturation), l'AFNOR remonte, pour diminuer à nouveau en juillet. Ceci peut s'expliquer par l'émission des produits génitaux, pour la fraction d'huîtres ayant pondu, et par la lyse des produits génitaux pour les triploïdes n'ayant pas mené leur maturation à terme.

#### *II.3.2.6.2. Indice Lawrence & Scott*

L'indice Lawrence & Scott initial se situe à 60 pour les diploïdes naturelles et 50 pour les deux lots de triploïdes. En fin d'expérience, cet indice se situe à 35 pour les huîtres d'écloserie et à 40 pour les naturelles. Les valeurs maximales (80) sont présentes en avril et mai uniquement pour le témoin naturel, qui présente continuellement des valeurs supérieures pour cet indice excepté lors des échantillons du mois d'août au cours desquels les triploïdes prennent l'avantage.

L'évolution de ces deux indices montre une évolution similaire des animaux issus d'écloserie, triploïdes et diploïdes, inférieure à celle des huîtres issues de captage naturel dans les deux cas. Globalement, les indices de condition sont moyens pour les triploïdes et ne correspondent pas à ce que l'on peut obtenir sur la côte atlantique où les performances sont nettement meilleures (Gérard *et al*, 1993).

#### *II.3.2.6.3. Comparaison avec des huîtres élevées par le producteur*

A trois reprises, durant la période estivale puis en début d'hiver, les indices AFNOR et Lawrence & Scott ont été comparés entre les animaux de l'expérimentation et des huîtres de taille commerciale collées ou en pignes élevées dans les mêmes conditions et sur la même table par le producteur. Les résultats présentés sur la figure 14 confirment que l'indice AFNOR est défavorable aux triploïdes et à leurs témoins diploïdes, alors que les diploïdes naturelles de l'expérimentation sont comparables aux collées du producteur lors de l'examen de novembre 1998. A cette date, les huîtres élevées en pignes (détroquées) présentent le meilleur indice AFNOR : 12.

L'indice Lawrence & Scott, plus précis puisqu'il est calculé à partir du poids sec de chair, met davantage en valeur le lot de triploïdes, notamment lors de l'échantillon du 4 août, alors que la maturation est très avancée.

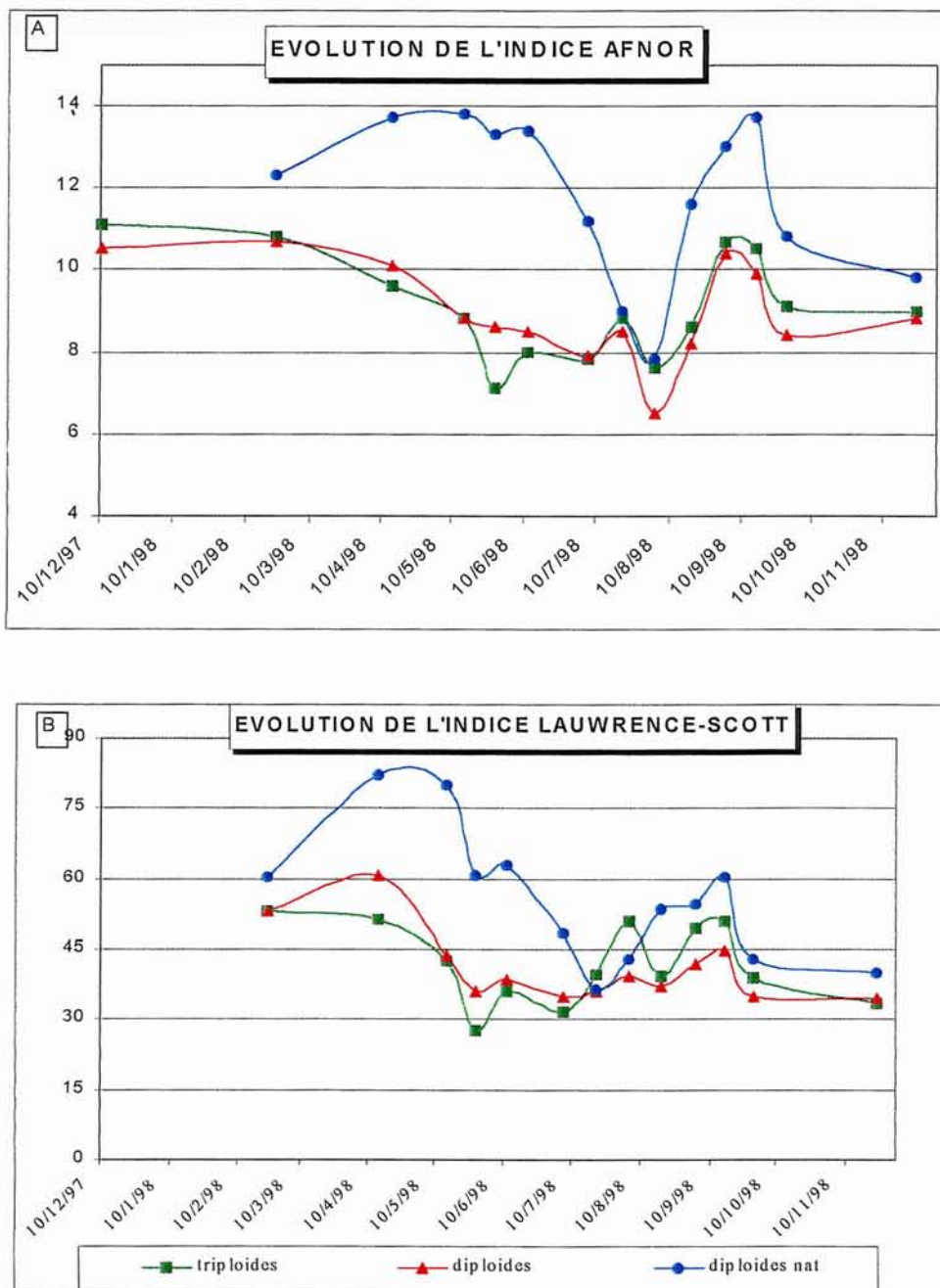
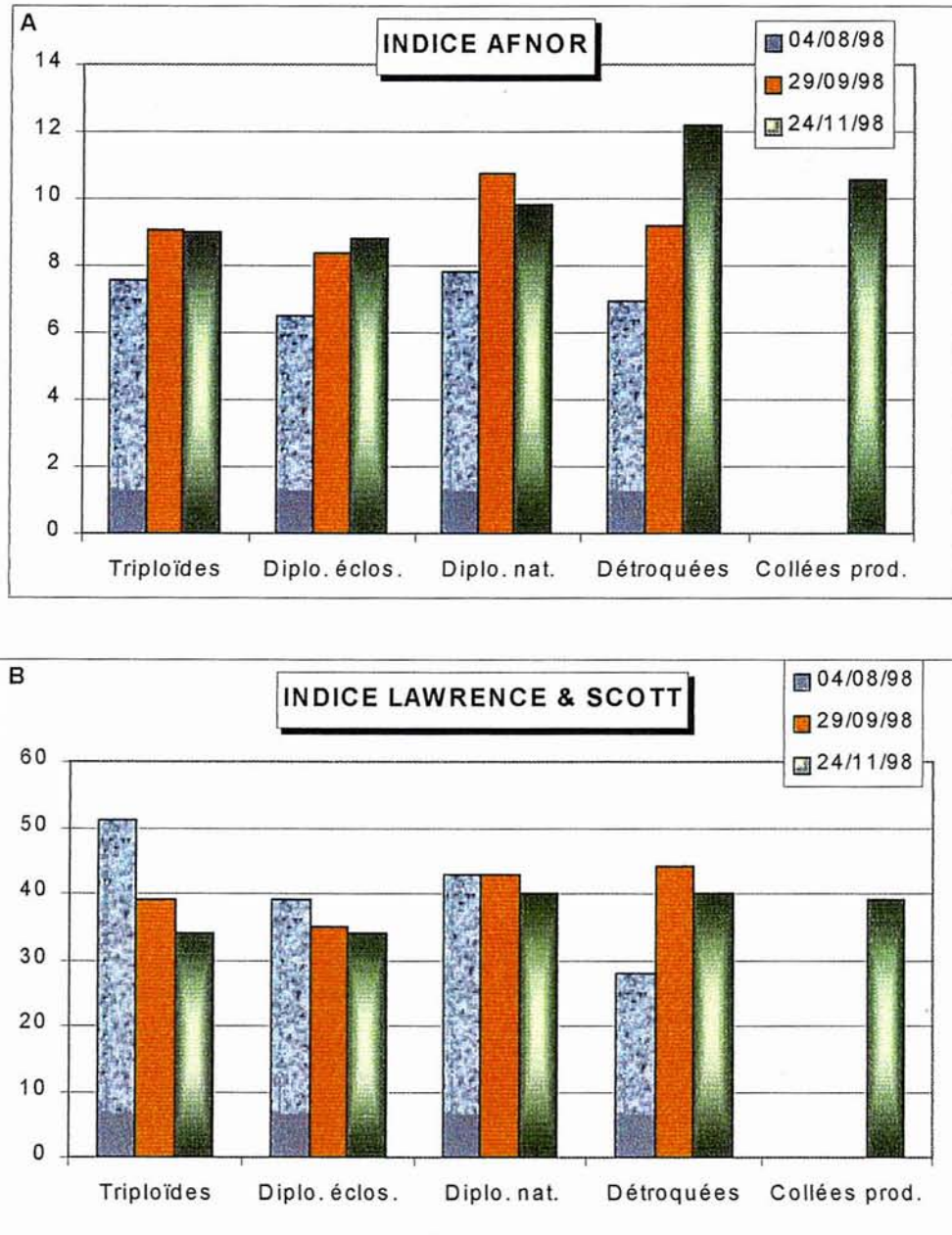


Figure 12 : A/Evolution de l'indice AFNOR - B/Evolution de l'indice Lawrence & Scott





**Figure 13 : Comparaison des indices AFNOR (A) et Lawrence & Scott (B) des huîtres de l'expérimentation avec des huîtres cultivées sur la même table et prêtes à la vente**

### II.3.2.7 Maturation

#### II.3.2.7.1. Méthode

Bref rappel : l'huître creuse *Crassostrea gigas* présente une sexualité de mode hermaphrodisme successif, c'est-à-dire qu'elle change de sexe durant le repos sexuel hivernal, contrairement à l'huître plate *Ostrea edulis* qui passe de l'état mâle à femelle plusieurs fois durant la période de reproduction. En Méditerranée, les pontes de *Crassostrea gigas* sont globalement asynchrones mais présentent généralement deux pics d'émission, en juillet août (le plus important), puis en septembre suivant la température de l'eau. L'expulsion des produits sexuels et la fécondation des œufs ont lieu en pleine eau.

L'observation macroscopique est réalisée sur l'animal entier, à partir de l'échelle de Le Dantec (*in* Marteil, 1976) et exprime une information quantitative de 0 à 5 (état de maigreur ou de réplétion de la gonade, épaisseur du tissu gonadique, abondance et taille des gamètes). Après l'émission des gamètes en fin de stade 4, la gonade est à nouveau vide mais l'aspect du tissu conjonctif permet la différenciation : en stades 1 et 0 le tissu conjonctif se présente sous un aspect uniforme et lisse alors qu'au stade 5 il est distendu et déchiré.

L'observation microscopique est faite à partir de l'échelle de His (1976, *in* : Thielley 1995) sur coupes semi-fines colorées à l'hématoxyline.

Stades	Mâle	Femelle
i	Indifférencié (repos sexuel) Les gonades sont vides avant le déclenchement de la gamétogenèse et en fin de cycle sexuel, avant le changement de sexe.	
1	Tubules de la gonade en formation, tissu conjonctif lacuneux, présence de spermatogonies en cours de différenciation.	Tubules de la gonade en formation, tissu conjonctif lacuneux entre l'épiderme et le tube digestif. Présence d'ovogonies (oogonies) en cours de différenciation.
2	Les acini contiennent de nombreux spermatozoïdes en cours de formation. Rares gamètes mâles mûrs.	Ovocytes et cellules germinales en cours de différenciation, rares ovocytes mûrs reliés à la paroi des follicules par un pédicule allongé.
3	Les acini envahissent la totalité du tissu conjonctif. Nombreux spermatozoïdes mûrs, certains libres dans les acini.	Les follicules envahissent le tissu conjonctif. Gamètes femelles abondants.
4	Emission de spermatozoïdes.	Ponte (gamètes libres abondants) Non observé par l'auteur.
5	Gonade en déplétion, absence presque totale de spermatozoïdes.	Follicules presque vides contenant quelques gamètes résiduels.

#### Stade hermaphrodite (H)

L'hermaphrodisme est quelquefois visible chez les huîtres creuses diploïdes en fin de maturation, lors du changement de sexe. En revanche, il est plus fréquent chez les triploïdes, probablement du fait de la lyse intervenant sur les produits génitaux au cours des premiers stades de la formation des gamètes, provoquée par l'induction de la polyploïdie. De la même manière, les individus présentant simultanément des sexes différents à des stades différents entrent dans la catégorie de sexe hermaphrodite.

### II.3.2.7.2. Evolution chronologique de la gamétogenèse

L'évolution chronologique de la gamétogenèse et de la sex-ratio est représentée respectivement sur les figures 14 (observations macroscopiques) et 15 (examens histologiques). Les planches photographiques 1 et 2 obtenues à partir des coupes semi-fines observées au microscope illustrent cette observation.

**23 février 1998** : la température de l'eau est à 8°C, ce qui explique que la gamétogenèse n'a pas encore réellement débuté.

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie</i>
Tous les animaux observés sont en stade 0	Les triploïdes et les témoins d'éclosion ont respectivement 90 et 88 % d'animaux de sexe indéterminé, tandis que les naturelles comportent 10 % d'individus mâles et autant de femelles.

**14 avril 1998** : température de l'eau : 12°C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie (planches 1a, 2b)</i>
Les triploïdes accusent un retard marqué sur les diploïdes, avec 95 % en stade 0. Les 2N éclosion sont parvenues pour 25 % au stade 1 contre 62 % pour les naturelles qui figurent pour 5 % en stade 3.	85 % des 3N sont indifférenciées alors que 100 % des naturelles sont sexées, avec une majorité de femelles (75 %). Les 2N éclosion sont en situation intermédiaire avec 35 % d'indifférenciées.

**13 mai 1998** : température de l'eau : 20,3 °C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie</i>
5 % des 3N n'ont toujours pas amorcé leur cycle sexuel, le reste se répartissant entre les stades 1 (40 % et 2 (10 %). On note pour les naturelles 30 % d'animaux en ponte, et une majorité (50 %) en stade 3. Les 2N d'éclosion sont toujours en phase intermédiaire, la majorité se trouvant répartie dans les stades 1 et 2.	100 % des 2 lots de 2N sont en cours de gamétogenèse, avec 80 % de mâles pour le témoin éclosion, et 55 % de femelles pour les naturelles. Les triploïdes présentent encore 25 % de non sexées mais la <i>sex ratio</i> est à l'avantage des mâles (50/25).

**28 mai 1998** : Température de l'eau : 21 °C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie (planche 1b)</i>
Les diploïdes d'éclosion et naturelles sont toutes en phase avancée de maturation et des pontes sont en cours pour les 2 lots (45 et 50 %). 30 % des triploïdes sont encore en stade 0 et le pic de distribution pour ce lot se trouve en stade 1. On note pour ce lot 5 % d'animaux en émission pour la première fois ainsi que 3 % en stade 5 (régression), sans doute suite à une lyse précoce des gamètes.	Seules les triploïdes comportent encore des stades indifférenciés (10 %). La <i>sex ratio</i> mâle/femelle est très comparable chez les 2 lots issus d'éclosion, en faveur des mâles, tandis que les 2N naturelles sont dominées par les femelles.

11 juin 1998 : température de l'eau : 22 °C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie (planche 1<sup>e</sup>)</i>
On note un pic d'émission pour les diploïdes naturelles (95 %) et d'éclosion (75 %). Les triploïdes se répartissent du stade 0 à 4. C'est à cette époque que la disparité 2N/3N est la plus forte.	On n'observe plus aucun individu indéterminé dans les 3 lots. Les diploïdes présentent une <i>sex ratio</i> quasi-symétrique mâle/femelle. Les mâles dominent nettement (75 %) chez les triploïdes.

6 juillet 1998 : Température de l'eau : 24,8 °C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie (planche 2a-e)</i>
Pour la première fois aucun individu triploïde n'est classé en stade 0, tous se répartissent dans les 5 stades, y compris en phase d'émission. Les 2 lots de diploïdes sont principalement en maturation avancée puisque 80 % (2N nat) et 65 % (2N éclos) se répartissent dans les stades 3 et 4.	Pour les 2N naturelles, la dominance femelle s'accroît. On observe les premiers stades hermaphrodites pour les 3N (7 %) et pour les 2N éclosion (3 %).

21 juillet 1998 : température de l'eau : 23°C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie (planche 2c)</i>
Tous les stades sont représentés, avec des proportions élevées en phase de maturation avancée pour les 3 lots, ce qui suggère une seconde période de pontes.	Les 15 % de sexe indifférencié du lot 2N éclosion confirment de l'état de déplétion des gonades observé en macroscopie. La présence simultanée d'indifférenciés et d'hermaphrodites pour le lot 2N d'éclosion confirme l'hypothèse d'un second cycle.

4 août 1998 : température de l'eau : 24°C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie (planches 1c-d-f, 2f)</i>
Des stades 4 sont encore observés pour les 2N naturelles (20 %) et d'éclosion (25 %).	Dans chaque lot, la majorité des individus sont sexués (entre 90 et 95 %). La <i>sex ratio</i> présente un gradient mâle croissant de 2N nat./2N éclos/3N.

19 août 1998 : température de l'eau : 23°C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie</i>
On note une fraction importante de stades 0 pour les 3 lots, tandis que quelques émissions sont constatées pour les diploïdes nat. (10 %) et d'éclosion (5 %)	Le nombre d'indifférenciés augmente nettement pour les 3 lots, surtout pour les 2N d'éclosion (50 %). On note encore une forte dominance femelle pour les 2N nat. (55 %).

3 septembre 1998 : température de l'eau : 19°C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie</i>
L'évolution la plus marquée est l'augmentation de la population de triploïdes en stade 0 (90 %) ; on constate l'arrêt des émissions pour les 2N nat.	Ce sont les 3N éclosion qui comportent le plus grand nombre d'indifférenciés 50 %. Pour les individus sexués, on note la proportion inverse mâle/femelle entre les 3N et les 2N nat.

16 septembre 1998 : température de l'eau : 18°C

<i>Macroscopie</i>	<i>Microscopie</i>
95 % des triploïdes sont en stade 0. Seules les 2N d'éclosion présentent quelques individus en phase d'émission (10 %).	La grande majorité d'animaux sont en stade 0 pour les 3 lots, ce qui suggère l'amorce du repos sexuel.

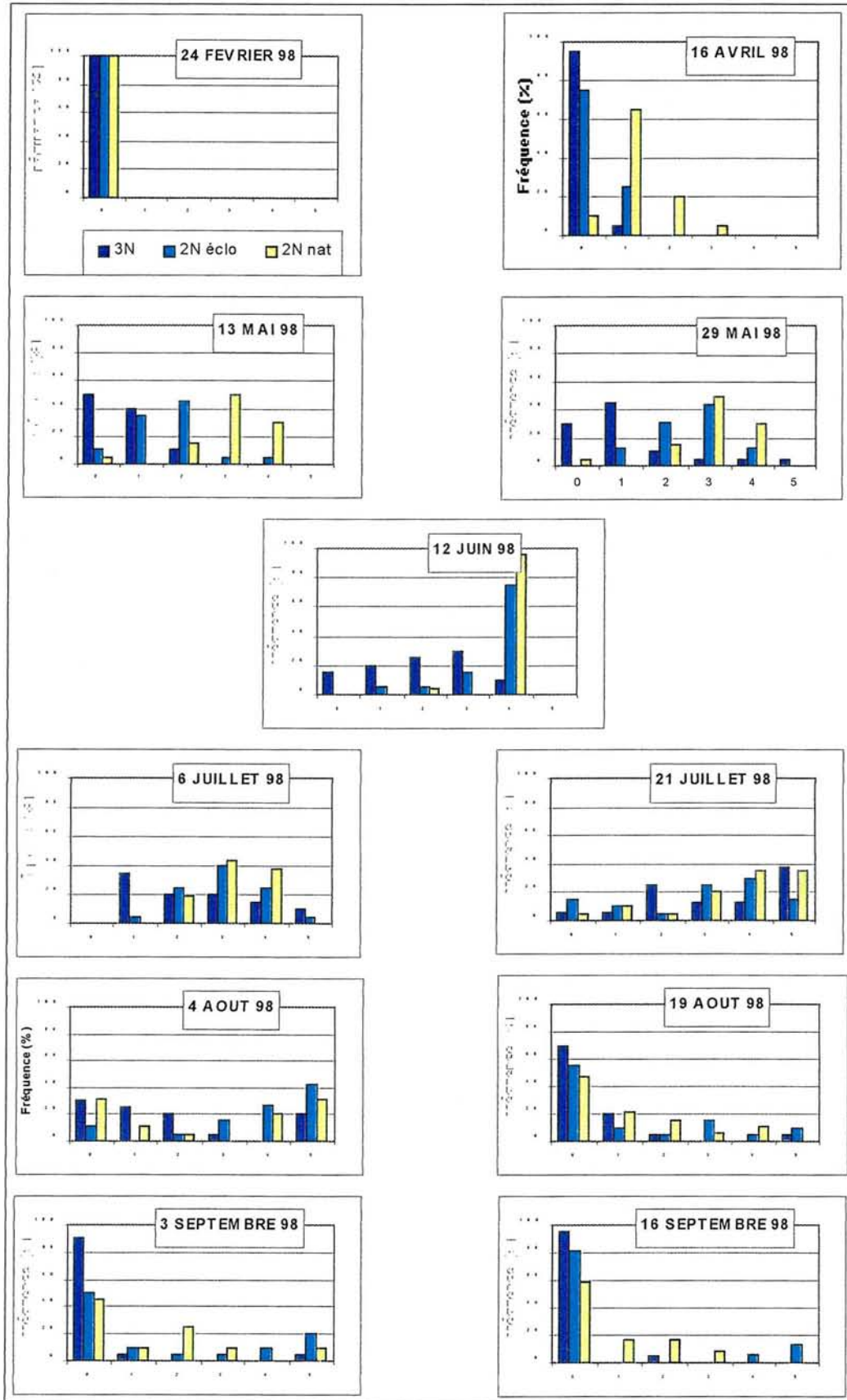


Figure 14 : Evolution des stades de maturation sexuelle (observation macroscopique)

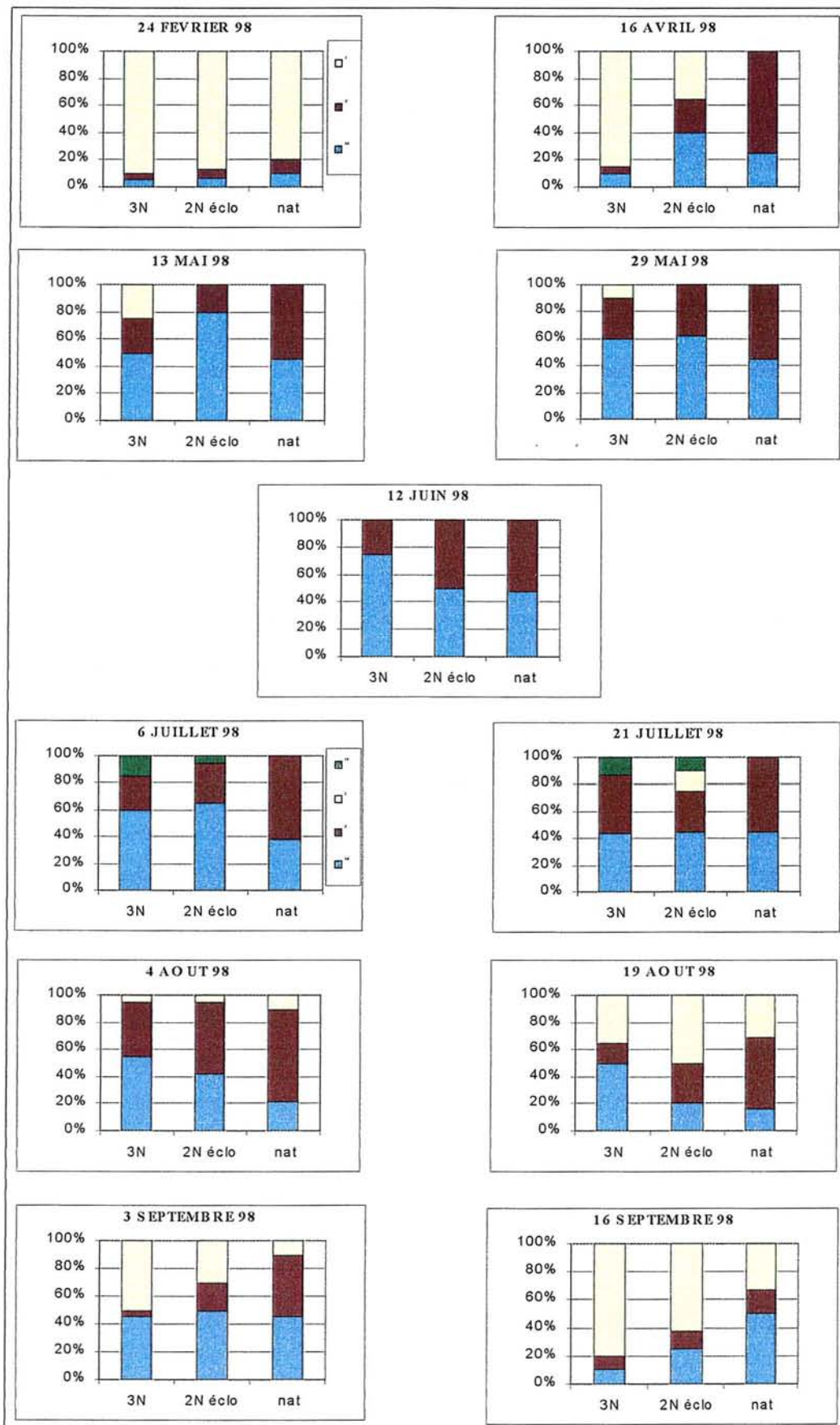
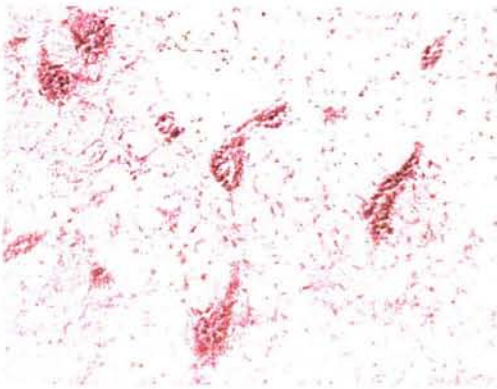


Figure 15 : évolution de la *sex ratio* (observation microscopique)

## PLANCHE 1

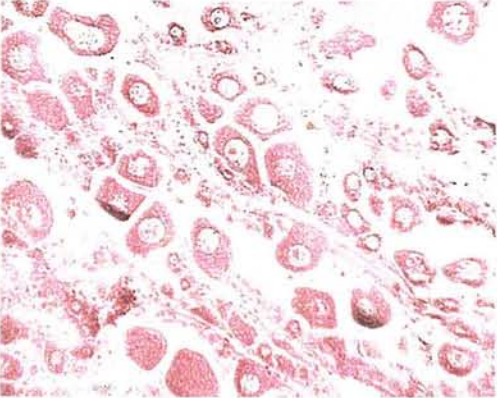
a



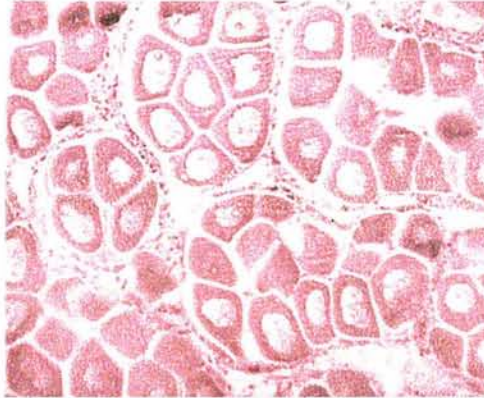
b



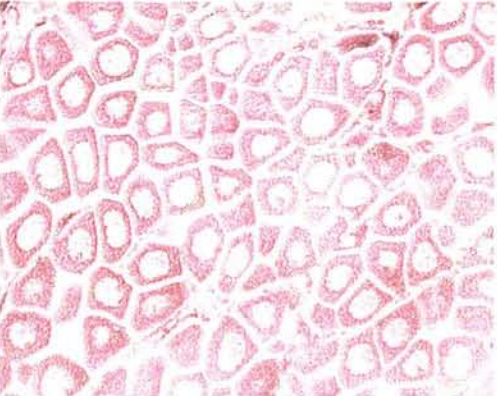
c



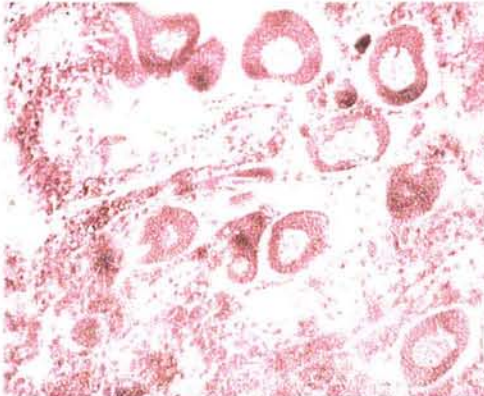
d



e



f

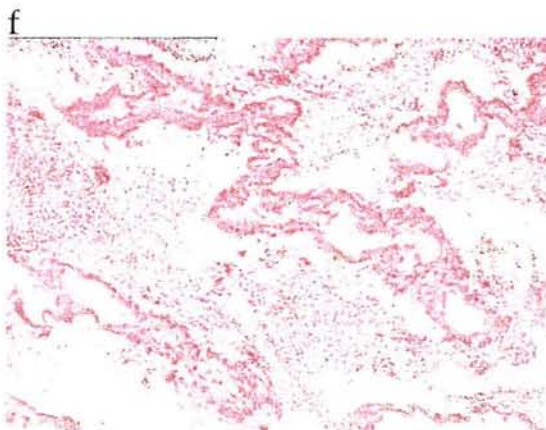
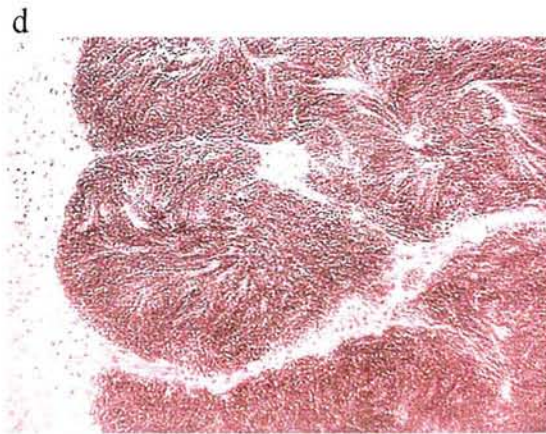
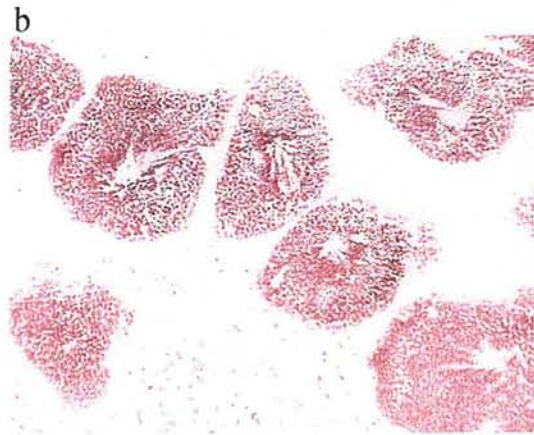
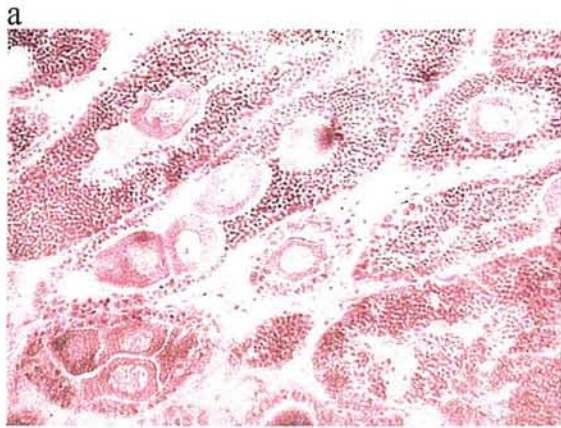


a. triploïde stade indifférencié, 16 avril  
 c. triploïde Femelle 2, 4 août  
 e. diploïde éclosion, Femelle 4, 12 juin

b. diploïde naturelle Femelle 1, 29 mai  
 d. triploïde Femelle 3, 4 août  
 f. triploïde Femelle 5, 4 août

Clichés Michel Comps - IFREMER

## PLANCHE 2



a. diploïde éclosion hermaphrodite 8 juillet  
 c. diploïde naturelle Mâle2, 21 avril  
 e. triploïde Mâle4, 6 juillet

b. diploïde éclosion Mâle1, morula, 16 avril  
 d. diploïde éclosion Mâle3, 12 juin  
 f. triploïde Mâle5, 4 août

Cliché Michel Comps, IFREMER



Le cycle naturel illustré par le lot de diploïdes naturelles suit un déroulement classique, essentiellement influencé par l'évolution de la température de l'eau. La gamétogenèse a démarré lors de l'examen du 14 avril pour tous les lots et se déroule de manière décalée d'un lot à l'autre ; les naturelles sont les plus précoces, les triploïdes plus tardives et les diploïdes d'écloserie sont en situation intermédiaire. L'examen du 13 mai indique que la totalité des animaux est en activité sexuelle. Les premières pontes sont observées pour les deux lots de diploïdes le 13 mai, et un pic est marqué mi-juin. Les pontes sont asynchrones pour les trois lots.

### *II.3.2.8. Dosages biochimiques*

#### *II.3.2.8.1. Lipides*

La figure 16A montre que tous les lots présentent un niveau de lipides similaire, inférieur à 6 % durant toute la période hivernale. Les deux lots d'huîtres issues d'écloserie suivent ensuite une courbe d'allure très proche jusqu'à la fin de l'été, tandis que la courbe des teneurs dans les diploïdes naturelles se détache nettement au-dessus, jusqu'à 10,5 % lors de l'échantillon du 11 juin. Le 19 août, chaque origine présente un niveau de lipides différent, les triploïdes (8%) se situant entre les diploïdes naturelles (10%) et les diploïdes d'écloserie (6,5 %). Lors des échantillons suivants, les teneurs se stabilisent autour de 8-8,5 % pour les huîtres d'écloserie et autour de 10 % pour le lot de captage naturel, les trois lots entamant la période hivernale avec des teneurs supérieures à celles mesurées en début de l'hiver précédent.

#### *II.3.2.8.2. Glucides totaux et Glycogène*

De février à avril, les teneurs de glycogène mesurées sont élevées (Figures 16B et 16C) : jusqu'à 12 % pour les diploïdes d'écloserie, jusqu'à 14 % pour les triploïdes et au-dessus de 16 % pour le lot de captage naturel. La courbe montre des valeurs supérieures pour les diploïdes naturelles jusqu'au prélèvement du 28 mai, date à laquelle l'observation de la maturation montre que 50 % des individus sont en maturation avancée pour ce lot. Cette chute correspond à l'augmentation de lipides communément observée à ce stade de maturation. La courbe des diploïdes témoins suit la même évolution, avec cependant une moindre amplitude. En revanche, les triploïdes présentent une diminution moindre et plus graduelle, les valeurs minimales étant observées avec un décalage en retard de plus d'un mois sur les deux autres lots. Durant toute la période estivale ce sont les triploïdes qui présentent le plus fort taux de glycogène.

L'évolution du pourcentage de glycogène montre que ce paramètre est le principal constituant des glucides totaux pour les triploïdes durant la période de consommation touristique. En fin d'été et jusqu'au dernier échantillonnage, ce pourcentage suit une évolution similaire pour les trois lots.

#### *II.3.2.8.3. Protéines*

La figure 17A montre que les diploïdes naturelles présentent une augmentation régulière à partir de valeurs basses hivernales, jusqu'à un plateau autour de 45 % durant la période estivale, décroissant durant l'automne. En ce qui concerne les deux autres lots, l'évolution de ce paramètre est difficile à interpréter, avec notamment des pics décalés mi-mai pour les diploïdes d'écloserie, mi-juillet et mi-août pour les triploïdes. Pour ces dernières, la courbe remonte ensuite jusqu'à 45 % fin novembre, tandis que les deux autres origines stagnent au même niveau depuis la sortie de l'été.

#### *II.3.2.8.4. Somme des Protéines-Lipides-Glucides*

La figure 17B montre qu'à partir du début de l'été, les triploïdes présentent une somme des protéines/lipides/glucides supérieure aux deux autres lots, et conserveront cet avantage, qui représente une bonne indication sur la richesse biochimique, jusqu'à la fin de l'expérimentation.

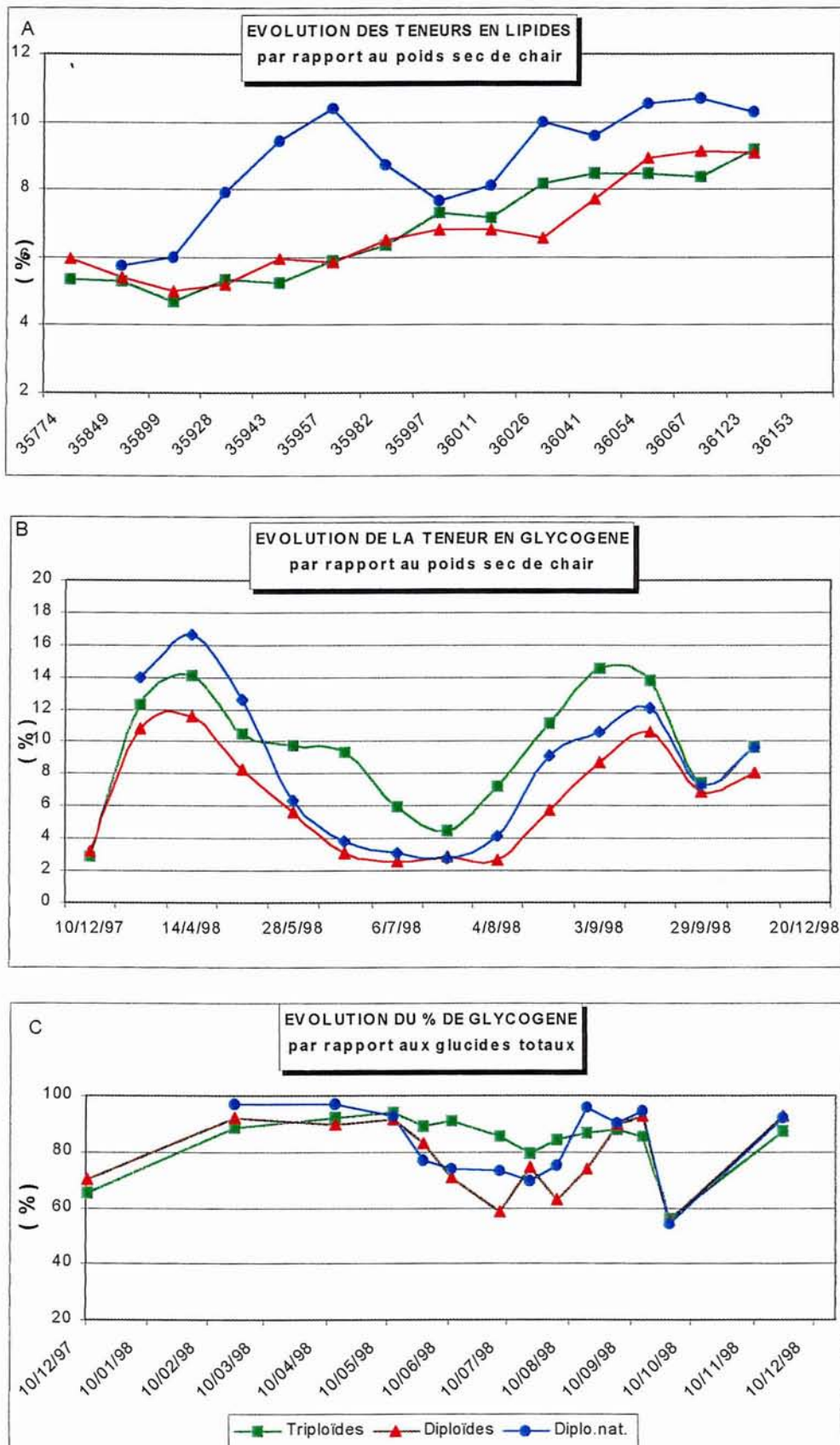
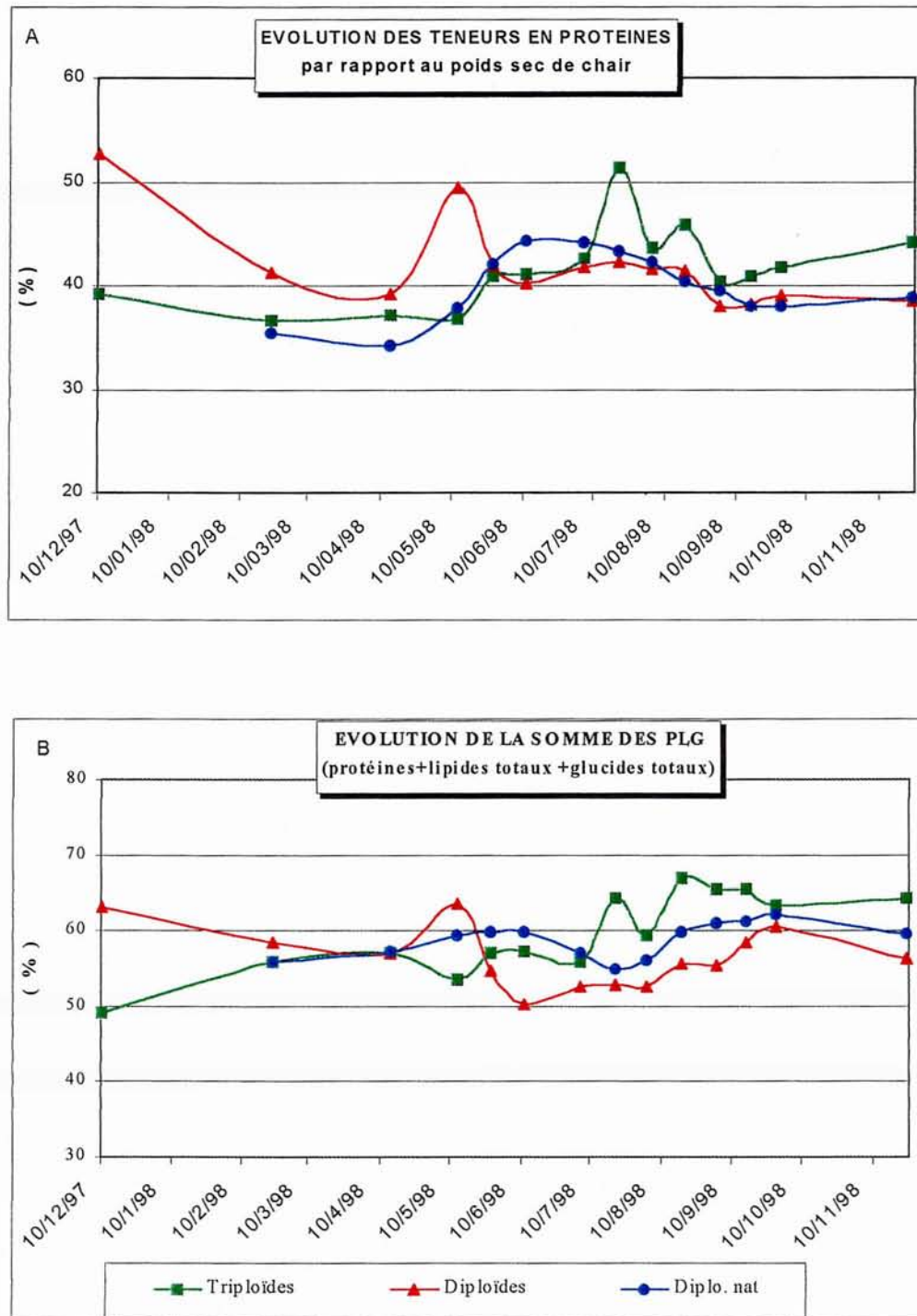


Figure 16 : Evolution des teneurs en (A) lipides, (B) glycogène et (C) % de glycogène par rapport aux glucides totaux



**Figure 17 : Evolution des teneurs en (A) protéines et (B) de la somme des Protéines/Lipides/Glucides**

### II.3.2.9. *Survie*

La survie est excellente pour les trois lots, toujours comprise entre 97 et 100 % au cours des prélèvements. Ces valeurs sont particulièrement bonnes, mais n'ont cependant rien d'exceptionnel et n'appellent donc pas de commentaire particulier. En 1998, aucune mortalité anormale de *Crassostrea gigas* n'a d'ailleurs été signalée dans l'étang de Thau (Pichot, 1999).

### II.3.2.10. *Etat zoosanitaire*

Les examens ont été réalisés lors de la mise à l'eau et en fin d'expérimentation. Aucun épisode de mortalité n'ayant été observé, il n'a pas paru nécessaire de procéder à des examens supplémentaires.

En février 1998, 1 cas de *Mytilicola* a été observé sur le lot de triploïdes. Aucun pathogène connu identifiable par la méthode utilisée, ni aucune lésion permettant de suspecter la présence d'un agent infectieux n'ont été identifiés sur les lots en fin de programme.

## III - ANALYSE SENSORIELLE

Ce chapitre reprend l'essentiel de l'étude sensorielle menée par le laboratoire SERISUD de Montpellier. L'objectif est de déterminer si, du point de vue organoleptique, les huîtres triploïdes sont différentes des diploïdes. La méthode utilisée est l'étude descriptive qui est applicable dès lors que l'on s'intéresse à des grandeurs sensorielles complexes (texture, saveur, odeur ...). Elle permet de dresser le profil sensoriel des produits étudiés afin de les comparer et de préciser la nature de leurs différences éventuelles.

### III.1. PROTOCOLE DETAILLE

L'analyse sensorielle est réalisée sur 4 variétés d'huîtres, soit les 3 lots de l'expérimentation auxquelles on a ajouté un lot de triploïdes élevées par un producteur :

Variété 1	⇔	2n naturelles (élevage classique),
Variété 2	⇔	2n d'écloserie (témoin),
Variété 3	⇔	3n IFREMER,
Variété 4	⇔	3n Producteur (écloserie commerciale).

Les 19 variables étudiées ont été choisies et définies avec le laboratoire SERISUD en concertation avec le laboratoire Valorisation des Produits d'IFREMER Nantes. En outre, il a été décidé d'y ajouter une note globale d'appréciation, bien que ce ne soit pas la règle habituelle dans le cadre d'un jury professionnel.

Les descripteurs retenus, présentés tableau 6, ont été travaillés avec les juges lors d'une séance d'entraînement (juin 1998). Quatre séances de travail de 3 heures ont eu lieu du 17 au 24 juillet. Dix juges, entraînés à la dégustation, ont dégusté à chaque séance 3 séries de 4 huîtres (une de chaque variété). L'ordre de service aléatoire, différent pour chaque juge et pour chaque série, est présenté au tableau 7.

Tableau 6 : Descripteurs retenus pour l'analyse sensorielle, consignes de notation

COQUILLE		Aspect intérieur	0							Lisse
			1							Peu abîmée
			2							Plutôt peu abîmée
			3							Plutôt abîmée
			4							Abîmée
			5							Très abîmée
CHAIR	Aspect	0	1	2	3	4	5			
	Charnu	Pas du tout charnu à → → → → → → →						très charnu		
	Laiteux	Pas du tout laiteux à → → → → → → →						très laiteux		
	couleur	Translucide à → → → → → → →						jaunâtre		
ODEUR		0	1	2	3	4	5			
	Intensité globale	Très faible à → → → → → → →						forte		
	Iodée	Pas du tout à → → → → → → →						très		
	Algue	Pas du tout à → → → → → → →						très		
	Vase	Pas du tout à → → → → → → →						très		
GOUT		0	1	2	3	4	5			
	Salé	Pas du tout à → → → → → → →						très		
	Sucré	Pas du tout à → → → → → → →						très		
	Amer	Pas du tout à → → → → → → →						très		
	Astringent	Pas du tout à → → → → → → →						très		
FLAVEUR		0	1	2	3	4	5			
	Iode	Très faible à → → → → → → →						forte		
	Algue	Très faible à → → → → → → →						forte		
	Noisette	Très faible à → → → → → → →						forte		
TEXTURE		0	1	2	3	4	5			
	Croquante	Pas du tout à → → → → → → →						très		
	Fibreuse	Pas du tout à → → → → → → →						très		
	Elastique	Pas du tout à → → → → → → →						très		
	Laiteuse	Pas du tout à → → → → → → →						très		
NOTE GLOBALE		0	1	2	3	4	5			
		Très mauvais à → → → → → → →						très bon		

Tableau 7 - Ordre de service des 4 variétés lors des 3 séries d'analyses sensorielles

Juge	Série 1				Série 2				Série 3			
	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4
1	1	2	3	4	3	1	4	2	2	4	1	3
2	2	1	4	3	4	3	2	1	4	3	2	1
3	2	4	1	3	2	4	1	3	3	1	4	2
4	4	3	2	1	2	1	4	3	1	2	3	4
5	3	1	4	2	1	2	3	4	2	1	4	3
6	1	2	3	4	3	1	4	2	2	4	1	3
7	2	1	4	3	4	3	2	1	4	3	2	1
8	2	4	1	3	2	4	1	3	3	1	4	2
9	4	3	2	1	2	1	4	3	1	2	3	4
10	3	1	4	2	1	2	3	4	2	1	4	3

Les appréciations des juges sont portées sur une feuille de dégustation, (Figure 18) saisie par lecture optique grâce au logiciel **ULISI** de l'INRA. Les données sont ensuite reprises sous EXCEL et chaque variable fait l'objet d'une analyse de variance à 2 facteurs : juge et produit, et 9 répétitions (3 séances de 3 séries). On regarde les moyennes et la variance par juge et par produit. Les corrélations entre variables sont également étudiées.

**Remarque** : contrairement aux mêmes analyses pratiquées sur des produits plus classiques (vin, café, ...) la variabilité entre huîtres d'une même catégorie intervient dans les effets juges, les huîtres testées ne pouvant pas être identiques à l'intérieur d'un même lot. Les effets juges sont donc importants et c'est l'interaction entre juges et produits qui permet de tester si les juges ont noté de manière similaire.

L'élimination éventuelle des juges est basée sur 2 critères :

- juges très peu discriminants (en se basant sur les écarts par rapport à la moyenne),
- juges n'ayant pas compris l'une des variables (en se basant sur l'interaction juges-produits).

**Figure 18 : Feuille de saisie (ULISI) utilisée par les juges**





## III.2. RESULTATS DE L'ANALYSE SENSORIELLE

### III.2.1. Variables descriptives

#### III.2.1.1. Aspect visuel

La figure 19A présente les profils comparés des 4 catégories d'huîtres dressés à partir des notes obtenues sur les variables d'aspect visuel, dont les résultats sont détaillés dans les paragraphes suivants.

##### III.2.1.1.1. "Charmu"

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits, tous les juges ont donc noté de manière similaire les 4 variétés d'huîtres. En revanche, l'effet juge est significatif : il semble que, d'une part, tous les juges n'ont pas utilisé l'échelle de la même façon et que, d'autre part, il existe une forte variabilité entre huîtres d'une même variété. L'effet produit est significatif. Il y a donc une différence significative au seuil de 0,1 % entre les variétés.

##### III.2.1.1.2. "Aspect laiteux"

Après élimination d'un juge, il n'y a pas d'interaction entre juges et produits. Par contre, l'effet juge est significatif mais supérieur à 1 %. Il y a donc un bon accord entre les juges. On détermine 2 classes distinctes : les triploïdes (IFREMER et Producteurs) ont un aspect nettement moins laiteux que les huîtres diploïdes (naturelles ou éclosion).

##### III.2.1.1.3. "Couleur"

L'effet juge est significatif, mais supérieur à 1 %. L'effet produit (ou variété) est très significatif, il y a une différence significative au seuil de 0,1 % entre les variétés. Deux classes distinctes ressortent : les triploïdes (IFREMER et Producteurs) ont une couleur tendant vers le translucide, alors que les diploïdes (naturelles ou éclosion) tendent vers le jaunâtre.

##### III.2.1.1.4. "Aspect intérieur de la coquille"

Il n'y a pas d'interaction entre juges et produits. L'effet juge est très significatif, il est dû en partie à une grande variabilité entre huîtres d'une même variété. L'effet produit, c'est à dire variété, est également significatif. Il y a donc une différence significative au seuil de 0,1 % entre les variétés. On détermine 2 classes distinctes : les triploïdes (IFREMER et Producteurs) ont un meilleur aspect intérieur que les huîtres diploïdes (naturelles ou éclosion).

#### III.2.1.2. Aspect olfactif

Les résultats de ce groupe de variables sont présentés sur la figure 19B.

##### III.2.1.2.1. "Intensité globale"

L'effet juge est très significatif. L'effet produit est également significatif, il y a donc une différence significative au seuil de 1 % entre les variétés. On détermine 2 classes non distinctes : les triploïdes IFREMER ont une odeur plus intense que les huîtres diploïdes naturelles et d'éclosion. Les triploïdes Producteurs ne se différencient pas au seuil de 5 % des diploïdes naturelles et d'éclosion, non plus que des triploïdes IFREMER.

##### III.2.1.2.2. "Odeur iodée"

Il n'y a pas d'interaction entre juges et produits. L'effet juge est très significatif. L'effet produit est également significatif, il y a donc une différence significative au seuil de 5 % entre les variétés. On détermine 2 classes non distinctes : les triploïdes IFREMER ont une odeur

iodée plus intense que les diploïdes naturelles et d'écloserie. Les triploïdes Producteurs ne se différencient pas au seuil de 5 % des diploïdes naturelles et d'écloserie, ni des triploïdes IFREMER.

#### *III.2.1.2.3. « Odeur d'algue »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit n'est pas significatif. Il n'y a donc pas de différence significative au seuil de 5 % entre les variétés.

#### *III.2.1.2.4. « Odeur salée »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit n'est pas significatif. Il n'y a donc pas de différence significative au seuil de 5 % entre les variétés pour les échantillons testés.

### **III.2.1.3. Aspect gustatif**

Les résultats de ce groupe de variables sont présentés sur la figure 20A.

#### *III.2.1.3.1. « Goût salé »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit n'est pas significatif. Il n'y a donc pas de différence significative au seuil de 5 % entre les variétés pour le goût salé.

#### *III.2.1.3.2. « Goût sucré »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit n'est pas significatif. Il n'y a donc pas de différence significative au seuil de 5 % entre les variétés pour le goût sucré.

#### *III.2.1.3.3. « Goût amer »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit est également très significatif. Il y a donc une différence significative au seuil de 0,1 % entre les variétés. On détermine 3 classes non distinctes. Les triploïdes IFREMER et Producteurs ont tendance à être moins amères que les diploïdes naturelles et d'écloserie. Toutefois, les triploïdes Producteurs ne se différencient pas au seuil de 5 % des diploïdes d'écloserie.

#### *III.2.1.3.4. « Goût astringent »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit n'est pas significatif. Il n'y a donc pas de différence significative au seuil de 5 % entre les variétés pour l'astringence.

#### *III.2.1.3.5. « Flaveur iodée »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit n'est pas significatif et il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % entre les variétés pour la flaveur iodée.

#### *III.2.1.3.6. « Flaveur algue »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit est également significatif. Il y a donc une différence significative au seuil de 1 % entre les variétés. On détermine 2 classes distinctes. Les diploïdes naturelles présentent une flaveur algue plus forte que toutes les autres variétés testées.

#### *III.2.1.3.7. « Flaveur noisette »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est très significatif. L'effet produit est également très significatif. Il y a donc une différence significative au seuil

de 0,1 % entre les variétés. On détermine 2 classes distinctes. Les triploïdes IFREMER et les triploïdes Producteurs ont une saveur noisette plus prononcée que les huîtres diploïdes naturelles ou d'écloserie.

#### **III.2.1.4. Texture**

Les résultats de ce groupe de variables sont présentés sur la figure 20B.

##### *III.2.1.4.1. « Texture croquante »*

Il n'y a pas d'interaction entre juges et produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit est également très significatif. Il y a donc une différence significative au seuil de 0,1 % entre les variétés. On détermine 2 classes distinctes. Les triploïdes IFREMER et les triploïdes Producteurs sont nettement plus croquantes que les huîtres diploïdes naturelles ou d'écloserie.

##### *III.2.1.4.2. « Texture fibreuse »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit n'est pas significatif. Il n'y a donc pas de différence significative au seuil de 5 % entre les variétés pour la texture fibreuse.

##### *III.2.1.4.3. « Texture élastique »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge est par contre très significatif. L'effet produit est également significatif. Il y a donc une différence significative au seuil de 5 % entre les variétés. On détermine 2 classes non distinctes : les triploïdes IFREMER et les triploïdes Producteurs ont tendance à être moins élastiques que les huîtres diploïdes naturelles et d'écloserie, ni des triploïdes Producteurs.

##### *III.2.1.4.4. « texture laiteuse »*

Il n'y a pas d'interaction entre les juges et les produits. L'effet juge n'est pas non plus significatif. L'effet produit est très significatif. Il y a donc une différence significative au seuil de 0,1 % entre les variétés. On détermine 2 classes distinctes : les triploïdes IFREMER et les triploïdes Producteurs ont une texture nettement moins laiteuse que les huîtres naturelles ou d'écloserie.

#### **III.2.2. Variable à caractère hédonique : « Note globale »**

Les résultats sont présentés sur la figure 21. L'effet juge est très significatif. L'effet produit est également très significatif. Il y a donc une différence significative au seuil de 0,1 % entre les variétés. On détermine 2 classes distinctes : les triploïdes IFREMER Producteurs sont significativement plus appréciées par ce jury que les huîtres diploïdes naturelles ou d'écloserie. La différence est importante (1 point environ). Rappelons toutefois que le jury utilisé est un jury d'experts et qu'il n'est pas représentatif de la population française.

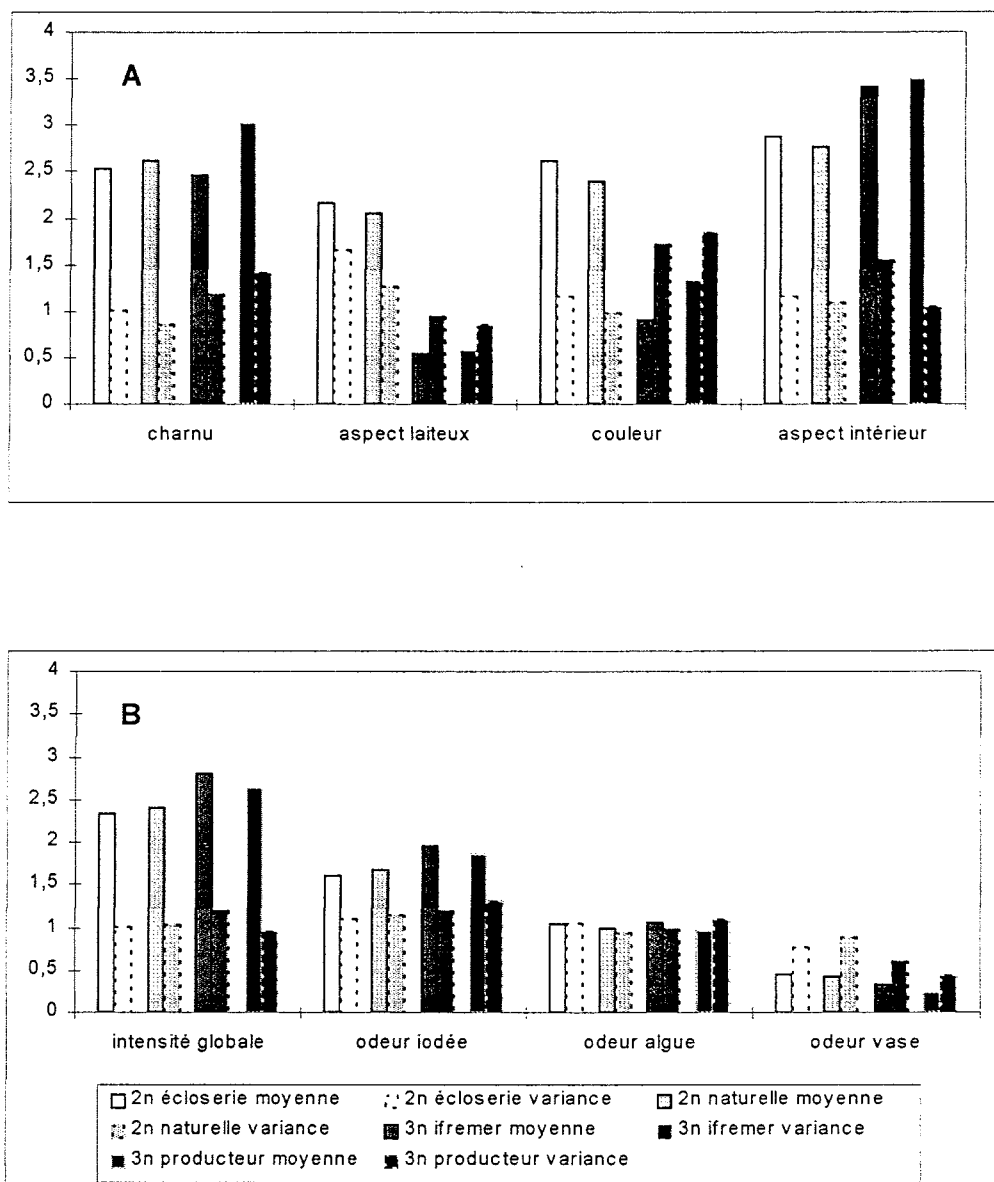


Figure 19 : Profils comparés des 4 catégories d'huîtres. A : aspect visuel - B : aspect olfactif

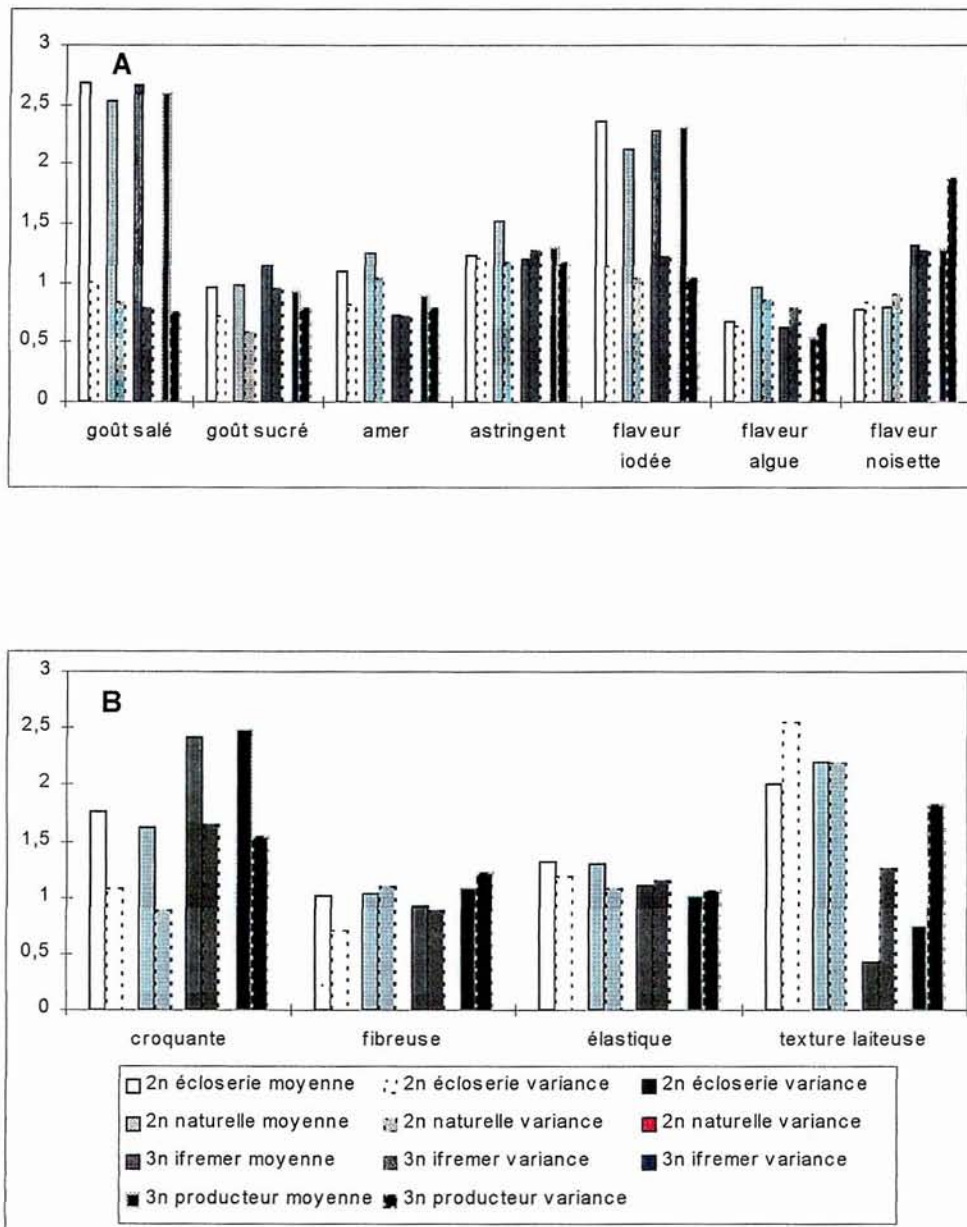


Figure 20 : Profils comparés des 4 catégories d'huîtres. A : aspect gustatif - B : texture

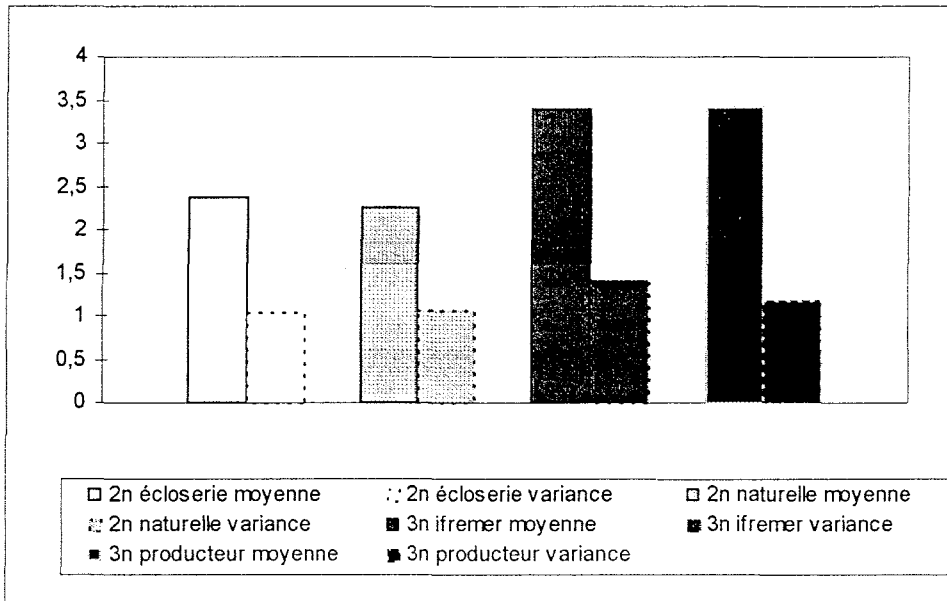


Figure 21 : Profil comparé des 4 catégories d'huîtres. Note globale

### III.2.3. Corrélations entre les variables de l'analyse sensorielle

En étudiant les corrélations les plus élevées (tableau 8), on peut faire plusieurs remarques :

- la couleur est très liée à l'aspect laiteux et à la texture laiteuse,
- l'odeur iodée est très liée à l'intensité olfactive globale ainsi qu'à la flaveur iodée,

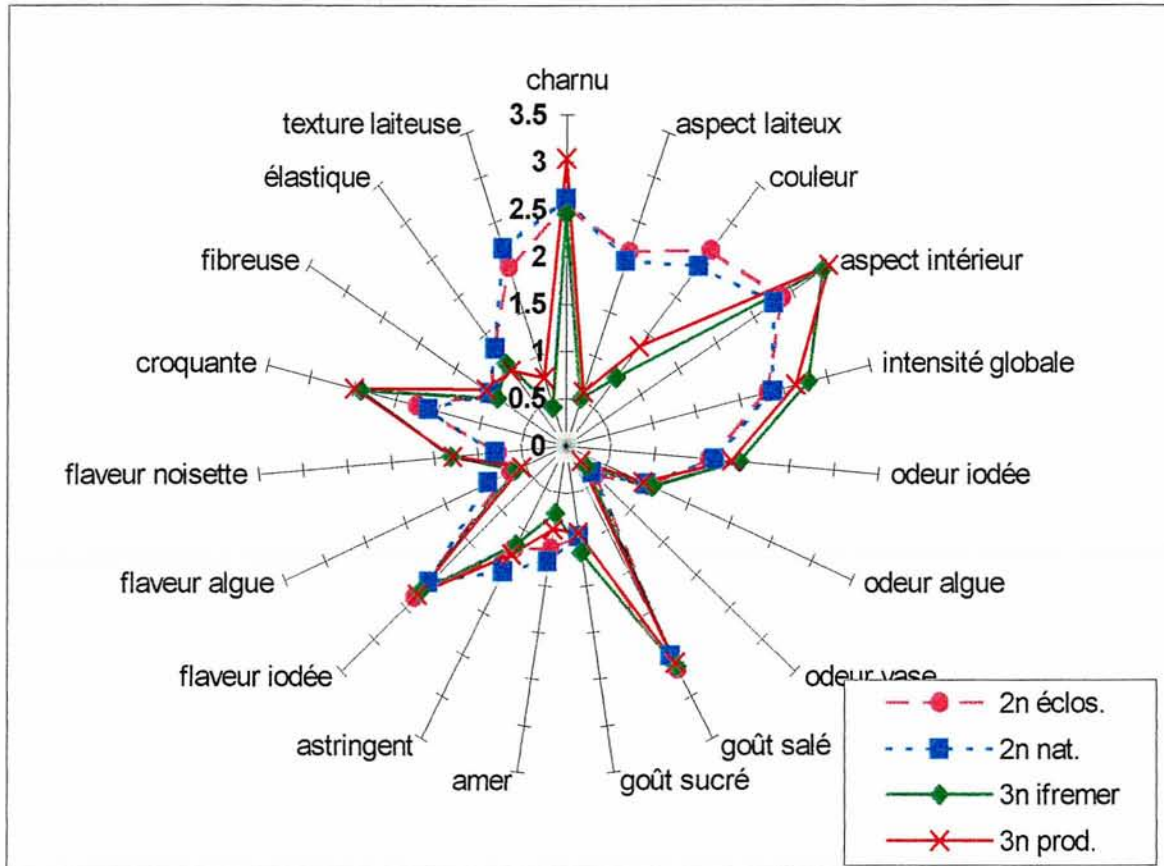
La note globale est très corrélée avec la variable de texture croquante. Elle est par contre corrélée négativement avec l'aspect laiteux ainsi qu'avec la texture laiteuse.

### III.2.4. Conclusion

L'ensemble des profils des 4 variétés d'huîtres est synthétisé sur la figure 22 qui permet de visualiser les différences mises en évidence lors des analyses de variance réalisées sur chaque variable. Les profils des huîtres triploïdes Producteurs et IFREMER sont proches l'un de l'autre. La seule différence notable entre ces 2 variétés se situe sur la variable « charnu ». Les huîtres des Producteurs étaient plus charnues que les huîtres IFREMER (et que les diploïdes).

Les profils des huîtres diploïdes naturelles et d'éclosion sont proches l'un de l'autre. La seule différence notable entre ces 2 variétés se situe pour la variable « flaveur algue » : plus marquée pour les huîtres naturelles que pour les huîtres d'éclosion (et que les triploïdes).

Les profils des huîtres triploïdes et des huîtres diploïdes sont par contre très différents les uns des autres. C'est notamment sensible pour l'aspect : les diploïdes sont plus laiteuses et plus jaunâtres que les triploïdes. Elles ont également un aspect intérieur moins bon. Au niveau olfactif, les différences sont moins nettes. Les triploïdes ont une tendance à avoir des intensités olfactives globales et iodées plus fortes que les diploïdes. Toutefois, les classes ne sont pas distinctes et les triploïdes Producteurs sont intermédiaires entre les 2 classes.



**Figure 22 : Profil des 4 catégories d'huîtres de (synthèse)**

Au niveau gustatif, seule la flaveur noisette différencie bien les diploïdes des triploïdes pour lesquelles elle est nettement plus marquée. L'amertume des diploïdes a également tendance à être plus élevée que celle des triploïdes. Toutefois, les classes ne sont pas distinctes, les diploïdes d'écloserie et les triploïdes Producteurs étant intermédiaires.

On retrouve des différences nettes entre diploïdes et triploïdes en ce qui concerne la texture. Les diploïdes sont moins croquantes, terme utilisé dans un sens positif, plutôt plus élastiques (classes non distinctes) et nettement plus laiteuses que les triploïdes.

Tableau 8 – Corrélations entre les variables de l'analyse sensorielle

	Charnu	Aspect laiteux	Couleur	Intensité glob.	Odeur iodée	Odeur algue	Odeur vase	Goût salé	Goût sucré	Goût amer
Charnu	1									
Aspect laiteux	0,13	1,00								
Couleur	0,17	<b>0,69</b>	1,00							
Intensité globale	0,25	-0,06	-0,12	1,00						
Odeur iodée	0,24	-0,01	-0,06	<b>0,59</b>	1,00					
Odeur algue	0,03	-0,02	-0,01	0,30	-0,08	1,00				
Odeur vase	0,11	0,12	0,13	0,26	-0,03	0,30	1,00			
Goût salé	0,08	-0,03	-0,07	0,22	0,32	-0,02	0,05	1,00		
Goût sucré	0,09	0,07	0,09	0,04	0,12	-0,02	-0,04	-0,08	1,00	
Goût amer	0,11	0,28	0,24	0,10	0,07	0,15	0,20	0,13	-0,12	1,00
Astringent	0,25	0,14	0,10	0,07	0,15	-0,03	0,04	0,19	-0,02	0,47
Flaveur iodée	0,24	-0,04	-0,01	0,33	<b>0,56</b>	-0,04	0,04	0,53	0,04	0,12
Flaveur algue	-0,02	0,03	0,05	0,00	-0,21	0,29	0,23	-0,05	-0,04	0,27
Flaveur noisette	0,20	-0,15	-0,12	0,14	0,16	0,03	-0,08	0,08	0,47	-0,22
Croquante	0,16	-0,36	-0,28	0,28	0,37	0,00	-0,07	0,23	0,23	-0,18
Fibreuse	0,18	0,01	0,12	0,11	0,17	0,08	0,23	0,15	-0,02	0,27
Elastique	0,07	0,10	0,15	0,24	0,23	0,07	0,24	0,22	0,03	0,17
Texture laiteuse	0,17	<b>0,79</b>	<b>0,60</b>	-0,04	-0,04	-0,04	0,20	-0,03	0,10	0,25
Aspect intérieur	0,15	-0,17	-0,07	0,05	0,06	-0,06	-0,01	0,09	0,21	-0,10
<i>Note globale</i>	<i>0,23</i>	<i>-0,50</i>	<i>-0,29</i>	<i>0,23</i>	<i>0,30</i>	<i>-0,13</i>	<i>-0,14</i>	<i>0,12</i>	<i>0,21</i>	<i>-0,34</i>
	<i>Astringent</i>	<i>Flaveur iodée</i>	<i>Flaveur alg.</i>	<i>Flaveur nois.</i>	<i>Croquante</i>	<i>Fibreuse</i>	<i>Elastique</i>	<i>Texture lait.</i>	<i>Aspect int.</i>	<i>Note globale</i>
Astringent	1,00									
Flaveur iodée	0,21	1,00								
Flaveur algue	0,06	-0,24	1,00							
Flaveur noisette	0,09	0,09	-0,17	1,00						
Croquante	0,06	0,40	-0,23	0,47	1,00					
Fibreuse	0,19	0,20	0,18	-0,14	0,01	1,00				
Elastique	-0,05	0,25	0,00	-0,05	0,05	0,21	1,00			
Texture laiteuse	0,16	-0,02	0,02	-0,18	-0,40	0,08	0,06	1,00		
Aspect intérieur	0,22	0,08	-0,20	0,27	0,20	-0,07	-0,03	-0,09	1,00	
<i>Note globale</i>	<i>-0,04</i>	<i>0,28</i>	<i>-0,23</i>	<i>0,48</i>	<i>0,63</i>	<i>-0,09</i>	<i>0,01</i>	<i>-0,52</i>	<i>0,33</i>	<i>1</i>



#### IV - DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus pour les paramètres environnementaux montrent que l'expérimentation s'est déroulée dans des conditions de milieu habituelles pour les élevages de Thau avec une très bonne survie également comparable.

La croissance en poids total des huîtres triploïdes est significativement supérieure à celle des diploïdes durant toute l'expérimentation. Ce gain de croissance se fait principalement avec le poids de la coquille et de l'eau intervalvaire, au détriment du remplissage. En effet, les triploïdes, comme leurs témoins diploïdes d'écloserie, présentent des indices de remplissage moyens, inférieurs à ceux des animaux issus de captage naturel. Cela pourrait indiquer un problème de qualité ou d'adaptation du naissain, qu'il faudrait prendre en compte dans le cadre des améliorations à apporter à la fiabilité de la production en écloserie. La technique de production d'huîtres triploïdes à partir du croisement d'individus tétraploïdes et diploïdes, beaucoup plus simple à mettre en œuvre que l'induction chimique, devrait permettre dans l'avenir une amélioration de la qualité du naissain.

Du fait de la croissance accélérée, près de 80 % des huîtres triploïdes étaient commercialisables en milieu d'été à partir d'une mise en élevage à l'automne précédent. Du point de vue strictement commercial, cette croissance accélérée laisse envisager la possibilité de récolter des huîtres triploïdes en été, après seulement 8 à 10 mois d'élevage.

Du point de vue de la qualité de coquille, un chambrage à gélatine relativement important a été constaté (ce chambrage atteint l'ensemble du cheptel en élevage sur cette zone). En l'état des connaissances, deux hypothèses peuvent être faites pour expliquer cette anomalie :

- soit une régulation du volume de la cavité palléale en période de post-production (Rodriguez & Lopez, 1985),
- soit la présence de TBT (Tributylétain) re-largué par les peintures anti-salissures navales). Le chambrage est signalé sur la côte languedocienne depuis fort longtemps (rapport CGT/DTREO, 1969); une étude réalisée sur les côtes françaises en 1988 et 1989 (Alzieu *et al.*, 1990) mentionne pour l'étang de Thau des teneurs TBT pouvant provoquer des anomalies de calcification chez l'huître adulte (i.e. > 2ng/l). En 1992, la contamination par le TBT était inférieure à 2ng/l<sup>-1</sup> pour les zones conchylicoles de Mèze et Bouzigues, mais comprise entre 2 et 20 ng/l<sup>-1</sup> dans la zone de Marseillan (Michel, 1995). Michel & Averty (1998) constatent dans le port de Sète des valeurs élevées (3,8 à 21,4 ng/l<sup>-1</sup>) sans toutefois fournir de données pour l'étang de Thau.

Alzieu et Michel (1998) décrivent le déroulement du processus du chambrage lié à la présence de TBT : hypersécrétion d'un gel pouvant apparaître début juillet et disparaissant fin octobre-début novembre. Durant notre expérimentation le gel suit une chronologie différente avec une recrudescence en automne. Il serait intéressant de mener une étude spécifique qui permettrait de lever le doute sur la contamination par le TBT. De plus il paraît important de se doter d'un critère objectif de qualité de la coquille pour compléter l'appréciation visuelle.

Une commercialisation estivale des huîtres triploïdes imposera un traitement de durcissement de la coquille. En effet la croissance extrêmement rapide entraîne une fragilité de la coquille avec pour conséquence un problème de perte d'eau inter valvaire gênant pour la vente. Sur le plan de la diversification, quelques expérimentations d'affinage en mer avaient donné des résultats intéressants (Oheix & Coatanea, 1993) et certains professionnels, notamment à Gruissan, pratiquent régulièrement cette technique qui mérite sans aucun doute d'être développée. L'intérêt de l'affinage en mer réside notamment dans l'amélioration de la qualité de la coquille et l'obtention d'un meilleur remplissage. Ces deux critères complèteraient utilement les résultats que l'on peut attendre en élevant des huîtres creuses triploïdes.

Les huîtres triploïdes ne sont pas stériles à 100 %. Certaines montrent un début de gamétogenèse tardif et aboutissant généralement à une lyse des produits sexuels et non pas à une émission de gamètes. Cependant, une faible fraction d'entre elles peut mener le processus jusqu'à la ponte (Allen & Downing, 1986, Gérard *et al.*, 1997). Il faut également distinguer les triploïdes et les "réfractaires", sur lesquelles l'induction n'a pas abouti. Nous avons pu faire les mêmes observations durant l'expérimentation et la proportion d'huîtres triploïdes ayant pondu semble correspondre au taux de 10 % de réfractaires observé par analyse d'image immédiatement après le choc chimique (Ledu, *communication personnelle*). Aucune autre vérification de la ploïdie n'ayant été effectuée durant l'élevage, il n'est pas possible d'être plus précis sur ce point. Durant l'expérimentation, les triploïdes présentent généralement une *sex-ratio* en faveur des mâles, contrairement aux diploïdes.

Les quantités de constituants biochimiques des huîtres varient dans le temps, en fonction des saisons avec notamment un stockage de glycogène pour faire face aux conditions hivernales. Elles sont également étroitement liées aux processus de croissance et de reproduction. Ainsi durant la gamétogenèse les teneurs en lipides et en protéines augmentent dans la gonade, alors que les glucides et glycogène diminuent. La gonade se remplit au détriment des autres organes de stockage (muscle adducteur, manteau, glande digestive). D'après Taylor *et al.*, 1979 le muscle adducteur correspond à la zone de transfert du glycogène vers la gonade où se produirait un phénomène de conversion du glycogène en lipides. L'accumulation et le stockage du glycogène au printemps précèdent le développement des gonades. Au moment de la ponte, lipides et protéines atteignent un niveau maximal tandis que glucides totaux et glycogène chutent. Pendant le repos sexuel les teneurs s'inversent : un minimum de lipides et de protéines pour un maximum de glucide et glycogène.

Afin d'avoir à l'esprit un ordre de grandeur, on peut considérer les valeurs moyennes relevées dans la littérature en ce qui concerne les teneurs biochimiques des huîtres :

Teneurs moyennes % du poids de chair sèche	<i>C. virginica</i> Giese, 1969	<i>Ostrea edulis</i> Giese, 1969	<i>C. gigas</i> Deslous-Paoli, 1983 avant/après ponte
Protéines	49 %	47 %	70,6/57,6
Lipides	28 %	31,3 %	10,7/14,5
Glucides	10,5 %	10,2 %	2,9/6,1
Glycogène	% très variable des sucres totaux généralement > 50 %		

Les variations des constituants biochimiques peuvent être très importantes. Ainsi, une étude menée en période hivernale et dans un milieu de moindre richesse trophique, (affinage

en mer) sur *Crassostrea gigas* (Oheix *et al.*, 1993) montre des valeurs moyennes basses pour les protéines (32 %) et pour les lipides (9,2 %), tandis que les glucides totaux paraissent élevés en début d'hiver (25,3 %) et accusent une chute constante jusqu'à 9,5 % fin décembre.

D'après Giese (1969), les femelles accumulent plus de lipides ; cependant, pour les diploïdes naturelles le pic de ce constituant est mesuré le 11 juin sur un échantillon dont la *sex-ratio* mâle/femelle est quasi-symétrique. Le protocole impliquant de doser les teneurs biochimiques sur des pools de 10 animaux ne permet pas de confirmer cette observation. Durant l'expérimentation, le pic de lipides généralement observé avant la ponte chez *Crassostrea gigas* est visible uniquement chez les diploïdes. De la même manière la chute brutale des teneurs en glucides et glycogène lors de l'émission des gamètes est observée pour les diploïdes, tandis que, pour les triploïdes, ce phénomène survient un mois plus tard, dans de moindres proportions et semble plus probablement lié à la lyse précoce des gamètes. Du fait de l'inhibition de la gamétogenèse, nous attendions des teneurs élevées en glycogène pour les triploïdes et les résultats sont quelque peu décevants.

D'après Ruiz *et al.*, (1992), le taux de protéines mesuré durant un cycle annuel en Galice sur *Ostrea edulis* est resté constant, autour de 27,4 %. Cependant, les auteurs s'accordent généralement pour constater un ou deux pics annuels pour ce constituant. Ainsi, Giese (1969) estime que le taux de protéines est maximum dans les gonades lorsque les huîtres sont gravides et chute lors de la ponte. D'après Deslous-Paoli (1983), les protéines présentent un pic printanier suivi d'une déplétion après la ponte. Nous n'avons pas retrouvé ces schémas durant nos observations.

L'analyse sensorielle montre que les triploïdes ont été plus appréciées que les diploïdes, tant pour le goût (non amer) que pour l'aspect (non laiteux, non jaunâtre, meilleur aspect intérieur de la coquille) et la texture. Du fait de la faible activité gonadique ces « huîtres des 4 saisons » ont donc présenté un meilleur aspect en période de consommation estivale et répondent ainsi à la principale attente de la profession régionale. Les triploïdes ont également été préférées aux autres au moment de l'attribution de la note globale, bien que cette notation ne soit pas tout à fait du ressort d'un jury professionnel mais plutôt d'un panel de consommateurs.

## V - PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a permis de compléter les connaissances sur les résultats à attendre de l'élevage d'huîtres triploïdes dans l'étang de Thau en termes de croissance, remplissage et qualité. Les deux points qui paraissent les plus importants à souligner sont la croissance très rapide en poids total et, malgré un taux de remplissage moyen, une meilleure présentation et qualité gustative en été.

Pour ces raisons, l'utilisation d'huîtres triploïdes ou « huîtres des 4 saisons » à Thau présente un intérêt certain en tant que diversification et adaptation à la spécificité régionale : consommation estivale par le tourisme.

Le schéma de production doit être adapté : l'accélération de la croissance des huîtres triploïdes doit être prise en compte dans le calendrier d'élevage qui devra inclure des rotations plus fréquentes sur les structures d'élevage, mais aussi dans la stratégie de commercialisation, avec un étalement des ventes plus important.

De plus un traitement plus élaboré que ce qui est fait habituellement à Thau (« pochonnage ») pour durcir la coquille sera vraisemblablement nécessaire pour valoriser au mieux les huîtres, en particulier durant l'été. Il serait intéressant de mener un travail expérimental en ce sens («trompage» et durcissement des coquilles par marée artificielle).

En définitive l'utilisation des animaux triploïdes, en complément de production pour les ventes estivales, permettrait une amélioration sensible de la qualité des huîtres à cette époque. Un calendrier type consisterait à coller en automne du naissain d'environ 10 g pour une commercialisation l'été suivant.

## LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANONYME, 1969. Note sur les fixations de naissain d'huîtres (*Ostrea edulis*) observées sur l'habitat artificiel. CGT/DTREO : 14-18.

ALLEN & DOWNING, 1986. Performance of triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Th). I. Survival, growth, glycogen content and sexual maturation in yearlings. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 102 : 197-208.

ALZIEU C., MICHEL P., SANJUAN J. & B. AVERTY, 1990. Tributyltin levels in French Mediterranean coastal waters. *Appl. Organomet. Chem.*, 4 : 55-61

ALZIEU C. & P. MICHEL, 1998. L'étain et les organoétains en milieu marin. Bio géochimie et écotoxicologie. *Repères Océan*, 15. Ed. IFREMER Brest : 102 p.

BUESTEL D. & VERCELLI C., 1999. Rapport d'activité 1998 du Laboratoire Conchylicole de Méditerranée. 29 p.

CATHERINE M., F. DUMONT, C. MENANTEAU & A. PEZERON, 1996. Anomalie des coquilles d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* dues à *Polydora sp.*, observées sur les traicts de Pen Bé et de Mesquer (Loire Atlantique) de 1988 à 1989. RIDEL/96.19/Nantes. 42 p.

DESLOUS-PAOLI J.M., 1982. Croissance et qualité de l'huître *Crassostrea gigas* (Th.) en élevage dans le bassin de Marennes-Oléron. *Tethys*, 10 : 365-371.

DESLOUS-PAOLI J.M. & M. HERAL, 1988. Biochemical composition and energy value of *Crassostrea gigas* (Th.) cultured in the Bay of Marennes-Oléron. *Aquat. Living Resour.*, 1) : 239-249.

DUBOIS F. A. GILLES J.K. HAMILTON P.A. REBECS & F. SMITH, 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, 28 : 350-356.

GABBOTT P.A., 1975. Storage cycles in marine bivalve Molluscs : a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. *Proc. 9<sup>th</sup> Europ. Mar. Biol. Symp.*, Barnes (Ed), Cambridge Univ. Press : 191-211.

GERARD A., 1993. Les avancées technologiques dans la fiabilité de l'induction de la triploïdie. Induction de la triploïdie par traitement au 6-DMAP : comparaison avec la Cytochalasine-B. *In* : Compte rendu de la réunion Réseau Génétique Mollusques (REGEMO), La Tremblade 14-15 avril 1993. 15 p.

GERARD *et al.*, 1993. Obtention de souches conchylicoles performantes par polyploïdisation (4<sup>ème</sup> partie). Résultats de l'année 1992. Rapport IFREMER RIDRV-93-022-RA La Tremblade. 54 p.

GERARD *et al.*, 1997. Rapport d'activité du laboratoire Génétique Aquaculture et Pathologie. IFREMER La Tremblade : 35-36

GIESE A.C., 1969. A new approach to the biochemical composition of the Mollusc body. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 7 : 175-229.

GOULLETQUER P., J.P. JOLY, A. GERARD, E. LE GAGNEUR, J. MORICEAU, J.M. PEIGNON, S. HEURTEBISE & P. PHELIPOT, 1993. Performances of triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Th.) reared in high carrying capacity ecosystem : survival, growth and proximate biochemical composition. *Mariculture Committee 1993/f*, 24 : 10 p.

HERAL M. & J.M. DESLOUS-PAOLI, 1983. Valeur énergétique de la chair de l'huître *Crassostrea gigas* estimée par mesures micro calorimétriques et par dosages chimiques. *Oceanologica Acta*, 6 : 193-199.

LAWRENCE D.R. & G.I. SCOTT, 1982. The determination and use of condition index of oysters. *Estuaries*, 51 : 23-27.

LOSTE C. & L. MONNIER, 2000. Programme de diversification des productions conchylicoles en Languedoc-Roussillon 1997-1998. CEPRALMAR & Section Régionale de la Conchyliculture de la Méditerranée. 53 p.

LOWRY O.H., N.J. ROSEBOROUGH, A.L. FARRAND & R.J. RANDALL, 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193 : 265-272.

MARSH J.B & D. WEINSTEIN, 1966. Simple charring method for determination of lipids. *J. Lipid. Res.*, 7 : 574-576.

MARTEIL L., 1976. La conchyliculture française. Troisième partie : l'ostréiculture et la mytiliculture. *Rev. Trav. Inst. Sci. et Techn. Pêches marit.* : 207-230

MICHEL P., 1995. Evolution moyenne du TBT dans l'étang de Thau de 1988 à 1992. *In* : Qualité des eaux littorales en Languedoc-Roussillon. Bilan des réseaux de surveillance. CEPRALMAR & IFREMER : 114-115.

MICHEL P. & C. AVERTY, 1998. Bilan 1997 de la contamination des eaux côtières françaises par les composés organostanniques. Rapport IFREMER RI-DEL/98.05/Nantes.

MICHEL P. & B. AVERTY, 1999. Contamination of French coastal waters by organotin compounds : 1997 update. *Mar. Poll. Bull.*, 38 : 268-275.

OHEIX J. & D. COATANEA, 1993. Essais d'affinage en mer d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* issues de l'étang de Thau. RIDRV-93.024 RA/Palavas : 26 p.

OHEIX J., C. VERCELLI, J.M. CHABIRAND & D. COATANEA, 1996. Bilan du contrôle des performances de populations diploïdes et triploïdes d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* dans l'étang de Thau. Note interne IFREMER, avril 1996. 10 p.

PICHOT Y., 1999. REPAMO : Bilan des examens zoosanitaires réalisés en 1998 par la cellule de veille méditerranéenne : 30 p.

RODRIGUEZ C. & LOPEZ F.C., 1985. Formation de chambres dans la coquille de l'huître plate *Ostrea edulis* L. cultivée dans les rias de Galice. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 47 : 89-93.

RUIZ C, D. MARTINEZ, G. MOSQUERA, M. ABAD & J.L. SANCHEZ, 1992. Seasonal variations in condition, reproductive activity and biochemical composition of the flat oyster *Ostrea edulis* from San Cibrán (Galicia, Spain). *Mar. Biol.*, 112 : 67-74.

TAYLOR A.C. & T.J. VENN, 1979. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissues of the queen scallop *Chlamys opercularis*, from the Clyde Sea area. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 59 : 605-621.

THIELLEY M., 1995. Approches bibliographique et expérimentale de méthodes permettant d'évaluer l'état de maturité sexuelle des bivalves. Rapport IFREMER RA-DRV. 42 p.

## **NOTE ANNEXE – PARTICIPATION A L’OPERATION REGIONALE DE PRE-DEVELOPPEMENT**

Cette opération de pré-développement était pilotée par la Section Régionale Conchylicole de Méditerranée, qui assurait la gestion des commandes et des subventions, et par le CEPRALMAR, responsable de la mise en œuvre et du suivi des élevages. Le Laboratoire Conchylicole de Méditerranée de l’IFREMER est intervenu à titre de conseiller scientifique, en soutien lors des livraisons aux professionnels (biométrie d'un échantillon, répartition des lots et mise en pearl nets), et pour assurer la surveillance pathologique des cheptels (recherche de l’Herpes virus). Le laboratoire a également été en mesure de procéder à des dosages biochimiques sur les différents lots, au moment de la réception. Les résultats complets de l'action de pré-développement y compris les mesures et analyses faites par l’IFREMER ont été présentés dans un rapport édité par le CEPRALMAR (Loste & Monnier, 2000).



## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

### Liste des figures

Figure 1 : Localisation de l'expérimentation dans l'étang de Thau. ....	8
Figure 2 : Disposition des cordes d'expérimentation sur la table d'élevage (vue du dessus). ...	8
Figure 3 : Conditions environnementales : A : température de l'eau B : salinité C : oxygène dissous. ....	11
Figure 4 : Evolution du poids total individuel des 3 populations d'huîtres. ....	12
Figure 5 : Diagramme en "box plot" de l'évolution du poids frais des différents lots. (TRIPLOID : huîtres triploïdes, DIPLOTEM : huîtres diploïdes d'écloserie témoins, DIPLOMAT : huîtres diploïdes de captage naturel). ....	14
Figure 6 : Relation entre la variance et la moyenne de tous les lots. ....	16
Figure 7 : Moyenne du poids frais au cours de l'élevage - Exemple de distribution des fréquences de poids à la date du 22 juillet 1998. ....	17
Figure 8 : Calibrage des huîtres de l'expérimentation à la date du 22 juillet 1998. ....	18
Figure 9 : A/ Evolution du poids de chair sèche par rapport au poids total - B/ Evolution du poids de coquille sèche par rapport au poids total. ....	19
Figure 10 : Evolution du chambrage à gélatine durant l'expérimentation. ....	20
Figure 11 : Evolution de l'infestation par le parasite Polydora. ....	21
Figure 12 : A/Evolution de l'indice AFNOR - B/Evolution de l'indice Lawrence & Scott. ....	23
Figure 13 : Comparaison des indices AFNOR (A) et Lawrence & Scott (B) des huîtres de l'expérimentation avec des huîtres cultivées sur la même table et prêtes à la vente. ....	24
Figure 14 : Evolution des stades de maturation sexuelle (observation macroscopique). ....	28
Figure 15 : évolution de la sex ratio (observation microscopique) ....	29
Figure 16 : Evolution des teneurs en (A) lipides, (B) glycogène et (C) % de glycogène par rapport aux glucides totaux . ....	33
Figure 17 : Evolution des teneurs en (A) protéines et (B) de la somme des Protéines/Lipides/Glucides. ....	34
Figure 18 : Feuille de saisie (ULISI) utilisée par les juges. ....	38
Figure 19 : Profils comparés des 4 catégories d'huîtres - A : aspect visuel - B : aspect olfactif. ....	42
Figure 20 : Profils comparés des 4 catégories d'huîtres A : aspect gustatif - B : texture. ....	43
Figure 21 : Profil comparé des 4 catégories d'huîtres – Note globale. ....	44
Figure 22 : Profil des 4 catégories d'huîtres de (synthèse). ....	45

**Liste des tableaux**

Tableau 1 - Tamisage des huîtres des deux lots d'écloserie. ....	7
Tableau 2 – Caractéristiques initiales des différents lots de l'expérimentation. ....	7
Tableau 3 - Récapitulatif des mesures et analyses effectuées sur les huîtres. ....	9
Tableau 4 - Calendrier des prélèvements. ....	10
Tableau 5 - Résultats de l'évolution du poids total frais des huîtres en expérimentation. ....	15
Tableau 6 - Descripteurs retenus pour l'analyse sensorielle, consignes de notation ....	37
Tableau 7 - Ordre de service des 4 variétés lors des 3 séries d'analyses sensorielles. ....	36
Tableau 8 – Corrélation entre les variables de l'analyse sensorielle. ....	36