

Direction des Ressources Vivantes

IFREMER Palavas
Laboratoire Conchylicole de Méditerranée

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

Octobre 2000

Programme de diversification
des productions conchylicoles
en Languedoc Roussillon

Projet Huître plate *Ostrea edulis*
RAPPORT FINAL

CEPRALMAR

UE/PESCA

ifremer



RESUME

Synthèse des travaux antérieurs

Depuis 1970, l'I.S.T.P.M. puis l'IFREMER (Equipe Diversification Conchylicole en Mer Ouverte, puis Laboratoire Conchylicole de Méditerranée) ont effectué de nombreux travaux pour tenter de développer la culture locale de l'huître plate. La problématique de cette filière d'élevage, pour laquelle existe une demande importante, se situe à deux niveaux : **l'approvisionnement en naissain et la mortalité durant l'élevage dans l'étang de Thau.**

Pendant la période 1982-1991, les études ont porté essentiellement sur l'approvisionnement en naissain, avec l'évaluation du potentiel offert par le captage naturel. Une attention particulière a été également portée à la définition des structures et des supports les mieux adaptés aux conditions méditerranéennes. Cependant, l'exploitation de cette filière s'est révélée décevante, avec des résultats aléatoires et des rendements utiles souvent faibles, induisant des coûts de main d'œuvre et de moyens à la mer trop élevés. Le captage naturel ne semble pas intégrable dans une stratégie d'exploitation commerciale autrement que comme un complément.

De 1990 à 1993, les objectifs ont été de s'affranchir des aléas du captage naturel en appliquant à cette espèce la technique du télécaptage, déjà utilisée pour l'huître creuse. Faute de trouver les larves œillées nécessaires en production commerciale, des installations expérimentales d'écloserie et d'élevage larvaire ont été réalisées à la Station IFREMER de Palavas. Le bilan de ces trois années d'expérimentation fait ressortir la faisabilité du télécaptage sur l'huître plate, malgré des rendements à la fixation faibles (10 à 20 %) et l'impossibilité de fournir des larves viables sur une partie de l'année.

Parallèlement à ces études, les efforts ont porté sur la définition d'un parcours d'élevage optimal, permettant de combiner les possibilités offertes par la mer ouverte et l'étang de Thau.

En 1994 et 1995, les expérimentations ont porté sur la maîtrise du calendrier des émissions larvaires, à partir d'un stock de géniteurs conservé à basse température et en alimentation réduite, dans le but de ralentir leur métabolisme et de bloquer la maturation sexuelle. Les lots d'animaux conditionnés ensuite par remontée progressive de la température et du niveau de rationnement alimentaire, selon un calendrier programmé de mars à novembre, ont permis d'obtenir des larves viables présentant un niveau de réserves biochimiques considéré comme compatible avec un élevage.

A partir de 1996, le problème de la mortalité des élevages a été abordé au travers du suivi de 4 lots d'huîtres plates mis en place sur des tables de production réparties dans les trois zones conchylicoles. Les premiers résultats ont mis en évidence une infestation par *Bonamia*, parasite spécifique de l'huître plate, dans des proportions différentes selon les sites, ainsi qu'une relation des pics de mortalité avec les variations brutales de la température.

Programme de recherche des causes de mortalité

L'étude menée en 1997-1998 dans le cadre du programme diversification des élevages en Languedoc Roussillon a permis de mieux cerner les causes de mortalité et de proposer une stratégie d'élevage pour cette espèce. L'hypothèse de l'influence des brusques montées en température, à un moment du cycle où les huîtres sont fragilisées par l'effort de reproduction, semble confirmée, alors que le parasite *Bonamia* n'aurait qu'un rôle secondaire. Un parcours d'élevage mixte mer-étang est proposé pour éviter les conditions défavorables de l'étang de Thau en été. Un test sur différentes souches d'huîtres plates a montré que la souche locale de Méditerranée est mieux adaptée aux conditions environnementales de Thau. Ces travaux laissent donc penser qu'une production de naissain d'écloserie à partir de cette souche fournirait un matériel favorable à la production d'huîtres plates en Languedoc Roussillon.

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	3
1. INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	5
2. SYNTHÈSE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS : ESSAIS D'ÉLEVAGE DE L'HUÎTRE PLATE.....	6
2.1. ÉLÉMENTS SUR LE CYCLE DE REPRODUCTION DE L'HUÎTRE PLATE EN MÉDITERRANÉE	6
2.2. DÉFINITION D'UNE FILIÈRE D'ÉLEVAGE DE L'HUÎTRE PLATE EN MÉDITERRANÉE	7
2.2.1. <i>Essais d'approvisionnement en naissain par captage naturel (1968-1993)</i>	7
2.2.1.1. Première période expérimentale de 1968 à 1987	7
2.2.1.2. Premiers essais de rationalisation en 1987 et 1988 : cadres légers avec coquilles de moules étuvées	9
2.2.1.3. Essais de rationalisation basés sur l'utilisation de structures de captage lourdes résistantes aux tempêtes 10	
2.2.1.4. Conclusions	10
2.2.2. <i>Production de naissain par télécaptage (1991-1993)</i>	15
2.2.3. <i>Prégrossissement du naissain</i>	16
2.2.4. <i>Grossissement</i>	16
2.3. ÉTUDE DU CONTRÔLE DE LA REPRODUCTION.....	19
2.4. OBSERVATIONS SUR LES PATHOLOGIES ET VEILLE ZOOSANITAIRE	19
2.5. CONCLUSIONS	20
3. SYNTHÈSE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS : ÉTUDE DE LA MORTALITÉ À THAU EN 1996	23
3.1. OBJECTIFS	23
3.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	23
3.2.1. <i>Matériel biologique</i>	23
3.2.2. <i>Calendrier des prélèvements</i>	25
3.2.3. <i>Paramètres étudiés durant l'expérimentation</i>	25
3.2.3.1. Paramètres environnementaux.....	25
3.2.3.2. Paramètres biologiques.....	25
3.3. RÉSULTATS	26
3.3.1. <i>Paramètres environnementaux</i>	26
3.3.1.1. Température	26
3.3.1.2. Salinité	26
3.3.1.3. Chlorophylle a	26
3.3.4. <i>Paramètres biologiques</i>	28
3.3.1. Survie	28
3.3.2. Croissance	28
3.3.3. Indice de condition.....	30
3.3.4. Maturation	30
3.3.5. Composition biochimique	30

	4
3.3.6. Examens zoosanitaires	34
3.3.7. Epibiontes.....	35
3.4. DISCUSSION.....	35
4. PROGRAMME DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS CONCHYLICOLES EN LANGUEDOC-ROUSSILLON : ETUDE DE LA MORTALITÉ ESTIVALE À THAU	37
4.1. OBJECTIFS	37
4.2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	37
4.2.1. <i>Matériel biologique</i>	37
4.2.2. <i>Protocole et calendrier des prélèvements</i>	38
4.2.3. <i>Paramètres étudiés durant l'expérimentation</i>	38
4.2.3.1. Paramètres environnementaux.....	38
4.2.3.2. Paramètres biologiques.....	38
4.3. RÉSULTATS	41
4.3.1. <i>Paramètres environnementaux</i>	41
4.3.1.2. Salinité	41
4.3.1.3. Chlorophylle a	41
4.3.2. <i>Paramètres biologiques</i>	41
4.3.2.1. Survie	41
4.3.2.2. Croissance	44
4.3.2.3. Maturation	47
4.3.2.4. Composition biochimique	47
4.3.2.5. Indice de condition Lawrence & Scott	51
4.3.2.6. Poids de cendres.....	51
4.3.2.7. Examens zoosanitaires.....	51
4.3.2.8. Structure génétique.....	51
4.4. DISCUSSION.....	55
5. DISCUSSION GÉNÉRALE SUR LES RÉSULTATS DES ANNÉES 1996 ET 1997	56
6. RÉSUMÉ DES CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES.....	57
7. LISTE DES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	58
RÉFÉRENCES DES AUTEURS CITÉS DANS LE RAPPORT	58
RÉFÉRENCES COMPLÉMENTAIRES NON CITÉES DANS LE RAPPORT	62
8. LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX	64

1. INTRODUCTION GENERALE

L'huître plate *Ostrea edulis* méditerranéenne est appréciée depuis l'Antiquité (d'après *Locard, 1886 in Fauvel, 1986*). Ausone, notamment, classait les huîtres du littoral de Marseille à Port-Vendres immédiatement après celles de Bordeaux. Durant la période Gallo-Romaine, les étangs languedociens, très ouverts sur la mer à l'époque, semblent avoir été très riches en huîtres plates (*Fauvel, 1986*). Par la suite, leur comblement progressif a diminué la ressource qui a périclité, si bien qu'au 18^{ème} siècle seule une petite activité de cueillette subsiste dans l'étang de Thau. En revanche, d'importants bancs naturels sont signalés sporadiquement devant les côtes du Languedoc-Roussillon (*Joubin, 1912 in Fauvel, 1987*).

A Thau, où l'huître plate a toujours été très prisée, des essais de repeuplement à partir d'huîtres importées d'Atlantique sont tentés par Coste en 1860, mais abandonnés dès 1865, faute de gestion des huîtres semées et en l'absence de réussite du captage naturel. Cependant, un renouveau extraordinaire apparaît à Thau en 1900 avec un captage pléthorique cette année là. On invoque comme cause possible de ce captage les grands travaux d'aménagement des canaux du port de Sète qui auraient amélioré les communications avec la mer (*Fauvel, 1987*). A partir de cette époque, une pêche intensive se met en place avec une production irrégulière et une tendance chronique à la surexploitation qui aura progressivement raison de la ressource.

C'est à partir des années 1930, avec l'invention des tables d'élevage et de la barre à huîtres en bois de palétuvier imputrescible, que débute l'élevage de l'huître plate à Thau en parallèle avec la pêche. Mais en 1951, une très forte mortalité dont la cause n'a jamais été élucidée décime les élevages qui sont remplacés par l'huître creuse portugaise *Crassostrea angulata* jusqu'à 1970, puis par l'huître japonaise *Crassostrea gigas* jusqu'à nos jours. Cependant, l'huître plate a toujours suscité l'intérêt des éleveurs et une petite production marginale s'est maintenue. Il est difficile de situer l'importance de cette production, car les statistiques des Affaires Maritimes englobent pêche et élevage : on peut en donner un ordre de grandeur qui fluctue de quelques dizaines à quelques centaines de tonnes par an.

Sur le plan national, les statistiques (*Antona, 1993*) faisaient état d'une production nationale dans les années 1970 de 18.000 tonnes d'huîtres plates produites essentiellement en Bretagne. Mais les épizooties dues aux parasites *Marteilia* (1975) et *Bonamia* (1980) ont fait chuter la production aux environs de 2.000 tonnes. L'année 1984 fait ressortir un résultat exceptionnel de 6.500 tonnes. Mais durant les années 1990, la production a diminué et se situe encore à l'heure actuelle autour de 1.500 à 2.500 tonnes. La production de cette espèce est donc devenue marginale, voire en sursis.

Cependant, les causes de cette diminution sont différentes si l'on considère l'Atlantique où sévissent toujours la bonamiose et la marteiliose et la Méditerranée bénéficiant d'une situation zoosanitaire plus favorable. En effet, les agents pathogènes *Marteilia refringens* et *Bonamia ostreae*, détectés respectivement en 1987 et 1988 et présents en faible quantité depuis, ne semblaient pas avoir d'influence néfaste jusqu'à présent.

C'est plutôt le manque de naissain de qualité qui paraissait être le facteur limitant de la culture de l'huître plate en Méditerranée. Aussi de nombreux efforts ont été réalisés pour valoriser les gisements naturels en mer ouverte par l'intermédiaire du captage naturel.

L'ISTPM puis l'IFREMER, en relation avec les professionnels et le CEPRALMAR, ont ainsi consacré beaucoup de temps et d'énergie pour essayer de mettre au point une méthode de captage de naissain en mer ouverte, puis une méthode de production de naissain à partir de la reproduction artificielle. Ces efforts sont retracés dans une première partie de ce document.

Parallèlement aux expérimentations concernant la captage naturel et le télécaptage, l'IFREMER s'est intéressé au potentiel de diversification offert par le développement des concessions mytilicoles en mer ouverte. L'huître plate, notamment présente sur des gisements

naturels jusqu'à des profondeurs de 30 mètres, semblait bien adaptée à ces techniques et paraissait pouvoir contribuer à la rentabilisation de la main-d'œuvre et des outils déjà en place (filères de subsurface, barges mytilicoles).

Cependant, malgré ces efforts, depuis une dizaine d'années, de plus en plus de producteurs abandonnent complètement la pratique de cet élevage, découragés, non seulement par la difficulté à s'approvisionner en naissain, mais aussi par de mauvais résultats de survie durant l'élevage en étang. Un premier travail pour comprendre les causes de ces mortalités a été réalisé en 1996. Les résultats de ce travail ont conduit à la proposition de recherche qui fait l'objet du présent contrat.

Les aléas au niveau de la production de l'huître plate *Ostrea edulis* en Méditerranée reflètent donc à la fois le problème de l'approvisionnement en naissain et les risques de mortalité durant l'élevage. La majeure partie des travaux réalisés sur cette espèce en Méditerranée par le Laboratoire Conchylicole de IFREMER, depuis les années 1980, concerne ces deux axes, avec pour objectif principal la relance de l'élevage de cette espèce dans l'étang de Thau et en mer ouverte.

2. SYNTHÈSE DES TRAVAUX ANTERIEURS : ESSAIS D'ELEVAGE DE L'HUITRE PLATE

Les travaux effectués en Méditerranée sur l'huître plate ont donné lieu à de nombreux documents internes IFREMER (communications et publications diverses). L'objectif de cette synthèse est de reprendre les principales conclusions de ces travaux qui sont disponibles au Laboratoire Conchylicole de Méditerranée de l'IFREMER.

2.1. ELEMENTS SUR LE CYCLE DE REPRODUCTION DE L'HUITRE PLATE EN MEDITERRANEE

Une étude de la reproduction dans le milieu naturel a été réalisée en 1993 et 1994 par le laboratoire conchylicole de l'IFREMER.

Un lot de 960 huîtres plates (origine éclosérie expérimentale de la Station IFREMER de Palavas et grossissement en mer ouverte) a été collé sur des cordes de 1,20 mètre, elles-mêmes fixées sur une structure immergée à une profondeur de 23 mètres sur la concession conchylicole des Aresquiers (*Vercelli et al.*, non publié). Les prélèvements mensuels ou bimensuels, échelonnés de mars 1993 à janvier 1994, ont porté sur le suivi macroscopique et histologique de la maturation des animaux, couplé à des dosages de matières en suspension et de chlorophylle *a*, ainsi que l'enregistrement de la température en continu.

Ces observations ont permis de constater que dès la mi-mars 100 % des huîtres étaient en cours de gamétogenèse avec une sex-ratio en faveur des mâles, alors que la température de l'eau était de 9°C.

Les premiers stades hermaphrodites (*i.e.* : gamètes mâle et femelle matures simultanément) apparaissent en avril, alors que l'indice de condition moyen Lawrence & Scott est à son maximum à 123,5. Les premières pontes peuvent être situées vers la mi-mai, où 16 % des animaux prélevés présentent des émissions de larves trochophores ou véligères.

Le pourcentage maximum (75 %) d'animaux matures est observé à la mi-juin (température 14°C) ; en même temps, l'on voit apparaître des gamètes en phase de transition, voire en régression, ce qui permet de situer approximativement le pic maximum des pontes. Il est plus délicat de mettre en évidence un pic automnal, mais la période totale de ponte est très étalée. Début novembre, la phase d'hivernage est atteinte par 65 % des huîtres, qui ne présentent plus de caractères sexués, alors que l'indice de condition est au plus bas (57,6).

Ces données jointes aux différents travaux réalisés lors des diverses opérations de captage de naissain ou d'élevage permettent de décrire le cycle de reproduction de l'huître plate que l'on peut résumer comme suit.

L'huître plate *Ostrea edulis* est une espèce hermaphrodite ovovivipare à sexualité consécutive rythmique, c'est à dire qu'elle change de sexe après chaque ponte, soit plusieurs fois par saison de reproduction. L'activité de reproduction débute par une phase de maturation sexuelle au cours de laquelle se fait la différenciation des sexes : la gonade recouvre progressivement la glande digestive et les réserves de glycogène sont transformées en lipides. Les gamètes mâles (spermatozoïdes), émis en pleine eau, sont aspirés dans la cavité palléale des femelles où a lieu la fécondation. L'incubation dure environ 8 à 12 jours, selon la température. Pendant cette période, l'huître femelle est particulièrement vulnérable car, ne pouvant s'entrouvrir que très peu, son activité de filtration est très réduite et elle ne se nourrit pratiquement pas.

En Méditerranée, la période de maturation démarre généralement dès la fin de l'hiver, lorsque la température de l'eau atteint environ 7°C. Les premières émissions de larves peuvent avoir lieu dès le mois de mai, le premier pic se situant généralement début juin. Des pontes peuvent s'étaler durant toute la période estivale, un second pic peut être observé fin août, et éventuellement un troisième en automne. Ces données sont indicatives, car si l'ensemble de ces phases est conditionné principalement par la température de l'eau, de nombreux autres facteurs entrent en jeu de manière complexe (salinité, hydrologie, photopériode, état des réserves ...). *Sacchi* en 1973 avait pu observer des larves de mai (embouchure de l'Aude) à octobre (devant Palavas). En 1980, *Krichen* notait la présence de larves d'huîtres plates dans les traits de plancton depuis le mois de juin jusqu'au mois de décembre devant le Cap d'Agde, tandis qu'à Bouzigues (étang de Thau), elles étaient absentes dès le mois d'octobre.

Les larves connaissent alors une phase de vie pélagique (6 à 20 jours) durant laquelle elles peuvent parcourir de grandes distances au gré des courants : on considère que, pour une vitesse de courant de 1 nœud, un individu peut parcourir 450 km en 10 jours et se retrouver très loin du gisement d'huîtres génitrices. Après cette période, les larves subissent une métamorphose (apparition d'un pied tactile et d'une glande byssogène éphémère) et cherchent alors à se fixer. La fixation ne peut s'effectuer que si un support approprié est disponible rapidement et le courant suffisamment faible. A partir de la fixation, le naissain va se développer sur son support plus ou moins rapidement, selon que l'environnement dans lequel il se trouve lui est favorable ou non, principalement en termes de disponibilité de nourriture.

Ces caractéristiques du cycle de reproduction vont permettre la récolte des larves sur collecteurs dans le milieu naturel.

2.2. DEFINITION D'UNE FILIERE D'ELEVAGE DE L'HUITRE PLATE EN MEDITERRANEE

2.2.1. Essais d'approvisionnement en naissain par captage naturel (1968-1993)

2.2.1.1. Première période expérimentale de 1968 à 1987

Les divers essais répertoriés entre 1968 et 1987 (tableau 1.1), sur des sites répartis sur la côte entre Les Saintes Maries et Port La Nouvelle (figure 1), ont eu des rendements très variables et difficilement comparables, du fait de la diversité des protocoles de mise en œuvre et des méthodes de comptage (*Sacchi, 1973 ; Raimbault et al., 1975 ; Bartolomé, 1984 ; Vidal-Girault, 1988*). Ainsi, en 1975, on note sur chapeaux chinois immergés à Port La Nouvelle une densité de fixation exceptionnelle fournissant 600 naissains/dm² en octobre et 200/dm² en décembre.

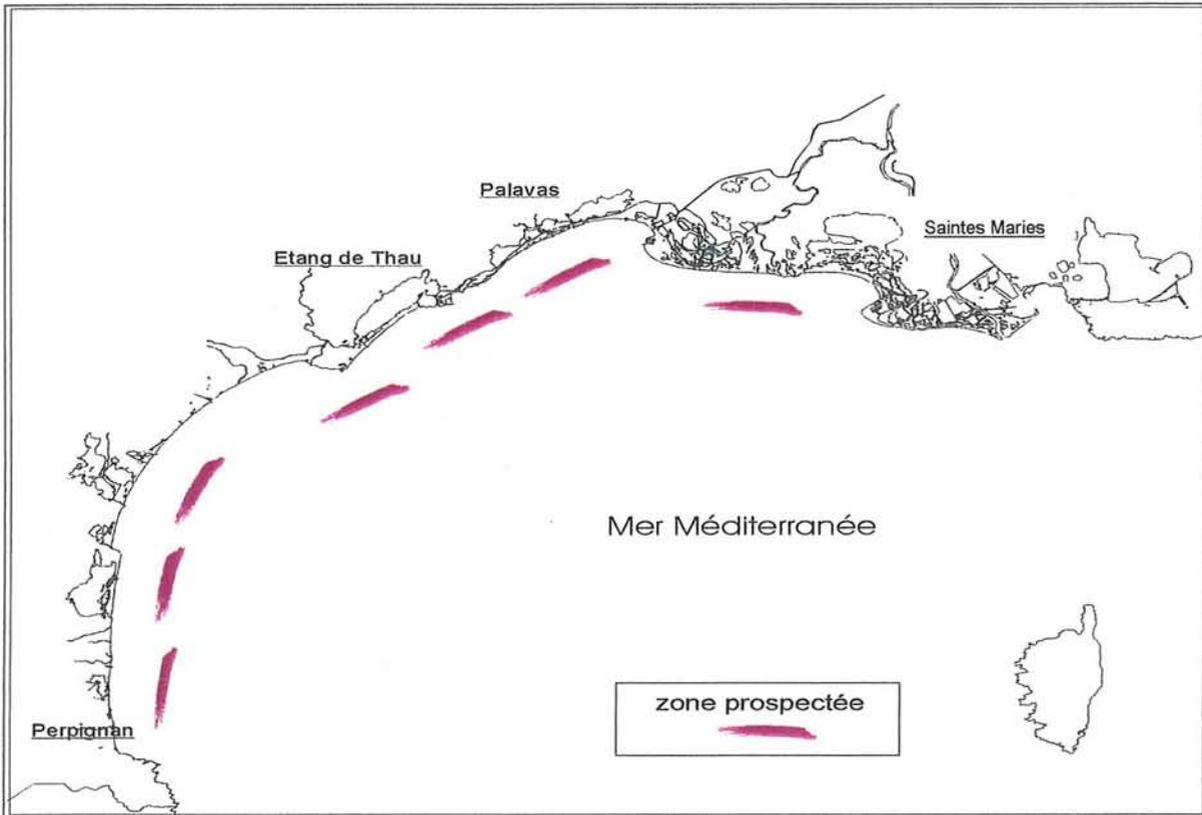


Figure 1 : synthèse des travaux antérieurs sur le captage naturel d'*Ostrea edulis*, localisation des zones prospectées (1968 – 1993).

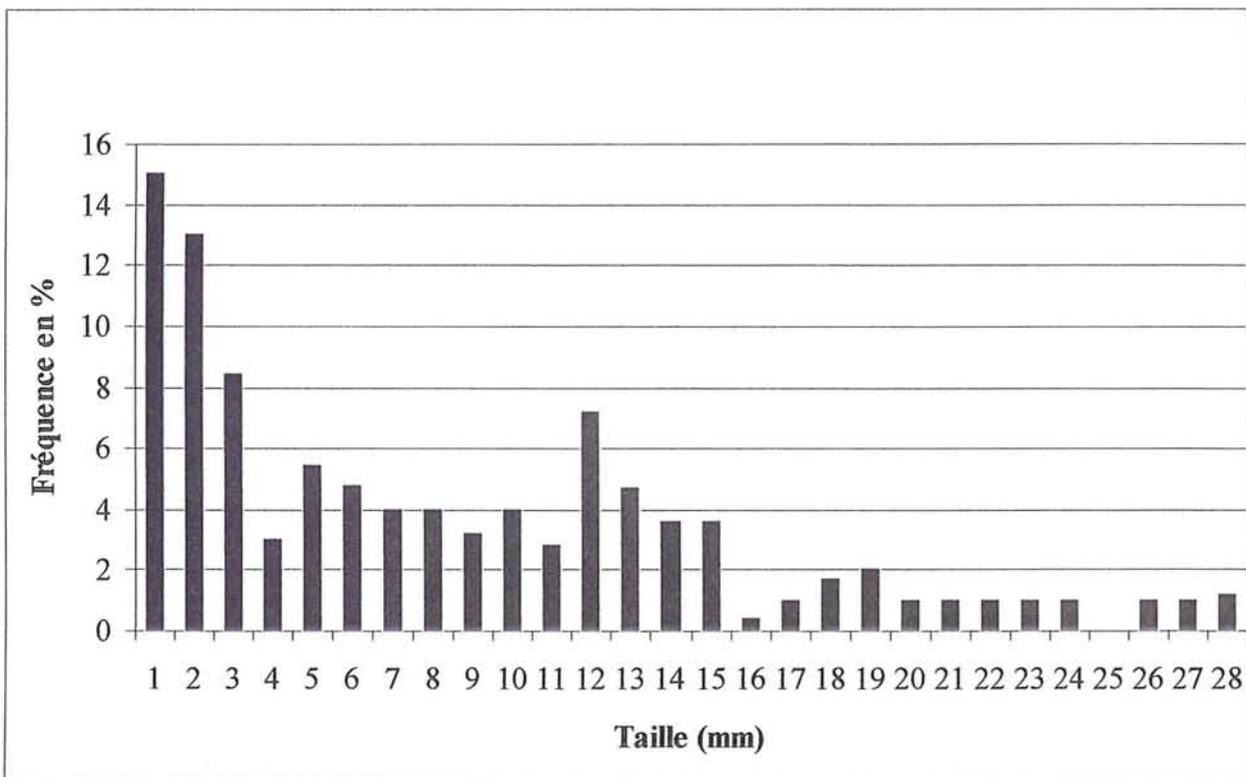


Figure 2 : taille du naissain d'huître plate obtenu par captage dans le milieu naturel sur la côte du Languedoc entre juin et octobre 1982 (Bartolomé, 1984)

Pour les autres années, les densités fluctuent entre $0,8/\text{dm}^2$ (1973, Cap d'Agde) à $52,6/\text{dm}^2$ (1968, Palavas). Durant cette période, différents supports de fixation chaulés ou non ont été utilisés : plaques, chapeaux chinois, boucliers, tuiles, multituiles, barres, tubes, coquilles de moules, etc.

Tous ces essais divers ont montré que les fixations du naissain débutent en juin et s'échelonnent régulièrement par vagues durant l'été jusqu'à l'automne (jusqu'à décembre certaines années). La figure 2, reprise du travail de Bartolomé (1984), donne un exemple des tailles de naissain que l'on peut obtenir en Languedoc-Roussillon. Les collecteurs ont été posés devant Marseillan à 20 mètres de profondeur le 1^{er} juin 1982 et relevés le 8 octobre 1982 (effectif de l'échantillon 207). Le suivi effectué au cours de cette expérimentation montre qu'il y a eu trois pontes principales durant la période, autour du 20 juin, du 25 juillet et durant le mois de septembre. Il y a donc au moins trois vagues de fixation durant l'été et cela explique la grande dispersion des tailles du naissain. Les fixations sont très abondantes avec des densités de 26, 94 et 24 naissains/ dm^2 respectivement les 9 juillet, 9 août et 8 octobre. Les individus de grande taille issus des premières fixations sont peu nombreux en fin de période, il y aurait donc une mortalité relativement importante au cours de la saison dont les causes ne sont pas bien identifiées (prédateurs, gêne occasionnée par les fixations successives ?). On retrouve cet état de fait dans tous les résultats de captage : le nombre des individus réellement utilisables est donc souvent beaucoup plus faible que le nombre total de naissain capté.

Les rendements obtenus sont très variables selon les techniques employées et les années. De plus les rendements sont généralement donnés toutes tailles confondues en comprenant les individus trop petits pour être utilisés. Ces données de rendement sont donc difficilement comparables.

Il n'en reste pas moins que ces expérimentations ont montré que le captage était possible et ont ouvert la voie à des expérimentations plus conséquentes.

Elles ont aussi bien mis en évidence les difficultés rencontrées :

- fort captage de moule au printemps sur les collecteurs qui a incité par la suite à travailler en profondeur en dessous de -20 mètres,
- contrainte due aux fortes tempêtes à partir d'octobre qui impose de relever les collecteurs avant cette période ou d'utiliser des structures résistant aux tempêtes.

2.2.1.2. Premiers essais de rationalisation en 1987 et 1988 : cadres légers avec coquilles de moules étuvées

Des essais de captage à grande échelle ont été tentés en relation avec les éleveurs bretons pour ensemer les cultures en eaux profondes de Bretagne (Mazurié & Martin, 1990 ; Mazurié, 1992). Les capteurs utilisés étaient des coquilles de moules étuvées contenues dans des filets en «boudins» suspendus à des cadres légers en fer type fer à béton. Ces cadres posés sur le fond ont été utilisés à grande échelle sur Gruissan et Port-Vendres en 1987 et 1988. Ces essais ont été confrontés à des difficultés liées au mauvais temps et aux conditions de transport du petit naissain. En effet, les cadres n'ont pas tenu aux tempêtes et les essais de transfert par camion de petit naissain avant les tempêtes ont conduit à des mortalités importantes. De plus, les rendements de captage ces années là étaient relativement faibles. Ce type d'opération de grande envergure n'a donc pas eu de suite.

Ces travaux ont confirmé les difficultés signalées plus haut et liées aux tempêtes automnales : relever les collecteurs avant les tempêtes conduit à exploiter du naissain très petit qui s'avère très fragile et en définitive inutilisable. A signaler qu'un essai de stockage des cadres durant l'hiver dans l'avant port de Gruissan n'a pas non plus donné de résultats satisfaisants.

2.2.1.3. Essais de rationalisation basés sur l'utilisation de structures de captage lourdes résistantes aux tempêtes

De 1987 à 1990, les efforts ont porté sur la rationalisation des techniques par l'utilisation de structures lourdes appelées conteneurs (planche photo), résistant aux tempêtes et immergées entre 20 et 30 mètres pour éviter les fixations de naissain de moules. Les collecteurs utilisés étaient de type « *Pleno multituiles* » chaulés, en empilement compact pour rentabiliser ces structures. La manutention de ces conteneurs nécessite des moyens à la mer conséquents du type des barges mytilicoles.

Les premiers essais expérimentaux de ces structures ont donné des résultats suffisamment encourageants (tableau 1.2.) pour lancer une opération pilote de transfert en 1990 et 1991 (tableau 1.3.). A cette occasion, les rendements de captage ont été faibles, de l'ordre de 2,5 huîtres par dm² potentiellement transférables en structure de prégrossissement. Ces rendements n'ont pas été jugés suffisants pour justifier l'investissement et seuls 4 conteneurs sur 14 ont été relevés lors de cette expérimentation. De même, les résultats de l'année 1989, sur ces mêmes structures, étaient particulièrement médiocres : 1,3 huître par dm². Ces faibles résultats de captage peuvent s'expliquer, soit par de mauvaises années de captage durant cette période, soit par la mauvaise performance de la structure captante du fait de l'empilement trop dense des collecteurs.

Les deux causes ont dû vraisemblablement intervenir simultanément. Pour vérifier l'influence de la densité des collecteurs, deux conteneurs équipés avec des collecteurs disposés de façon plus espacée ont été posés en 1992. Le fait que ces collecteurs n'ont pas été relevés par la suite montre bien que cette technique a été jugée par la profession définitivement incompatible avec un rendement économique.

Seulement 4 conteneurs ayant été posés, les essais ont donc été abandonnés. Le test de l'amélioration des conteneurs qui aurait permis de statuer avec un peu plus de recul n'a pas été jugé utile.

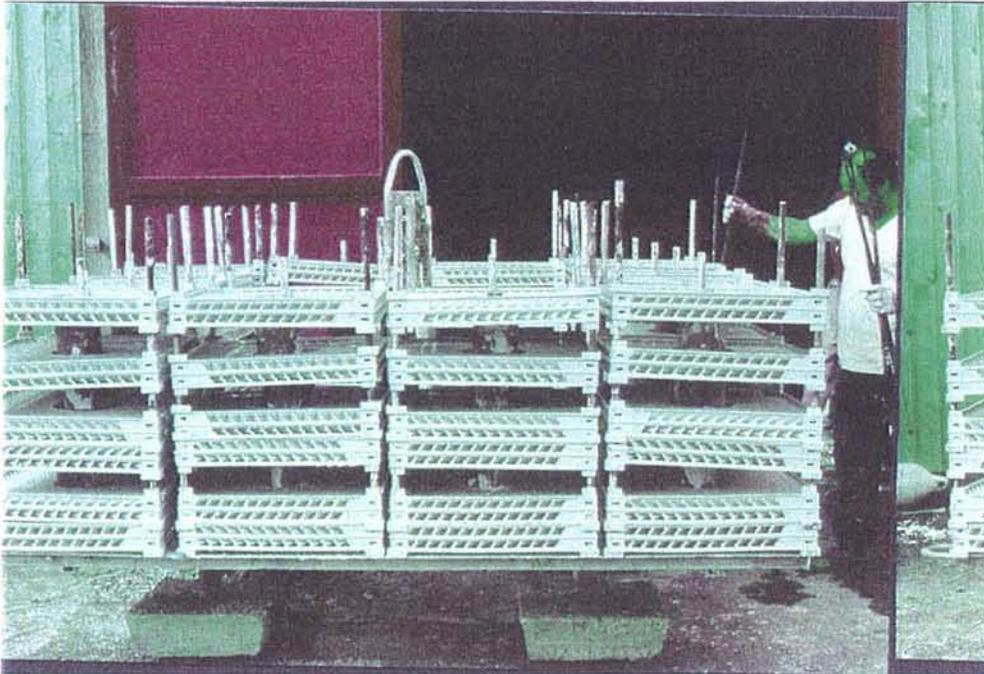
2.2.1.4. Conclusions

D'une façon générale, il ressort de toutes ces expérimentations que, avec les choix techniques effectués, les résultats de captage naturel ont été trop variables et aléatoires pour être pris en compte dans une stratégie de production. Les essais ont donc été abandonnés.

Cependant, le potentiel naturel existe, même s'il fluctue selon les sites et les années. Il est sans doute regrettable que les recherches sur cet aspect aient été totalement abandonnées. D'autres voies seraient à explorer. En particulier la focalisation sur le fait qu'on ne pouvait travailler qu'en profondeur à cause du captage de naissain de moules a empêché la valorisation des filières elles mêmes comme structures de captage. Or la période de juillet à janvier qui correspond à la période intéressante pour le captage d'huître ne comporte pas de fixation de naissain de moules. Des collecteurs de type lames Norlac, utilisables sur filières seraient à tester.

Les collecteurs ont toujours été posés sans tenir compte de la présence ou non des larves dans le plancton, augmentant encore l'aspect aléatoire du captage. Un suivi des larves dans le plancton tel qu'il est effectué dans les sites de captage d'huître plate permettrait sans doute d'optimiser le captage.

Un des problèmes rencontré est que les éleveurs en mer, confrontés à des problèmes de rentabilité immédiate et au fait que le travail en mer est difficile (accès limité dû au mauvais temps fréquent), n'ont pas beaucoup de temps à consacrer à ces expérimentations.



A



B

PLANCHE 1 :

A - conteneur équipé de collecteurs Pléno

B - fixation d'huîtres plates sur collecteur

Tableau 1 : synthèse des travaux antérieurs, bilan des données de catage naturel de naissain d'*Ostrea edulis* de 1968 à 1993 (Sources ISTPM, IFREMER, CEPRALMAR)

1.1. Période 1968-1986

ANNEE	LIEU	PERIODE	NOMBRE ET TYPE DE SUPPORT	PROFONDEUR	RENDEMENT TAILLE	OBSERVATIONS
1968	Palavas		Tubes, pneus, épaves voitures	- 21 m	Non quantifié mais période de fixation notée en juin, juillet et septembre	Résultat surprise sur Récifs artificiels <i>Anonyme, 1969</i>
1969	Palavas	25/07 au 20/08	Plaques métal et plastique 6 horizontales -----> 6 verticales -----> - surplombantes ----->	- 21 m	6 4 à 6/dm ² 6 14 à 20/dm ² - 16 à 20/dm ²	Problème d'envasement Compagnie Générale Transat. + IFREMER, 1970
1970	Palavas	06 à 11		- 21 m		Compagnie Générale Transat + IFREMER, 1970
1972	Palavas Est + Ouest	5 à 10	17000 tubes 6000 chapeaux chinois sur armatures	- 20 m	≅ 10/dm ² (chap) 2 à 3/dm ² (tube) 0,4 à 40 mm (armature)	Grande disparité dans les densités et les tailles. Raimbault & Arnaud, 1974, Sacchi, 1973
1973	Saintes Maries	6 à 12	Chapeaux chinois	?	6,5/dm ² 17 mm	Perte de matériel Raimbault <i>et al.</i> , 1975
1973	Cap d'Agde	6 à 12	Divers chaulés	6 10 m - 30 m	0,8/dm ² 17 mm 6,0/dm ² 13 mm	Perte de matériel Raimbault <i>et al.</i> , 1975
1973	Leucate	6 à 12	Divers chaulés	?	9,4/dm ²	Sacchi, 1973
1973	D'Espagne à Saintes Maries	6 à 11	Divers plastiques sur 20 sites	- 9 à - 30 m	5,5 - 9,4/dm ²	Moyenne/année 1973 Raimbault, 1974, 1975
1975	Port la Nouv.	7 à 11	Chap chinois + MT +	- 5 m	1500/dm ²	Raimbault, 1976
1975	Port la Nouv.	7 à 11	+ tubes + Pléno	8 à 10 m	100/dm ²	
1975	Port la Nouv.	7 à 11	Montés sur filière	-20 m	6 à 800/dm ²	

1980	Cap d'Agde	7 à 11	Tuiles, boucliers	?	10 à 38/dm ² 0,8 à 26 mm	Krichen, 1981
1982	Marseillan	6 à 10	Chapeaux chinois	- 20 m	3,3 à 94,5/dm ² 0,8 0 7,7 mm	Bartolomé, 1984
1982	Tous sites		Tous collecteurs		11/dm ²	Moyenne/année 1983 Paquotte, 1987
1983	Marscillan	6 à 10	Coquilles sur cordes	- 20 m	0,3 à 4,9/dm ²	Bartolomé, 1984
1983	Sète	25/06 au 22/10	Coquilles de moules	- 20 m	25/dm ²	Bartolomé, 1984
1983	Cap d'Agde	20/06 au 22/10	Coquilles de moules	- 20 m	1,5/dm ²	Moyenne sur 3 essais Bartolomé, 1984
1983	Tous sites	Toutes périodes	Tous collecteurs	-15 à -23 m	1,3/dm ²	Moyenne/année 1983 Paquotte, 1987
1984	Cap d'Agde ?	7 à 11	Coquilles moules en pochon Feuilles de plastique Câble Corde	-----> -----> -----> ----->	5/coquille 5/dm ² néant 50/m de corde	Anonyme Ifremer, 1985 - Problème de tenue des structures - Tempêtes - Paquotte & Moriceau, 1985
1985	Sète	3/07 au 25/09	Moule Pléno chaulé et non chaulé Mytilicorde	- 20 m	13/dm ² 4,2 mm ----->	Rendement sur tamis >9 m- Dispersion 85 % - Paquotte & Moriceau, 1986
1986	Cap d'Agde	27/06 au 23/09	Moule Pléno	- 20 m	4/dm ² 3,6 mm ----->	Dispersion 99 % Paquotte & Moriceau, 1987

1.2. Rationalisation des essais avec conteneurs

1987	Cap d'Agde	7/07 au 10/87	108 Pléno multituiles (MT) Sur conteneur acier galvanisé	- 18 m	Néant	Matériel perdu Paquotte, 1989
1989	Aresquiers	06/89 à 03/90	Pléno sur conteneurs	- 18 m	1,3/dm ² 26,6 ± 1,3 mm	Paquotte, 1990 Defossez, 1990
1989	Moyenne tous sites	06 à 09	Tous collecteurs	- 20 m	10/dm ²	Estimation moyenne Paquotte, 1989
1990	Tous sites	4 expérimentations	Tous collecteurs	N. prof.	2/dm ² 22,1 mm	Moyenne/année 1989 Défossez, 1991

1.3. Période 1990-1993 – Opération pilote et témoins télécapage

1990	Vendres	12/06 au 6/08	108 Pléno MT x 2 conteneurs	- 18 m	4,2 dm ² >10 mm	OPERATION PILOTE Sur les 14 conteneurs 4 seulement ont été relevés Défossez <i>et al.</i> , 1991
	Sète	12/06 au 23/05	x 6 conteneurs	- 18 m	1,56 dm ² >10 mm	
	Cap d'Agde	26/06/ au 4/06	x 6 conteneurs	- 18 m	1,12 dm ² >10 mm	
1991	Vendres - Agde	Posés mi juin et non relevés par la suite				OPERATION PILOTE Pas de relevé Non publié
1991	Aresquiers	06 à 11	Pléno (3)	- 22 m	0,3 à 2,5/dm ²	Témoin durant nursérie en mer sur télécapage Coatanéa, 1992
1992	Aresquiers	12/06 au 14/	Pléno chaulé en mini containers	- 23 m	Rendement brut : 7,2/dm ² Rendement utile (>10mm) : 2/dm ²	Coatanéa, 1994

2.2.2. Production de naissain par télécaptage (1991-1993)

Suite à l'échec de l'opération pilote de captage, le problème de l'approvisionnement en naissain restait irrésolu. Dans ces conditions, les recherches se sont orientées vers la reproduction artificielle et dans un premier temps vers le télécaptage.

Tableau 2 : synthèse des travaux antérieurs, résultats du télécaptage.

ANNEE	CONDITIONNEMENT		ELEVAGES LARVAIRES			
	Printemps	Automne	Printemps		Automne	
	Nombre de larves émises (*10. ⁶) par conditionnement		Nombre élevages	Nombre fixations	Nombre élevages	Nombre fixations
1991	92,4	98,5	5	4	10	0
1992	99,5	93,4	15	8	14	0
1993	81	0	8	6	1	1
1994	101,6 + été 225,6	15,6			1	1

L'objectif était de transférer la technique du télécaptage pratiquée pour l'huître creuse à l'huître plate, à partir de larves œillées produites en éclosérie commerciale. Du fait de la carence de ces dernières, le Laboratoire Conchylicole de Palavas a dû mettre en place une installation de conditionnement de géniteurs méditerranéens, ainsi que des installations expérimentales d'élevage larvaire. Le tableau 2 récapitule les résultats obtenus exprimés d'une part, en nombre de larves émises par saison de conditionnement et, d'autre part, en nombre d'élevages larvaires suivis, ou non, de mises en fixation sur les collecteurs (lames Norlac). Ces expérimentations ont mis en évidence des problèmes de conditionnement des géniteurs : l'obtention de larves d'automne est aléatoire, et lorsqu'il y a émission de larves, la qualité de celles-ci ne semble pas permettre de mener les élevages jusqu'à la fixation.

Après la fixation, les collecteurs sont immergés en mer sur cadres posés sur le fond pour une phase de nurserie qui fournira les premiers stades du naissain 15 à 20 mm. Le tableau 3 présente les résultats obtenus en terme de survie de ce stade de nurserie en mer à partir des télécaptages de printemps pour les années 1991, 1992, 1993, à partir de télécaptage d'automne pour 1994.

Tableau 3 : synthèse des travaux antérieurs, résultats de survie du naissain télécapté durant la phase nurserie (après tamisage sur maille de 10 mm)

ANNEE	Pourcentage de survie en fin de phase de nurserie
1991	46 à 65
1992	11 à 12
1993	2 à 5,5
1994	1 (en mer) – 2 (en étang)

Ces expérimentations ont permis de démontrer la faisabilité du télécaptage de l'huître plate. Elles ont également mis en évidence les difficultés rencontrées pour maîtriser l'élevage larvaire de cette espèce. En particulier, des problèmes de qualité d'eau à Palavas ont perturbé la production quantitative et qualitative des microalgues nécessaires à l'alimentation des géniteurs et des larves.

Ceci, allié à la faible fécondité d'*Ostrea edulis* en général, explique les rendements irréguliers. Pour des fixations réussies comme celles de 1991, les résultats obtenus en fin de phase de nurserie sont très satisfaisants.

2.2.3. Prégrossissement du naissain

Que ce soit par captage ou par télécaptage, le naissain obtenu sur les collecteurs est trop petit (15 à 25 mm) pour être mis en élevage et une phase de prégrossissement est nécessaire pour l'amener à une taille « collable » de 40 à 50 mm. Le tableau 4 recense les principales opérations de prégrossissement réalisées.

Les premiers essais en mer, négatifs du fait des tempêtes et des salissures par les moules, ont conduit là aussi à l'utilisation de conteneurs équipés de pochons ostréicoles puis de conteneurs modifiés. Les résultats concernant cette phase de l'élevage en mer ouverte sont relativement réguliers avec des survies correctes. La mer ouverte a toujours été favorable pour cette phase de prégrossissement, elle présente notamment en été des conditions nettement meilleures qu'en étang (température stable, pas de risques d'anoxie, pas de salissure).

A noter encore, que du fait des problèmes de fixation de moules, les filières n'ont pas été utilisées pour cette phase ; elles présentent cependant des caractéristiques favorables durant toute la période juin-janvier.

2.2.4. Grossissement

Le tableau 5 résume les données concernant le grossissement des huîtres plates. Les premières expériences ont été menées en parallèle à Thau et en mer (*Paquotte, 1987*) selon la technique du collage sur corde. Elles montrent un très net avantage pour la croissance dans la zone A Bouzigues de l'étang où la taille commerciale peut être atteinte en 12 mois d'élevage. Les zones C Marseillan et la mer ont des performances équivalentes (du fait d'une croissance hivernale en mer), avec une durée d'élevage deux fois plus long qu'en zone A Bouzigues pour atteindre la taille commerciale. Le point le plus remarquable de ces élevages est le très faible taux de mortalité, 10 à 15 % réparti sur toute la période d'élevage.

Suite à ces résultats, un itinéraire technique avait été préconisé et essayé en 1990-1991 en mer (*Défossez et Coatanéa, 1992*). Si les résultats en termes de survie se sont avérés corrects, la croissance et l'engraissement des animaux ont été nettement en deçà des performances escomptées. La compacité des structures d'élevage sur le fond, conteneurs ou radeaux ballastables, explique là encore ce bilan peu satisfaisant.

De nouveaux essais sur des structures plus « aérées », sur radeau ballastable et sur cordes ont été faits en 1992 (*Coatanéa et al., 1994*). Le tableau 5 montre que les taux de survie durant le grossissement sont bons. La technique du collage sur corde est nettement supérieure à l'élevage en poche. De même, les poches aérées ont présenté de meilleures performances.

Ces élevages issus de télécaptage ont des résultats bien supérieurs à ceux réalisés antérieurement à partir de captage naturel. Ils montrent aussi le grand intérêt de la complémentarité mer (nurserie, prégrossissement) et étang (grossissement).

Tableau 4 : synthèse des travaux antérieurs, résultats des expérimentations de prégrossissement d'huîtres plates en Méditerranée

ANNEE	SITE	PERIODE	TAILLE INITIALE Longueur - poids	TAILLE FINALE Longueur - poids	SURVIE	OBSERVATIONS
1985-86	Thau : origine éclosionerie -origine captage naturel	10/85 à 7/86	n.c.	9,5 g 8 g	50 %	Paquette et Moriceau, 1987 Paquette, Moriceau et Comps, 1987 Captage de moules +destruction des structures au Cap d'Agde
1985-86	Maguelone : origine éclosionerie - origine captage naturel	10/85 à 7/86	nc	9,8 g 7,6 à 8,6 g	20 % 20 à 38 %	
1985-86	Cap d'Agde	10/85 à 07/86	1,5 g	12 g	50 %	
1989	Sète sur conteneurs Captage naturel	01 à 09	19,9 mm 1,4 g	36,8 mm 5,1 g	78 % (20% >)	Paquette, 1989
1990	Vendres Captage naturel <i>Maheo</i>	05 à 09			90 % (50% >)	Coatanéa et al., 1993
1989-91	Résultats moyennés en mer				20 à 50 %	Défossez et Coatanéa 1992
1991	Sète Captage naturel	06 à 10	n.c.	30 mm 3,7 g	71 % 30 %	Défossez et Coatanéa 1992
1991-92	Vendres Captage naturel	11/91 à 04/92	n.c.	30 mm – 2,8 g 40 mm – 5,7 g	19 % 12 %	Coatanéa <i>et al</i> 1993
1991-92	Palavas Captage naturel	11/91 à 04/92	n.c.	30 mm – 2,7 g 39 mm – 5,7 g	24 % 18 %	Coatanéa <i>et al</i> 1993
1992-93	Palavas origine éclosionerie - lames Norlac - Pléno	10/92 à 03/93	19 mm – 0,6 g 27 mm – 1,9 g	25 mm – 2,1 g 34 mm – 5,3 g	79 % 90 %	Coatanéa <i>et al</i> 1994

Tableau 5 : synthèse des travaux antérieurs, résultats des expérimentations de grossissement d'huîtres plates en Méditerranée

ANNEE	SITE	PERIODE	TAILLE INIT. Poids, longueur	TAILLE FIN. Poids longueur	SURVIE	OBSERVATIONS
1975	Port-la-Nouvelle -5 m Captage de 1973	07 à 10	21 g	38,4 g	52 %	Structures arrachées Par la tempête Raimbault, 1976
1983	Pissevache :- 5 m collage - 10 m collage - 15 m collage	01 à 07	15 g	27,4 g 31,3 g 35,3 g	60 % 70 % 63 %	Gain moyen 3,3 g /mois Paquette et Moriceau, 1987
1983	Cap d'Agde :- 5 m collage - 10 m collage - 15 m collage	01 à 07	15 g	24,9 g 28,3 g 24,8 g	38 % 89 % 81 %	Gain moyen 3,3 g /mois Paquette et Moriceau, 1987
1983	Gruissan :- 5 m collage - 10 m collage - 15 m collage	01 à 07	15 g	35 g 36 g 35 g	n.c.	Gain moyen 3,3 g /mois Paquette et Moriceau, 1987
1985	Thau Zone Bouzigues Thau Zone Marseillan	04 à 12	9 g	63 g 30 g	n.c.	Arrêt croissance hivernale Paquette et Moriceau, 1987
1985	Cap d'Agde	04 à 11	9 g	n.c.	n.c.	Gêne par captage de moules Paquette et Moriceau, 1987
1986	Thau, divers points	06 à 12	13 g	37 g		Paquette et Moriceau, 1987
1986	Cap d'Agde subsurface Cap d'Agde fond	06 à 12 06 à 10				Paquette et Moriceau, 1987
1989-90	Thau Bouzigues poches Mer Sète à -30m collage	21 mois	10,7 g 4 g	32,4 g 12,7 g	? 86 %	Poches perdues Défossez & Coatanea, 1992
1989-90	Vendres -23 m collage Vendres -23 m collage	18 mois	1,5 g 8,4 g	25,5 g 11,8 g	62 % 56 %	Radeau ballastable Défossez et Coatanea, 1992
1991-92	Thau zone Marseillan Aresquiers Vendres	10/91 à 11/92		75 mm - 53 g	71 à 81 % 58 à 76 % 70 à 88 %	Coatanea et al., 1994
1993	Thau Marseillan Aresquiers				68 à 81 % n.c.	Matériel perdu en mer Non publié
1994-95	Thau - Marseillan Etang du Prévôt				47 % n.c.	Perte des structures Non publié
1994-95	Etang du Prévôt				60 % n.c.	Pertes dues au captage de moules Non publié

2.3. ETUDE DU CONTROLE DE LA REPRODUCTION

L'objectif de ces expérimentations était d'optimiser la gestion d'un stock de géniteurs, afin de répartir les pontes sur un calendrier annuel. (Coatanéa et al., 1995 et 1996 ; Vercelli et al. 1998).

Pour ces deux années d'études, une salle expérimentale a été conçue et installée à la Station IFREMER de Palavas. Un stock de 1.100 géniteurs d'huîtres plates méditerranéennes a été maintenu au froid ($7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), en circuit fermé sur filtration biologique, durant 10 mois. La ration alimentaire a été ajustée empiriquement à la température, la salinité fixée à 36 ‰ et la photopériode à 12 heures, durant toute la durée de l'expérimentation. Des prélèvements bimestriels ont permis de suivre l'évolution de l'indice de condition, de la gamétogenèse et des teneurs en lipides, glucides totaux et glycogène. Les observations ont montré que le processus de maturation n'est pas bloqué dans ces conditions, mais que le déclenchement des émissions larvaires est inhibé. Tous les deux mois, un lot de géniteurs issus de ce stock a été acclimaté par une remontée progressive à une température de 19°C et une augmentation simultanée du niveau d'alimentation.

Durant la première année d'expérimentation, les géniteurs ainsi conditionnés ont tous produit des émissions larvaires réparties selon un calendrier programmé de mai à novembre, sans dégradation des caractéristiques biométriques et biochimiques des larves. Le protocole de la seconde année d'étude a été complété par un essai de «vernalisation» (ou printanisation) sur une population de géniteurs qui a été réintroduite dans une eau à 7°C après une séquence de ponte, puis re-conditionnée en bacs de maturation par lots successifs, afin de comprimer le cycle de reproduction et d'obtenir plusieurs cycles de pontes sur l'année. Aucune ponte n'a été obtenue dans ces conditions, bien qu'aucune mortalité n'ait affecté les huîtres durant leur deuxième période de stockage au froid ; par contre, lors de la phase de re-maturation, les géniteurs ont subi les effets de la bonamiose développée sous l'effet des stress consécutifs, ce qui s'est traduit par une forte mortalité et aucune émission larvaire. Il faut noter qu'une des pontes de novembre 1994 a permis de mener à bien une opération de télécaptage sur lames « Norlac », suivie d'un prégrossissement.

2.4. OBSERVATIONS SUR LES PATHOLOGIES ET VEILLE ZOOSANITAIRE

Après les épizooties des années 50, le premier cas de mortalités anormales d'huîtres plates sur les élevages de Méditerranée a été observé sur l'étang de Thau au début des années 60, sans que leurs causes n'aient pu être précisées (Hamon et Pichot, 1994).

D'autres cas épisodiques ont été observés à partir de 1987, date à laquelle ont été identifiés pour la première fois sur l'étang de Thau, *Marteilia refringens* et *Bonamia ostreae*. Ces pathogènes affectaient alors des huîtres transférées de Bretagne et initialement contaminées. Le suivi de l'état zoosanitaire des huîtres plates de Méditerranée entrepris depuis 1973 a permis par la suite d'identifier *Bonamia* sur des huîtres de gisement du port de Sète et ultérieurement sur des individus de gisement de l'étang de Diana en Corse. Toutefois, la Méditerranée pouvait être considérée comme privilégiée pour ce qui concerne la marteiliose et la bonamiose, l'observation de ces parasitoses n'étant qu'anecdotique. Avec la mise en œuvre de la Directive CEE 91/97, relative à la circulation des produits aquacoles et à la protection des cheptels contre les maladies, et avec la création en 1992 du REPAMO (Réseau de Pathologie des Mollusques) dont une cellule de veille zoosanitaire a été identifiée en Méditerranée, les efforts d'examen ont considérablement augmenté. Ainsi en 7 ans, de 1993 à 1999, plus de 7.000 huîtres plates de gisements naturels, d'élevages et d'individus utilisés dans le cadre du développement de programmes particuliers sur cette espèce ont été examinés sur coupes histologiques ou frottis pour recherche des deux pathogènes (Pichot, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999). Les résultats ont montré que la maladie de la glande digestive comme la maladie hémocytaire affectaient pratiquement tous les gisements, classés ou non, de Méditerranée et les élevages de l'étang de Thau à des taux parfois élevés.

Ces dernières années on observe en particulier une recrudescence de *Marteilia* sur les gisements de Port-Leucate (Aude) et de Carreau (Golfe de Fos-sur-Mer – 13). Sur l'étang de Thau, après une prédominance de *Bonamia*, la présence de *Marteilia* « contraire » les efforts faits dans le cadre des essais de relance de la production d'*Ostrea edulis*.

Des travaux sur l'huître plate de Méditerranée (*Comps, 1985 ; Pichot, 1984*) ont permis par ailleurs de montrer que cet hôte peut également être affecté par d'autres pathogènes et en particulier des haplosporidies ou organismes rickettsiens.

2.5. CONCLUSIONS

Au vu des résultats aléatoires, le captage naturel ne peut être considéré dans le cadre d'une stratégie de production, mais il peut cependant être envisagé comme source complémentaire d'approvisionnement de naissain.

Les expérimentations réalisées sur le télécaptage d'huîtres plates ont mis en évidence les difficultés rencontrées en écloserie pour obtenir un rendement fiable en quantité et en qualité. Les écloseries actuelle devraient pouvoir surmonter ces difficultés pour produire des post-larves de qualité en grande quantité. Dans ces conditions, un élevage à partir du télécaptage nécessite les opérations suivantes.

Phase de télécaptage

- Conditionnement de géniteurs indigènes dès janvier-février, à une température d'environ 20°C, et avec un apport de nourriture (microalgues de culture ou eau de forage riche en phytoplancton).
- Mise en place de récupérateurs de larves (maillage de 80 µm).
- Mise en élevage larvaire à 22°C, avec apport de nourriture.
- Observation quotidienne à la loupe binoculaire pour surveiller la croissance et la mortalité éventuelle, puis l'apparition de larves pédivéligères « oillées » prêtes à se fixer.
- Lorsque le pourcentage de larves pédivéligères atteint 70 à 80 %, transfert dans des bacs de télécaptage paraffinés et équipés de supports non chaulés et d'un bullage séquentiel. Différents supports peuvent être utilisés. Les lames Norlac ont donné de très bons résultats.
- Le nombre de larves dépend de la surface des supports proposés, et on estime le taux de fixation à 15-20 % afin d'obtenir une moyenne de 15 naissains par dm².
- Le transfert sur le site de nurserie se fait au bout d'une ou deux semaines.

Une solution plus abordable et moins technique consiste à passer commande à une écloserie commerciale, qui livrera des larves oillées prêtes à se fixer ainsi que la quantité d'algues nécessaire durant la phase de fixation.

A partir de la fixation, l'élevage comporte 3 étapes.

Phase de nurserie

C'est l'étape la plus délicate. Elle dure environ 5 mois, jusqu'à ce que le naissain ait atteint la taille optimale pour être « détiqué » (détaché du collecteur), soit environ 15-20 mm. Les lames Norlac ont l'avantage de pouvoir être installées facilement sur les filières en mer. Lorsque la fixation a été réalisée sur de la brisure de coquille (en « une à une ») la nurserie peut se dérouler dans des structures suspendues de type « pearl net ».

Cette étape de la nurserie peut se dérouler :

- en étang (durant l'hiver, le printemps et l'automne),
- en mer, en été, lorsque les fixations de naissain de moules sont terminées et pour éviter la température élevée de l'étang,
- ou encore toute l'année dans des bacs à terre, dans lesquels il est souvent indispensable d'apporter du phytoplancton.

Phase de prégrossissement

Elle permet de mener le naissain détroqué jusqu'à la taille «collable» (environ 30 à 40 mm selon les producteurs). Ce serait également la taille «semable» si l'on pratiquait une aquaculture de type extensif. Les juvéniles sont disposés dans des structures suspendues type lanternes, soit en mer, soit en étang.

Cette phase de prégrossissement peut se confondre avec la nurserie lorsque le télécaptage est réalisé en une à une, à condition toutefois de changer de structure ou de maillage au fur et à mesure de la croissance.

Phase de grossissement

Elle se déroule jusqu'à l'obtention de la taille de commercialisation (variable mais généralement supérieure à 60 g), après collage sur fil suspendu sur les tables ostréicoles, soit en étang (hiver, printemps, automne), soit en mer en été (à -15 m pour échapper aux montées de température).

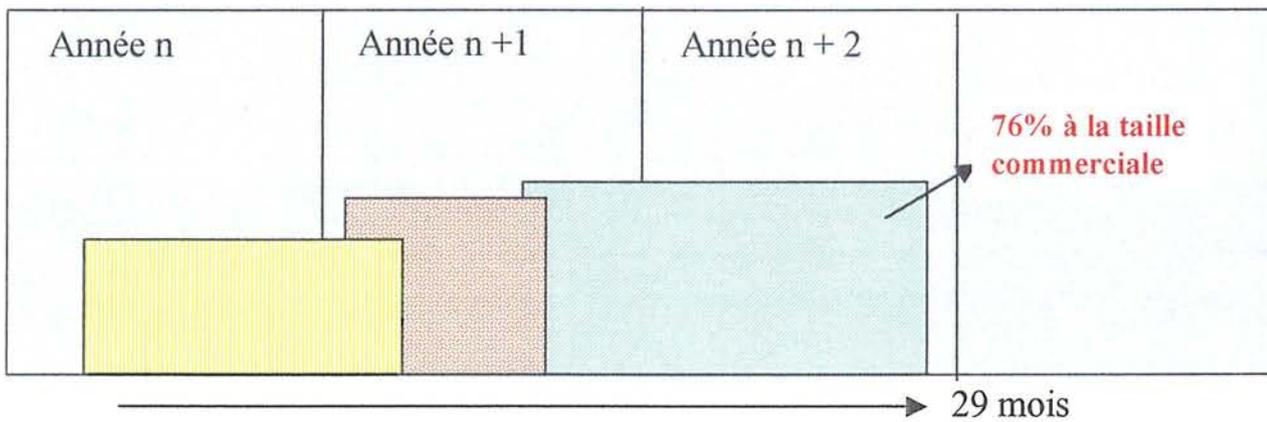
La durée de chaque phase est conditionnée par 3 facteurs : la taille initiale, la période de mise en élevage, le site d'élevage (mer, étang, mixte). A titre d'exemple, à partir de télécaptage réalisé en mai-juin, il est possible de procéder au collage dès le mois d'avril de l'année suivante et de commercialiser les huîtres 8 à 10 mois plus tard. Cependant, la production régulière de larves pédivéligères d'huîtres plates est encore délicate et l'offre commerciale relativement réduite. L'optimisation des techniques d'élevage larvaire d'*Ostrea edulis* doit être poursuivie en vue d'améliorer la productivité.

Des élevages d'huîtres plates ont été menés, soit entièrement en mer depuis le captage naturel jusqu'au grossissement, soit en faisant intervenir également le site de l'étang de Thau pour une partie. La figure 3 schématise les différents parcours d'élevage testés.

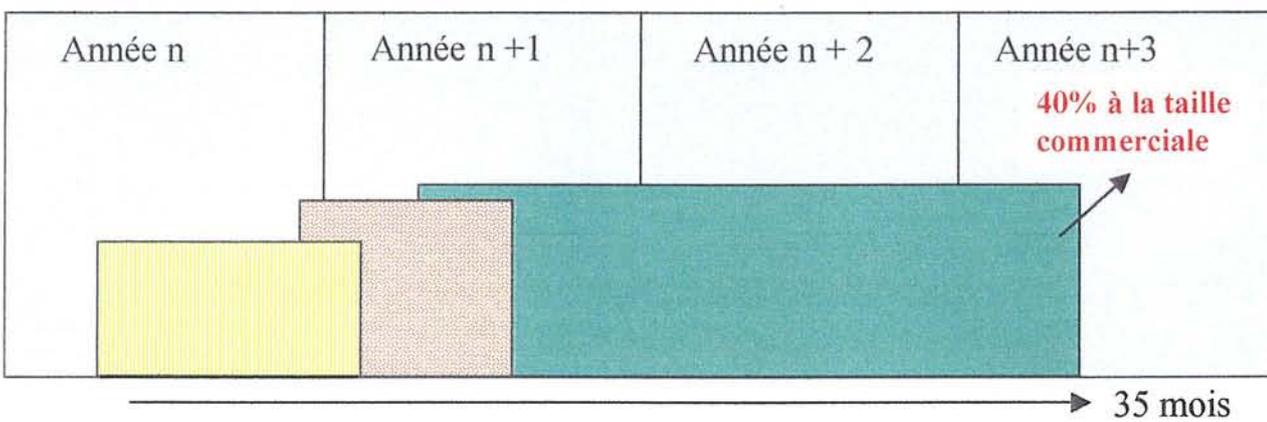
On voit que la stratégie faisant intervenir la complémentarité des deux sites à partir de naissain obtenu par télécaptage suivi d'une nurserie et d'un prégrossissement en mer, puis d'un grossissement en étang, outre qu'elle évite les aléas de rendement du captage naturel, permet d'obtenir des animaux de taille commerciale en 27 mois maximum contre 29 et 35 pour les autres parcours d'élevage. En effet, la nurserie et le prégrossissement sont globalement plus favorables en mer, du fait de la faible fixation en épibiontes par rapport à ce qui est constaté en étang. Il faut cependant remarquer que le télécaptage, pour ces expérimentations 1991-1994, était réalisé à partir de géniteurs issus du milieu naturel conditionnés à la sortie de l'hiver, ce qui figeait quelque peu le calendrier d'élevage. Le contrôle des émissions larvaires, tel qu'il a été pratiqué ultérieurement, aurait sans doute permis une modulation plus fine de ces parcours d'élevage en fonction des périodes de *fouling* de l'étang (printemps et automne).

Sur le plan zoosanitaire, outre les interrogations suscitées par la présence du parasite *Bonamia*, la recrudescence d'infestation par *Marteilia* représente un handicap supplémentaire du fait des mortalités que ce parasite devrait induire sur les élevages.

Parcours 1 - Captage naturel - élevage mer + étang



Parcours 2 - Captage naturel - élevage mer + mer



Parcours 3 - Télécaptage - élevage mer + étang

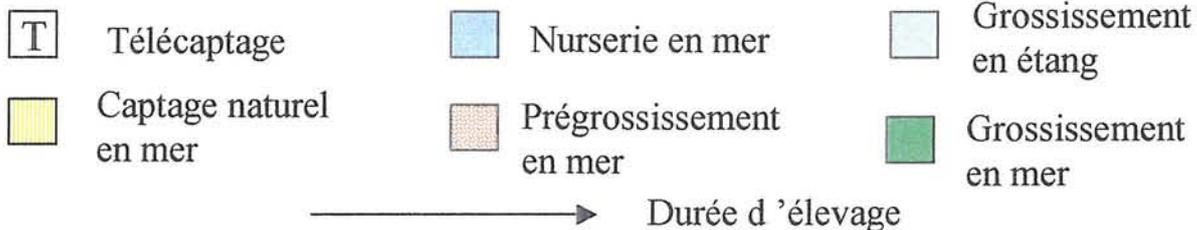
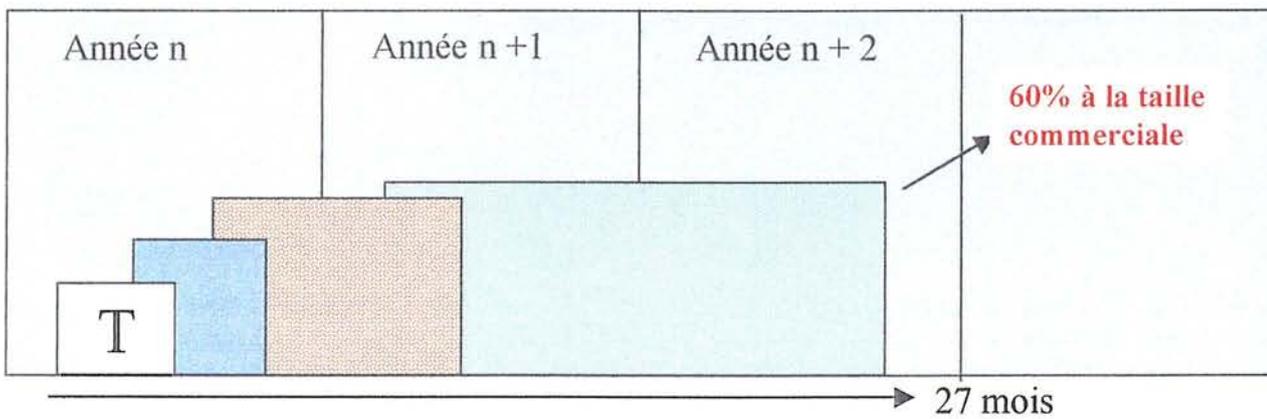


Figure 3 : synthèse des travaux antérieurs, résumé des différents parcours d'élevage testés.

3. SYNTHÈSE DES TRAVAUX ANTERIEURS : ETUDE DE LA MORTALITÉ A THAU EN 1996

3.1. OBJECTIFS

Depuis plusieurs années, les producteurs de l'étang de Thau faisaient état de mortalités sur les élevages d'huîtres plates. Les données concernant ces pertes n'étaient pas bien quantifiées, ni même bien connues. Cependant, de plus en plus de professionnels abandonnaient cette culture, malgré l'intérêt économique certain du produit.

Après avoir travaillé durant plusieurs années sur les techniques d'approvisionnement en naissain, le Laboratoire Conchylicole de Méditerranée de l'IFREMER a donc recentré ses activités sur l'observation des mortalités d'huîtres plates dans l'étang de Thau, avec pour objectif d'en comprendre les causes. Les producteurs interrogés se plaignaient essentiellement de pertes durant la saison chaude (juin à septembre), plus ou moins importantes selon la zone d'élevage. Le seul site avancé comme favorable étant celui de « *La Pyramide* » en zone de Marseillan, où se trouve la table expérimentale de l'IFREMER.

En 1996, des expérimentations ont donc été programmées dans le but de recueillir des données sur la mortalité estivale et sur les conditions dans lesquelles celle-ci est observée. Il était initialement prévu de procéder en deux parties : d'une part, l'étude de l'effet « *site* » en plaçant 3 lots d'animaux pêchés sur les gisements de l'étang, en 3 endroits de la zone conchylicole ; et d'autre part, 3 lots de souches externes à l'étang devaient être suivis et placés sur une même table afin d'observer l'effet « *origine* ». La première partie a pu être menée à bien. La seconde n'a pu être réalisée, du fait de la difficulté d'approvisionnement en naissain dans les délais prévus.

3.2. MATERIEL ET METHODES

3.2.1. Matériel biologique

L'expérimentation a porté sur 4 lots d'huîtres plates, dont 3 étaient issus de l'étang de Thau, le quatrième lot provenant de Penthievre en Bretagne. Pour ce dernier, nous nous sommes heurtés au problème d'approvisionnement en naissain local et nous avons dû recourir à l'achat de « *gratis* » en Bretagne qui s'est révélé être de taille inférieure à ce qui avait été commandé ; il a été nécessaire de pratiquer un prégrossissement de 45 jours en poches, avant d'envisager le collage qui a dû être fait en période de chaleur. Ces aléas rendent atypique le lot n° 4. Les caractéristiques initiales de tous les lots figurent dans le tableau 6.

Tableau 6 : caractéristiques initiales de l'expérimentation mortalité 1996.

	<i>Lot 1</i>	<i>Lot 2</i>	<i>Lot 3</i>	<i>Lot 4</i>
<i>Origine</i>	Dragage Thau	Dragage Thau	Dragage Thau	Penthievre
<i>Effectif</i>	780	800	1500	1200
<i>Poids moyen</i>	26 g	24 g	29 g	8 g
<i>Mise à l'eau</i>	17 octobre 1995	16 novembre 1995	20 octobre 1995	12 juin 1996
<i>Zone</i>	Table IFREMER - Marseillan	Bouzigues large	Bouzigues terre	Marseillan

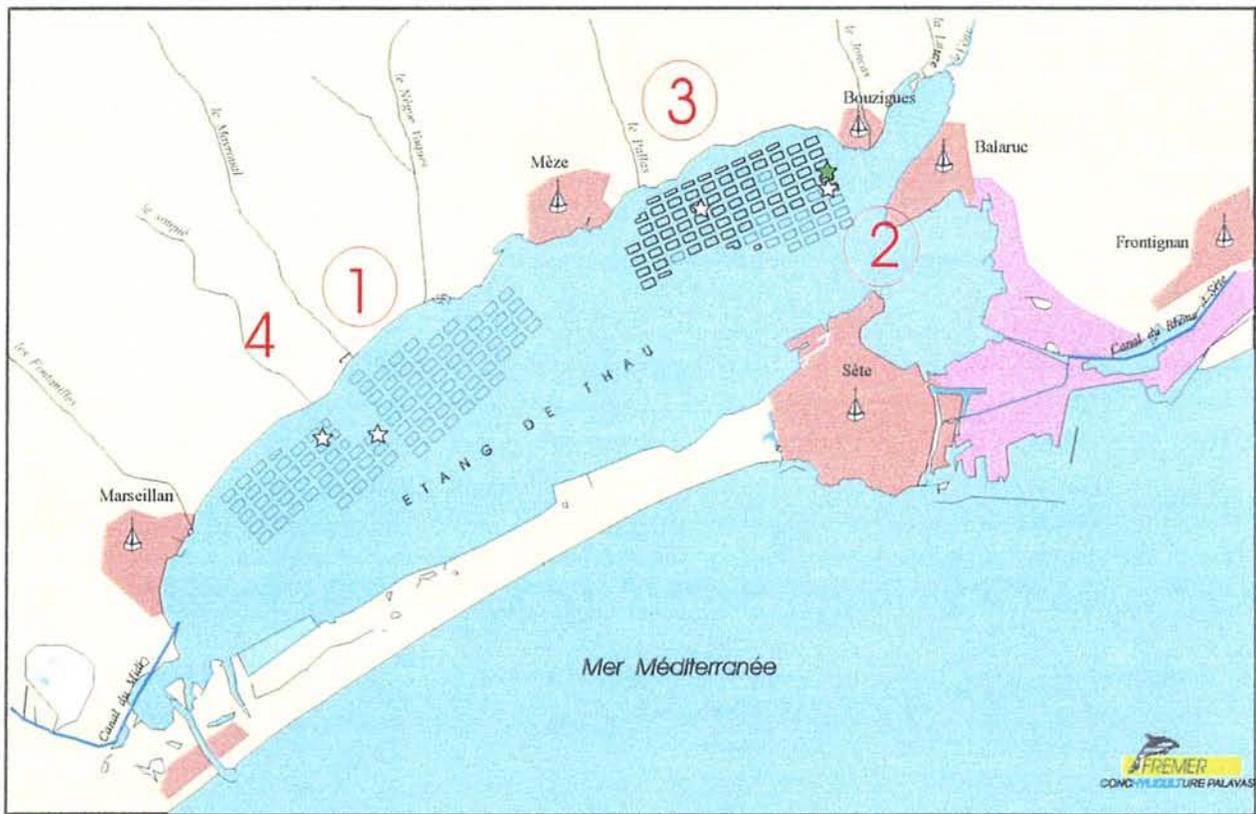


Figure 4 : expérimentation mortalité 1996, localisation des expérimentations * et de la station de mesures REPHY *

Les huîtres ont été réparties dans les zones conchylicoles de l'étang de Thau, collées sur cordes selon la pratique culturale en usage dans la région. Dans le but de se placer en conditions normales d'élevage, cette opération a été confiée aux producteurs accueillant les différents lots sur leurs tables ostréicoles, les huîtres plates ont été collées tantôt par 2 (lots 1 et 2), tantôt par 3 (lots 3 et 4) selon la pratique culturale de l'éleveur.

3.2.2. Calendrier des prélèvements

A partir de la mise à l'eau et jusqu'au mois de juin, les prélèvements sont effectués tous les deux mois, puis tous les mois, jusqu'à novembre afin de disposer d'observations plus fréquentes durant la période signalée comme critique du point de vue des mortalités.

3.2.3. Paramètres étudiés durant l'expérimentation

3.2.3.1. Paramètres environnementaux

La température est enregistrée en continu sur deux sites (zone de Bouzigues et table IFREMER en zone de Marseillan) au moyen de sondes TEMPTIMEM. Les données de chlorophylle *a* et de salinité sont obtenues à partir des analyses effectuées dans le cadre du réseau REPHY tous les 15 jours par le Laboratoire Environnement de la Station IFREMER de Sète.

La figure 4 présente également la localisation des stations de prélèvements REPHY pour les analyses de chlorophylle *a*, les mesures de salinité étant réalisées en des stations très proches de l'emplacement des lots 1, 2 et 3 de notre expérimentation.

3.2.3.2. Paramètres biologiques

3.2.3.2.1. Survie

Pour chacun des lots, 5 cordes numérotées sont réservées aux comptages de mortalité réalisés sur place par dénombrement des mortes et des vivantes ; ces 2 méthodes d'estimation sont nécessaires pour tenir compte des huîtres qui se décollent en cours de manipulation. *Ces pertes constituent un biais par rapport aux élevages menés par les producteurs qui relèvent très rarement leurs cordes entre la mise à l'eau et le moment de la commercialisation.*

3.2.3.2.2. Croissance – Indice de condition

L'ensemble de ces paramètres est mesuré individuellement à chaque prélèvement sur 30 animaux : taille et poids total, poids de coquille sèche (étuve à 60°C durant 24 h), poids de chair fraîche et après lyophilisation. Le taux de remplissage est calculé à partir de l'indice *Lawrence & Scott (1982)* : *Poids de chair lyophilisée / (Poids total - Poids de coquille)*.

3.2.3.2.3. Maturation

La détermination macroscopique est notée selon l'échelle de *Marteil (1979)* modifiée habituellement au laboratoire comme suit.

Stade	Description
Stade 0	Gonade transparente
Stade 1	Début d'épaississement de la gonade
Stade 2	Gonade recouvrant $\frac{3}{4}$ de la glande digestive
Stade 3	Gonade hypertrophiée, striée de réseaux
Stade 4	Huître laiteuse (émission de larves trochophores)
Stade 5	Huître ardoisée (émission de larves incubées)

3.2.3.2.4. Composants biochimiques

Les teneurs en lipides (*Marsh and Weinstein, 1966*), et en glucides totaux et glycogène (*Dubois et al., 1956*, sur chair non délipidée) sont dosées sur les animaux qui ont fait l'objet des mesures biométriques. Les analyses sont faites sur 3 pools de 10 huîtres, en 3 réplicats.

3.2.3.2.5. Examens zoosanitaires

La recherche du parasite *Bonamia ostreae* est faite sur frottis cardiaques colorés au R.A.L. 555 (éosine et bleu de méthylène).

3.2.3.2.6. Epibiontes

D'avril à octobre, quelques pesées globales des épibiontes ont été réalisées sur un mètre de chaque corde prélevée, accompagnées d'une notation très succincte des espèces (moules, ascidies, algues).

3.3. RESULTATS

3.3.1. Paramètres environnementaux

3.3.1.1. Température

La figure 5 présente l'évolution de la température de l'eau enregistrée en continu dans l'étang de Thau. Des problèmes techniques nous ont privés des enregistrements pour la zone de Bouzigues de mai à octobre 1996. Cependant, les mesures ponctuelles suggèrent une évolution similaire pour les autres périodes pour les 2 zones. Dès la fin mai, les températures atteignent 20°C après une progression régulière, et le seuil de 25°C est atteint en quelques jours. Le maximum enregistré est de 25,9°C les 25 et 27 juillet.

3.3.1.2. Salinité

Les valeurs enregistrées près des sites d'élevage des trois premiers lots sont reportées sur la figure 5. Durant l'expérimentation, la salinité est comprise entre 26 et 37,5 mg/l, les minima étant localisés en fin d'hiver et au printemps, et les maxima en période estivale. Cette figure fait ressortir une relative homogénéité spatiale de ce paramètre, dont les bornes correspondent à ce qui est décrit habituellement pour l'étang de Thau.

3.3.1.3. Chlorophylle a

La figure 5 présente les résultats des dosages en chlorophylle *a* effectués en un point du réseau REPHY localisé sur l'angle Sud Est de la zone de Bouzigues. Les valeurs sont comprises entre 0,40 (novembre) et 20,2 µg/l (début mars), cette dernière représente un pic élevé par rapport à la moyenne calculée sur la période d'expérimentation, soit 3,55 µg/l, elle correspond à un bloom ponctuel.

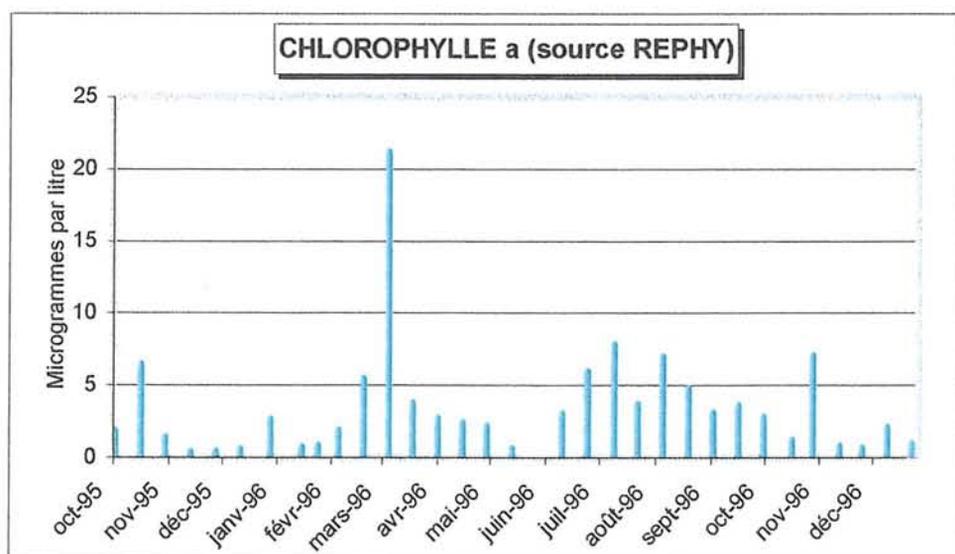
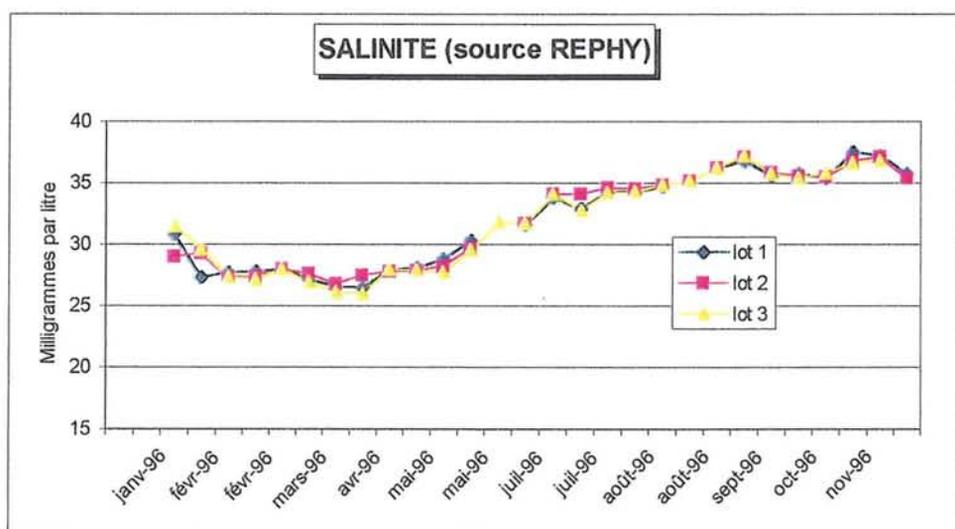
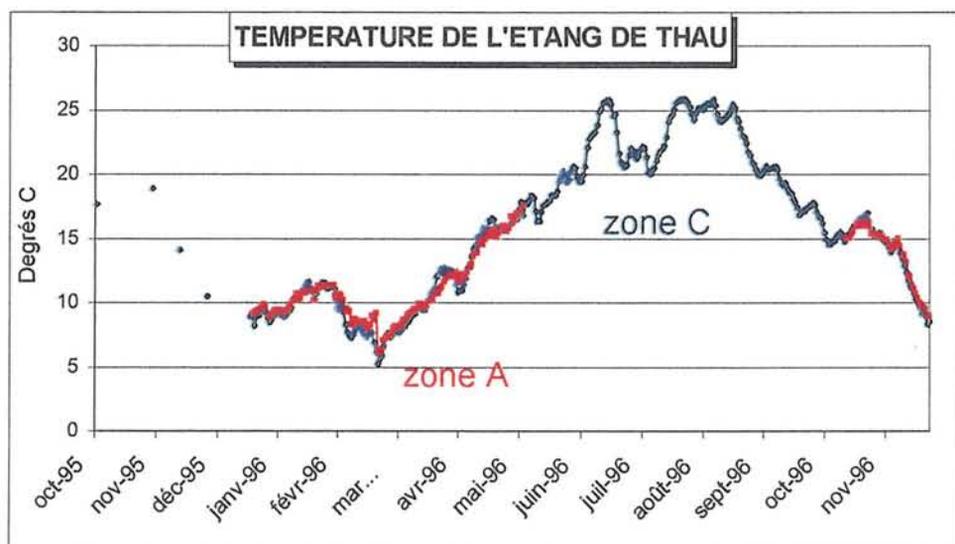


Figure 5 : caractéristiques du milieu en 1996 à Thau, température enregistrée en continu, salinité et chlorophylle.

3.3.4. Paramètres biologiques

3.3.1 *Survie*

La figure 6 présente l'évolution de la survie utile des 4 lots de l'expérimentation estimée à partir du comptage des huîtres vivantes. En effet, l'obligation de manipuler régulièrement les cordes d'élevage cause une perte d'huîtres par décollement. L'écart entre le décompte des vivantes et celui des mortes peut être important, ainsi qu'en témoigne le tableau 11.

Tableau 7 : expérimentation 1996, comparaison des % de survie selon le mode de décompte.

LOT	Survie estimée par comptage des vivantes % final	Survie estimée par comptage des mortes % final	Différence de résultats entre les 2 méthodes %
Lot 1	52	75	23
Lot 2	22	38	16
Lot 3	42	49	7
Lot 4	17	27	10

Les premières mortalités apparaissent dès le mois d'avril (lots 1 et 2) et sont constatées au mois de juin sur tous les 4 lots. Les épisodes de mortalité se poursuivent durant toute la période estivale sur l'ensemble des lots, avec cependant une meilleure survie finale pour le lot 1 à 52 %.

3.3.2. *Croissance*

La figure 7 présente l'évolution de la taille (longueur) des huîtres. Les trois premiers lots suivent une courbe comparable et la taille en fin d'expérimentation est comprise entre 64 et 73 mm. Le tableau 8 synthétise l'évolution de l'accroissement de la longueur.

Tableau 8 : expérimentation mortalité 1996, évolution des tailles (longueur en mm).

	Taille initiale	Taille finale	Gain de taille total	Gain de taille/mois
Lot 1	57	73,7	16,7	1,23
Lot 2	54	69	15	1,3
Lot 3	54	64,7	10,7	0,92
Lot 4	41,4	58,8	17,4	3,9

La figure 7 et le tableau 9 présentent l'accroissement pondéral. Les trois premiers lots, mis en élevage simultanément avec des poids de départ comparables (26, 24 et 29 g), présentent des gains de croissance équivalents jusqu'au début de l'été. A partir d'août 1996, l'écart en termes de poids total caractérisant le lot n°1 par rapport aux deux autres lots se creuse. Après un an d'élevage, les poids en fin d'élevage des lots 1, 2 et 3 sont respectivement de 69,3 g, 59,4 g et 51,5 g.

Tableau 9 : expérimentation mortalité 1996, évolution des poids totaux (en g).

	Taille initiale	Taille finale	Gain de taille total	Gain de taille/mois
Lot 1	26	69,3	43,3	3,09
Lot 2	24	59,4	30,4	2,61
Lot 3	29	51,5	27,5	2,35
Lot 4	9	27,7	21,8	4,84

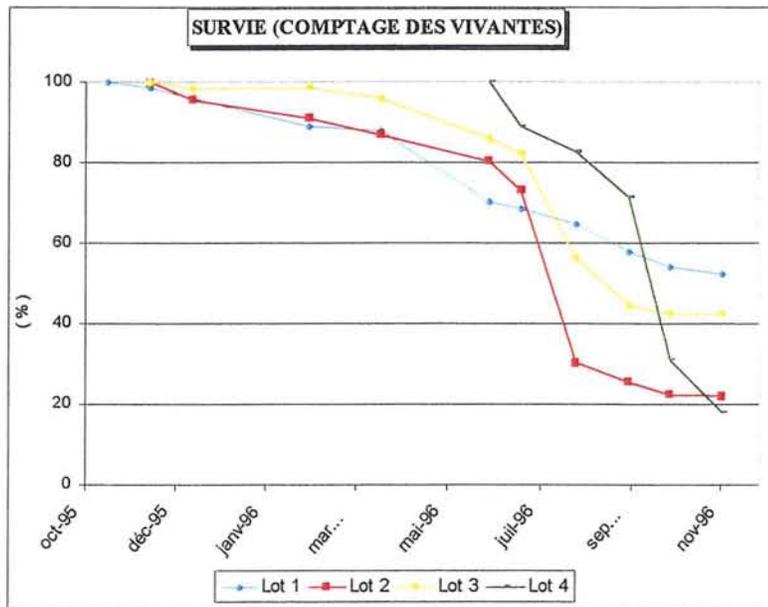


Figure 6 : évolution du pourcentage de survie des différents lots d'huîtres plates en 1996

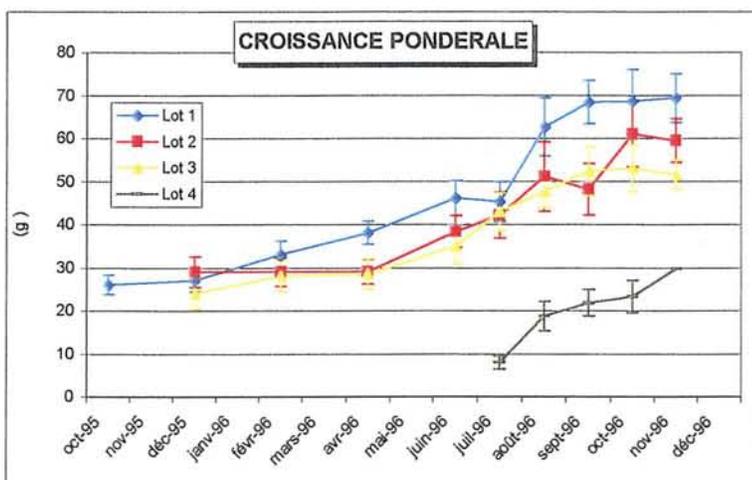
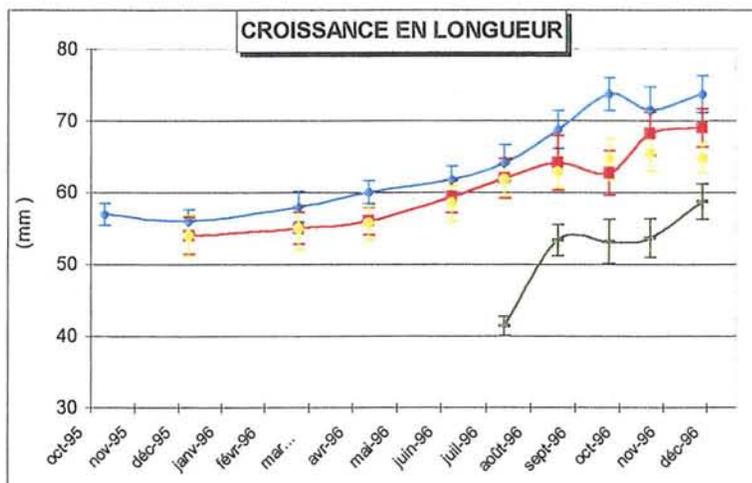


Figure 7 : croissance en longueur (A) et en poids total (B) des huîtres plates en 1996

L'évolution du **poids de chair sèche** figurant sur la figure 8 montre une évolution comparable à celui des poids totaux, excepté pour le lot 3 qui présente une élévation lors des mesures du mois d'avril, suivie d'une chute importante en juin. La courbe du **poids de coquille**, sur la figure 8, suit la même évolution que celle du poids total.

3.3.3. *Indice de condition*

Les indices de condition *Lawrence & Scott*, présentés figure 8, sont faibles au départ (respectivement pour les 3 premiers lots : 54, 55 et 55), et augmentent régulièrement jusqu'à avril (86, 81 et 92). Ensuite, l'évolution de l'indice n'est pas très marquée, en partie sans doute du fait du pas d'échantillonnage trop grand : il aurait été intéressant de disposer de valeurs entre avril et juin. Une diminution est observée en juin-juillet, et une autre fin septembre, ce qui suggère une deuxième ponte à l'automne. En fin d'expérimentation, soit en début de repos hivernal, cet indice est supérieur à sa valeur initiale pour tous les lots. Le premier prélèvement du 4^{ème} lot présente en juillet le plus fort indice de l'ensemble de l'expérimentation (106,3). Le manque de données précédant le collage ne permet pas d'interpréter correctement cette valeur élevée.

3.3.4. *Maturation*

Les histogrammes de la figure 9 représentent l'évolution des stades de gamétogenèse pour chaque lot, à partir de l'observation macroscopique des gonades. Il est difficile de mettre en évidence avec précision les périodes de pontes, les échantillonnages étant trop espacés. Il apparaît cependant deux saisons comportant chacune des pontes successives et asynchrones, l'une en été (sans doute juste avant l'échantillonnage de juillet, étant donné que des stades 4 sont déjà notés en avril) et l'autre, en automne (probablement après l'échantillonnage de septembre). Quoi qu'il en soit, cette observation fait apparaître une intense activité sexuelle, avec des animaux en maturation quasiment en permanence d'avril à octobre.

3.3.5. *Composition biochimique*

Les résultats des analyses biochimiques, présentés sur la figure 10, sont exprimés en pourcentage de chair sèche. L'évolution des constituants biochimiques en relation avec la maturation est peu marquée. Les teneurs en **lipides** sont assez proches pour les quatre lots et évoluent de façon assez similaire. Les taux évoluent entre 5 et 9 % pour le lot 1, entre 5 et 7,7 % pour le lot 3, les valeurs les plus fortes étant notées pendant les mois d'été, particulièrement pour le lot 1 (9,4 en août). Le deuxième lot présente des teneurs inférieures, entre 3,8 et 6,9 %, ce maximum étant relevé en novembre. On n'observe pas de chute marquée des lipides pouvant indiquer un état post-pontes (diminution des produits sexuels riches en lipides) (*Ruiz et al., 1992*), ce qui laisse supposer des pontes asynchrones et des périodes de gamétogenèse successives réparties sur toute la période estivale. Quant au quatrième lot, il présente des teneurs élevées qui suivent un faible gradient croissant de 3 à 8,5 %.

Les teneurs en **glucides totaux** sont élevées pour les 3 premiers lots, comprises entre 13 et 23 %.

Le **glycogène**, qui représente une part importante des glucides totaux (*Giese, 1969*), suit une évolution comparable pour les lots 1 et 3, le second présentant des signes de reconstitution plus décalés dans le temps. Les lots en élevage présentent deux périodes d'augmentation du glycogène sur l'ensemble de la période : un pic au printemps, qui correspond au bloom phytoplanctonique permettant l'accumulation de réserves nécessaires à la maturation et un pic en automne, associé également à la qualité trophique du milieu et permettant aux huîtres de reconstituer des réserves pour l'hiver. La chute des teneurs en glucides est liée à l'utilisation des réserves pour le développement des gamètes. Cette diminution de teneurs en glycogène, associée à une augmentation des lipides, est effective mais peu marquée, excepté pour le lot n° 2 : 12 % lors de l'échantillonnage du 11 juin.

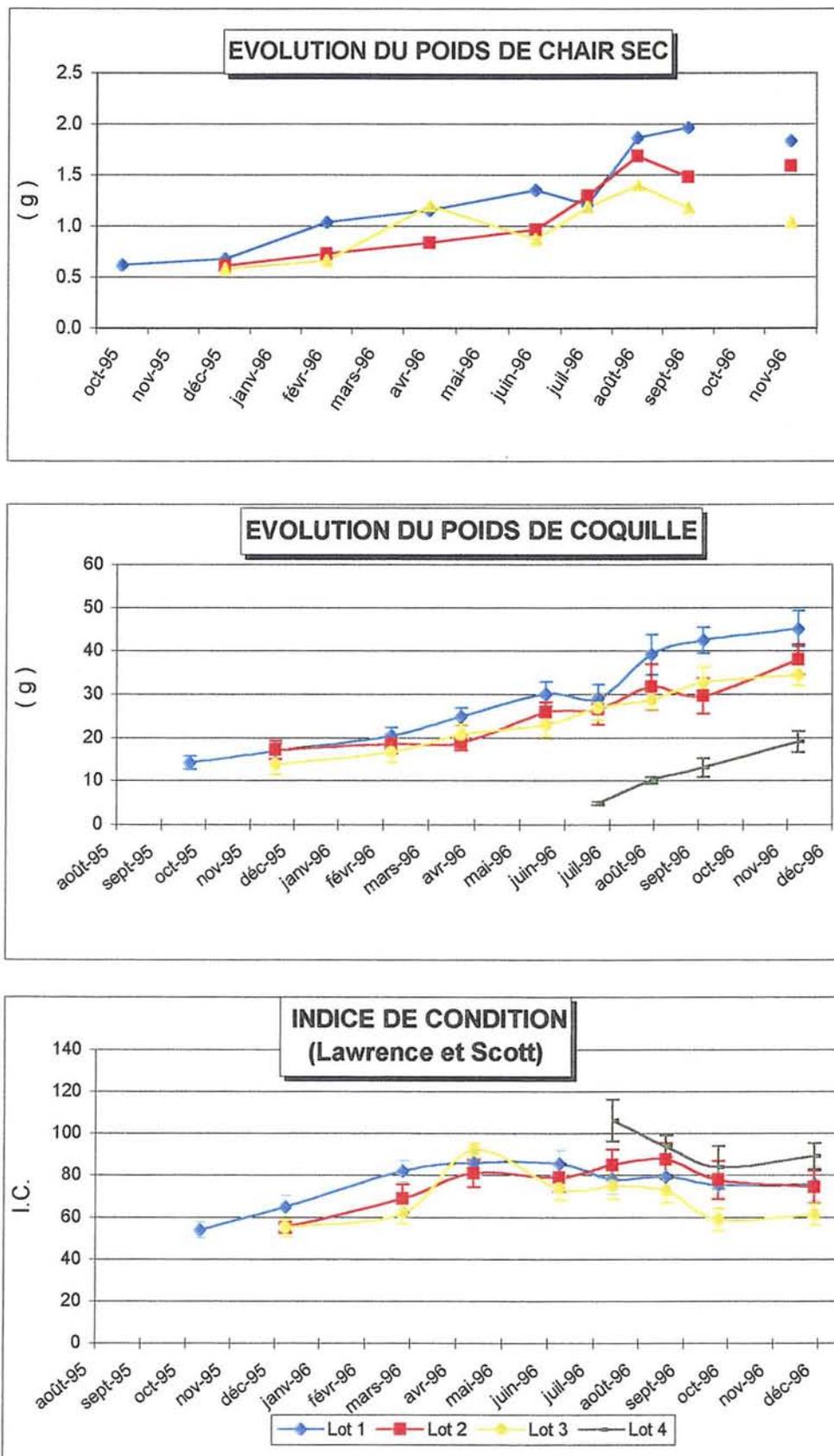


Figure 8 : évolution du poids de chair sec, du poids de coquille et indice de condition *Lawrence & Scott* des huîtres plates de l'expérimentation mortalité 1996.

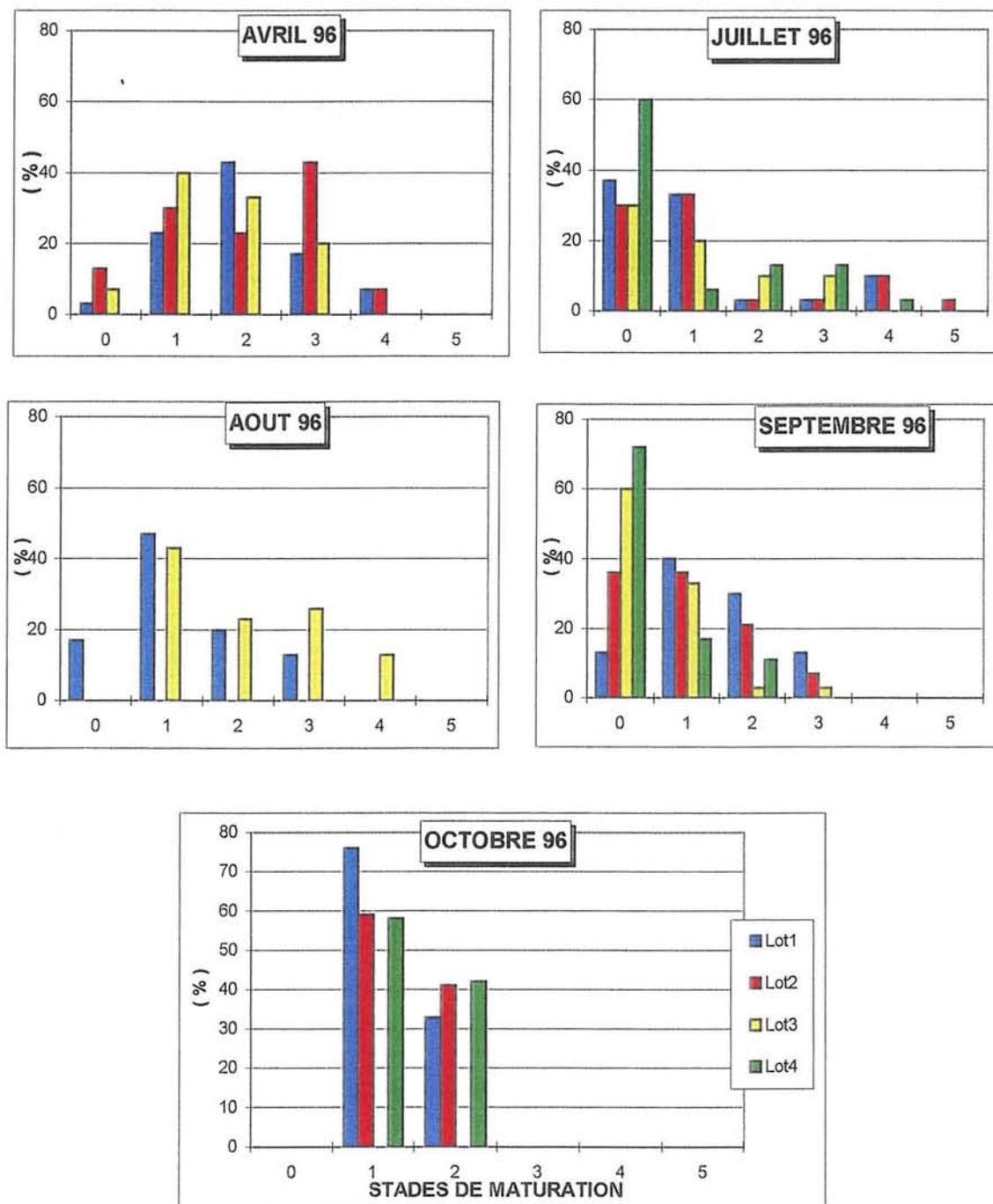


Figure 9 : évolution des stades de maturité sexuelle (observation macroscopique) des huîtres plates de l' expérimentation mortalité 1996

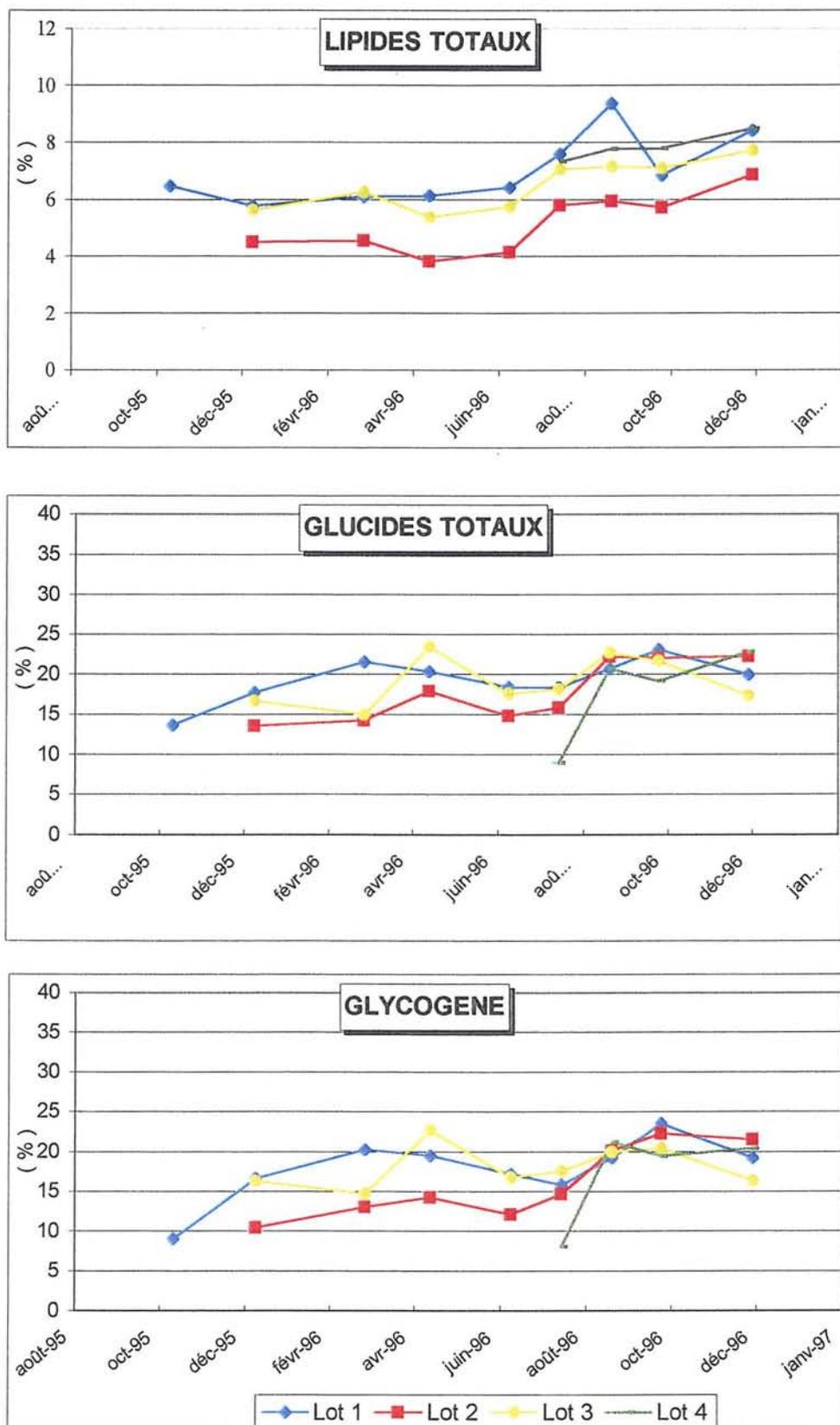


Figure 10 : teneurs en lipides, glucides totaux et glycogène des huîtres plates de l'expérimentation mortalité 1996.

3.3.6. Examens zoosanitaires

Le tableau 10 et la figure 11 présentent l'ensemble des résultats des examens de recherche du *Bonamia*, exprimés en pourcentages d'individus infestés par rapport au nombre d'animaux observés.

Tableau 10 : expérimentation mortalité 1996, résultats des examens de recherche du *Bonamia*.

PRELEVEME NT	% d'individus infestés par rapport au nombre d'animaux observés			
	LOT 1	LOT 2	LOT 3	LOT 4
17 oct. 1995	0	0	0	
11 déc. 1995	0	0	0	
28 février 1996	0	0	0	
16 avril 1996	0	0	0	
12 juin 1996	0	0	0	0
16 juil. 1996	0	17	21	
20 août 1996	0	11	10	8
26 sept. 1996	13	20	6	60
23 oct. 1996	7	4	10	18
27 nov. 1996	13	7	8	7

L'infestation par *Bonamia ostreae* se manifeste à partir de juillet pour les lots 2 et 3. Le lot 1 est touché plus tardivement en fin d'expérimentation.

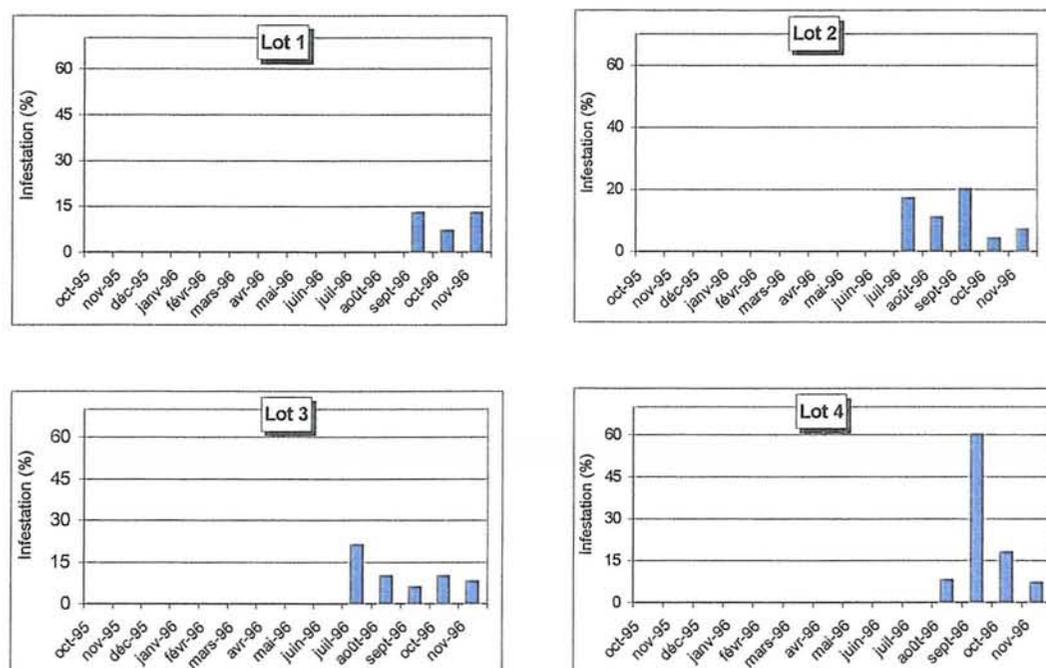


Figure 11 : résultats des examens de recherche du *Bonamia* sur les huîtres plates de l'expérimentation mortalité 1996.

3.3.7 Epibiontes

Le tableau 11 présente les résultats des pesées d'épibiontes avec quelques identifications ponctuelles. Le développement des épibiontes est différent selon les sites considérés, tant au point de vue de la biomasse qu'en ce qui concerne les espèces. En zone de Bouzigues (lots 2 et 3), ce sont les moules qui colonisent le plus fortement les cordes d'élevages.

Tableau 11: observations ponctuelles réalisées sur les épibiontes durant l'expérimentation 1996.

Prélèvement	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4
16 avril 1996	570 g ascidies, algues	170 g algues, ascidies	340 g	
12 juin 1996	380 g	150 g		
16 juil. 1996	300 g ascidies,algues	350 g ascidies = 100 %	350 g	
20 août 1996	280 g	210 g surtout moules		96 g
26 sept. 1996	400 g	200 g	1100 g	78 g
23 oct. 1996	910 g moules = 50 %	440 g moules = 50 %	1280 g moules = 1200 g	

3.4. DISCUSSION

La mortalité des élevages d'huîtres plates apparaît principalement en période estivale et dans des proportions différentes selon les sites d'expérimentation, pour les 3 lots d'origine indigène (gisements de l'étang de Thau). Le lot élevé en zone de Marseillan, sur la table IFREMER, est celui qui présente la meilleure survie.

Durant l'année 1996, les paramètres environnementaux mesurés indiquent que le milieu d'élevage est satisfaisant : les valeurs de la chlorophylle *a* correspondent à un niveau normalement observé dans l'étang de Thau (*Tournier et Pichot, 1987*), la température et la salinité sont comprises dans les moyennes calculées sur plusieurs années à partir de données d'archives ISTPM-IFREMER Sète présentées sur le tableau 12.

Tableau 12 : synthèse des données de température, salinité, chlorophylle *a* dans l'étang de Thau de 1974 à 1986.

	1974-1987 moy. des minimum	Minimum enregistré	1974-1987 moy. des maximum	Maximum enregistré
Température	5,48°C	2,14°C (1979)	25,94°C	29,4°C (1975)
Salinité	33,41 ‰	29,71 ‰ (1971)	39,10 ‰	41,26 ‰ (1984)

Durant l'été 1996, ces paramètres ne font pas apparaître de diminution notable de la qualité du milieu. En première analyse, il ne semble donc pas possible d'imputer la mortalité à des conditions anormales du milieu. La mortalité apparaît au mois d'avril pour les lots 1 et 2, après une chute de plusieurs degrés de la température de l'eau. Les pertes massives apparaissent pour tous les lots dès juillet, alors que la température de l'eau a subi une montée de plusieurs degrés en quelques jours. Les deux mois suivants, alors que la survie diminue fortement, sont caractérisés à la fois par

des valeurs de température élevées (maximum 25,9°C) et par plusieurs variations brutales. Ces constats suggèrent une relation entre la mortalité et les variations importantes de la température.

Lorsque la température est élevée, le métabolisme de l'huître augmente et son besoin nutritionnel également, d'autant plus que l'animal est en période de reproduction (Walne and Mann, 1975). L'huître plate femelle a la particularité de procéder à la fécondation de ses ovules par aspiration des gamètes mâles par le courant inhalant. Les larves sont ensuite incubées à l'intérieur de la cavité palléale avant d'être expulsées dans le milieu naturel. Durant cette période d'environ 8 jours (selon la température de l'eau), l'huître s'entrouvre peu, afin de retenir ses larves, la filtration est réduite au minimum et l'animal se trouve en phase de sous-alimentation.

Concernant l'adaptation d'*Ostrea edulis* aux températures et salinité élevées, les travaux de Shpigel (1989) soulignent sa grande adaptabilité qui en font, écrit l'auteur, « l'huître idéale (avec *C. gigas*) pour la conchyliculture ». Les expérimentations objet de la publication ont été réalisées dans une eau de température variant de 14 à 28°C et de salinité à 41 ‰. Les animaux faisaient partie d'une 3^{ème} génération issue de larves importées du Pays de Galles. Dans ces conditions de salinité et de températures élevées, l'espèce s'est particulièrement adaptée : les pontes ont lieu de mars à mai, quand la température de l'eau est comprise entre 18 et 22°C et le repos sexuel a lieu durant les mois les plus chauds, alors qu'il est hivernal dans nos régions. Par ailleurs, Haure et al. (1998) décrivent une remarquable adaptation de la capacité de filtration d'*Ostrea edulis* à des températures élevées et à des changements de régimes alimentaires, mais leurs observations n'ont pas été réalisées en période de maturation sexuelle.

Les examens zoosanitaires ont mis en évidence la présence du parasite *Bonamia* sur tous les lots : dès le mois de juin pour les lots 2 et 3, à partir de septembre pour le lot 1, à des niveaux différents. Ce résultat suggère l'implication du parasite dans les mortalités estivales, sans qu'il soit cependant possible d'établir une corrélation entre les deux observations.

Le lot 4 a présenté à la fois une infestation par *Bonamia* plus importante et une mortalité plus rapide : ceci est probablement dû au fait que ce lot, d'origine Atlantique, a été collé et mis à l'eau en juin, juste avant la première montée de température au-dessus de 25°C. D'expérience, les producteurs évitent de coller le naissain d'huîtres plates à cette époque.

Au vu des résultats obtenus au cours de la présente étude, on peut avancer l'hypothèse que les mortalités estivales de l'année 1996 peuvent être expliquées par les variations de température survenant à une période où les huîtres sont affaiblies par le processus de reproduction et par le ralentissement de la prise de nourriture, pour les femelles, durant l'incubation. Il n'est pas possible, au vu des résultats de cette année d'expérimentation de déterminer le rôle du parasite *Bonamia* dans ces mortalités.

La différence de comportement en survie comme en croissance entre les lots élevés en zone de Bouzigues et ceux placés en zone de Marseillan (table IFREMER) ne peut être expliquée par les données enregistrées dans le cadre de cette étude. Nous ne disposons pas de mesures de chlorophylle *a* pour la zone de Marseillan, mais d'après Tournier et Pichot (1987), ce paramètre suit un gradient décroissant depuis la zone de Bouzigues jusqu'à Marseillan. La richesse du milieu exprimée en termes de chlorophylle *a* pour le lot 1 devrait donc être inférieure à celle des stations où les lots présentent une mortalité plus élevée et une croissance inférieure (lots 2 et 3).

4. PROGRAMME DIVERSIFICATION DES PRODUCTIONS CONCHYLICOLES EN LANGUEDOC-ROUSSILLON : ETUDE DE LA MORTALITE ESTIVALE A THAU

4.1. OBJECTIFS

Les travaux prévus au cours de l'année 1997 sont centrés sur les mortalités estivales dont on essaiera, d'une part, de comprendre les causes, et d'autre part, de s'affranchir en confirmant les possibilités de combiner au mieux l'utilisation des deux sites Mer et Etang. Pour essayer de comprendre la cause de ces mortalités les hypothèses suivantes sont testées :

- ↳ *quelle est la part de responsabilité du parasite **Bonamia ostreae** dans les mortalités ?*
- ↳ *les huîtres de **Méditerranée** sont-elles mieux adaptées que les huîtres d'Atlantique aux conditions estivales ?*
- ↳ *la souche **Thau** aurait-elle été transformée par les apports atlantiques ?*
- ↳ *un passage en mer avant l'été améliorerait-il les survies ?*

4.2. MATERIEL ET METHODES

4.2.1. Matériel biologique

Quatre souches d'huîtres plates ont été mises en élevage sur la table IFREMER localisée sur la figure 13, dans l'étang de Thau de février à décembre 1997.

- Une souche «**Atlantique**» (huîtres représentatives des élevages pratiqués en Bretagne, captées à Quiberon et élevées à Cancale).
- Une souche «**Etang de Thau**» récoltée par dragage sur les gisements naturels de l'étang.
- Une souche «**Méditerranée**» pêchée en mer sur le banc de Carteau, zone présumée vierge de tout transfert.
- Une souche «**Tolérante au *Bonamia***», représentée par 20 des familles produites par sélection à partir d'animaux d'origine Atlantique (Quiberon) naturellement moins sensibles au *Bonamia* dont la tolérance a été renforcée par inoculation du parasite. Ces travaux sont réalisés au Laboratoire IFREMER de Génétique à La Tremblade.

Ces huîtres **Tolérantes** sont réparties en deux séries expérimentales :

- la croissance est observée sur un ensemble constitué d'un mélange à part égale des 20 familles collées sur 12 cordes,
- la survie est suivie individuellement sur les 20 familles identifiées à raison de 2 familles par corde de 60 animaux : une famille est représentée par 30 animaux portant une marque, l'autre famille consistant en 30 individus non marqués qui sont identifiés par différence. Ce suivi sur un total de 10 cordes permettra d'estimer le degré de tolérance au parasite de chaque famille.

Le tableau 13 reprend les caractéristiques biométriques et l'indice de condition Lawrence & Scott initiales de l'expérimentation.

Tableau 13 : caractéristiques biométriques initiales et indice de condition Lawrence & Scott des huîtres plates du programme diversification 1997-1998.

	Tolérantes	Atlantique	Thau	Méditerranée
Poids moyen	49,7 g	53,1 g	44,1 g	57,35 g
Taille moyenne	71 mm	69,4 mm	/	67,5 mm
Poids moyen de chair fraîche	1,54 g	1,05 g	1,25 g	1,45 g
Indice de condition moyen	113	72,4	107	86

4.2.2. Protocole et calendrier des prélèvements

Le tableau 14 récapitule le protocole et le calendrier de l'expérimentation. Toutes les huîtres sont mises en élevage entre le 5 et le 7 février 1997 sur la table conchylicole de l'IFREMER, située en bordure de la zone de Marseillan dans l'étang de Thau, collées par 2 sur cordes de 3 mètres. Les visites sont effectuées en avril, juin, juillet, août, septembre, octobre et décembre. Les comptages de mortalité sont effectués à chaque visite sur les cordes réservées à cet effet : 5 pour chacun des lots de **Atlantique**, **Thau** et **Méditerranée**, et 10 pour les familles de **Tolérantes**.

A chaque visite, des échantillons sont prélevés sur des cordes différentes afin de réaliser les mesures de biométrie, biochimie, maturation et suivi zoosanitaire.

Enfin, 4 cordes de chaque lot sont transférées en mer, suspendues entre 5 et 10 mètres de profondeur, sur une filière mytilicole de la concession des Aresquiers au large de Palavas, de juin à octobre, afin d'éviter les montées de température du début de l'été. Les comptages de survie sont alors effectués régulièrement en plongée, mais les mesures de biométrie et de biochimie ne seront faites qu'en décembre.

4.2.3. Paramètres étudiés durant l'expérimentation

4.2.3.1. Paramètres environnementaux

La température a été enregistrée en continu à partir de sondes Temptimem comme en 1996, dans l'étang et en mer, ces dernières étant complétées par des mesures ponctuelles collectées auprès du Laboratoire IFREMER/DEL de la Station de Sète. Les données de salinité et de chlorophylle *a* sont obtenues à partir du réseau IFREMER REPHY (stations de mesures correspondantes, figure 13).

4.2.3.2. Paramètres biologiques

4.2.3.2.1. Survie

Un comptage du nombre d'individus vivants et morts est effectué à chaque visite.

4.2.3.2.2. Croissance – Indice de condition

A chaque échantillonnage, la croissance est mesurée (taille, poids total, poids de chair sèche et fraîche, poids de coquille) sur un échantillon de 30 animaux pour chaque catégorie. L'indice de condition *Lawrence & Scott* (1982) est calculé à partir de ces paramètres.

4.2.3.2.3. Maturation

L'observation macroscopique de l'état de maturation des gonades est effectuée avec la même échelle qu'en 1996 (*Marteil, 1979*).

Tableau 14 : récapitulatif de la répartition des lots d'huîtres plates et des différentes opérations de l'expérimentation diversification 1997-1998.

SITE	OPERATIONS	HUITRES TOLERANTES AU <i>BONAMIA</i>	HUITRES ATLANTIQUE	HUITRES DE MEDITERRANEE	HUITRES DE THAU	
		Mélange équilibré des 20 meilleures familles 12 cordes n = 740	20 familles non mélangées 10 cordes de 60 individus n = 1320	n = 18 cordes n = 1080	24 cordes n = 1440	22 cordes n = 1320
	Test origine génétique et état zoosanitaire	40 huîtres (2 individus par famille)		40 huîtres	40 huîtres	40 huîtres
	Biométrie de départ	40 huîtres (2 individus par famille)		40 huîtres	40 huîtres	40 huîtres
Etang	Etat zoosanitaire et biométrie	7 cordes de 60 huîtres (3 individus par famille) Toutes les huîtres survivantes d'une corde prise au hasard à chaque visite	Pas de suivi spécifique	7 cordes de 60 huîtres Toutes les huîtres survivantes d'une corde prise au hasard à chaque visite	7 cordes de 60 huîtres Toutes les huîtres survivantes d'une corde prise au hasard à chaque visite	7 cordes de 60 huîtres Toutes les huîtres survivantes d'une corde prise au hasard à chaque visite
Zone						
de	Mortalité	Pas de suivi spécifique	Sur les familles non mélangées : comptage des huîtres sur les 10 cordes à chaque visite	Survivantes sur 5 cordes de 60 huîtres à chaque visite	Survivantes sur 5 cordes de 60 huîtres à chaque visite	Survivantes sur 5 cordes de 60 huîtres à chaque visite
Marseillan	Suivi Herpès virus			2 cordes de 60 huîtres	2 cordes de 60 huîtres	2 cordes de 60 huîtres
	Biométrie et état zoosanitaire finaux (décembre 1997)		Toutes les huîtres survivantes des familles non mélangées	50 individus pris sur les cordes « mortalité »	50 individus pris sur les cordes « mortalité »	50 individus pris sur les cordes « mortalité »
Mer	Mortalité mensuelle en mer (juin, juillet, août, septembre, octobre) en plongée	Survivantes sur 4 cordes de 60 individus (3 individus par famille)		Survivantes sur 4 cordes de 60 individus	Survivantes sur 4 cordes de 60 individus	Survivantes sur 4 cordes de 60 individus
(15 juin						
au	Biométrie et état zoosanitaire (juin et décembre)	Echantillon des 4 cordes « mortalité »	Echantillon des 4 cordes « mortalité »	Echantillon des 4 cordes « mortalité »	Echantillon des 4 cordes « mortalité »	Echantillon des 4 cordes « mortalité »
15 octobre)						

4.3. RESULTATS

4.3.1. Paramètres environnementaux

4.2.1.1. Température

La figure 13 présente l'évolution de la température de l'eau de novembre 1997 à janvier 1998. Durant les expérimentations, la température **dans l'étang de Thau** (courbe bleue), est de 9°C début février et remonte progressivement jusqu'à un premier pic de 23°C à la mi-juin. Dès la fin de ce même mois, l'enregistrement met en évidence une décroissance régulière jusqu'à 20°C suivie d'une remontée jusqu'à 24°C le 14 juillet. A partir de cette date et jusqu'au 20 octobre, la température de l'eau sera toujours supérieure à 21°C, avec un pic maximum noté à 27,3°C le 20 août. Cette température très élevée est à mettre en relation avec la quasi absence de vent enregistrée durant l'été cette année 1997.

En mer, à la profondeur de 10 mètres, les valeurs (en rouge sur le graphique) sont d'abord nettement inférieures à celles de l'étang, mais fin août, on enregistre 26°C plusieurs jours de suite. Jusqu'au début octobre, les valeurs resteront d'ailleurs comparables en mer et en étang, ce qui est exceptionnel.

4.3.1.2. Salinité

Les résultats sont présentés sur la figure 14. Dans l'ensemble, la salinité est supérieure à 30 g/litre, les valeurs basses (27-28 ‰) se situant entre janvier et mars. Les maximales sont enregistrées autour de 38 ‰ en fin d'été et jusque début octobre. Ces valeurs sont comprises dans les bornes généralement observées pour l'étang de Thau (Audouin, 1962, Tournier et al., 1983).

4.3.1.3. Chlorophylle a

Les résultats des mesures de chlorophylle *a* réalisées sur des prélèvements faits en zone de Bouzigues, sont présentés figure 14. Le pic de février, avec des valeurs à 15 et 21 µg/litre, est précoce si l'on compare aux blooms printaniers couramment observés dans l'étang de Thau. Un second bloom est enregistré en juin, avec des valeurs plus faibles à 15 µg/litre. La moyenne calculée sur l'année se situe à 4,6 µg/litre, supérieure à celle de 1996.

4.3.2. Paramètres biologiques

4.3.2.1. Survie

La figure 15 A présente les résultats de survie en étang. Les premiers épisodes de mortalités apparaissent à partir de la fin juin en étang consécutivement à l'élévation de la température, particulièrement pour les **Atlantique** et **Tolérantes** qui ont déjà perdu 20 % de leur effectif mi-juillet. La différence de comportement avec les huîtres méditerranéennes s'accroît tout l'été. En fin d'élevage (décembre), les taux de survie pour les huîtres d'Atlantique se situent au-dessous de 40 % (**Tolérantes** = 32 % et **Atlantique** = 26 %) et au-dessus de 60 % pour les méditerranéennes (**Thau** = 67 % et **Méditerranée** = 62 %).

En mer, les mortalités apparaissent un mois plus tard, toujours en relation avec la montée en température qui a lieu avec le même décalage. Les courbes de la figure 15 B ne commencent qu'à la date du transfert en mer des animaux et tiennent compte de la survie déjà décomptée durant l'élevage en étang.

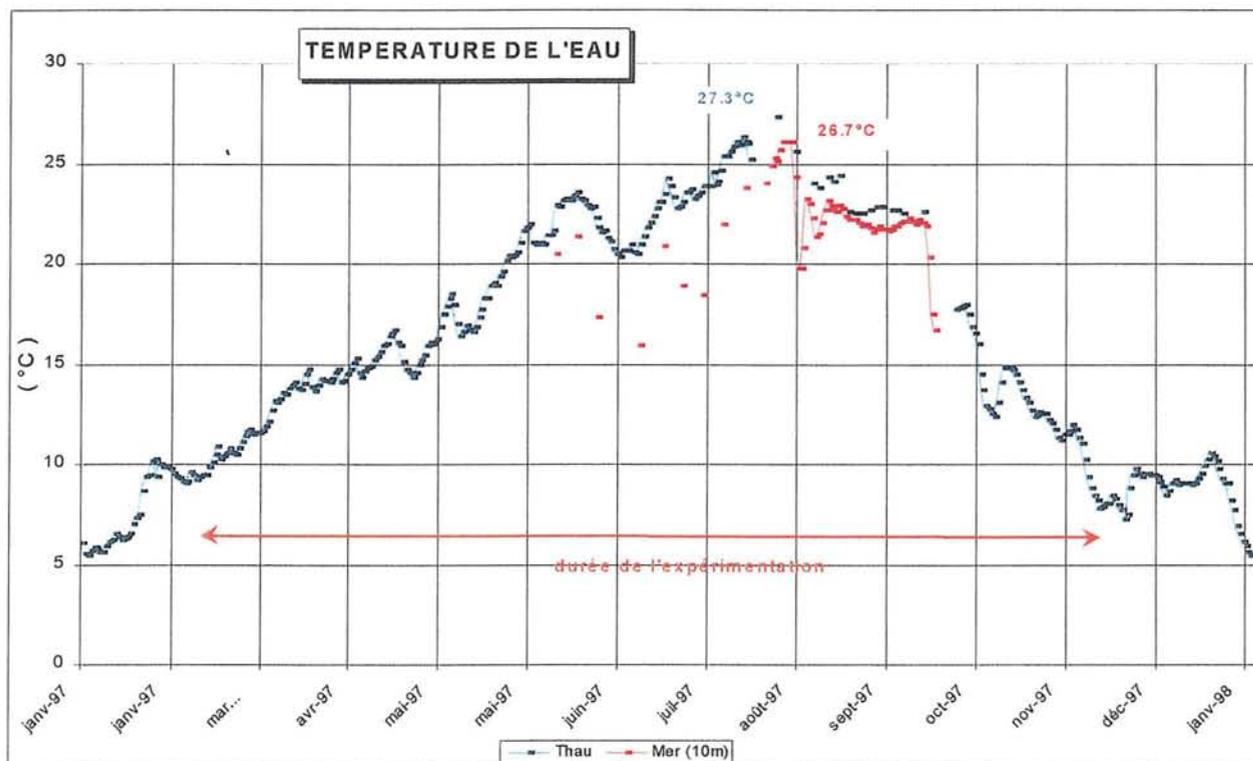


Figure 13 : évolution température de l'eau de novembre 1997 à janvier 1998.

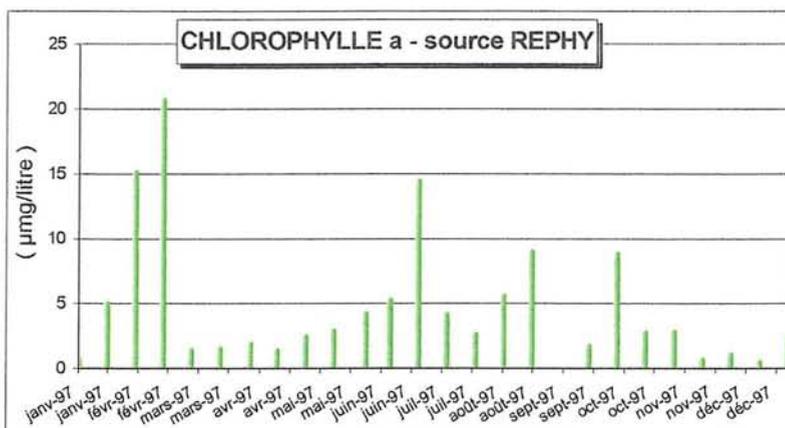
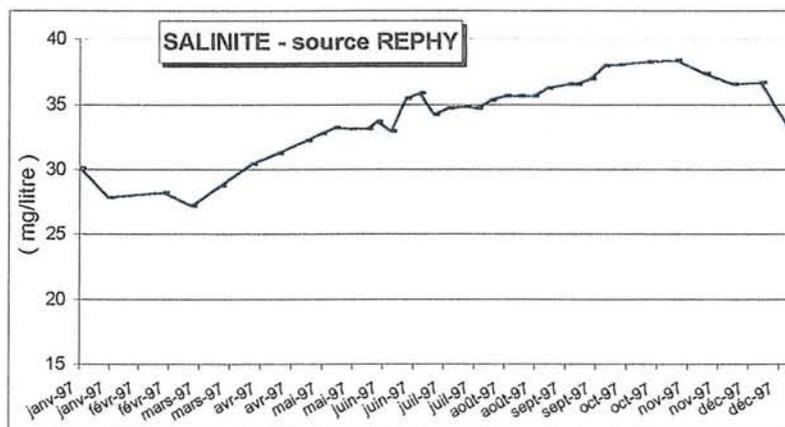


Figure 14 : salinité et chlorophylle a dans l'étang de Thau en 1997-1998

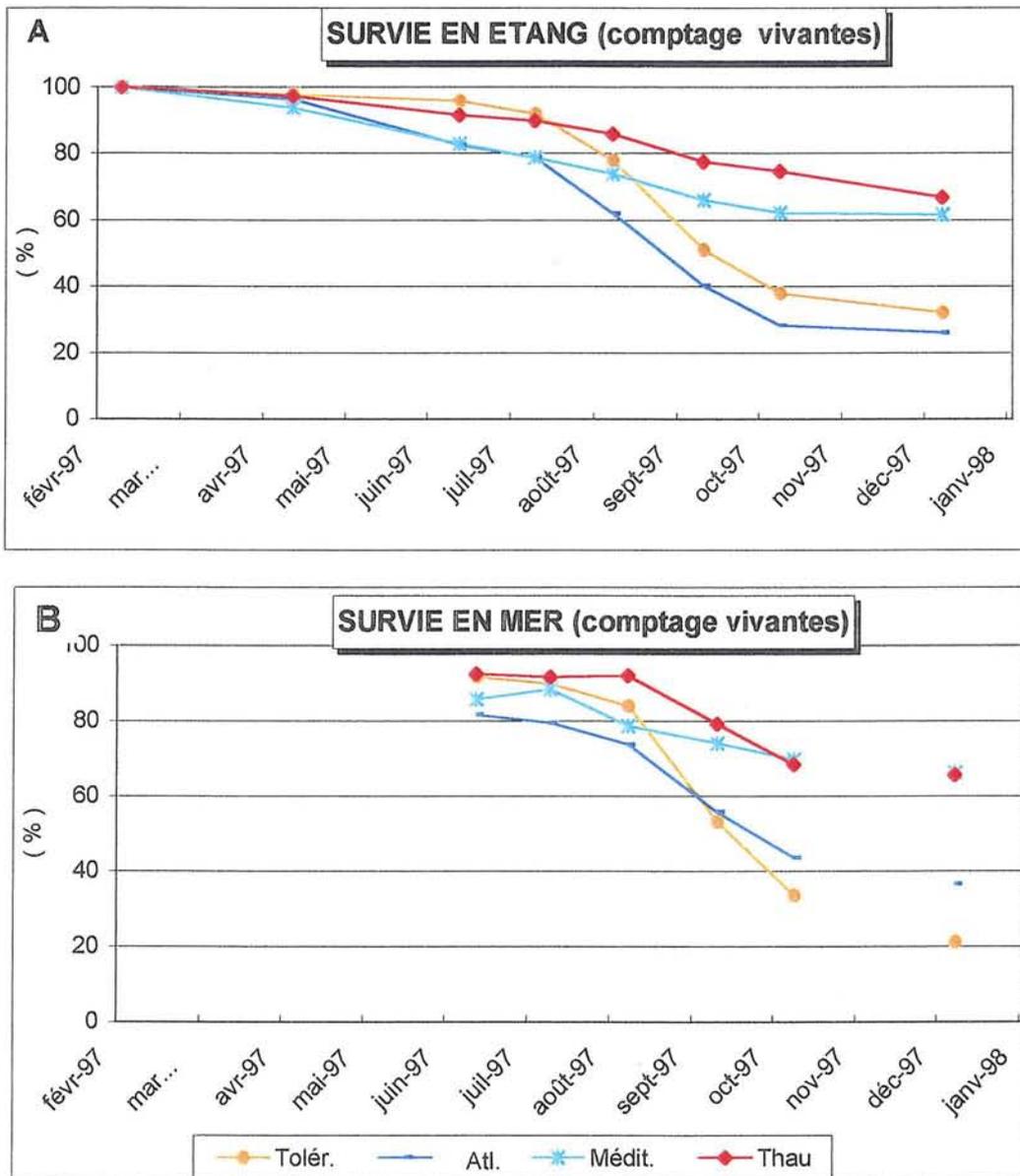


Figure 15 : expérimentation diversification, résultats de survie en étang (A) et après transfert en mer des animaux (B).

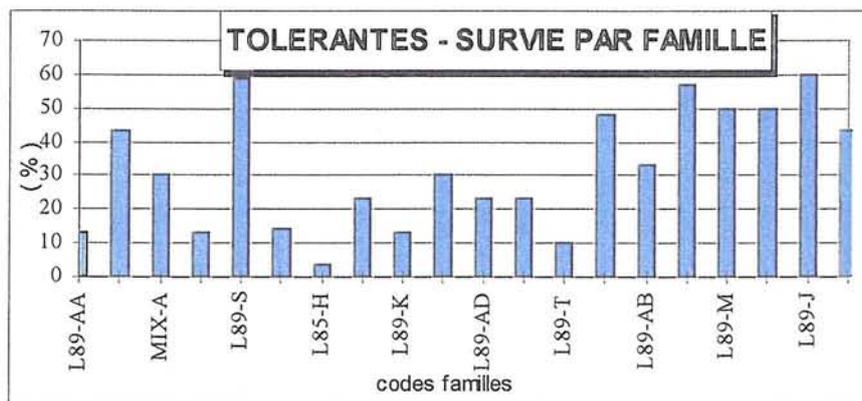


Figure 16 : expérimentation diversification, survie des huîtres Tolérantes.

Le résultat de survie des huîtres Tolérantes détaillée par famille, présenté par la figure 16, montre des différences significatives selon la famille d'origine. Cette information intéresse tout particulièrement le Laboratoire Génétique Mollusques de l'IFREMER La Tremblade pour la poursuite de ses travaux portant sur le développement de l'espèce tolérante au *Bonamia*. Ils viennent également pondérer le résultat global de la présente étude en ce qui concerne cette souche, puisque certaines familles atteignent des survies proches ou supérieures à 50 %.

4.3.2.2. Croissance

Le tableau 15 synthétise les données de croissance en longueur et la figure 17 A présente l'évolution de ce paramètre durant l'expérimentation. Les courbes des lots **Tolérantes** et **Atlantique** sont quasiment identiques. Le lot **Thau** présente la meilleure croissance en taille avec un gain mensuel de 1,47 mm. Les **Méditerranée** présentent un allongement mensuel très faible à 0,43 mm.

Tableau 15 : expérience diversification, évolution des tailles (en mm) des huîtres plates.

	Taille initiale	Taille finale	Gain de taille total	Nbre de mois	Gain de taille/mois
Tolérantes	71 mm	81,3 mm	10,3 mm	10	1,03 mm
Atlantique	69,4 mm	81,2 mm	11,2 mm	10	1,12 mm
Thau	63,3 mm (1)	72,1 mm	8,8 mm	6	1,47 mm
Méditerranée	67,5 mm	71,8 mm	4,3 mm	10	0,43 mm

(1) Mesure de juin (pas de mesure initiale de longueur pour les Thau)

Les mesures effectuées en février font apparaître un **poids total** inférieur au poids moyen initial pour le lot **Méditerranée** ; ce qui est sans doute dû à un problème d'échantillonnage au départ de l'expérience. La synthèse de ce paramètre est présentée sur le tableau 16 et son évolution sur la figure 17 B.

Globalement, le poids total présente une croissance lente jusqu'au mois de juillet s'accroissant de juillet à octobre, puis un palier jusqu'à la fin de l'expérimentation. En final, le poids moyen des **Atlantique** (95 g) est légèrement supérieur à celui des **Tolérantes** (87 g), mais de façon non significative. Par contre, cette différence est significative si on la compare aux valeurs des lots **Thau** (77 g) et **Méditerranée** (75 g).

Tableau 16 : expérimentation diversification, évolution des poids totaux (en g).

	Poids initial	Poids final	Gain de poids total	Gain de poids/mois
Tolérantes	49,7 g	87,4 g	37,7 g	3,8 g
Atlantique	53,1 g	95,2 g	42,1 g	4,2 g
Thau	44,1 g	76,6 g	21,5 g	2,2 g
Méditerranée	57,3 g	75,1 g	17,7 g	1,8 g

Les **Tolérantes** transférées en mer présentent une croissance pondérale légèrement inférieure à celles restées dans l'étang de **Thau**. Pour les trois autres origines, on observe la situation contraire. Cependant, les comparaisons de moyennes par le test de *Student* ne mettent pas en évidence de différence significative pour ces valeurs entre les animaux restés dans l'étang et ceux passés en mer.

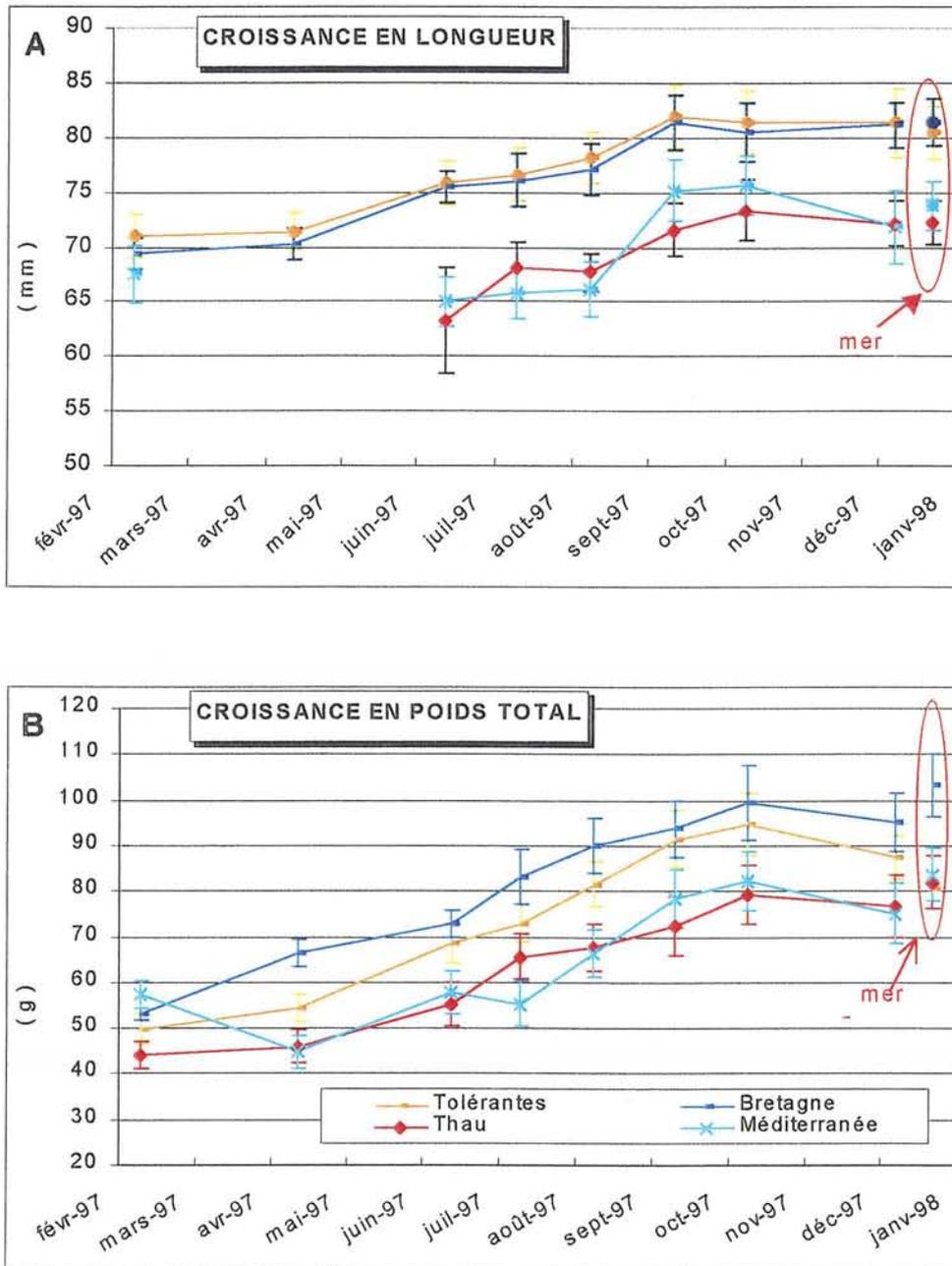


Figure 17 : évolution de la longueur (A) et du poids total (B) durant l'expérimentation diversification 1997-1998

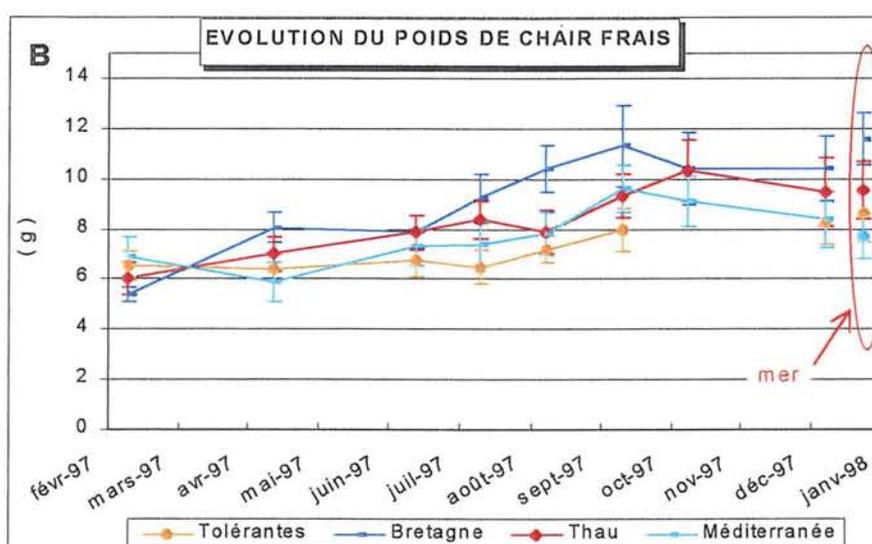
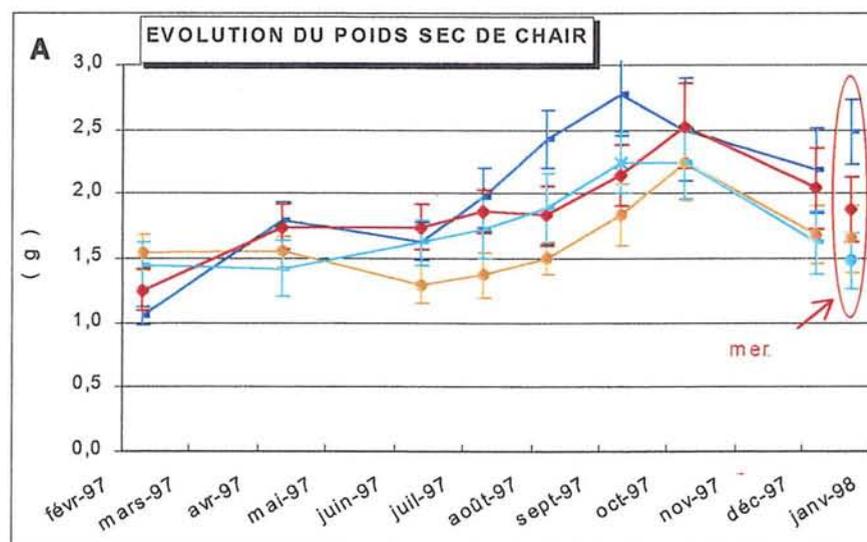


Figure 18 : expérimentation diversification, évolution du poids sec de chair (A) et du poids de chair frais (B)

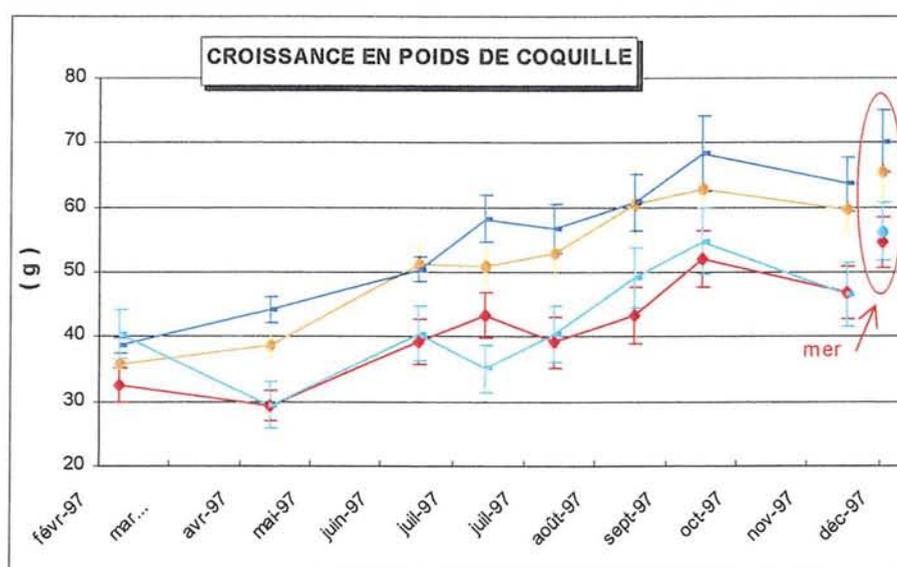


Figure 19 : expérimentation diversification, évolution du poids de coquille sèche

Le poids de **chair sèche** présenté sur la figure 18A montre une augmentation importante en fin d'été pour les **Atlantique**, puis une décroissance pour l'ensemble des lots jusqu'à la fin de l'expérimentation. Les lots **Thau** et **Atlantique** ont les poids de chair sèche les plus élevés en final. Le poids de chair fraîche, sur la figure 18 B, suite une évolution comparable. Le **poids de coquille** (figure 19) évolue de la même manière que les poids totaux.

4.3.2.3. *Maturation*

La figure 20 présente l'évolution des stades de maturation des gonades, exprimés en pourcentages de chaque stade. Le pas d'échantillonnage n'est pas favorable à une observation fine de la reproduction. Cependant, on peut remarquer un décalage dans les lots. La situation d'avril indique une maturation plus avancée pour les lots **Thau** et **Méditerranée**, avec la présence de stades 4 et 5, ce qui signifie que les pontes ont commencé. En juin, tous les lots présentent des stades 4. En juillet, les **Thau** paraissent être en régression alors que les trois autres origines sont encore représentées par des stades 4 ou 5. En août, ce sont les huîtres de **Méditerranée** qui sont en retard, tandis qu'en septembre elles figurent à nouveau avec les **Thau** en stades 4. En octobre, les **Méditerranée** sont encore en phase de pontes. Tous les lots ont représenté plusieurs épisodes de pontes, de façon asynchrone et répartis sur une longue période, entre avril et octobre. Les huîtres **Méditerranée** sont à la fois les plus précoces et les plus tardives, et elles ne sont absentes des stades d'émissions larvaires (4 ou 5) que lors de l'échantillonnage du mois d'août.

4.3.2.4. *Composition biochimique*

L'évolution des teneurs en lipides, glucides totaux et glycogène mesurées sur 3 pools de 10 huîtres pour chaque lot, est représentée sur la figure 21. Les teneurs en **lipides**, autour de 8 % lors de l'échantillon initial, varient peu par la suite, entre un maximum de 9 % en avril et un minimum à 6 % en juin, pour remonter lentement jusqu'à la valeur initiale en décembre. Les courbes sont comparables d'un lot à l'autre. Pour les animaux ayant été transférés en mer, les valeurs de décembre sont légèrement plus élevées, autour de 11 %. Ces teneurs en lipides sont comparables à celles mesurées habituellement pour l'huître plate (*Gabbott, 1975*).

Le **glycogène**, constituant des glucides totaux, présente des valeurs élevées durant toute l'expérimentation pour tous les lots dont les courbes suivent une évolution comparable. Les valeurs minimales sont atteintes à la mi-juin, avec une diminution d'environ 6 % par rapport aux valeurs initiales pour les lots **Thau**, **Atlantique** et **Méditerranée**. Les **Tolérantes** accusent une chute plus importante, de 25,5 à 10,3 %. Les réserves glucidiques se reconstituent jusqu'en octobre, période durant laquelle on observe à nouveau une chute moins accentuée que celle de juin. Lors du relevage de l'expérimentation, les **Atlantique** et les **Thau** présentent un taux élevé de glycogène comparable (22,3 et 23,7 %), alors que les **Méditerranée** et les **Tolérantes** se situent beaucoup plus bas, respectivement à 14,9 et 14,1%.

Les résultats des dosages biochimiques sont effectués en individuel sur un échantillon de 10 huîtres **Tolérantes** à chaque prélèvement durant toute l'expérimentation, sont présentés sur la figure 22. Les teneurs en lipides restent stables, alors que les valeurs de glucides et glycogène sont éminemment variables dans le temps et entre individus au sein d'un même échantillon.

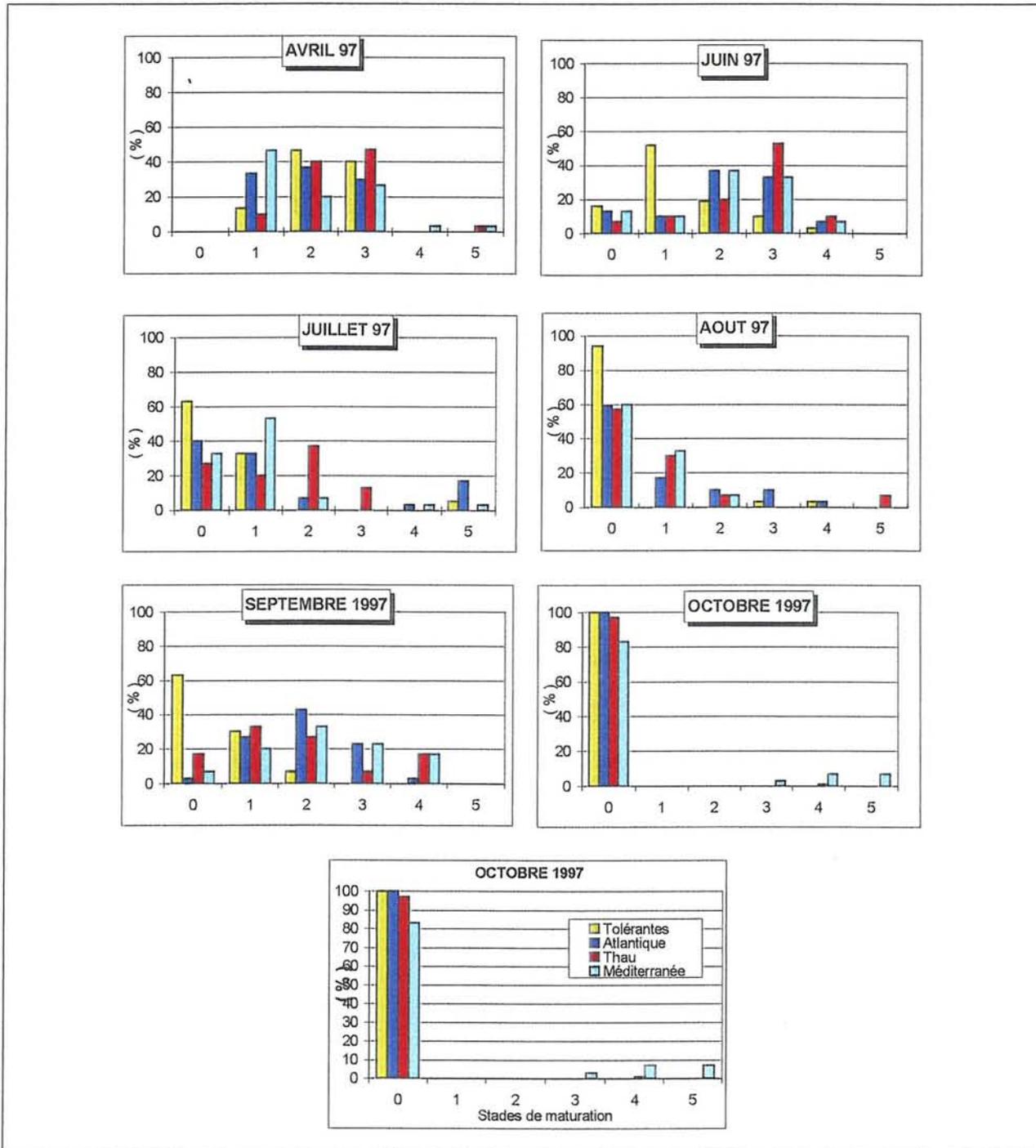


Figure 20 : expérimentation diversification, observation macroscopique des stades de maturation des gonades.

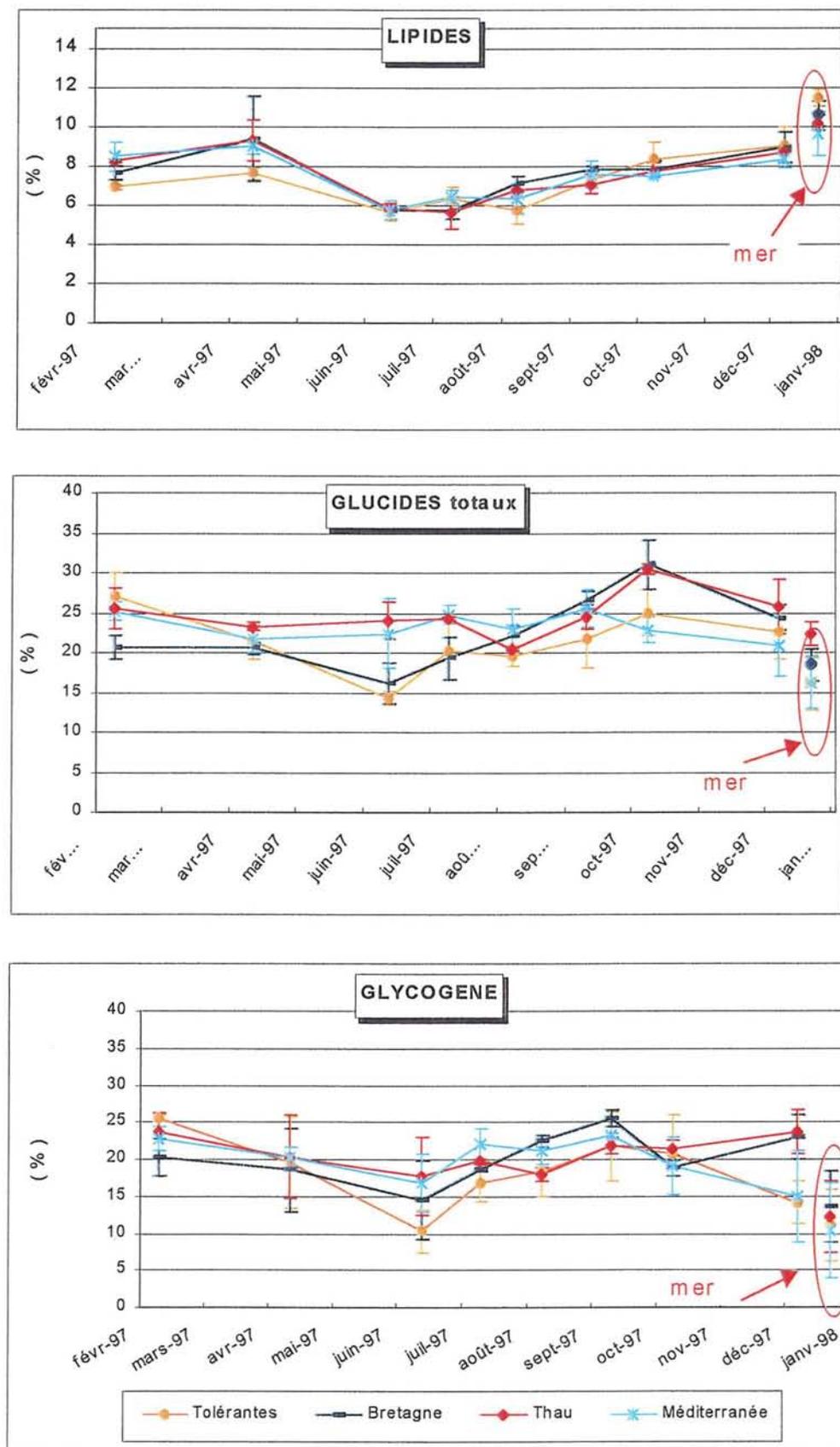


Figure 21 : expérimentation diversification, évolution des teneurs en lipides, glucides totaux et glycogène – dosages sur pools.

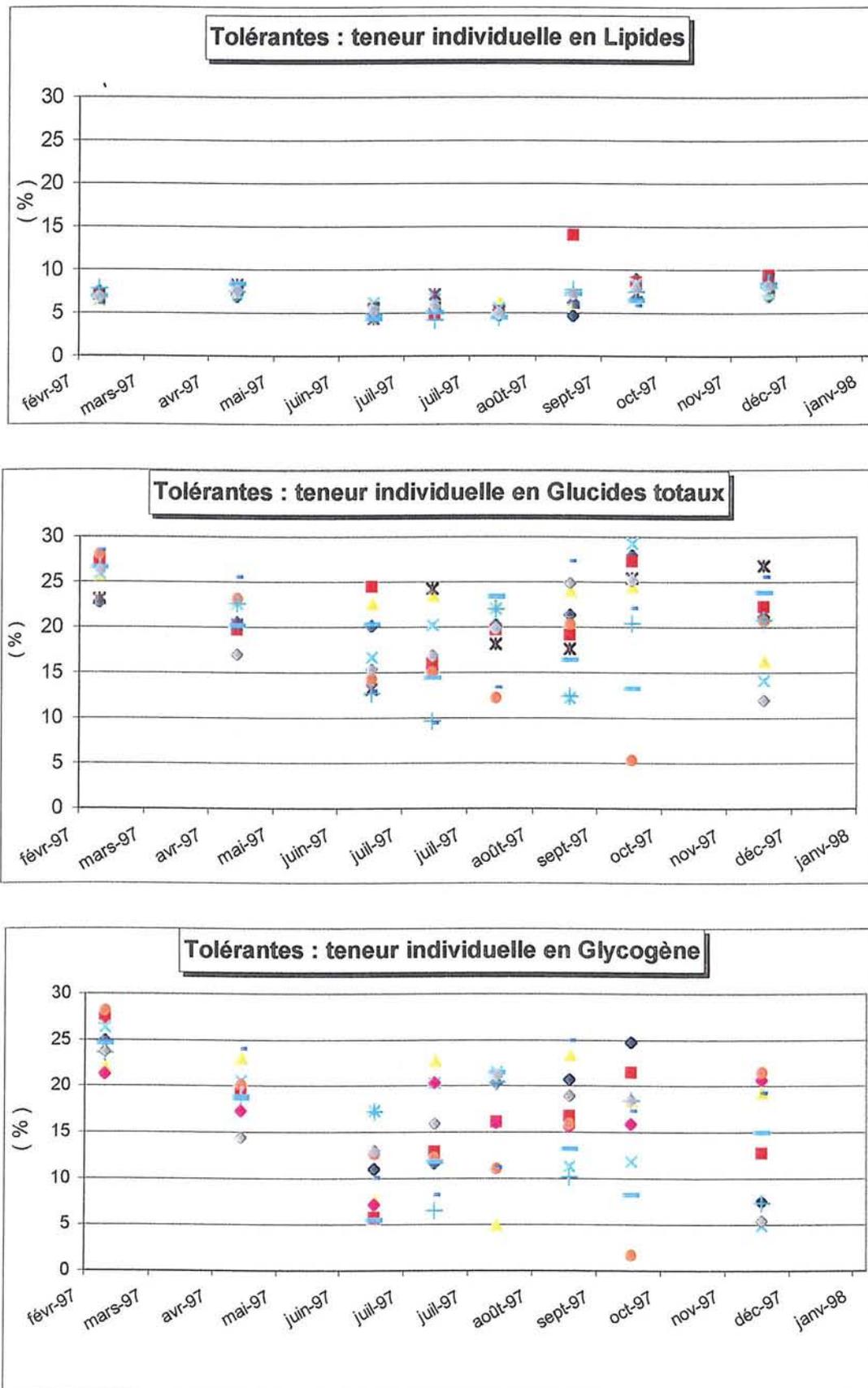


Figure 22 : expérimentation diversification, évolution des teneurs biochimiques - dosages individuels effectués sur les huîtres tolérantes

4.3.2.5. *Indice de condition Lawrence & Scott*

L'évolution de cet indice est présentée figure 23. Lors de l'échantillonnage initial, tous les lots présentent de bons **indices de condition**, particulièrement les lots **Thau** : 107 et **Tolérantes** : 103, les **Atlantique** et les **Méditerranée** se situant respectivement à 72 et 86. Cependant, ces dernières restent plutôt stables, tandis que les **Tolérantes** subissent dès juin une chute notable jusqu'à 64, qui se poursuit régulièrement tout l'été, jusqu'à un minimum à 52 en août. Les **Atlantique** se stabilisent au même niveau que les **Thau** et les **Méditerranée**. On constate ensuite, pour tous les lots, une remontée jusqu'à octobre, suivie d'une nouvelle décroissance, et les valeurs initiales ne sont jamais retrouvées, excepté pour les **Atlantique**.

4.3.2.6. *Poids de cendres*

Le poids de cendres est obtenu par pesée individuelle après calcination de la chair sur 10 huîtres **Tolérantes** à chaque prélèvement. Les résultats font apparaître une augmentation de 7 % en février à 11 % durant l'été et jusqu'à 12 % en décembre. Le poids de cendres est un indice physiologique : il augmente lors de conditions défavorables ou lors de l'émission des produits génitaux. Une teneur de 10 à 12 % paraît normale si on la compare à des données obtenues sur *Crassostrea gigas* pour laquelle ce pourcentage varie de 10 à 23 % (*Deslous-Paoli et Héral, 1988*). Ce résultat, exprimé en pourcentage par rapport au poids sec de chair, est présenté sur la figure 24.

4.3.2.7. *Examens zoosanitaires*

L'infestation par *Bonamia ostreae* durant l'expérimentation est illustrée pour chaque origine sur la figure 25. On constate que les plus touchées sont les huîtres originaires de **Atlantique**, avec un taux d'infestation compris entre 8 et 21 % dès le mois d'avril. Les **Tolérantes** présentent une infestation plus discrète à partir de juillet, mais ne dépassant jamais 10 %. Le parasite se manifeste dans le même temps sur les huîtres de **Thau**, avec un pic à 14 % en septembre. Ce sont les huîtres originaires de la **Méditerranée** qui présentent le moins d'infestation, avec seulement trois échantillons parasités à moins de 5 %.

4.3.2.8. *Structure génétique*

L'aire de répartition de l'huître plate *Ostrea edulis* couvre une zone géographique très vaste, depuis la Norvège jusqu'à la baie d'Agadir au Maroc. C'est l'huître indigène des côtes françaises. Différents auteurs envisagent la séparation des populations européennes en deux stocks, **Atlantique** et **Méditerranée**, ayant évolué différemment. *Launay (1998)* a étudié la variabilité génétique dans des populations sélectionnées et sauvages d'*Ostrea edulis*. Les lots de cette expérimentation ont été analysés au Laboratoire IFREMER de La Tremblade par *Launay*. La figure 26 montre l'arbre obtenu à partir des distances entre populations d'huîtres plates. On remarque que la souche originaire de l'étang de **Thau** (THA) est, sur cet arbre, proche des souches **normande** (NOR) et **portugaise** (POR), relativement éloignée de la souche marine méditerranéenne (RHO) et très loin des origines vénitiennes (VEN) et croates (CRO). La population **Thau** est notée comme intermédiaire entre **Méditerranée** et **Atlantique**.

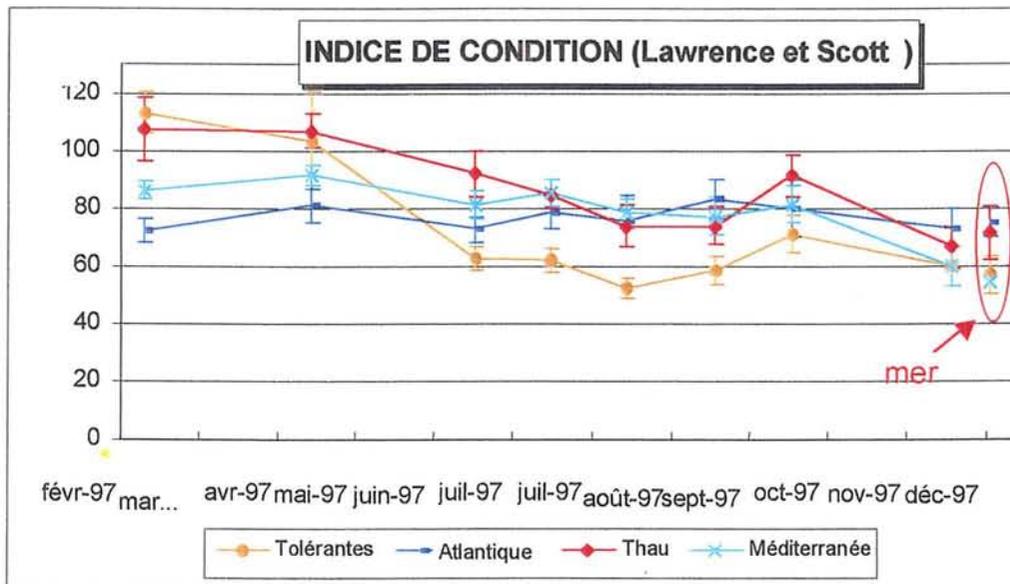


Figure 23 : expérimentation diversification, évolution de l'indice de condition *Lawrence & Scott*.

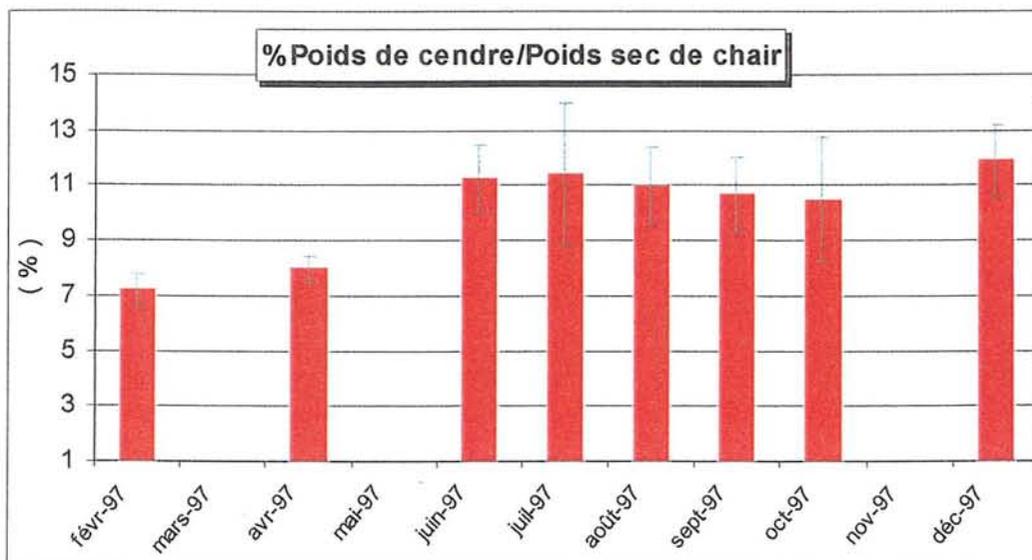


Figure 24 : expérimentation diversification, poids de cendres par rapport au poids sec de chair.

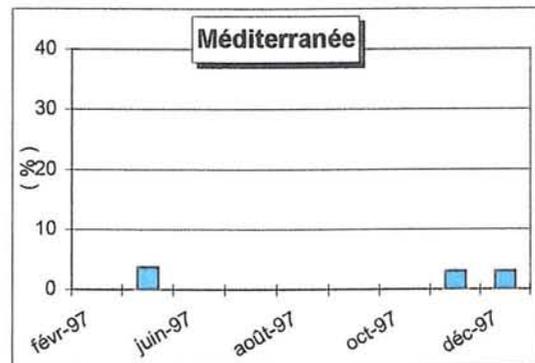
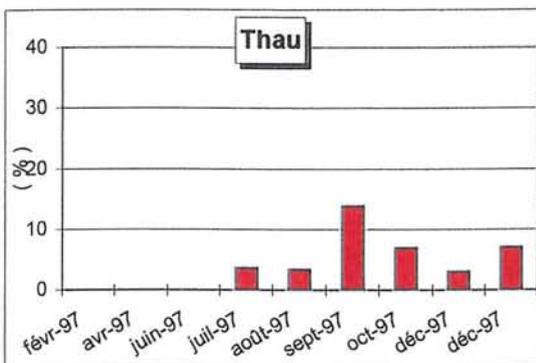
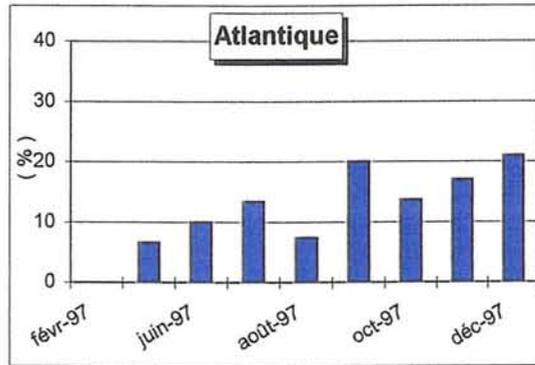
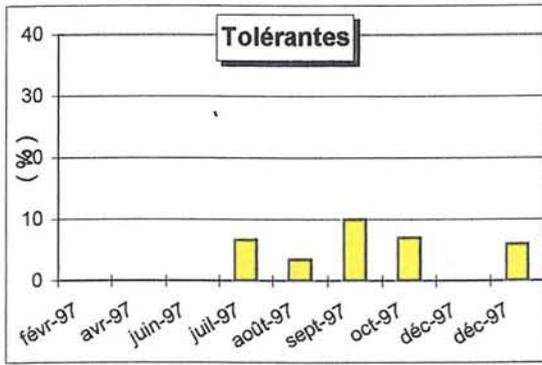


Figure 25 : expérimentation diversification, infestation par *Bonamia* .

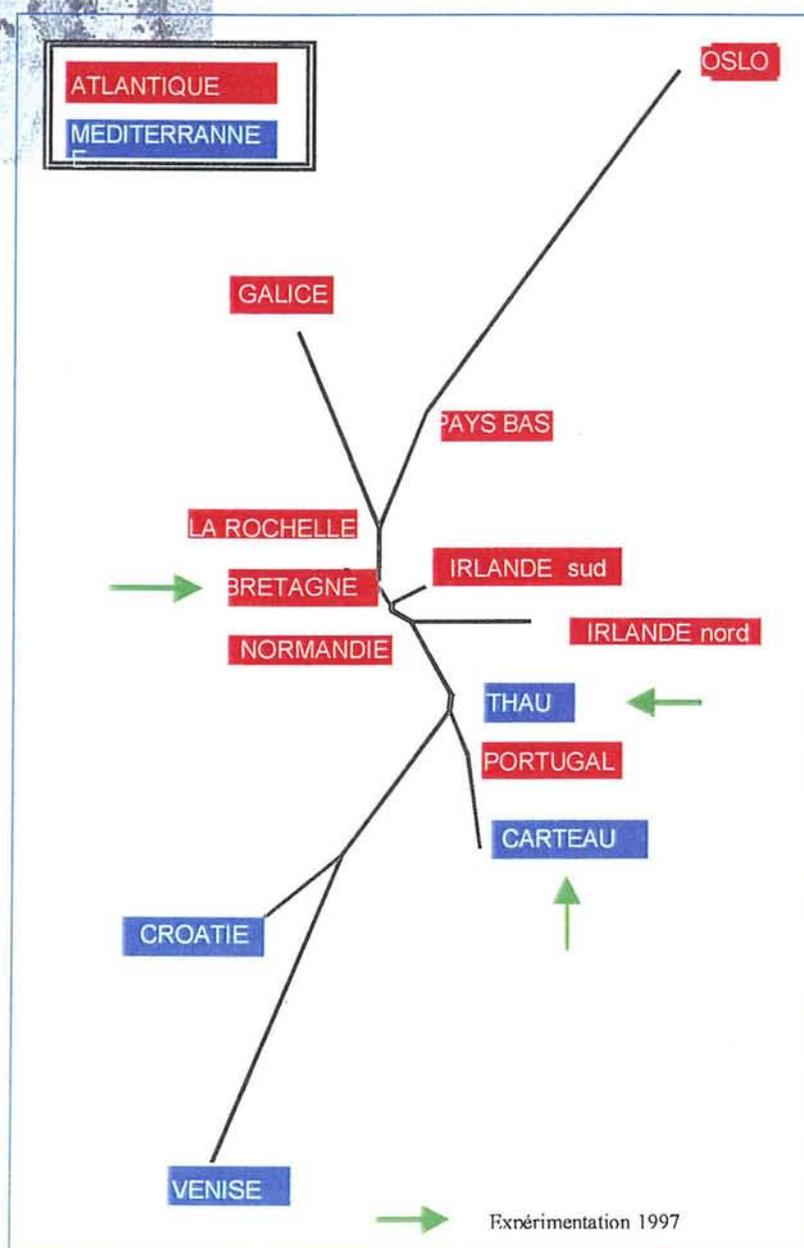
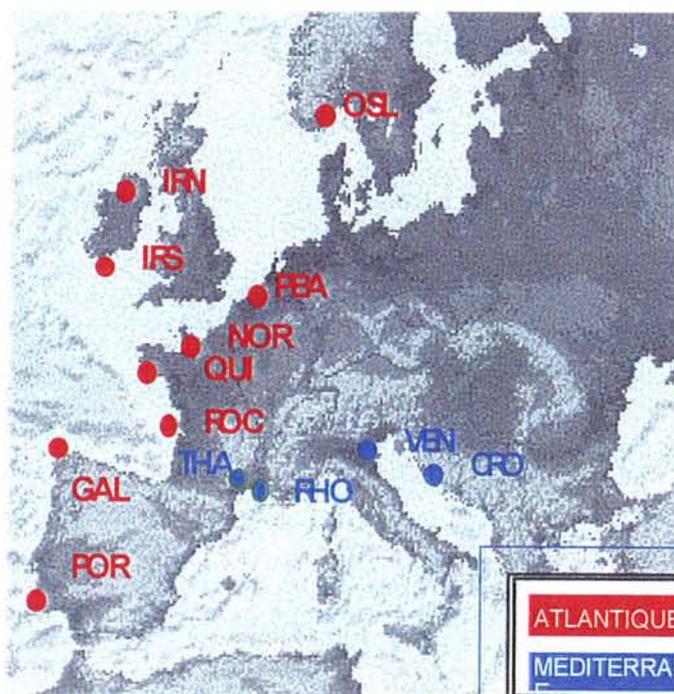


Figure 26 : arbre obtenu à partir des « distances » génétiques observées entre des populations sauvages d'huîtres plates (d'après *Launay, 1998*).

4.4. DISCUSSION

L'objectif des expérimentations 1997 était de répondre aux quatre questions rappelées ici :

- Quelle est la part de responsabilité du parasite *Bonamia ostreae* dans les mortalités ?

Les examens pratiqués montrent que ce parasite est présent sur les 4 lots de l'expérimentation dans des proportions différentes. Ce sont les **Atlantique** qui sont le plus fortement infestées à partir du mois d'avril, tandis que les **Méditerranée** sont très peu touchées. Il faut tout de même relativiser les résultats d'infestation observés durant cette expérimentation : si un taux de 20 % peut paraître élevé en Méditerranée, région longtemps indemne de ce parasite, il paraît faible en regard de ceux couramment notés dans les bassins ostréicoles atlantiques.

Au vu des résultats, il apparaît que les huîtres «**Atlantique**» associent le plus fort taux de *Bonamia* et mortalité. Les «**Tolérantes**» et les «**Thau**» ont le même taux de *Bonamia* avec des survies différentes : **ce parasite n'est donc pas la seule cause de mortalité.**

Dans la période où les huîtres sont affaiblies par l'effort de reproduction, conjugué avec les efforts d'adaptation aux fortes variations de température estivales, il est possible que le parasite joue un rôle complémentaire.

- Les huîtres de Méditerranée sont-elles mieux adaptées que les huîtres d'Atlantique aux conditions estivales ?

Les mortalités apparaissent avec les montées en température. Dans l'étang de Thau, les résultats font apparaître une meilleure survie pour les huîtres d'origine méditerranéenne : 67 % pour la souche **Thau** et 62 % pour **Méditerranée**, tandis que les huîtres d'Atlantique se situent à 32 % pour les **Tolérantes** et 26 % pour les **Atlantique**. Il existe bien une différence de comportement entre les souches, et les méditerranéennes se comportent mieux dans leur propre milieu d'élevage.

Parallèlement aux expérimentations 1997 réalisées en Méditerranée, le laboratoire IFREMER de Port-en-Bessin a procédé à des observations sur des huîtres plates d'origine **Thau**, **Méditerranée**, **Atlantique** et **Tolérante**, cette dernière catégorie étant représentée par les queues de lot de 51 familles. L'objectif de cette expérimentation était différent de celle menée par le Laboratoire Conchylicole de Méditerranée. Les huîtres de la catégorie **Tolérantes** ont présenté le meilleur résultat en Normandie avec 85 % de survie (toutes familles confondues).

Les autres catégories ont présenté **70 % de survie pour les Thau**, 53 % pour les **Méditerranée** et 40 % pour les **Atlantique** (Joly, 1998). Du point de vue de ce paramètre, les huîtres de Thau se sont très bien comportées dans les eaux plus fraîches de Normandie. Par contre, les résultats de croissance indiquent globalement 2 types de comportement : l'un atlantique (**Tolérantes** et **Atlantique**) avec une croissance rapide et l'autre méditerranéen (**Thau** et **Méditerranée**) avec une croissance faible.

- La souche de Thau aurait-elle été transformée par les apports atlantiques ?

Les résultats de Launay (1998) confirment cette hypothèse. Outre les transferts pratiqués depuis une époque plus récente, la connaissance historique de la culture de l'huître plate dans l'étang de Thau apporte d'autres éléments d'explication : au début du siècle, celle-ci a d'abord été réalisée dans les canaux de Sète, par "*accroissement ou affinage*" à partir de naissain atlantique (et corse) à une période où les juvéniles dragués sur les gisements de l'étang étaient expédiés en Atlantique pour y être mis en élevage. Antérieurement, aux environs de 1865, les bancs huîtriers de l'étang de Thau avaient fait l'objet d'ensemencements à partir d'huîtres provenant également d'Atlantique, dans le cadre d'un plan de repeuplement décidé alors que l'appauvrissement des gisements naturels était suffisamment marqué pour avoir alarmé les services de l'Etat (Fauvel, 1986).

- Un passage en mer avant l'été améliorerait-il les survies ?

Le but de ce passage en mer était d'éviter les fortes variations de température estivales sur une partie des élevages de l'expérimentation afin de vérifier si ce facteur induisait une différence au niveau de la survie. Les résultats finaux ne paraissent pas concluants en première analyse, car les mortalités observées en mer ne sont que légèrement inférieures à celles de l'étang, sauf en ce qui concerne les tolérantes pour lesquelles les résultats sont encore plus médiocres ; cependant, il faut rappeler que la mer a atteint des températures exceptionnelles dès le mois d'août cette année 1997, aussi élevées que dans l'étang de Thau, avec un décalage en retard d'un mois.

Or, les cordes expérimentales suspendues sur une filière mytilicole appartenant à un professionnel, n'étaient pas immergées assez profondément pour se trouver sous la thermocline. Ce décalage se retrouve dans les résultats de mortalité qui surviennent un mois après celle de Thau. **Ce qui semble indiquer que le facteur déclenchant la mortalité est bien la température.** Une expérimentation complémentaire pourrait être conduite, en plaçant les élevages plus profondément durant la période estivale, un lot témoin restant en étang.

Une tentative d'acclimatation dans les eaux de Malte (*Agius et al., 1978*), à partir d'animaux importés de Grande Bretagne, s'était soldée par des résultats des mortalités massives dès le mois de juin, la température de l'eau atteignant 25°C, sur tous les sites d'expérimentation. En l'absence de pathogène identifié, les auteurs n'avaient pu expliquer ces pertes, mais avaient émis l'hypothèse que les conditions hydrodynamiques très rudes étaient vraisemblablement en cause. Cependant, aucune observation sur la gamétogenèse n'avait été réalisée au cours de ces observations.

5. DISCUSSION GENERALE SUR LES RESULTATS DES ANNEES 1996 ET 1997

Globalement l'année **1996** a permis de rassembler des informations chiffrées sur les mortalités estivales, et d'étudier l'influence du « site d'élevage ».

- Nous avons effectivement enregistré des résultats de survie différents avec des huîtres de même origine (gisements de l'étang de Thau) selon les 3 sites d'expérimentation, ces différences géographiques sont propres à la culture de la plate et ne se retrouvent pas pour l'huître creuse). Ces résultats demandent toutefois à être confirmés.

L'expérimentation **1997** a été conduite comme un test sur l'effet « origine ».

- Nous avons mis en évidence deux types de comportement, l'un "méditerranéen" (origines **Thau** et **Méditerranée**), l'autre « atlantique » (origines **Atlantique** et **Tolérantes**), en ce qui concerne les résultats de croissance, de gamétogenèse et de survie.
- Sur le plan de l'identification génétique, la population de **Thau** est effectivement notée comme intermédiaire entre **Atlantique** et **Méditerranée**.

En revanche, **l'influence directe de la présence du parasite *Bonamia* sur le taux de mortalité n'est pas démontrée.** Si ce parasite joue un rôle dans la mortalité estivale des huîtres plates, il est probablement secondaire et concomitant aux autres facteurs : affaiblissement dû au processus de la gamétogenèse, puis la diminution de prise de nourriture durant la période d'incubation des larves, phénomènes intervenant durant l'accroissement estival de la température de l'eau. Il faut d'ailleurs relativiser les résultats 1997 en termes d'infestation par *Bonamia*, qui atteint occasionnellement 20 % (lot Atlantique), ce qui serait considéré comme bénin en Bretagne. En 1996, les valeurs sont sensiblement inférieures, sauf pour le lot n° 4 qui a justement cumulé les causes de faiblesse énumérées ci-dessus en y ajoutant celui, non négligeable, d'un collage tardif et d'une mise à l'eau au moment des premiers pics de température.

En ce qui concerne la survie des huîtres **Tolérantes**, globalement décevante, il faut souligner cependant les résultats plus contrastés selon l'origine des familles ; certaines d'entre elles présentent

des survies supérieures à 50 % et restent tout à fait intéressantes, comparées notamment à l'infestation constatée couramment en Atlantique. Bien que non concluante en ce qui concerne l'expérimentation 1997 en Méditerranée, cette piste reste intéressante et doit être poursuivie.

Le mauvais comportement des huîtres originaires d'Atlantique est peut-être à mettre en relation avec les conditions particulières de la première partie de leur élevage ; en particulier les **Tolérantes** stabulées en nurserie jusqu'à un poids de 50 grammes avec un apport alimentaire en phytoplancton abondant en quantité mais restreint en diversité. Ceci a pu conditionner les animaux à une préférence alimentaire et à une prise de nourriture trop spécialisée par rapport à la disponibilité du milieu naturel. Cependant, les huîtres du lot Atlantique sont des huîtres de pêche pour lesquelles cette hypothèse ne peut être retenue. Des études physiologiques orientées en ce sens pourraient permettre de lever ce doute. Enfin, il faut garder à l'esprit que ces phénomènes de mortalité sur l'huître plate dans l'étang de Thau sont récurrents depuis 1928, et surtout depuis 1950-1951, période durant laquelle cette espèce a été quasiment décimée, sans que les causes n'aient été identifiées.

En 1951, *Lambert* signalait de fortes mortalités estivales sur *Ostrea edulis*, qu'il mettait en relation avec l'effet de l'abaissement brutal de la température de l'eau de surface en raison de conditions de vent Sud-Ouest prédominantes dans l'étang de Thau. Il conseillait déjà de descendre les élevages de plates pour éviter la couche d'eau de surface plus sensible aux variations brutales. En 1962, *Raimbault*, à propos d'un essai d'élevage d'huîtres plates, signale une excellente croissance de mai à juin, puis un pourcentage de perte très élevé qu'il attribue "*à une grande fragilité bien connue de cette espèce qui suffit à expliquer la désaffection quasi-générale pour son élevage*".

Les différents suivis réalisés plus récemment sur cette espèce par les laboratoires IFREMER de Sète et de Palavas ont montré des résultats contrastés en ce qui concerne la survie, que ce soit en mer ou en étang. Mais, sur la période 1985-1995 la survie en étang n'a jamais été inférieure à 47 % avec une moyenne approximative de 70 %.

Il semble donc, en l'état actuel des connaissances, que l'hypothèse la plus probable reste le mauvais comportement de l'huître plate dans l'étang de Thau face aux brusques variations de température durant la période où l'espèce est fragilisée par le processus de reproduction, éventuellement renforcé par l'action du parasite *Bonamia*. A cet égard, il est fort dommage que la production d'huîtres plates triploïdes soit si délicate, il serait en effet intéressant d'observer la survie d'animaux présentant une gamétogenèse réduite et n'entraînant donc pas une dépense énergétique prioritaire en relation avec ce processus. Cette piste est certainement à explorer.

Il est important de renforcer l'effort de sélection génétique, afin de proposer à la profession une souche d'animaux résistant aux variations brutales de température. Une veille à organiser en concertation avec la profession conchylicole pourrait permettre de déterminer des lots d'animaux ayant résisté durant les périodes critiques, à partir desquels des géniteurs pourraient être récoltés afin de faire l'objet de croisements spécifiques selon un protocole à proposer par les spécialistes en génétique.

La principale conclusion de ce travail est que le maintien de l'élevage de l'huître plate en Méditerranée passera par l'utilisation de naissain méditerranéen issu d'écloserie complétée éventuellement de captage naturel.

6. RESUME DES CONCLUSIONS, RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Résumé des conclusions

A la suite de ce travail, l'hypothèse de l'influence de la température et plus précisément des brusques montées thermiques, comme facteur déclenchant les mortalités estivales apparaît la plus probable. Ces variations thermiques interviennent à un moment où l'huître plate est extrêmement

fragilisée par l'effort de reproduction et d'incubation. Le parasite *Bonamia* ne semble avoir qu'une action secondaire.

Il y a bien une différence génétique entre les souches méditerranéennes et atlantiques, la souche de Thau se présentant comme intermédiaire entre les deux.

Les huîtres de Méditerranée sont mieux adaptées aux conditions locales. En effet les souches méditerranéennes ont présenté un taux de survie d'environ 60% compatible avec la pratique d'une activité commerciale, à l'inverse des souches atlantiques qui n'ont eu que 30% de survie.

Recommandations

La principale recommandation à faire à l'issue de ce travail est qu'il est préférable d'utiliser pour les élevages du naissain d'origine méditerranéenne car il présente la meilleure adaptation aux conditions du milieu.

Le naissain pourra être issu soit du captage naturel soit d'écloserie. En effet la présence d'une écloserie en Méditerranée devrait permettre de lever le point de blocage concernant l'approvisionnement du naissain. Les filières en mer pourraient être utilisées en été pour pratiquer soit du captage naturel soit de préférence du télécaptage sur collecteurs de type lames Norlac faciles à suspendre aux filières.

Il est recommandé de profiter de la complémentarité des sites mer et étang : les périodes critiques à éviter en étang se situent en juin, juillet, août, septembre. Un parcours d'élevage mixte mer-étang avec un passage en mer en été, en profondeur (supérieure à 18 mètres) devrait améliorer la survie tout en conservant une bonne croissance. Il sera nécessaire d'innover pour trouver de nouvelles techniques de travail facilitant les transferts entre la mer et le bassin de Thau.

Perspectives

Si les résultats obtenus dans ce travail sont confirmés et si la production en écloserie ne pose pas de problèmes, il devrait être possible de relancer une production complémentaire d'huîtres plates en Méditerranée. Pour l'avenir, une production abondante de naissain (télécaptage et prégrossissement sur filières) pourrait permettre un travail sur l'aquaculture extensive de l'huître plate avec semis sur le fond soit en mer ouverte (zones protégées par récifs artificiels) soit en étang.

Au niveau de la recherche, plusieurs axes peuvent être préconisés.

Un programme de sélection génétique serait à lancer en écloserie pour essayer d'amplifier les caractères favorisant la survie des huîtres de Méditerranée.

L'obtention de triploïdes d'huîtres plates devrait permettre de diminuer la fragilité des huîtres inhérente à la reproduction. Ce serait un bon moyen de valider les hypothèses faites à la suite de ce travail.

Enfin un travail sur la physiologie d'*Ostrea edulis* durant la gamétogenèse serait à entreprendre pour mieux comprendre les mécanismes de la mortalité.

7. LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES DES AUTEURS CITES DANS LE RAPPORT

AGIUS C., V. JACCARINI and D.A. RITZ, 1978. Growth trials of *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* in inshore waters of Malta (Central Mediterranean). *Aquaculture*, 15: 195-218.

ANONYME, 1970. Les habitats artificiels. 1- Palavas-les-Flots : résultats de l'expérience de création d'habitats artificiels. Rapport du Comité pour la Mise en Valeur des Fonds marins du littoral méditerranéen : 23 p.

ANTONA M., 1993. Données économiques sur la conchyliculture française. In : Coquillages. Informations Techniques des Services Vétérinaires Français. Coord. Papayannis-Elzière E. 129-145.

AUDOUIN J., 1962. Hydrologie de l'étang de Thau. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 26 (1) : 105-126.

BARTOLOME C., 1984. Développement de la conchyliculture en mer. Programme de recherche d'accompagnement. Bilan préliminaire. Mémoire d'ingénieur Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier. USTL. 63 pages + annexes.

COATANEA D., 1992. Conchyliculture en mer ouverte en Languedoc-Roussillon. Diversification des espèces et des techniques. Séminaire FAO/MEDRAP, Sète, 17-18 juin.

COATANEA D., OHEIX J., MAZZARA L. et C. VERCELLI, 1994. Elevage de l'huître plate en Languedoc-Roussillon. Bilan des travaux 1990-1992. Rapport interne IFREMER RIDRV-94.07 RA Palavas. 72 p.

COATANEA D., VERCELLI C., CHABIRAND J.M. et J. OHEIX, 1995. Contrôle de la maturation et du calendrier d'émission larvaire d'un stock de géniteurs d'huîtres plates *Ostrea edulis* méditerranéennes. Convention de recherche Région Languedoc-Roussillon/CEPRALMAR. Rapport intermédiaire. 56 p.

COATANEA D., VERCELLI C., CHABIRAND J.M., J. OHEIX, PICHOT Y. et T. HIRATA, 1996. Contrôle de la maturation et du calendrier d'émission larvaire d'un stock de géniteurs d'huîtres plates *Ostrea edulis* méditerranéennes. Rapport final. 125 p.

COMPS M., 1985. Digestive gland disease of the oyster./Maladie de la glande digestive de l'huître plate. International Council for the Exploration of the Sea. Copenhagen (Denmark), 1985. Fiches identif. Mal. Parasit. Poissons Crustacés Mollusques, 5 : 19 p.

COMPS M., 1985. Rickettsial infection of the flat oyster./Infection rickettsienne de l'huître plate. International Council for the Exploration of the Sea. Copenhagen (Denmark), 1985. Fiches identif. Mal. Parasit. Poissons Crustacés Mollusques. L. ISSN 0109-2510, 3 : 14 p.

DEFOSSEZ J., 1990. Bilan de l'opération de captage de l'huître plate *Ostrea edulis* sur conteneur dans le Golfe du Lion – Année 1989. Rapport IFREMER/Gie.RA Palavas : 4 p.

DEFOSSEZ J., OHEIX J., L. MAZZARA, P.Y. HAMON et D. COATANEA, 1991. Bilan de l'opération de captage de l'huître plate *Ostrea edulis* sur conteneur dans le Golfe du Lion – Année 1990 – Rapport IFREMER/Gie.RA Palavas 91.09.683 : 25 p.

DEFOSSEZ J. et D. COATANEA, 1992. Essais de grossissement de l'huître plate *Ostrea edulis* en mer ouverte dans le Golfe du Lion - Période 1989-91. Rapport interne IFREMER, 70 p.

COATANEA D., OHEIX J., MAZZARA L. et C. VERCELLI, 1994. Elevage de l'huître plate en Languedoc Roussillon. Bilan des travaux 1990-1992. Rapport interne IFREMER 70 p.

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

- DUBOIS M. GILLES K,H, HAMILTON J,K, REBECS P,A, and F, SMITH, 1956, Colorimetric method for determination of sugars and related substances, *Anal. Chem.*, 28 (3) : 350-356.
- FAUVEL Y., 1986. Conchyliculture en Méditerranée du Golfe du Lion à l'étang de Thau. Les tribulations d'une huître indigène. Rapport IFREMER DRV.86.1/SDA/Nantes : 99 p.
- FAUVEL Y., 1987. From the Lion Gulf to the Thau Lagoon. The tribulations of an indigenous Oyster / Du Golfe du Lion à l'étang de Thau. Les tribulations d'une huître indigène. *PECHE MARITIME* 1987 P 66 (1305) : 32-39, Incl. bibliogr.
- FAUVEL Y., 1987. Conchyliculture en Méditerranée ... Histoire sans marée. Rapport IFREMER. D.R.V.87-01 : 160 p.
- GIESE A.C., 1969. A new approach to the biochemical composition of the Mollusc body. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 7 : 175-229.
- GABBOTT P.A., 1975. Storage cycle in marine bivalves molluscs : a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. Proc. 9th Europ. Mar. Biol. Symp., 1975. Harold Barnes Editor : 191-211.
- HAMON P.Y. et Y. PICHOT, 1994. La conchyliculture méditerranéenne. *Equinoxe* 52 –pp 25-35) et 53 (pp.20-32).
- HAURE J., C. PENISSON, S. BOUGRIER et J.P. BAUD, 1998. Influence de la température sur la filtration et la consommation d'oxygène de l'huître plate *Ostrea edulis* : détermination des coefficients allométriques. Rapport IFREMER DRV/RA.RST/98-12.13 p.
- JOLY J.P., 1998. In : compte rendu de la réunion REGEMO sur l'amélioration génétique de l'huître plate, du 11/03/98 à Nantes. Rapport IFREMER. 46 p.
- KRICHEN Y., 1981. Contribution à l'étude de la conchyliculture en mer. Biologie comparée avec celle du milieu lagunaire et techniques d'élevage. Mémoire de troisième cycle de l'INAT (Institut National d'Agronomie de Tunis). 222 p.
- LAMBERT, 1951. Revue des Travaux de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes. N°65 , tome XVII (2). Annexe : 31-32.
- LAUNAY S., 1998. Marqueurs microsatellites chez l'huître plate *Ostrea edulis* L. : caractérisation et applications à un programme de sélection pour une résistance au parasite *Bonamia ostreae* et à l'étude de populations naturelles. Thèse INA-PG. 108 p.
- LAWRENCE D.R. AND G.I. SCOTT, 1982, The determination and use of condition index of oysters, *Estuaries*, 5 (1) : 23-27,
- MARSH J.B. and D.B., WEINSTEIN.,1966, Sample charring method for determination of lipids, *J. Lip, Res.*, 7 : 574-576.
- MARTEIL L., 1979. La Conchyliculture française. L'ostréiculture et la Mytiliculture. *Revue trav. Institut Sci. Et Techn. Des Pêches marit.* : 207-230. Et 335-
- MAZURIE J. & A.G. MARTIN, 1990. Développement de la conchyliculture en Bretagne : relations avec la région Languedoc-Roussillon. *Equinoxe* (28) : 7-11.

- MAZURIE J., 1992. Le télécaptage de l'huître plate – expérience française et acquis récents. Comm. Coll. EAS Bordeaux.
- PAQUOTTE P., 1989. Compte rendu de l'essai de captage et de prégrossissement de l'huître plate *Ostrea edulis* en mer ouverte dans le Golfe du Lion – Années 1987-1988. Rapport IFREMER/Gie.RA Palavas : 26 p.
- PAQUOTTE P., 1990. Compte rendu de l'essai de captage 1988 et de prégrossissement de l'huître plate *Ostrea edulis* en mer ouverte dans le Golfe du Lion. Rapport IFREMER/Gie.RA Palavas 90.02.202 : 26 p.
- PAQUOTTE P. et J. MORICEAU, 1987. Eléments de bilan de l'opération de captage d'huîtres plates en Méditerranée au Cap d'Agde en 1986. Rapport IFREMER Sète : 8 p.
- PAQUOTTE P. et J. MORICEAU, 1987. Captage et prégrossissement de l'huître plate (*Ostrea edulis*) en Méditerranée. *Aqua Revue*, 12 : 18-22.
- PAQUOTTE P. et J. MORICEAU, 1987. Croissance et indice de condition de l'huître plate *Ostrea edulis* élevée en mer ouverte et en étang sur la côte méditerranéenne. *Haliotis*, 16 : 427-437.
- PAQUOTTE P., MORICEAU J. et M. COMPS, 1987. Connaissance du milieu et des espèces élevées. La diversification des élevages. Aspects zoosanitaires. Réunion de travail 9-10 février 1987, Bouzigues, 15 p. + figures.
- PICHOT Y., 1984. Contribution à l'étude des protozooses de l'huître plate *Ostrea edulis* L. Thèse d'Univ. USTL, Montpellier : 60 p.
- PICHOT Y., 1995, 1996, 1997, 1998, 1999. Comptes rendus d'activités de la cellule méditerranéenne du réseau REPAMO. IFREMER
- RAIMBAULT, 1962. *Annales des trav. Inst. des Pêches*. 5 p.
- RAIMBAULT R., 1976. Expériences de captage de naissains et d'élevage d'huître en mer, près de Port-La-Nouvelle en 1975. Rapport ISTPM Sète ronéo, 7 p.
- RAIMBAULT R. et ARNAUD P., 1974. L'huître plate (*Ostrea edulis*) en mer Méditerranée et les possibilités de son exploitation (premiers essais sur la côte du Languedoc). *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 22 (6) : 25-27.
- RAIMBAULT R., ARNAUD P. et P.Y. HAMON, 1975. La récolte du naissain d'*Ostrea edulis* en Méditerranée (prospection de 1973 sur les côtes du golfe du Lion) – *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 23 (3).
- RUIZ C, MARTINEZ D, MOSQUERA G, ABAD M., and J,L, SANCHEZ, 1992, Seasonal variations in condition, reproductive activity and biochemical composition of the flat oyster *Ostrea edulis*, from San Cibran (Galicia, Spain). *Mar. Biol.* : 112 : 67-74.
- SACCHI J., 1973. Expériences de captage de naissains d'*Ostrea edulis* L. dans la région de Palavas et la région de Gruissan. DEA – Univ. Des Sci. et Tech. du Languedoc, Montpellier : 27 p.
- SHPIGEL M., 1989. Gametogenesis of the European flat oyster (*Ostrea edulis*) and Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in warm water in Israel. *Aquaculture*, 80 : 343-349.

TOURNIER H. P.Y. HAMON et S. LANDREIN, 1983. Conditions de milieu moyennes dans l'étang de Thau établies sur les observations réalisées de 1974 à 1980. *Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.* 28 (6) : 195-200. TOURNIER et P. PICHOT, 1987. Répartition de la chlorophylle *a* dans l'étang de Thau : richesse nutritive pour les mollusques d'élevage. *Rev. Trav Inst. Pêches marit.*, 49 (1 et 2) : 13-24.

TOURNIER H. et P. PICHOT, 1987. Répartition de la chlorophylle *a* dans l'étang de Thau : richesse nutritive pour les mollusques d'élevage. *Re. Trav. Inst. Pêches marit.* 49 (1 et 2) : 13-24.

VERCELLI C., COATANEA D., OHEIX J. et N. COCHENNEC (non publiée). Observations sur la reproduction naturelle de l'huître plate *Ostrea edulis* dans un site méditerranéen. Année 1993. 60 p.

VERCELLI C., COATANEA D., CHABIRAND J.M. et J. OHEIX, 1998. Contrôle de la gamétogenèse d'un stock d'huîtres plates méditerranéennes *Ostrea edulis*. In : la reproduction naturelle et contrôlée des bivalves cultivés en France. Nantes (France) 14-15 novembre 1995, Groupe de Travail, Devauchelle N., Barret J. et G. Salaun Coordinateur. IFREMER. Rapport interne DRV 97-11 RA/RST/Brest : 91-98.

VIDAL-GIRAUD B., 1988. Conchyliculture en mer ouverte en région Languedoc-Roussillon. Rapport CEPRALMAR, 132p.

WALNE P.R. and R. MAN, 1975, Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*, In : Proc, 9th Europ, mar, biol, Symp, Harold Barnes Ed., Aberdeen Univ. Press : 587-607.

REFERENCES COMPLEMENTAIRES NON CITEES DANS LE RAPPORT

ABELLAN MARTINEZ E., A. GARCIA ALCAZAR, A. PEREZ CAMACHO and B. GARCIA GARCIA, 1989. Preliminary study on the reproductive cycle of oysters (*Ostrea edulis* L.) in Mar Menor (SE Spain). Aquaculture, A biotechnology in progress. N De Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors, N. Wilkins (Eds). 279-286.

COATANEA D., 1991. Essais d'acclimatation de l'huître plate *Ostrea pulchana* en Méditerranée. Fiche technique IFREMER : 29 p.

COATANEA D., OHEIX J., MAZZARA L. et P.Y. HAMON, 1992. Essais de télécaptage de l'huître plate *Ostrea edulis* en Méditerranée. Bilan 1991. Rapport interne IFREMER RIDRV-92.021 RA Palavas. 62 p. + figures.

DUCLERC J., 1989. La pêche des huîtres plates en Méditerranée ; Proposition de réglementation. Note interne. 4 p + figures.

DUPUY B., 1988. Essais de prégrossissement de l'huître plate *Ostrea edulis* à partir de naissain capté en Méditerranée. Rapport de stage. IFREMER/CREUFOP. 33 p.

GAWRON A., 1997. Caractéristiques des branchies et performances de rétention et de filtration chez trois bivalves de l'étang de Thau, *Crassostrea gigas*, *Ostrea gigas*, *Mytilus galloprovincialis*, et un bivalve tropical *Pinctada margaritifera*. Maîtrise de biologie cellulaire, Univ. Montpellier II : 36 p.

HAMON P.Y. et H. TOURNIER, 1989, Etude des stocks de mollusques élevés dans l'étang de Thau de 1981 à 1987. Rapport interne RI-DRV 91.43RA Sète IFREMER. 32 p.+ annexes

HERAL M., 1985. L'ostréiculture française traditionnelle, note interne IFREMER : 50 p.

- JACQUEMOND F., 1983. Essais de prégrossissement et de grossissement de l'huître plate *Ostrea edulis* L., au large des côtes du Languedoc-Roussillon, Mémoire de DEA, USTLR, Montpellier ISTPM : 36 p + annexes.
- MARTIN A.G., G. de KERGARIOU, D. BUESTEL, P. PAQUOTTE, A. LANGLADE ET S. CLAUDE, 1988. Estimation du captage d'huîtres plates sur coques de moules en 1987. DRV-88.018. RALa Trinité. 19 p.
- OHEIX J. et D. COATANEA, 1991. Essais de télécaptage de l'huître plate *Ostrea edulis* (printemps 1991). Rapport interne IFREMER/Gie.RA Palavas 91.09.677 : 13 p. + annexes.
- OHEIX J. C. VERCELLI, J.M. CHABIRAND et D. COATANEA, 1994. Réseau Génétique Mollusques. Bilan définitif du contrôle de performances de populations de polypléides d'*Ostrea edulis* en mer ouverte dans le golfe du Lion. In : réunion de travail REGEMO. 3 p + figures.
- OHEIX J., CHABIRAND J.M., VERCELLI C. et Y. PICHOT, 1997. Observations préalables à la relance de l'huître plate méditerranéenne dans l'étang de Thau. Journées Conchyliques, IFREMER Nantes, 18-19 mars 1997.
- OHEIX J., COATANEA D., VERCELLI C. et J.M. CHABIRAND, 1998. Exploration d'une nouvelle filière d'élevage de l'huître plate en Méditerranée à partir du télécaptage. Note interne : 15 p.
- PAQUOTTE P. et J. MORICEAU, 1985. Bilan de l'opération de captage en mer d'huîtres plates – 1984 – Rapport IFREMER Sète/CEPRALMAR : 12 p.
- PAQUOTTE P. et J. MORICEAU, 1986. Bilan de l'opération de captage en mer d'huîtres plates – 1985 – Rapport IFREMER Sète/CEPRALMAR : 24 p.
- PAQUOTTE P. et J. MORICEAU, 1986. Croissance et engraissement de l'huître plate *Ostrea edulis* étang et en mer en Languedoc-Roussillon. Note interne : 17 p.
- PASCUAL M., MARTIN A.G., ZAMPATTI E., COATANEA D., DEFOSSEZ J. et R. ROBERT, 1991. TESTING OF THE Argentina oyster, *Ostrea puelchana*, in several French oyster farmings sites. Copenhagen (Denmark) : ICES, Council Meeting of the International Council For the Exploration of the Sea, La Rochelle, France, 26 sept.-4 oct. 1991, ICES-CM-1991/K. 30 : 17 p.
- QUERELLOU J., HARDY L. et J. DUCLERC, 1982. L'aménagement du littoral du Languedoc-Roussillon en 1975. Rapport ISTPM Sète ronéo, 7 p.
- RAIMBAULT R., 1964. Croissance des huîtres atlantiques élevées dans les eaux méditerranéennes françaises. *Sci. et Pêche, Bull. Inform. Document. Inst. Pêches marit.* 126, mai 1964. 10 p.
- RAIMBAULT R. et H. TOURNIER, 1973. Les cultures marines sur le littoral français de la Méditerranée, Actualités et perspectives, *Sci. et Pêche Bull. Inst. Pêches marit.*, 223 : 1-18.
- VERCELLI C., COATANEA D., CHABIRAND J.M., OHEIX J., PICHOT Y. et T. HIRATA, 1997. Gestion d'un stock de géniteurs d'huîtres plates méditerranéennes *Ostrea edulis* et contrôle d'un calendrier d'émissions larvaires. Essais de vernalisation. Journées Conchyliques, IFREMER Nantes, 18-19 mars 1997.

8. LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Liste des figures

Figure 1 : synthèse des travaux antérieurs sur le captage naturel d' <i>Ostrea edulis</i> , localisation des zones prospectées.....	8
Figure 2 : taille du naissain d'huître plate obtenu par captage dans le milieu naturel sur la côte du Languedoc entre juin et octobre (Bartolomé, 1984).....	8
Figure 3 : synthèse des travaux antérieurs , résumé des différents parcours d'élevage testés.	22
Figure 4 : expérimentation mortalité 1996, localisation des expérimentations * et de la station de mesures REPHY *.	24
Figure 5 : caractéristiques du milieu en 1996 à Thau, température enregistrée en continu, salinité et chlorophylle.	27
Figure 6 : évolution du pourcentage de survie des différents lots d'huîtres plates en 1996	29
Figure 7 : croissance en longueur et en poids total des huîtres plates en 1996	29
Figure 8 : évolution du poids de chair sec, du poids de coquille et indice de condition <i>Lawrence & Scott</i> (C) des huîtres plates de l'expérimentation mortalité 1996.....	31
Figure 9: évolution des stades de maturité sexuelle (observation macroscopique) des huîtres plates de l'expérimentation mortalité 1996.....	32
Figure 10 : teneurs en lipides, glucides totaux et glycogène des huîtres plates de l'expérimentation mortalité 1996.....	33
Figure 11 : résultats des examens de recherche du <i>Bonamia</i> dans les huîtres plates de l'expérimentation mortalité 1996.	34
Figure 12: localisation de la table IFREMER et station REPHY en 1997-1998.....	40
Figure 13 : évolution température de l'eau de novembre 1997 à janvier 1998.	42
Figure 14 : salinité et chlorophylle <i>a</i> dans l'étang de Thau en 1997-1998	42
Figure 15 : expérimentation diversification, résultats de survie en étang (A) et après transfert en mer des animaux (B).....	43
Figure 16 : expérimentation diversification, survie des huîtres Tolérantes.....	43
Figure 17 : évolution de la longueur (A) et du poids total (B) durant l'expérimentation diversification 1997-1998.....	45
Figure 18 : expérimentation diversification, évolution du poids de chair sèche (A) et du poids de chair fraîche (B).....	46
Figure 19 : expérimentation diversification, évolution du poids de coquille sèche	46
Figure 20 : expérimentation diversification, évolution macroscopique des stades de maturation des gonades.	48
Figure 21 : expérimentation diversification, évolution des teneurs en lipides, glucides totaux et glycogène – Dosages sur pools.....	49
Figure 22 : expérimentation diversification, évolution des teneurs biochimiques individuelles effectuées sur les huîtres tolérantes	50

Figure 23 : expérimentation diversification, évolution de l'indice de condition <i>Lawrence & Scott</i> .	52
Figure 24 : expérimentation diversification, poids de cendres par rapport au poids sec de chair. ...	52
Figure 25 : expérimentation diversification, infestation par <i>Bonamia</i>	53
Figure 26 : arbre obtenu à partir des « distances » génétiques observées entre des populations sauvages d'huîtres plates (d'après <i>Launay, 1998</i>).....	54

Liste des tableaux

Tableau 1 : synthèse des travaux antérieurs, bilan des données de catage naturel de naissain d' <i>Ostrea edulis</i> de 1968 à 1993 (Sources ISTPM, IFREMER, CEPRALMAR).....	12
Tableau 2 : synthèse des travaux antérieurs, résultats du télécaptage.	15
Tableau 3 : synthèse des travaux antérieurs ,résultats de survie du naissain télécapté durant la phase nurserie (après tamisage sur maille de 10 mm)	15
Tableau 4 : synthèse des travaux antérieurs, résultats des expérimentations de prégrossissement d'huîtres plates en Méditerranée	17
Tableau 5 : synthèse des travaux antérieurs, résultats des expérimentations de grossissement d'huîtres plates en Méditerranée.....	18
Tableau 6 : caractéristiques initiales de l'expérimentation mortalité 1996.....	23
Tableau 7 : expérimentation 1996, comparaison des % de survie selon le mode de décompte.	28
Tableau 8 : expérimentation mortalité 1996, évolution des tailles (en mn).	28
Tableau 9 : expérimentation mortalité 1996, évolution des poids totaux (en g).	28
Tableau 10 : expérimentation mortalité 1996, résultats des examens de recherche du <i>Bonamia</i>	34
Tableau 11 : observations ponctuelles réalisées sur les épibiontes durant l'expérimentation 1996. .	35
Tableau 12 : synthèse des données de température, salinité, chlorophylle a dans l'étang de Thau de 1974 à 1986.	35
Tableau 13 : caractéristiques biométriques initiales et indice de condition <i>Lawrence & Scott</i> des huîtres plates du programme diversification 1997-1998.	38
Tableau 14 : récapitulatif de la répartition des lots d'huîtres plates et des différentes opérations de l'expérimentation diversification 1997-1998.	39
Tableau 15 : expérience diversification, évolution des tailles (en mn) des huîtres plates.....	44
Tableau 16 : expérimentation diversification, évolution des poids totaux (en g).....	44