



Ifremer

Institut d'Ecologie Appliquée
U.C.O
3 place André Leroy
49008 ANGERS

I.F.R.E.M.E.R
Laboratoire Conchylicole Poitou-Charente
Mus du Loup
17390 La Tremblade

Mortalité printanière et estivale de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le Bassin de Marennes-Oléron (Banc de Ronce-Perquis)

Par Sophie REMOUÉ



Mémoire de DESS

“Gestion des ressources Naturelles Renouvelables
et Amélioration de la Qualité de la Vie”

Ifremer

Septembre 2000

REMERCIEMENTS

Je remercie dans un premier temps Monsieur André Gérard, directeur de la station IFREMER de La Tremblade et Monsieur Philippe Gouletquer, responsable du Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes pour m'avoir accueillie dans leurs services.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur Patrick Soletchnik pour son encadrement, ses conseils et toute l'aide qu'il m'a apportée lors de la rédaction de ce travail. Je le remercie aussi pour toutes ses petites « chansonnettes » et son aide précieuse face à Christophe, Loïc et les inconditionnels du Tennis de table... Et oui, tout en finesse !

J'exprime toute ma sympathie à Nicole Faury avec qui j'ai passé de longs moments au laboratoire et de bonnes parties de « rigolades »... oui Madame ! Ah ! ces sucrettes, elles nous en ont fait voir de toutes les couleurs !

Bien sûr, je tiens à adresser un grand MERCI à toute l'équipe des Mickey (Philippe, Patrick, Daniel, Olivier, Stéphane, Phiphi, Jean-Luc et les deux femmes du labo Nicole et Sylvie) avec laquelle j'ai passé 6 mois exceptionnels et inoubliables dans la joie et la bonne humeur. Merci de m'avoir supportée...

Enfin, je remercie l'ensemble du personnel de la station que j'ai côtoyé pendant mon séjour sans oublier les stagiaires avec qui j'ai passé de grands moments... et oui, toujours dans la joie et la bonne humeur, c'est formidable !

Encore un grand MERCI à vous tous...



SOMMAIRE

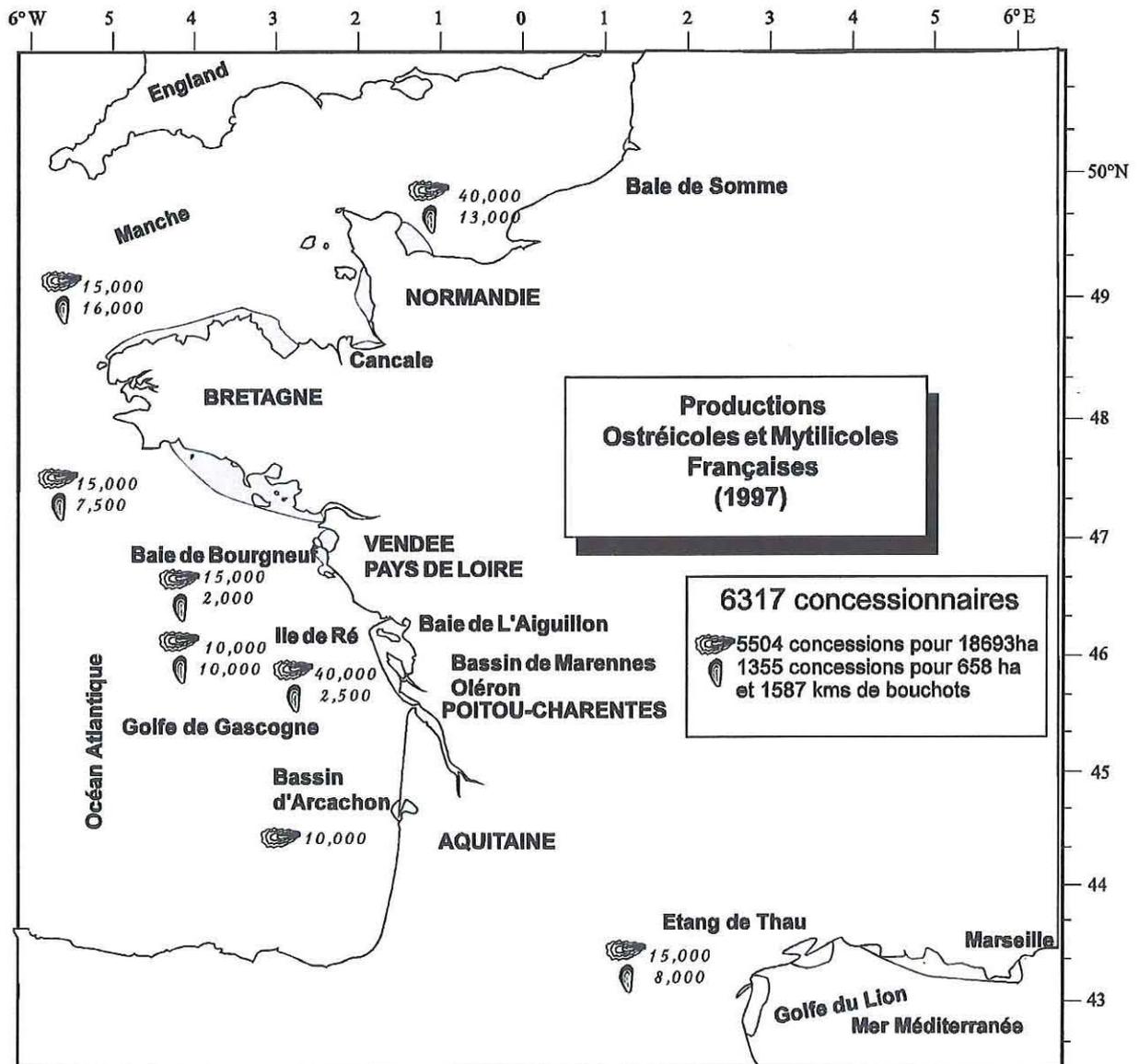
	Page
INTRODUCTION	1
PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCEUIL	4
I- L'IFREMER	4
1) Présentation générale	4
2) Historique	4
3) Les missions	4
II- Station IFREMER de La Tremblade	5
1) Présentation de la station	5
1.1) <i>Le laboratoire Génétique-Aquaculture-Pathologie</i>	5
1.2) <i>Direction de l'Environnement et de l'Aménagement du Littoral</i>	6
1.3) <i>Le laboratoire régional conchylicole de Poitou Charente</i>	6
METHODOLOGIE	8
I- Présentation du site d'élevage	8
II- Origine des lots d'huîtres	9
III- Descripteurs de l'étude	10
IV- Travail sur le terrain	11
1) Elevage à plat	11
2) Elevage sur table	12
V- Travail en laboratoire	13
1) Biométrie	13
2) Dosage des lipides, glucides et glycogène	13
2.1) <i>Dosage des lipides</i>	13
2.2) <i>Dosage des glucides et glycogène</i>	14

3) Dosage de l'incorporation du glucose dans le glycogène	14
3.1) <i>Dissection et dissociation des palpes labiaux</i>	14
3.2) <i>Isolement des cellules de réserve du glycogène</i>	15
3.3) <i>Comptage des cellules</i>	15
3.4) <i>Incubation et incorporation de [U-¹⁴C] glucose dans le glycogène</i>	16
VI- Traitement statistiques	16
RESULTATS	17
I- Etude de la mortalité	17
1) Mortalité par période	17
2) Taux de mortalité journalier	18
3) Mortalité cumulée	20
II- Descripteurs de croissance	22
1) Croissance en poids de coquilles	22
2) Croissance en poids sec	24
3) Indice de qualité Walne et Mann	25
III- Descripteurs biochimiques	26
1) lipides	26
2) glucides et glycogène	27
3) Dosage de l'incorporation du glucose marqué dans le glycogène	29
INTERPRETATION DES RESULTATS	32
CONCLUSION	38
BIBLIOGRAPHIE	39
ANNEXES	

INTRODUCTION



Le littoral français est reconnu depuis toujours comme étant propice à la production des coquillages, et plus particulièrement aux huîtres. La réputation des huîtres de Marennes-Oléron due à un savoir faire et une qualité exceptionnelle n'est plus à faire. L'huître "conditionne" une grande partie de l'économie de la région. Le stock d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* en élevage dans le bassin de Marennes-Oléron est de 110 000 tonnes. La production annuelle, de 30 000 à 40 000 tonnes, représente 25 % de la production nationale. Le tonnage affiné dans les claires et commercialisé peut atteindre 50 000 tonnes, soit 40 % de la production française (Figure 1). Ainsi, le bassin de Marennes-Oléron est le premier bassin ostréicole européen.



Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes
La Tremblade

Figure 1 : Répartition des productions ostréicoles françaises. D'après les données du LCPC La Tremblade, 1997.

Suite à des mortalités massives durant les années 20 et à deux parasitoses successives durant les années 70 et 80 (*Bonamia ostreae* et *Marteilia refringens*), l'huître plate indigène *Ostrea edulis* a complètement disparu du bassin (GRIZEL *et al.*, 1974). L'ostréiculture de l'huître portugaise *Crassostrea angulata* introduite accidentellement à la fin du 19^{ème} siècle a connu une expansion phénoménale jusqu'en 1970. Puis une épizootie virale appelée « maladie des branchies » décime les cheptels. Une opération de grande envergure a été entreprise à partir de 1971 consistant à l'importation massive de géniteurs d'huîtres creuses du Pacifique *Crassostrea gigas* en provenance de Colombie britannique (Canada) (GRIZEL & HERAL, 1991). *Crassostrea gigas* est actuellement la principale espèce cultivée dans le bassin. Les mortalités de bivalves cultivés sont des phénomènes qui ont été maintes fois observés au cours du 20^{ème} siècle. Les mortalités dans les élevages d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* ont été régulièrement signalées depuis une cinquantaine d'années sur la côte française, côte Pacifique des USA et au Japon (MORI, 1979 ; PERDUE *et al.*, 1981).

Dans le bassin de Marennes-Oléron, l'information sur les mortalités est prise en compte depuis 1983 par le réseau de suivi de croissance et depuis 1993 également par le réseau national REMORA. De fortes mortalités ont été enregistrées dans le sud du bassin pendant le printemps 1988. Le pourcentage de mortalités d'environ 50 % avait atteint 90 % dans certaines zones de cultures à plat. Les pertes occasionnées ont été estimées à 7 800 tonnes d'huîtres (BODOY *et al.*, 1990). Les mortalités chroniques d'intensité variable touchent les élevages chaque année de juin à juillet, période correspondant à la phase de maturation des huîtres et à la gamétogénèse. Ces mortalités affectent surtout les huîtres élevées à plat. Quatre hypothèses ont été exprimées pour expliquer l'apparition de ces mortalités dont les causes exactes ne sont pas encore clairement élucidées. Tout d'abord une cause liée à la qualité physico-chimique de l'eau de mer et du sédiment. Des recherches spécifiques d'herbicides, pesticides dans les eaux, les sédiments et la chair d'huîtres ont permis d'exclure l'hypothèse de pollution par ces composés. Par ailleurs, les résultats d'analyses des principaux polluants (métaux, pesticides...) sur les mollusques, dans le cadre du Réseau National d'Observation, ne mettent pas en évidence une augmentation des substances accumulables. De plus, les mortalités touchant surtout les huîtres élevées à plat laissent supposer que les caractéristiques du sédiment ont un rôle non négligeable dans ce phénomène. Ensuite l'aspect pathologique a été abordé mais des examens n'ont révélé aucun agent pathogène ou infection par un parasite pour expliquer ces mortalités. Puis vient l'aspect écophysio-écologique. Les mortalités, associées à des températures élevées supérieures à 20°C, s'observent à la suite du rapide réchauffement des eaux débutant en avril-mai et s'accroissant en juin-juillet. La température semble donc un élément déterminant dans les mortalités estivales mais non suffisant pour expliquer à lui seul le phénomène (MAURER *et al.*, 1986). Le dernier aspect concerne les caractéristiques physiologiques des animaux. L'effort de reproduction occasionne d'importantes dépenses énergétiques qui provoquent un état de « stress » chez les animaux (SOLETCHNIK *et al.*, 1997).

Le banc de Ronce-Perquis dans le sud du bassin de Marennes-Oléron a été choisi comme site atelier depuis 1995 du fait des mortalités chroniques affectant les huîtres de ce secteur. En 1997, 1998 et 1999 différents axes de recherches ont été mis en place pour essayer de mieux comprendre ces phénomènes de mortalités. Chaque année la biométrie, la mortalité, les pratiques culturales et l'environnement (température, salinité, oxygène, pH) des huîtres sont mesurées. Durant ces 3 dernières années, le suivi des mortalités de populations d'huîtres homogènes est étudié selon la situation géographique des sites ateliers, la qualité de l'environnement avec une stratégie d'échantillonnage spatio-temporelle de la colonne d'eau, une étude hydrologique avec une mesure de la disponibilité de nourriture sur le banc.

La mortalité des huîtres observée au cours de ces 3 années ne correspond pas uniquement à la mortalité liée à la pratique culturale. La mortalité d'élevage doit être dissociée de la mortalité « historique » initiale et de la mortalité de "mise en élevage" ou "acclimatation". Notre étude doit permettre de préciser l'importance "historique" des lots d'huîtres sur la capacité d'adaptation à la mise en culture et donc d'apprécier la mortalité de mise en élevage, chacun des lots subissant les mêmes conditions environnementales. Pour cela, 4 lots d'huîtres "d'histoire", de qualité différente (origine, lieu de captage, d'élevage,...) sont placés sur un même site selon les deux pratiques culturales à plat et sur table. Ces mortalités qui résulteraient en partie d'un déficit énergétique (MAURER *et al.*, 1986), apparaissent pendant la période printanière et estivale qui correspond, dans le cycle de reproduction, à la phase de maturation des gamètes et de ponte. Le cycle biochimique saisonnier des huîtres peut être alors utilisé comme un indicateur de leur état physiologique (SOLETCHNIK *et al.*, 1997). La composition lipidique élevée des huîtres lors de la phase de maturation chute lors de l'émission des gamètes qui sont riches en lipides. Le stockage du glycogène chez les bivalves marins constitue une source importante d'énergie pour supporter l'effort de reproduction (GABBOTT, 1975 ; HEUDE BERTHELIN, 2000). D'ailleurs, MORI (1979) relie ces mortalités à une intense glycogénolyse, menant à des teneurs en glycogène minimales à la ponte.

Aussi cette étude s'inscrit dans la continuité de celles menées les années précédentes au LCPC. Les relevés zootechniques permettent de suivre la mortalité sur table et à plat des lots d'huîtres d'origine différente. Ceci permet de surveiller l'apparition d'une mortalité anormale sur le plat comme ce fut le cas au début des années 90. Des analyses biochimiques (lipides, glucides et glycogène) sont effectuées sur les huîtres pour suivre les variations saisonnières au cours de la phase de maturation. Puis, la capacité des huîtres à synthétiser du glycogène est approchée par la mesure de l'incorporation du glucose dans le glycogène des cellules vésiculeuses des palpes labiaux. Ce type d'analyse constitue une « première » au sein du laboratoire LCPC. Très peu d'études ont été réalisées sur ce sujet. Ces analyses permettront d'apporter des données supplémentaires quant à l'état physiologique et au comportement de chaque lot d'huîtres au cours de l'étude. La mortalité, la croissance, l'état physiologique (réserves lipidiques et glucidiques) sont-ils différents, varient-ils selon l'origine des huîtres ?

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

I- L'IFREMER

1) Présentation générale

L'IFREMER, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER, est un établissement public à caractère industriel et commercial créé par un décret du 5 juin 1984. Il résulte de la fusion du Centre National d'Exploitation pour les Océans (CNEXO) et de L'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes). Il est placé sous la tutelle de ministères chargés de la recherche, des pêches et cultures marines, de l'équipement, du logement, des transports.

L'IFREMER gère un budget de près de 1 milliard de francs, dont l'origine provient en majeure partie de la subvention que lui verse l'état et à laquelle s'ajoutent des ressources propres que son statut d'EPIC (Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial) lui permet de développer. Les missions de l'IFREMER se concentrent exclusivement sur un travail dans le domaine marin.

2) Historique

L'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes a été pendant 69 ans à la Tremblade au service du bassin de Marennes-Oléron :

- 1913 : Création de l'AEIO (Association d'Encouragement des Industries Ostréicoles et conchylicoles françaises) à La Tremblade,
- 1918 : Création de l'OSTPM (Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes)
- 1928 : Le laboratoire de l'AEIO devient à la Tremblade l'OSTPM,
- 1953 : Transformation de l'OSTPM en ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes),
- 1954 : L'inspection sanitaire et le laboratoire de biologie sont individualisés à la Tremblade,
- 1984 : Création de l'IFREMER.

3) Les missions

La recherche finalisée dans tous les domaines de la mer et le développement des technologies d'intervention et de qualification en milieu marin. Il effectue des développements technologiques pour ses propres moyens ou pour le compte de la communauté scientifique et industrielle.

La surveillance, l'observation et l'aide à la gestion des ressources et des milieux. Il assure le suivi des ressources halieutique et aquacole : il établit un diagnostic de l'état des principaux stocks exploitables par les flottes de pêche française. Il contrôle la qualité du milieu et des cheptels pour l'activité aquacole. Il contribue à la protection de l'environnement côtier grâce à des réseaux de surveillance.

Il assure le service public (aide à la décision), le conseil et l'expertise auprès de l'état, des collectivités territoriales, des milieux professionnels de la mer (marins, pêcheurs, aquaculteurs), et aussi des industriels de la transformation et de la valorisation des ressources marines.

II- Station IFREMER de La Tremblade

1) Présentation de la station



Figure 2: Photo aérienne de la station IFREMER de La Tremblade.

Située au cœur du bassin ostréicole de Marennes-Oléron, la station IFREMER de la Tremblade est composée de trois laboratoires qui développent des recherches dans les domaines de l'ostréiculture et de l'environnement littoral (Figure 2). La station travaille essentiellement pour améliorer les conditions d'élevage des coquillages dans le bassin de Marennes-Oléron et surveiller la qualité de l'environnement marin côtier. Elle se compose de trois laboratoires :

1.1) Le laboratoire Génétique-Pathologie (DRV/LGP)

Les principaux objectifs du laboratoire visent essentiellement à développer des programmes chez les mollusques bivalves marins dans les domaines de la Pathologie et de la Génétique. Toutefois, la position de laboratoire thématique de référence implique que certaines des études ou actions de recherche débordent du cadre strict des mollusques. Les axes de recherche du laboratoire LGP s'inscrivent dans deux thèmes fédérateurs de l'IFREMER :

Observation et surveillance de la mer côtière.

- Surveillance et évaluation des ressources côtières : Suivi des maladies des mollusques.

Optimisation & développement des productions aquicoles.

- Santé des populations d'élevage : Mécanismes de défense, agents pathogènes et épidémiologie.
- Amélioration génétique des espèces aquicoles : Ressources génétiques, Amélioration & sélection de souches.

1.2) Direction de l'Environnement et de l'aménagement du Littoral (DEL)

Une des principales missions de la DEL consiste à mettre en oeuvre les réseaux de surveillance garantissant aux conchyliculteurs et aux consommateurs des informations fiables concernant la qualité des eaux et des coquillages. On distingue :

- le **RNO** (Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin) qui concerne le contrôle de la qualité chimique des huîtres et des moules (teneur en métaux lourds et en pesticides),
- le **REPHY** (Réseau de suivi du phytoplancton) mesure la quantité et la nature des espèces phytoplanctoniques dans le bassin de Marennes-Oléron.
- le **REMI** (Réseau de suivi microbiologique) qui établit la qualité sanitaire des zones conchylocoles, en fonction de la concentration en bactéries.

Par ailleurs, le laboratoire DEL de la Tremblade travaille sur les études suivantes :

- La pollution des eaux littorales du réseau du pluvial de Ronce
- Le comptage des larves : de juin à septembre
- La gestion de l'eau douce en Seudre
- Il émet des avis, participe à des réunions, effectue des missions qui visent en particulier à l'aménagement du littoral.
- Il élabore des « fiches pratiques » destinées aux conchyliculteurs et qui informent de manière très concrète les professionnels de la conchyliculture.

Le service d'Application Opérationnel de la DEL a en charge un projet baptisé **ILIADE** (Informations Localisées Intégrées et Aide au Diagnostic pour la gestion de l'Environnement) qui a pour objet d'aider le laboratoire dans des aspects de cartographie numérisée. Ce projet vise l'élaboration de méthodes de mise en oeuvre de systèmes d'information à référence spatiale utiles à la mise en valeur du littoral. Le but principal est de gérer la qualité des eaux et de la conchyliculture.

1.3) Le Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes (DRV/LCPC)

Son action est tournée vers l'étude de la croissance et de la mortalité des cheptels, afin d'améliorer les productions du bassin et de comprendre les dysfonctionnements de l'écosystème conchylicole. Les programmes du LCPC s'inscrivent dans cinq des thèmes du plan stratégique 1996-2000 :

Thème : observation et surveillance de la mer côtière suivi des stocks, reproduction, croissance et suivi des maladies de mollusques

- Réseau National de surveillance : REMORA (Réseau Mollusques du département Ressources Aquacoles)
- Réseau Régional de surveillance : Croissance Marennes-Oléron et base de données hydrobiologiques RAZLEC
- Suivi des stocks conchyliques
- Programme qualité
- Suivi des maladies des mollusques (REPAMO)

Thème : Modélisation du fonctionnement des écosystèmes côtiers, interactions entre milieu et productions aquacoles

- Capacité trophique
- Etude des mortalités estivales d'huîtres

Thème : Optimisation et développement des productions aquacoles, optimisation et innovations techniques

- Valorisation des claires ostréicoles : optimisation de l'affinage et de la production primaire
- Cultures d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* en eaux profondes et sur filières

Thème : Optimisation et développement des productions aquacoles Amélioration génétique des espèces aquacoles

- Réseau REGEMO (génétique des mollusques)

Thème : Mise en valeur de la mer côtière et économie des ressources marines

Par ailleurs, le laboratoire s'appuie sur l'ensemble de ses programmes afin d'émettre des avis, de développer des expertises, vis à vis des principaux partenaires dont la Profession conchylicole, les collectivités territoriales et l'Administration.

METHODOLOGIE



I- Présentation du site

L'étude s'effectue au niveau du banc ostréicole de Ronce-Perquis de 2,5 km de "long", 1 km de "large" et 1,6-3,6 m de profondeur, dans l'extrême sud du bassin de Marennes-Oléron. Les eaux océaniques circulent du nord au sud de la baie, entrent par le Pertuis d'Antioche pour sortir au Pertuis de Maumusson. A ce niveau, la quantité d'eau sortante est 2 fois plus élevée que l'apport océanique en période de vives eaux. De plus, les bancs ostréicoles de Ronce-Perquis sont très hauts sur l'estran (en moyenne 1 m au-dessus des autres parcs de la baie). Le sommet de la zone est ainsi découvert aux basses mers de coefficient 30 (BODOY *et al.*, 1990). Ainsi, la localisation du banc de Ronce sur le bassin de Marennes-Oléron, sa position haute sur l'estran en font un site ostréicole caractérisé par un apport courantologique moindre et des temps d'exondation supérieurs aux autres zones de la baie (SOLETCHNIK *et al.*, 1999).

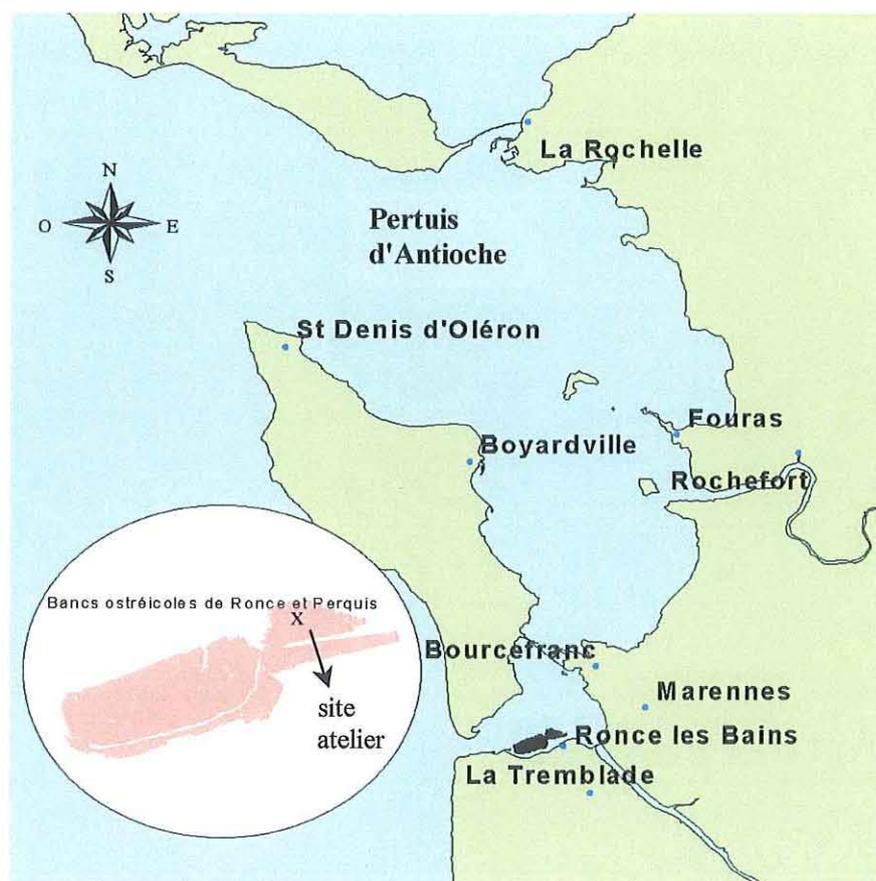


Figure 3 : Le site ostréicole de Ronce-Perquis dans le bassin de Marennes-Oléron.

Le site atelier retenu se situe sur le banc ostréicole de Perquis (Figure 3). Ces parcelles ont été prêtées par des ostréiculteurs, dans le cadre du Comité de gestion du banc de Ronce-Perquis. Ce site présente des caractéristiques sédimentaires de type plutôt "sableux". Les temps d'émersion et l'altitude des parcs expérimentaux diffèrent selon la structure d'élevage, à plat ou surélevée (Tableau 1).

Tableau 1 : Altitude (1), temps d'émersion et caractéristiques sédimentaires du site atelier. (*)

Elevage sur table	altitude (1)	3,0 m
	émersion	43 %
Elevage à plat	altitude (1)	2,5 m
	émersion	33 %
Teneur en eau de la vase		33,6 %
Teneur en carbone de la vase		17 %

(*) d'après les données du LCPC (1997).

(1) par rapport au niveau zéro des cartes marines.

II- Origine des lots

Dans le cadre de l'étude, 4 lots d'huîtres *Crassostrea gigas* d'origine et qualité initiale différentes (Tableau 2) ont été sélectionnés. 2 lots d'indices de condition différents prégressis en Normandie, l'un sur la côte Ouest du Cotentin (lot **Ouest-Cotentin** ou **W-Cot**), l'autre sur la côte Est (lot **Barfleur**). 2 lots prégressis à Marennes-Oléron, l'un ayant subi très fortement la tempête de Décembre 1999 sur la côte continentale, Bourcefranc (lot **Chotard**), l'autre de manière beaucoup moins importante, côte Est Oléronnaise, (lot **Viaud**).

Tableau 2 : Caractérisation des cheptels lors de la mise en expérimentation le 22 mars.

Lots	Chotard	Barfleur	Ouest-Cotentin	Viaud
Identification	1	2	3	4
Année de captage	1997	1998	1996	1996
Origine géographique	Côte Ouest du bassin de Marennes-Oléron	Côte Est Cotentin / Manche	Côte Ouest Cotentin / Manche	Côte Est oléronnaise
Poids total	27,30 g	13,85 g	29,51 g	39,02 g
Poids coquilles	14,37 g	7,23 g	17,07 g	22,21 g
Poids sec	0,30 g	0,17 g	0,52 g	0,46 g
*Indice W & M	20,63	23,47	30,44	21,22
lipides	6,35 %	6,34 %	7,56 %	6,78 %
glucides	4,53 %	4,81 %	9,41 %	6,66 %
glycogène	3,25 %	3,54 %	8,31 %	5,30 %

(*) Indice de Walne et Mann = (Poids sec/poids coquilles)*1000. 1975.

- **Lot Viaud** : - Côte Est Oléronnaise
 - Lieu de captage : Bonne Anse
 - Dédoublément en Mars 1997 (Doux)
 - Elevage aux Traires à partir de Mars 1998

- **Lot Chotard** : - Côte Ouest Marennnes-Oléron
 - Lieu de captage : Seudre
 - Dédoublément fin Avril 1998
 - Lot mis à plat à Charret fin Avril 1999

- **Lot W-Cotentin** : - Côte Ouest Cotentin/Manche
 - Lieu de captage : Arcachon, Marennnes et un peu d'écloserie
 - ½ élevage et élevage à St Germain sur Ay

- **Lot Barfleur** : - Côte Est Cotentin/Manche
 - Lieu de captage : écloserie SATMAR BARFLEUR/Manche
 - Elevage à St Vaast la hougue/lieu dit « la Tocquaise »

III- Descripteurs de l'étude

La définition et les abréviations utilisées dans l'étude sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Les descripteurs de l'étude.

Abréviations	Définitions	Unités
Tyel	Type d'élevage : à plat	1
	sur table (en "surélevé")	2
Date	Date et période d'échantillonnage	Tableau 4
Site	Site expérimental	Figure 3
Matériel biologique : 4 lots d'huîtres	lot Chotard	1
	lot Barfleur	2
	lot Ouest-Cotentin (W-cot)	3
	lot Viaud	4
PTOT	Poids total	G
PCOQ	Poids de coquille	G
PSEC	Poids sec	G
Indice W & M	Indice de qualité Walne et Mann	%
TCJpcq	Croissance journalier en poids de coquilles	mg/j
TCJpsec	Taux de croissance journalier en poids sec	mg/j
TCJM	Taux de croissance journalier moyen	%
TMJ	Taux de mortalité journalier par période	%
TMJM	Taux de mortalité journalier moyen pour l'ensemble de l'élevage	%
lipides	Teneurs en lipides de la chair sèche	%
glucides	Teneurs en glucides de la chair sèche	%
glycogène	Teneurs en glycogène de la chair sèche	%

IV- Travail sur le terrain

Les lots ont été mis en place sur le site le 22 Mars 2000 avant la période printanière, favorable à la croissance et au développement des gamètes. Un échantillonnage est effectué tous les 15 jours lors des marées de fort coefficient (Tableau 4). Chaque cheptel est élevé selon 2 méthodes d'élevage, à plat et sur table (ou surélevé).

Tableau 4 : Dates des prélèvements effectués sur une période de 6 mois (printemps-été).

Dates d'échantillonnages	Période inter-échantillonnages	Durée (en jours)
22/03/00 T0	1	13
04/04/00 T1	2	13
17/04/00 T2	3	15
02/05/00 T3	4	14
16/05/00 T4	5	20
05/06/00 T5	6	14
19/06/00 T6	7	14
03/07/00 T7	8	16
19/07/00 T8	9	12
31/07/00 T9		

1) Elevage à plat :

Pour estimer la mortalité, 3 petits parcs (1m x 0,5m) juxtaposés sont mis en place et entourés d'un grillage d'une hauteur de 20 cm pour chacun des 4 lots (Figure 4). Initialement, chaque parc contient 200 huîtres disposées à même le sol (interface eau/sédiment), (Tableau 5). Lors des échantillonnages effectués tous les 15 jours, toutes les huîtres sont ramassées, les mortes et les vivantes sont comptées. Seules les mortes sont éliminées. Les vivantes sont replacées dans le parc.



Figure 4 : Photos du site expérimental. Vue d'ensemble des 2 types d'élevage sur table et à plat (a). Installation des élevages à plat (b).

Pour les études de biométrie, des parcs de plus grande taille (2m x 2m) sont disposés sur ce même site. Ils contiennent chacun 1 500 huîtres. A chaque sortie, 30 huîtres de chaque lot sont échantillonnées. Pour le dosage de l'incorporation du glucose dans le glycogène, 30 huîtres des lots 1, 3 et 4 sont prélevées dans ces grands parcs. Le lot Barfleur n'est pas échantillonné du fait de la trop petite taille des huîtres au début de l'étude.

2) Elevage sur table :

Chaque poche contient 200 huîtres, 3 poches par lot sont prévues pour suivre la mortalité et 2 poches pour les travaux de biométrie (Tableau 5). Celles-ci sont disposées sur une table de hauteur 50 cm (Figure 4). Dans chacune des 3 poches, les huîtres mortes sont comptées puis retirées. Pour la biométrie, 32 huîtres par lot sont prélevées dans une des 2 poches prévues à cet effet.

Tableau 5 : Mise en place des installations sur le site expérimental selon les 2 types d'élevage, à plat et surélevé. Pour chaque lot :

	Elevage à plat	Nombre d'huîtres	Elevage sur table	Nombre d'huîtres	Total d'huîtres
Comptage	200 huîtres sur 3 x 0,5m ²	600	200 huîtres x 3 poches	600	1 200
Biométrie	1 500 huîtres sur 4m ²	1 500	200 huîtres x 2 poches	400	1 900
Installation	5,5 m ²	2 100	1 table et 5 poches soit 2,5m ² utiles	1 000	3 100

Un passage de 50 cm de large est laissé entre chaque installation. La surface occupée pour chaque lot est alors de 8 m² et le nombre d'animaux utilisé de 3 100.

V- Travail en laboratoire

1) Biométrie

Pour chaque cheptel et chaque type d'élevage (à plat et sur table), les huîtres échantillonnées sont nettoyées et pesées (PTOT en g). Puis coquilles et chair sont séparées. Les coquilles sont mises à l'étuve à 60°C et pesées pour obtenir le poids de coquille (PCOQ en g). Les chairs sont mises dans des poches plastiques MINIGRIP, congelées (-18°C) puis lyophilisées pendant une journée grâce à un LYOLAB.B modèle LSL secfroid pour obtenir le poids sec (PSEC en g). L'indice de qualité des huîtres Walne et Mann (= (Poids sec/poids coquilles)*1000) est ensuite calculé.

2) Dosage des lipides, glucides et glycogène

2.1) Dosage des Lipides

Principe: Extraction et purification selon la méthode de Bligh et Dyer (1959). Dosage selon la méthode de Marsh et Wanstein (1966). L'hydrolyse acide et à chaud permet de libérer les acides gras. Elle révèle la formation d'un complexe de coloration brune plus ou moins foncée en fonction de sa concentration. Cette coloration brune a un maximum d'absorption aux environ de 360 nm.

5 à 10 mg de chair lyophilisée sont déposés dans un tube en verre de 100 x 12mm préalablement chloroformés. 1 mL de chloroforme et 2 mL de méthanol sont ajoutés, homogénéisation et centrifugation (2000tr/mn, 10 mn). Le surnageant est prélevé et mis dans un autre tube. La même opération est effectuée dans les tubes avec le culot contenant la chair. Le surnageant est rajouté au précédent puis 4 mL d'eau distillée sont introduits, homogénéisés et centrifugés (2 000tr/mn, 10 mn). Seule la phase inférieure est conservée et laissée évaporer en étuve (36 à 42°C). Ensuite, 10 mL d'acide sulfurique sont ajoutés à l'extrait sec. Les tubes sont laissés 20 mn à 200°C. Après refroidissement, le lecteur de microplaque (Labysystems iEMS Reader MF) mesure les densités optiques à 360nm.

2.2) Dosage des glucides et glycogène

Principe: Méthode de Dubois *et al* (1956). Le phénol en présence d'acide sulfurique concentré peut être utilisé pour déterminer par colorimétrie (coloration brune-orangée très stable) des micro-quantités d'oses et leurs dérivés présents dans l'eau de mer. Dosage effectué au maximum d'absorption (490 nm).

5 à 10 mg de chair lyophilisée sont déposés dans un tube en verre de 100 x 12mm préalablement chloroformés puis 3 mL de TCA (acide trichloroacétique à 15%) sont ajoutés. Une homogénéisation, extraction (1h, 4°C) et centrifugation (2 000tr/mn, 10 mn) sont ensuite effectuées. Pour le dosage des Sucres Totaux, 0,5 mL du surnageant sont pipetés et déposés dans un tube en polypropylène de 10 mL. Pour le dosage du Glycogène en plus des 0,5 mL de surnageant pipetés, 4mL d'éthanol absolu sont ajoutés pour précipiter le glycogène. Homogénéisation, centrifugation (2000tr/mn, 10 mn) puis addition de 0,5 mL d'eau bouillante (le surnageant a été préalablement rejeté). Ensuite pour les 2 dosages, 1 mL de phénol à 5% est déposé dans tous les tubes (laisser 40 mn à température ambiante), 5 mL d'acide sulfurique (attendre 10 mn) puis homogénéisation et lecture au lecteur de microplaque à 490 nm.

3) Dosage de l'incorporation du glucose dans le glycogène

Principe : Test biologique *in vitro* : Dosage de l'incorporation du glucose marqué au ¹⁴C dans le glycogène des cellules vésiculeuses des palpes labiaux (cellules de réserve du glycogène) de l'huître creuse *Crassostrea gigas* (LENOIR, 1989, travaux effectués sur la moule *Mytilus edulis*).

Tout le matériel de dissection ainsi que la verrerie utilisés lors des expériences liées aux cellules sont autoclavés. Les différents réactifs sont stérilisés, soit par autoclavage, soit par filtration sur filtre Millipore 0,2µm.

3.1) Dissection et dissociation des palpes labiaux

Les palpes labiaux (Figure 5) disséqués sont placés dans un béccher contenant de l'eau de mer autoclavée puis, 2 rinçages sont effectués à l'eau de mer. Une dissociation mécanique des palpes est effectuée dans un peu de milieu de culture L15 qui a la particularité d'être dépourvu de glucose (= Milieu Leibovitz : Leibovitz L15 + NaCl + KCl + Hapes + eau bidistillée ; pH 7,4). A chaque utilisation d'un flacon de L15, 500 µL d'antibiotiques (Streptomycine 0,68mM + Pénicilline 0,17mM) sont ajoutés.

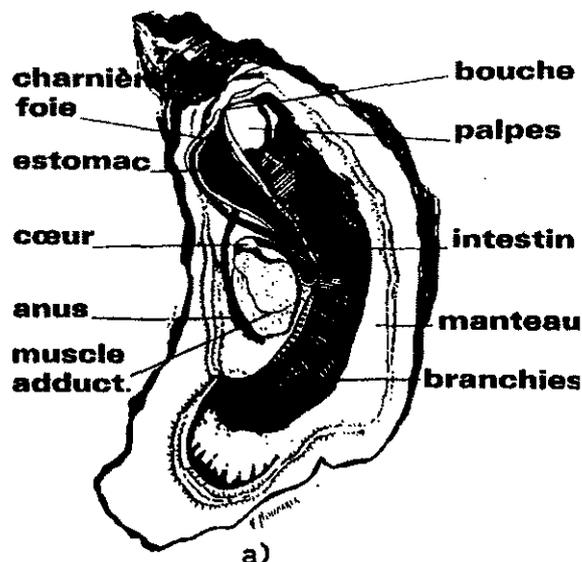


Figure 5 : Anatomie de l'huître creuse *Crassostrea gigas*.

Ensuite les cellules sont libérées des tissus par dissociation enzymatique en présence de collagénase (0,1% dans le milieu L15). Après agitation lente à 15°C, la solution est filtrée sur une toile à bluter (100 µm). Cette opération est réalisée 2 fois. La solution ainsi filtrée est centrifugée (80 g, 30 mn à 15°C) puis le surnageant est rejeté. Le culot est repris délicatement dans 2 mL de milieu L15.

3.2) Isolement des cellules de réserve du glycogène

Les cellules vésiculeuses ont été isolées à partir d'un gradient de densité, le milieu ainsi utilisé est le Percoll déjà employé par Lenoir (1989) pour l'isolement des différentes catégories cellulaires chez *Mytilus edulis*.

La solution isoosmotique de Percoll, SIP (Percoll + Milieu L15 10X concentré + antibiotiques) est préparée selon 4 concentrations différentes à 20, 30, 40 et 60%. Les 4 phases sont coulées doucement de la moins concentrée à la plus concentrée dans un tube de 50 mL. La suspension cellulaire est ensuite déposée délicatement sur la paroi du tube. Après centrifugation (400 g, 30 mn à 15°C), la couche supérieure est éliminée. Seules les 2 couches bien distinctes sont prélevées, mélangées, complétées à 45 mL avec le milieu L15 puis centrifugées pour éliminer le Percoll résiduel (80 g, 30 mn à 15°C). Le surnageant est rejeté et le culot contenant les cellules est repris et ajusté à 5 mL avec le milieu L15.

3.3) Comptage des cellules

Un peu de suspension cellulaire est déposée sur la cellule de Thoma. Un double comptage des cellules est effectué pour chaque lot. Le comptage permet d'évaluer la concentration cellulaire dans cette fraction. Le nombre de cellules est ramené au 5 mL en tenant compte de la dilution et du volume de suspension cellulaire compris entre la partie quadrillée de la cellule de Thoma et la lamelle.

Pour chaque lot, une quantité nécessaire de suspension cellulaire (x mL) est prélevée et ajustée à 13 mL avec du milieu L15 pour obtenir une concentration finale de $65 \cdot 10^6$ cellules qui servira pour le dosage de l'incorporation du glucose marqué dans le glycogène.

3.4) Incubation et incorporation de [U-¹⁴C] glucose dans le glycogène

Pour chaque lot, les cellules sont incubées dans des tubes stériles de 5 mL. Chaque condition d'incubation fait l'objet de 6 réplicats. A partir d'une solution mère de D-glucose à 1M, deux solutions de concentration 0,5 et 1,5 mM en D-glucose extracellulaire sont préparées. Chaque tube d'incubation contient :

- 500 µL de suspension cellulaire
- 50 µL de glucose [U-¹⁴C] (0.5µCi)
- 50 µL de D-glucose à 0,5 ou 1,5 mM

Pour chaque lot d'huîtres, plusieurs séries de tubes sont effectuées (les différentes étapes du traitement sont regroupées dans l'annexe 1) :

- ↳ 6 tubes T7 où la suspension cellulaire mise en présence de glucose marqué et de D-glucose est laissée à incuber pendant 7 heures. L'incubation est stoppée par une centrifugation (10 000g, 20 min) qui provoque l'éclatement des cellules et la libération du contenu cellulaire dans le surnageant. Le glycogène froid rajouté sert à former un «amas» avec le glycogène marqué synthétisé par les cellules. Le comptage de la radioactivité (en désintégrations par minute, DPM) s'effectue au compteur de scintillation.
- ↳ 6 tubes T0 (témoins) où la centrifugation est effectuée immédiatement après le mélange des cellules avec le glucose marqué et le D-glucose. La solution n'est pas laissée à incuber et les cellules n'ont pas le temps de synthétiser de glycogène.
- ↳ 2 tubes témoins sans cellules
- ↳ 2 tubes témoins sans glucose [U-¹⁴C].

Pour le calcul de l'incorporation du glucose marqué dans le glycogène, la radioactivité mesurée des T0 est soustraite à celle des T7 pour enlever le "bruit de fond". La quantité de radioactivité est ensuite exprimée en nMol de glucose incorporé.

VI- Traitements statistiques

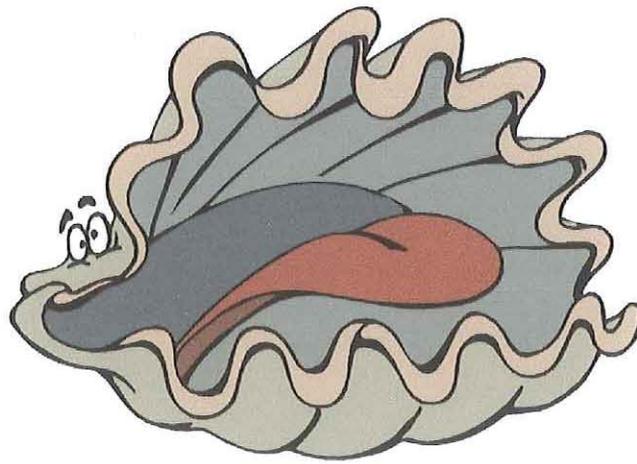
Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide de STATGRAPHICS PLUS 3.1.

Des analyses de variance multifactorielles (MANOVA) sont réalisées sur les descripteurs PCOQ et PSEC. Des transformations de variables sont effectuées sur les descripteurs exprimés en % : mortalité, teneurs en lipides, glucides et glycogène (SNEDECOR & COCHRAN, 1989). Les variables sont normalisées de la façon suivante :

Arc Sinus racine(x)

La normalité est testée par le test de Kruskal Wallis. Les facteurs étudiés dans les MANOVA sont les lots, le type d'élevage (à plat ou surélevé) et la période (inter échantillonnage).

RESULTATS



I- Etude de la mortalité

1) Mortalité par période

➤ Comparaison à plat et sur table

Les huîtres élevées sur les tables présentent un taux de mortalité compris entre 0 et 2 %, celui-ci varie peu pendant toute la durée de l'étude (Figure 6a). Seule la première période du 22 mars au 04 avril (juste après la mise en élevage) montre une mortalité entre 1,2 et 7,3 %. Le taux de mortalité des huîtres élevées à plat est variable selon les périodes. Il est compris entre 1,7 et 13,6 % (Figure 6b). A plat, trois "pics" de mortalité sont observés : Un après la mise en élevage des huîtres, fin mars début avril atteignant presque 10 %, un autre la deuxième quinzaine de mai avec un taux à 2-8 % et le troisième, la deuxième quinzaine de juin et première quinzaine de juillet de 5-14 %.

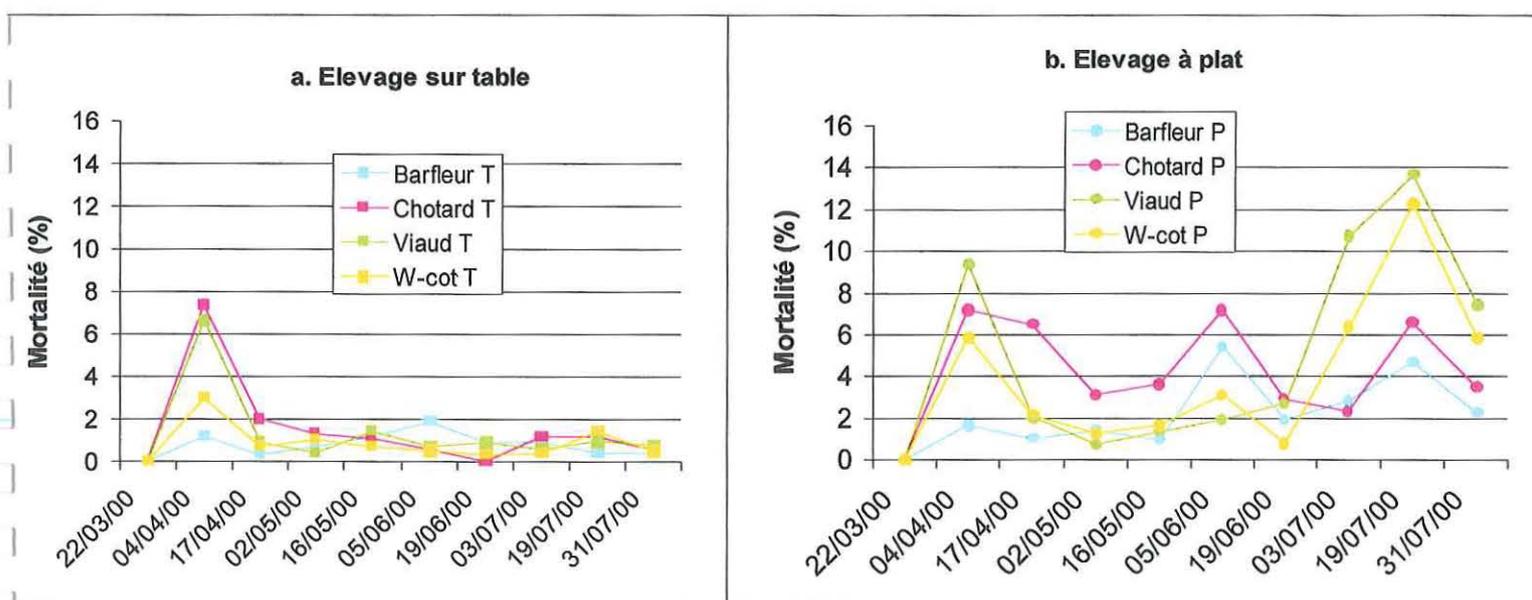


Figure 6 : Taux de mortalité (en %) des lots d'huîtres *Crassostrea gigas* lors de chaque date d'échantillonnage et selon le type d'élevage, sur table (a), à plat (b).

➤ Comparaison entre les lots

Sur table, les lots d'huîtres Chotard et Viaud présentent une mortalité supérieure aux autres lots autour de 7 % pendant la période "d'acclimatation". Ensuite le taux de mortalité reste inférieur à 2 % et ne diffère pas entre les lots.

Le lot Barfleur est celui qui semble le plus "résister" à la période d'acclimatation avec un taux de mortalité de 1,2 et 1,7 % respectivement pour l'élevage sur table et à plat (Figure 6a et 6b). Les lots d'huîtres Chotard et Barfleur élevés à plat présentent une forte mortalité la deuxième quinzaine de mai, avec des taux respectifs de 7,2 et 5,4 %. Quant aux lots d'huîtres Viaud et Ouest-Cotentin, ils enregistrent une forte mortalité de 13,6 et 12,2 % lors du troisième "pic" fin juin début juillet (Figure 6b). De mi-avril à mi-mai et pendant la première quinzaine de juin les taux de mortalité sont inférieurs à 4 %.

2) Taux de mortalité journaliers par période

➤ *Comparaison à plat et sur table*

Les taux de mortalité journaliers (TMJ) des élevages sur table ne dépassent pas 0,1 % sauf pendant la première période, fin mars début avril (période "d'acclimatation") où les valeurs sont comprises entre 0,1 et 0,6 % (Figure 7a, Annexe 2). Les TMJ des élevages à plat sont très variables selon les périodes et peuvent atteindre 0,9 % (Figure 7b). Les périodes de forts taux de mortalité journaliers (période 1, 5 et 7-8) correspondent aux 3 périodes de forte mortalité (Figure 6b). A plat, le deuxième pic de mortalité correspond à des taux de mortalité journaliers compris entre 0,1 et 0,4 % et le troisième à des valeurs entre 0,2 et 0,9 % (Figure 7b).

Au cours des 130 jours d'étude, le taux de mortalité journalier moyen (TMJM) des élevages à plat est supérieur à celui des élevages sur table (Tableau 6). Les taux atteignent 0,38 % à plat et 0,12 % sur table.

Des différences significatives sont observées entre les 2 types d'élevage lors de chaque période de forte mortalité (Tableau 7). Pendant les périodes de faible mortalité fin avril-début mai (périodes 3-4) et début juin (période 6), les différences entre les deux types d'élevage sont peu ou non significatives ($p < 0,05$).

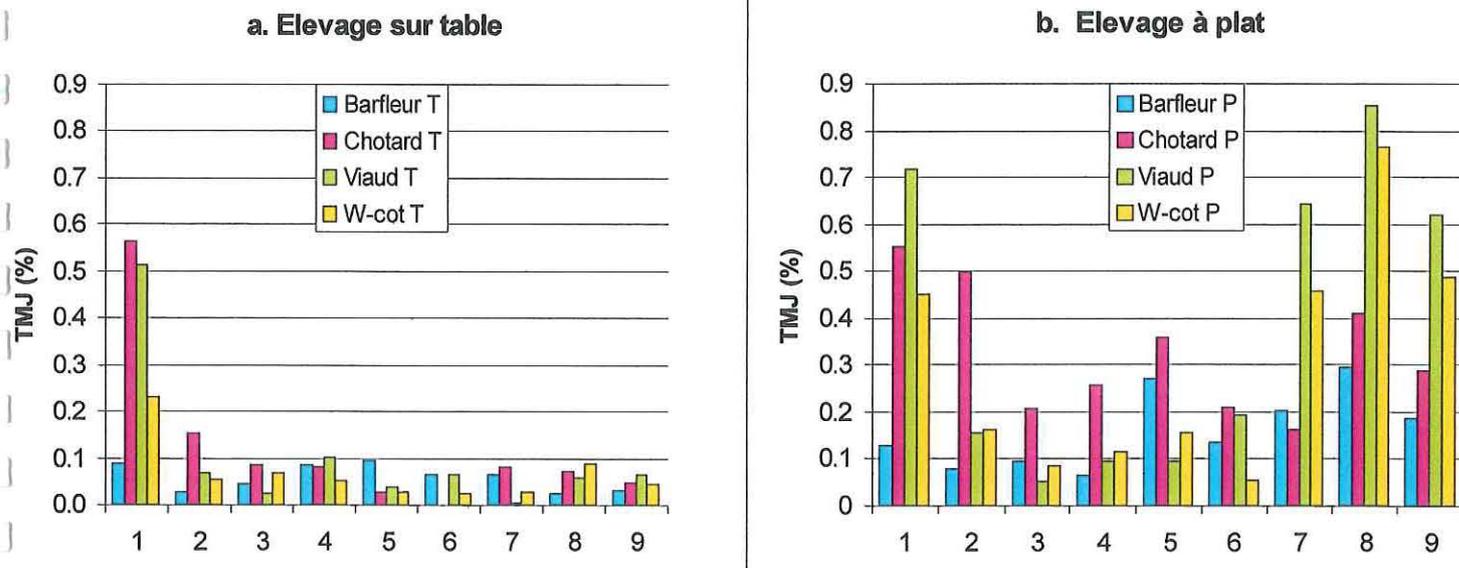


Figure 7 : Taux de mortalité journaliers (TMJ) en %, selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b) au cours des 9 périodes étudiées (Tableau 4).

Tableau 6 : Taux de mortalité journalier moyen, TMJM (%) selon le lot d'huîtres et le type d'élevage, de fin mars à fin juillet.

		TMJM (%)
Chotard	Table	0.12
	plat	0.33
Barfleur	Table	0.06
	plat	0.17
W-cot	Table	0.07
	plat	0.30
Viaud	Table	0.10
	plat	0.38

Tableau 7 : Analyses de Variance du taux de mortalité journalier (TMJ) selon le type d'élevage (Tyel), le lot et l'interaction de ces deux facteurs pour chaque période. (*: p<0,05) ; **: p<0,01 ; *: p<0,001 ; NS: non significatif)**

TMJ		Période 1 du 22/03 au 04/04		Période 2 du 04/04 au 17/04		Période 3 du 17/04 au 02/05		Période 4 du 02/05 au 16/05	
		F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité
		A : Tyel	10.29	**	9.50	**	1.58	NS	2.30
B : Lot	56.48	***	3.81	*	2.07	NS	1.03	NS	
AB : Intéactions	2.58	NS	0.78	NS	0.21	NS	2.26	NS	

TMJ		Période 5 du 16/05 au 05/06		Période 6 du 05/06 au 19/06		Période 7 du 19/06 au 03/07	
		F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité
		A : Tyel	39.41	***	6.17	*	111.31
B : Lot	4.41	*	1.15	NS	8.5	***	
AB : Intéactions	1.81	NS	2	NS	7.46	**	

TMJ		Période 8 du 03/07 au 19/07		Période 9 du 19/07 au 31/07	
		F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité
		A : Tyel	157.98	***	36,73
B : Lot	9.26	***	1,20	NS	
AB : Intéactions	2.68	NS	1,16	NS	

➤ *Comparaison entre les lots*

Le lot d'huîtres Barfleur élevé sur table et à plat résiste le mieux à la phase d'acclimatation (période 1 et 2), (Figure 7a et 7b). Il présente un taux de mortalité journalier (TMJ) autour de 0,1 % pour les 2 élevages (Annexe 2) significativement inférieur aux autres lots au seuil 1 ‰ (Tableau 7). Ce lot Barfleur présente un taux de mortalité journalier moyen (TMJM) de 0,06 % pour l'élevage sur table et 0,17 % pour l'élevage à plat (Tableau 6).

Fin avril début mai (périodes 3 et 4), périodes de faible mortalité, les TMJ ne diffèrent pas significativement entre les lots (Tableau 7). Fin juin début juillet (périodes 7 et 8), ce sont les lots d'huîtres Viaud et Ouest-Cotentin élevés à plat qui enregistrent les plus forts TMJ, de 0,6 à 0,9 % et 0,5 à 0,8 % respectivement (Annexe 2). Les TMJ des 4 lots d'huîtres sont significativement différents ($p < 0,001$) pendant ces 2 périodes (Tableau 7).

3) Mortalité cumulée

➤ *Comparaison à plat et sur table*

La mortalité cumulée des huîtres élevées à plat est comprise entre 22 et 50 % (Figure 8). Elle est significativement supérieure à celle des huîtres élevées sur les tables (Tableau 8a). Pour les élevages sur table les taux n'excèdent pas 15 %. La mortalité cumulée au 31 juillet est de 8 à 15 % pour les élevages sur table (Figure 9a) et de 22 à 50 % pour le plat (Figure 9b). Les 4 lots d'huîtres ont une mortalité cumulée qui diffère significativement entre les 2 types d'élevage, à plat et sur table (Tableau 8a).

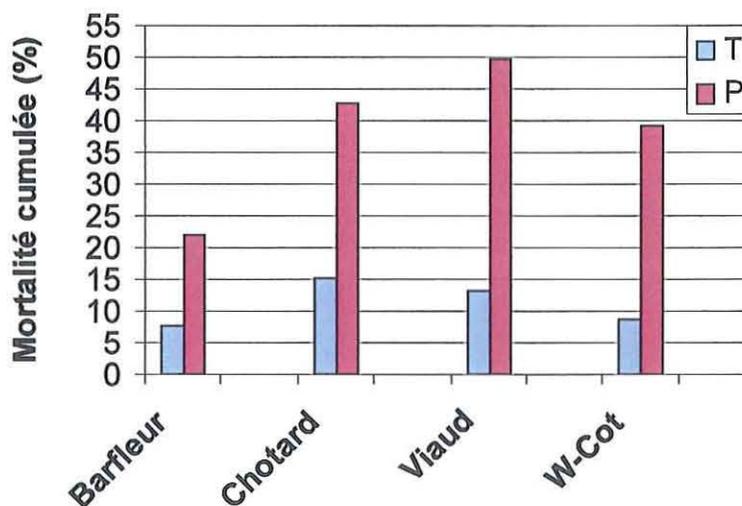


Figure 8 : Taux de mortalité cumulée (%) des lots d'huîtres *Crassostrea gigas* du 22 mars au 31 juillet selon le type d'élevage, sur table (T) et à plat (P).

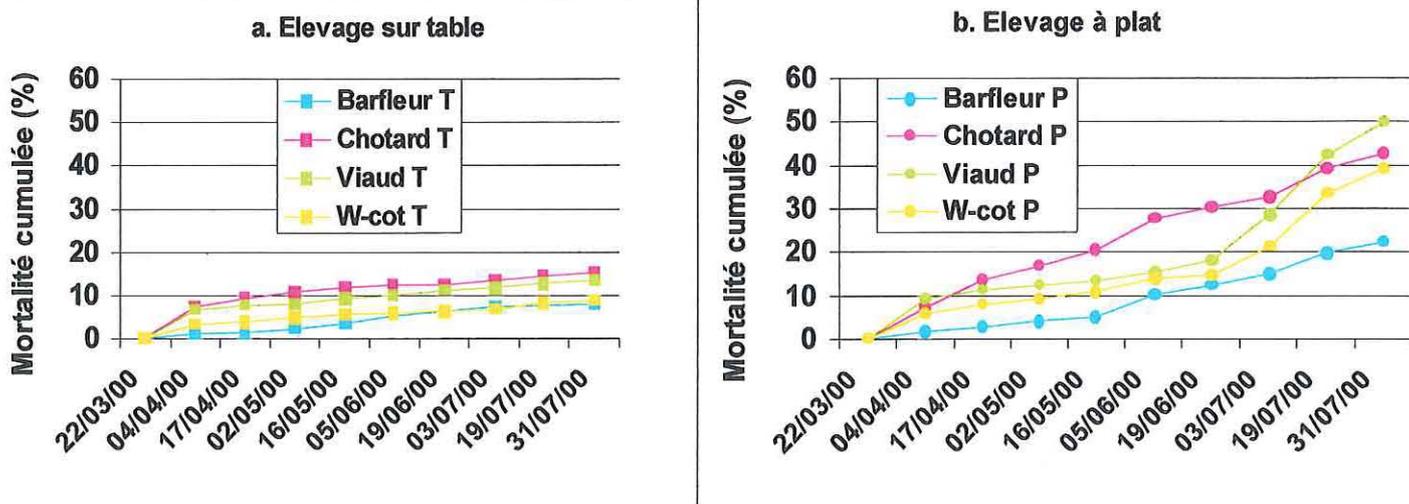


Figure 9 : Taux de mortalité cumulée (%) selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).

Tableau 8 : Analyses de Variances de la mortalité cumulée selon le type d'élevage pour chaque lot (a) et selon le lot pour chaque type d'élevage (b). (Tye1 : à plat; Tye2 : sur table). (*:p<0,05 ; **: p<0,01 ; ***: p<0,001)

a.		Lot 1 Chotard		Lot 2 Barfleur		Lot 3 Ouest-Cotentin		Lot 4 Viaud	
		F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	probabilité
Mortalité cumulée	A : Tye1	38.37	**	26.14	**	165.40	***	125.16	***

b.		Tye1		Tye2	
		F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité
Mortalité cumulée	A : Lot	20.08	***	4,09	* (p=0.49)

➤ *Comparaison entre les lots*

La différence de mortalité observée entre les lots d'huîtres est peu significative pour les élevages sur table (Figure 9a et Tableau 8b). Celle-ci est exacerbée pour les huîtres élevées à plat. Chez les élevages à plat (Figure 8 et Figure 9b), la mortalité cumulée du lot d'huîtres Barfleur de 22 % est significativement inférieure ($p < 0,001$) à celle des lots d'huîtres Ouest-Cotentin, Chotard et Viaud de 32, 43 et 50 % respectivement.

Les courbes de mortalité cumulée des lots Barfleur et Chotard évoluent de façon similaire à partir de mi-avril avec une mortalité « plus marquée » fin mai-début juin. La même constatation peut être faite dès le début de l'étude (le 22 mars) pour les lots d'huîtres Ouest-Cotentin et Viaud avec une mortalité importante enregistrée fin juin mi-juillet (Figure 9b).

II- Descripteurs de croissance

1) Croissance en poids de coquilles

➤ Comparaison à plat et sur table

La prise de poids en coquilles est plus faible pour les huîtres élevées à plat comparée aux élevages sur table mais elle paraît plus régulière (Figure 10a et 10b). La différence de gain de poids entre les coquilles d'huîtres des 2 types d'élevage est comprise entre 0,9 et 3,4 g (Tableau 9). Le poids de coquilles initial des huîtres est compris entre 7 et 22 g. Le 17 juillet il atteint 15-27 g pour les élevages sur table et 13-24 g pour le plat.

Pendant la période d'acclimatation, fin mars début avril, les lots d'huîtres semblent avoir une croissance en coquilles "perturbée". De fin avril à début juillet, la croissance reprend et la prise de poids est progressive. Les taux de croissance journaliers atteignent 221 mg/j pour la table et 162 mg/j pour le plat (Annexe 2). En juillet la croissance des huîtres sur table semble être "stoppée" alors qu'elle continue encore chez les huîtres à plat. Le taux de croissance journalier moyen est compris entre 0,2 et 0,9 % pour la table et entre 0,1 et 0,7 % pour le plat (Tableau 9).

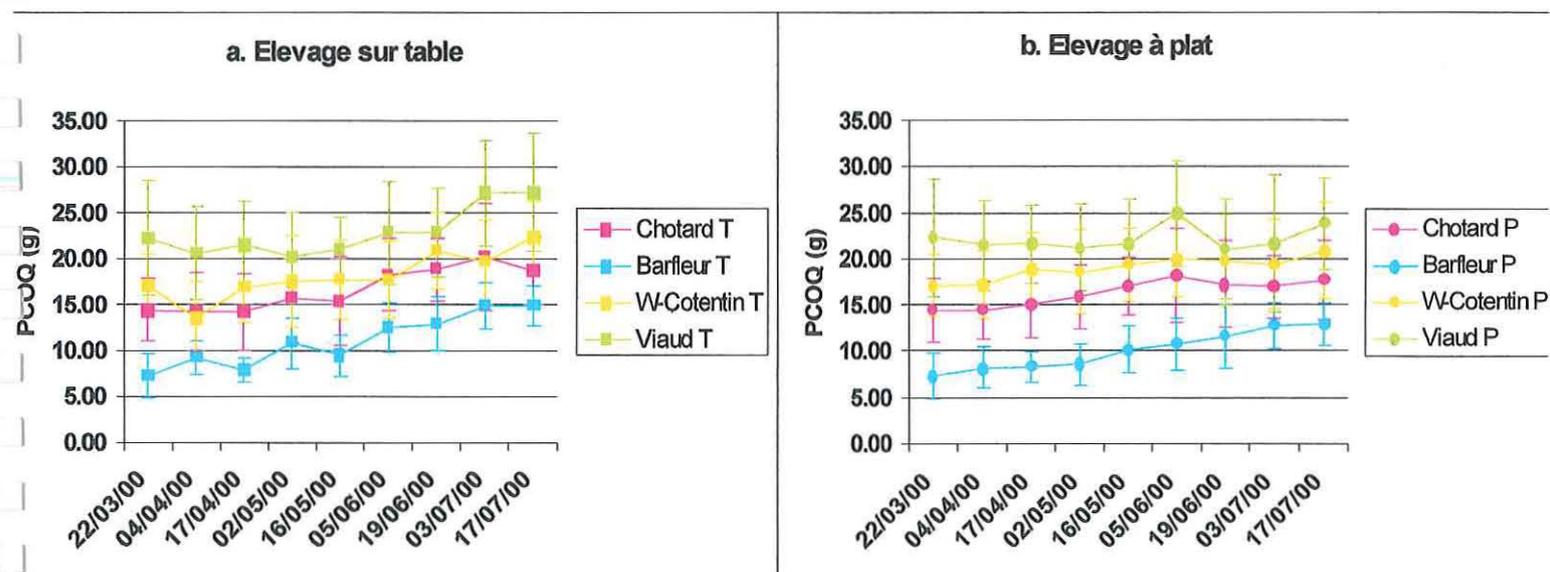


Figure 10 : Croissance en poids de coquille (g) des huîtres *Crassostrea gigas* selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).

Tableau 9 : Qualités initiale et finale des lots selon le type d'élevage.

			début (g)	fin (g)	TCJ moyen (%)
Chotard	Table	PCOQ	14,37	18,63	0,25
	Plat		14,37	17,71	0,20
	Table	PSEC	0,30	1,49	3,33
	Plat		0,30	1,19	2,49
	Table	Indice W&M	20,63	81,1	
	Plat		20,63	67,72	
Barfleur	Table	PCOQ	7,23	14,82	0,88
	Plat		7,23	12,88	0,66
	Table	PSEC	0,17	1,13	4,75
	Plat		0,17	0,88	3,51
	Table	Indice W&M	23,47	76,54	
	Plat		23,47	68,4	
W-Cot	Table	PCOQ	17,07	22,25	0,26
	Plat		17,07	20,87	0,19
	Table	PSEC	0,52	1,75	1,99
	Plat		0,52	1,43	1,47
	Table	Indice W&M	30,44	79,26	
	Plat		30,44	70,44	
Viaud	Table	PCOQ	22,21	27,21	0,19
	plat		22,21	23,79	0,06
	Table	PSEC	0,46	2,01	2,83
	plat		0,46	1,68	2,23
	Table	Indice W&M	21,22	75,67	
	plat		21,22	71,45	

➤ *Comparaison entre les lots*

Le lot d'huîtres Barfleur (âgée de 2 ans) montre la meilleure croissance et le meilleur taux de croissance journalier moyen (Tableau 9). Avec un poids initial de 7,2 g, il possède au 17 juillet, un gain de poids de 7,6 g pour l'élevage sur table et 5,6 g pour l'élevage à plat. Les huîtres du lot Viaud (âgées de 4 ans) sont logiquement les plus « grosses » au départ et à l'arrivée. Cependant celles-ci ont un taux de croissance journalier moyen de coquilles de 12,5 %. Il est le double pour les huîtres du lot Chotard et plus de 3 fois supérieur pour le lot Barfleur.

Le lot d'huîtres Barfleur est aussi le lot qui résiste le mieux à la période de « mise en élevage », avec une prise de poids en coquilles (Figure 10a et 10b). Le lot d'huîtres Ouest-Cotentin élevé sur table est celui qui est le plus "touché" par cette période. Il subit une perte de poids de coquilles de 4,5 g et un taux de croissance journalier de -277,7 mg/j (Annexe 2). Au cours de l'expérimentation, les différences de poids observées entre les 2 types d'élevage ne sont significatives que pour les lots d'huîtres Barfleur, Ouest-cotentin et Viaud (Tableau 10).

Tableau 10 : Analyses de Variances du poids de coquille (PCOQ) et du poids sec (PSEC) selon le type d'élevage (Tyel) et la date pour chaque lot. (*: $p < 0,05$) ; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$; NS: non significatif).

		Lot 1 Chotard		Lot 2 Barfleur		Lot 3 Ouest-Cotentin		Lot 4 Viaud	
		F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	probabilité
PSEC	A : Date	158,18	***	217,17	***	101,98	***	165,43	***
	B : Tyel	49,14	***	117,47	***	21,04	***	3,32	NS
	AB : Intéactions	7,98	***	4,49	***	8,33	***	3,85	***
PCOQ	A : Date	11,32	***	50,69	***	8,08	***	4,28	***
	B : Tyel	0,32	NS	16,98	**	9,50	***	0,24	NS
	AB : Intéactions	2,01	NS	3,15	**	2,08	*	2,55	*

2) Croissance en poids sec

➤ Comparaison à plat et sur table

La croissance en poids sec des huîtres élevées sur table est supérieure à celle des huîtres élevées à plat (Figure 11a et 11b). Le poids sec en fin d'étude le 17 juillet est de 1,1 à 2 g pour la table et de 0,9 à 1,7 g pour le plat (Tableau 9). Le taux de croissance journalier moyen est de 1,5 à 3,5 % pour le plat et de 2 à 4,8 % pour la table.

La prise de chair des lots d'huîtres est continue jusqu'en juillet. Elle est progressive et s'intensifie jusque début juin pour les élevages sur table et mi-mai pour les élevages à plat. Les premières quinzaines de juin et juillet (périodes 6 et 8) correspondent à des phases de ralentissement ou perte de croissance. Une autre période de forte croissance est observée la deuxième quinzaine de juin (période 7). Les taux de croissance journaliers en poids sec sont compris entre 15,7 et 31,4 % pour les élevages sur table et entre 8,6 et 33,6 % pour les élevages à plat.

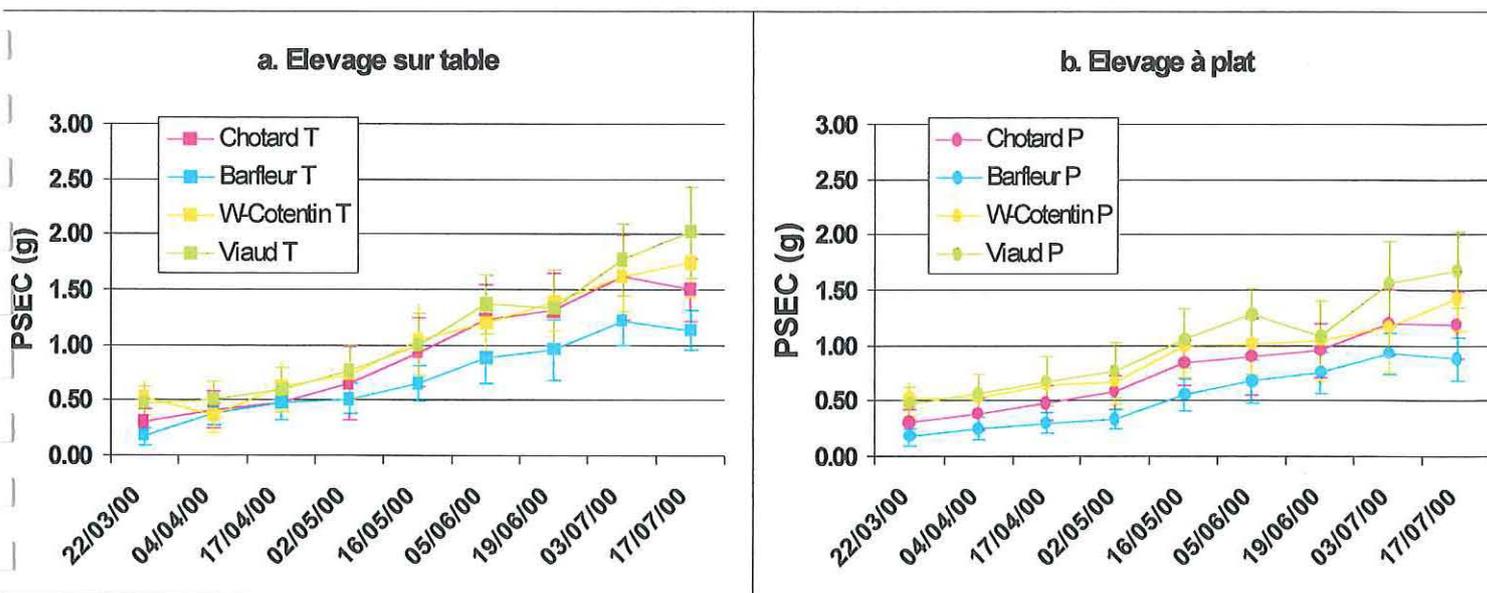


Figure 11 : Croissance en poids sec (g) des huîtres *Crassostrea gigas* selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).

➤ *Comparaison entre les lots*

Les poids secs initiaux des lots d'huîtres sont inférieurs à 0,5 g et relativement proches (Figure 11a et 11b). En fin d'étude (le 17 juillet), les différences de poids sec sont plus marquées entre les lots d'huîtres. Celui-ci est de 1,1 à 2 g pour les élevages sur table et 0,9 à 1,7 g pour les élevages à plat (Tableau 9). Le lot d'huîtres Ouest-Cotentin a globalement un taux de croissance journalier moyen en poids sec de 1,7 %. Il est presque le double pour les lots Chotard et Viaud et plus de 2 fois supérieur pour les huîtres de Barfleur.

Le lot d'huîtres Ouest-Cotentin est le plus "perturbé" par la mise en élevage (Figure 11a et 11b). Cette « fragilité » est accentuée chez les élevages sur table. Les lots d'huîtres Barfleur et Chotard ont une croissance continue jusqu'au fin juin puis les huîtres "maigrissent" en juillet (période 8). Les TCJpsec sont alors compris entre -0,6 et -7,5 % (Annexe 2). Les lots Viaud et Ouest-Cotentin ont une prise de poids continue jusqu'en juillet (Figure 11a et 11b). Seul le lot Viaud présente une perte de poids à mi-juin (période 6) de 0,2 g à plat et 0,04 g sur table. Les poids secs des lots diffèrent significativement au seuil 1 ‰ selon le type d'élevage et la date d'échantillonnage (Tableau 10).

3) Indice de qualité Walne et Mann

Les huîtres des lots mis en élevage sur le site atelier le 22 mars ont un indice de qualité proche compris entre 20 et 30 (Tableau 9). Fin juillet, les huîtres présentent un indice de qualité qui diffère peu entre les lots et le type d'élevage (Figure 12a et 12b), de 67 à 81.

Même si entre le début et la fin de l'étude la qualité des huîtres évolue différemment selon le lot, celle-ci augmente progressivement jusqu'au début juillet puis diminue. Seuls les lots d'huîtres Viaud pour la table et Ouest Cotentin pour le plat ont un indice qui continue de progresser en juillet. Une phase de ralentissement de la prise de qualité est observée fin mai début juin. Sur table, le lot Barfleur augmente en qualité très rapidement après la période de mise en élevage. L'indice atteint 63 puis "tombe" à 48 début mai (Figure 12a).

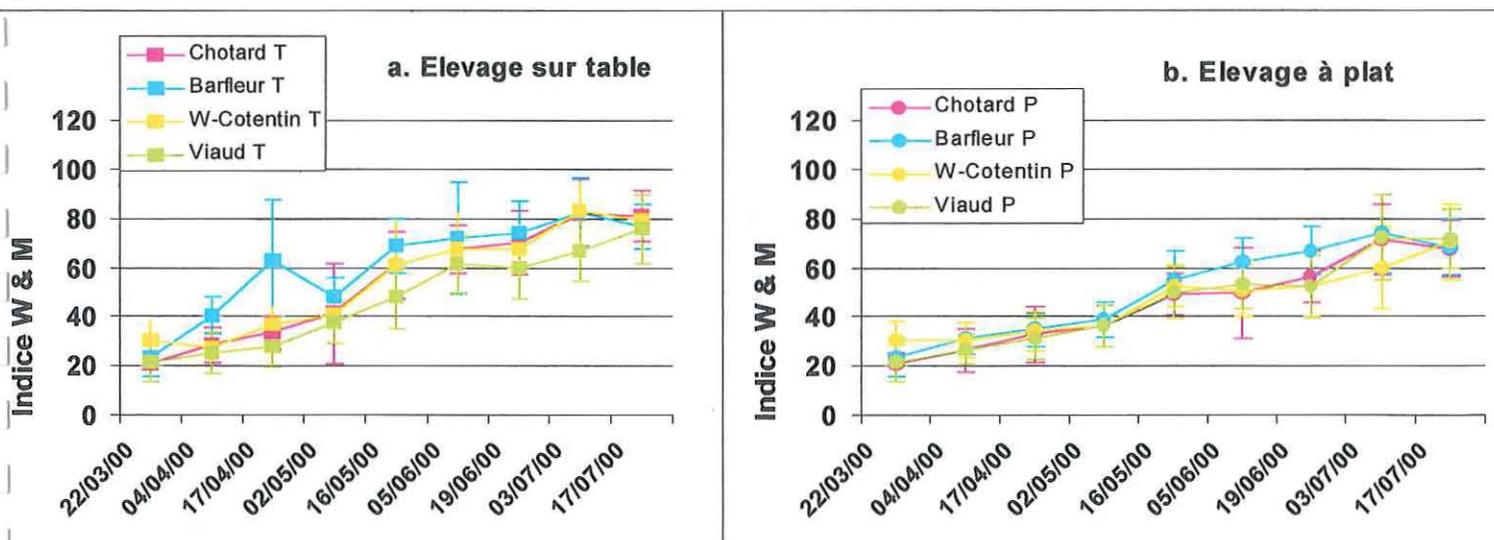


Figure 12 : Indice de qualité Walne et Mann ((PSEC/PCOQ)x1000) des huîtres *Crassostrea gigas* selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).

III- Descripteurs biochimiques

1) lipides

L'analyse biochimique effectuée sur les huîtres au moment de la mise en élevage le 22 mars montre une composition initiale en lipides très proche entre les lots de 6-8 % (Figure 13a et 13b). Les teneurs en lipides des huîtres des 2 types d'élevage augmentent progressivement pour atteindre 12 à 16 % début juillet. Celles-ci restent « homogènes » entre les lots tout au long de l'étude.

Pendant la première quinzaine de juin, la composition en lipides des huîtres élevées à plat semble être stable aux alentours de 10 %. Puis elle augmente brutalement jusque début juillet. Sur table, cette période de « ralentissement » n'est observée que chez les huîtres du lot Viaud. Les teneurs en lipides à l'intérieur d'un même lot varient significativement ($p < 0,001$) selon le type d'élevage (Tableau 11).

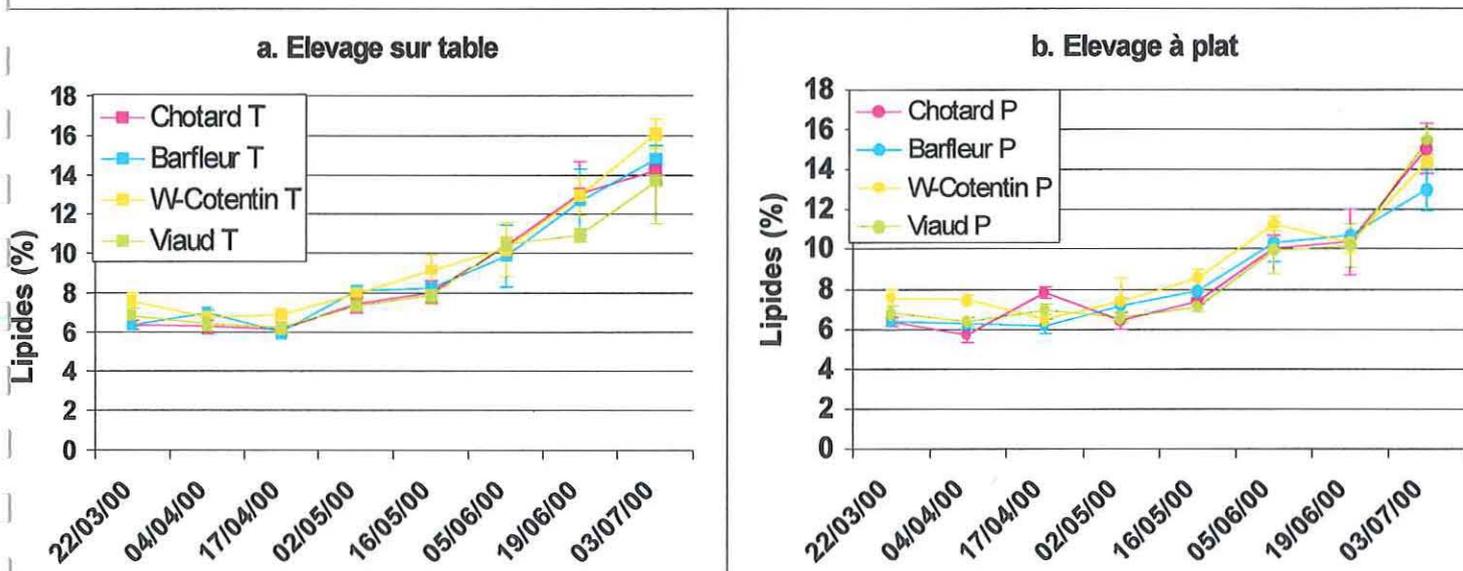


Figure 13 : Teneurs en lipides (%) de la chair des huîtres *Crassostrea gigas* selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).

Tableau 11 : Analyses de Variances des teneurs en lipides, glucides et glycogène selon le type d'élevage (Tyel), la date et leur interaction pour les 4 lots mis en élevage. (*: $p < 0,05$) ; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$; NS: non significatif)

		Lot 1 Chotard		Lot 2 Barfleur		Lot 3 Ouest-Cotentin		Lot 4 Viaud	
		F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	Probabilité	F-ratio	probabilité
lipides	A : Date	2,44	NS	8,87	**	4,87	*	0,67	NS
	B : Tyel	111,27	***	106,15	***	102,37	***	10,41	***
	AB : Interactions	4,99	***	2,18	NS	3,95	**	0,80	NS
glucides	A : Date	20,92	***	37,70	***	53,79	***	13,86	***
	B : Tyel	7,10	**	43,40	***	44,70	***	0,18	NS
	AB : Interactions	1,10	NS	3,37	**	11,06	***	3,28	**
glycogène	A : Date	27,79	***	32,43	***	48,91	***	23,18	***
	B : Tyel	14,02	***	34,46	***	50,87	***	0,13	NS
	AB : Interactions	0,69	NS	1,34	NS	7,64	***	2,88	*

2) Glucides et glycogène

➤ *Comparaison à plat et sur table*

La composition initiale de chaque lot d'huîtres en glucides et glycogène est très hétérogène. (Tableau 2, Figure 14 et 15). Elle est comprise entre 4-10 % pour les glucides et 3-9 % pour le glycogène. Cette hétérogénéité entre les lots est très marquée pendant la période « d'acclimatation ». Celle-ci reflète une stratégie différente selon les lots au niveau du métabolisme des sucres.

La composition en sucres totaux et glycogène pour l'ensemble des lots d'huîtres et les 2 types d'élevage augmente jusque fin avril début mai. Ensuite les réserves glucidiques diminuent (Figure 14 et 15) et sont utilisées pour la gamétogénèse. Les teneurs qui étaient très différentes entre les lots au début de l'étude se regroupent mi-mai pour les huîtres élevées à plat et quinze jours plus tard (début juin) pour la table.

Les taux de glucides (Figure 14) en fin d'étude se stabilisent et diffèrent peu entre le plat et la table avec des teneurs comprises entre 4,2 et 6,3 %. Par contre, les taux de glycogène sont plus faibles (1,7 et 4,3 %) chez les huîtres élevées à plat que chez celles élevées sur table (3,7 et 5,2 %).

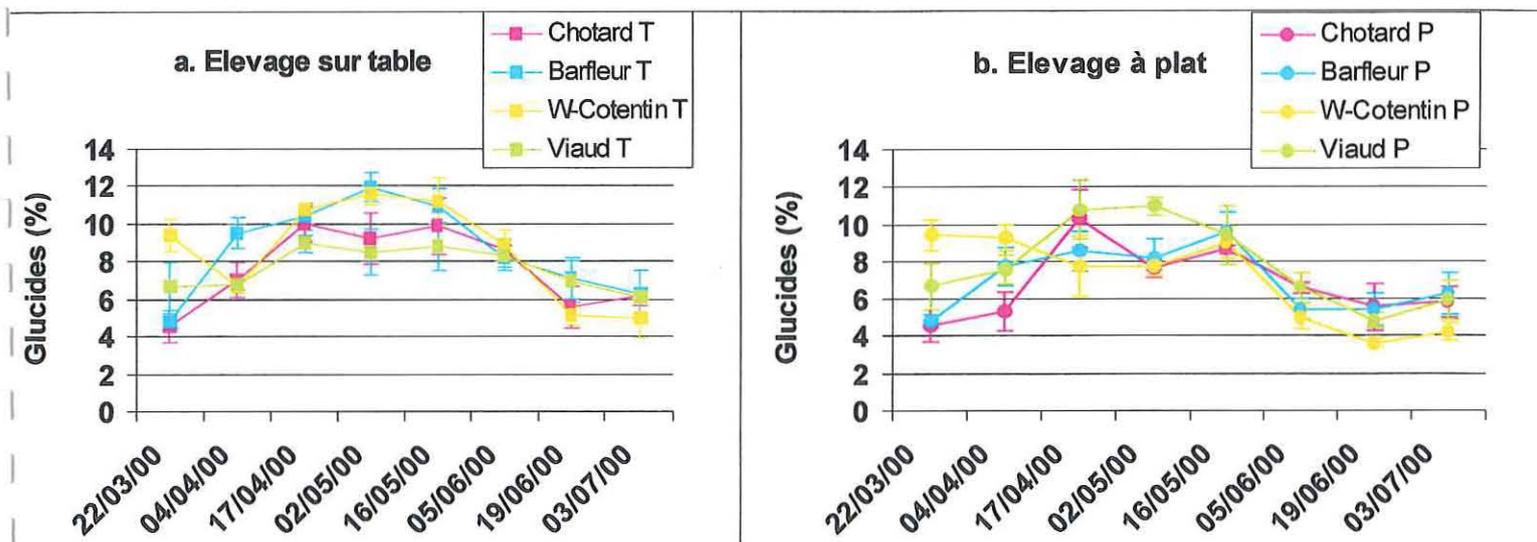


Figure 14 : Teneurs en glucides (%) de la chair des huîtres *Crassostrea gigas* selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).

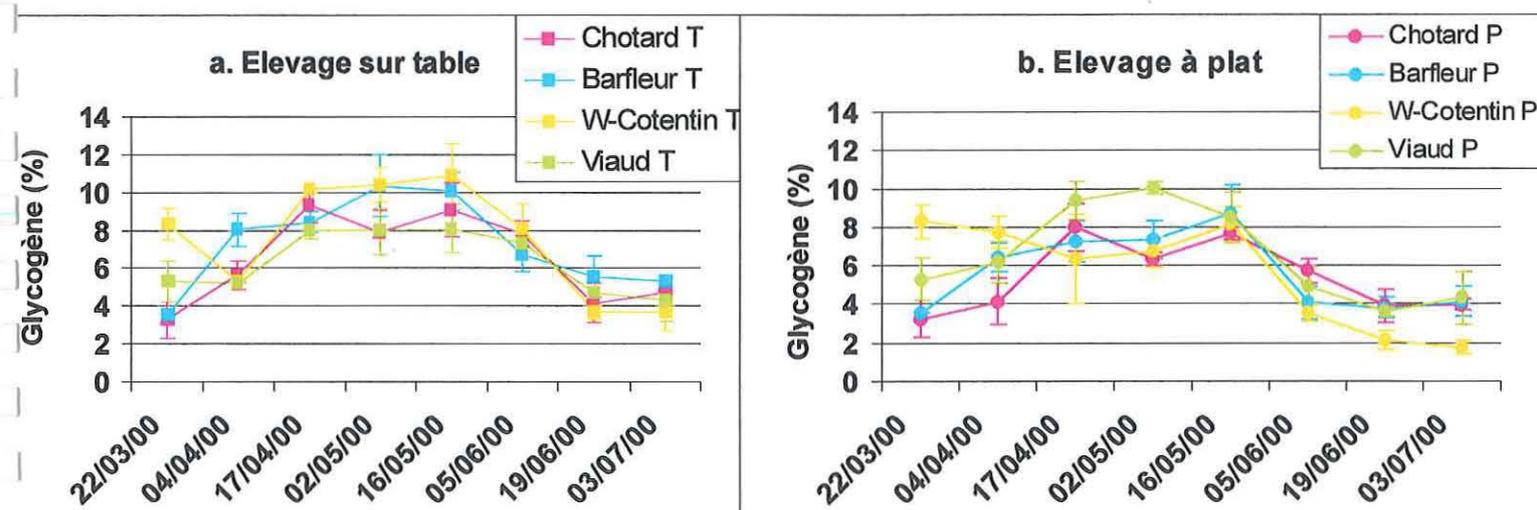


Figure 15 : Teneurs en glycogène (%) de la chair des huîtres *Crassostrea gigas* selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).

➤ *Comparaison entre les lots*

Les huîtres du lot Ouest-Cotentin qui possèdent les plus fortes teneurs en glucides (9,4 %) et en glycogène (8,3 %) fin mars, présentent les plus faibles teneurs en fin d'étude, début juillet (Figure 14 et 15). La composition en glucides atteint 4,9 % pour l'élevage sur table et 4,2 % pour l'élevage à plat. Celle en glycogène atteint 3,7 et 1,7 %.

Ce même lot présente une évolution atypique par rapport aux autres lots. Celle-ci est surtout marquée chez les élevages à plat où les teneurs en glucides et glycogène diminuent jusque début mai (Figure 14b et 15b) alors qu'elles augmentent chez les autres lots.

Le lot Ouest-Cotentin est aussi le plus affecté par la période de mise en élevage, fin mars début avril. Cette « perturbation » est exacerbée chez l'élevage sur table (Figure 14a et 15a) où les huîtres perdent jusqu'à 3 % de leurs teneurs en glucides et glycogène.

Les huîtres constituent leurs réserves glucidiques (glucides et glycogène) jusque début mai. A ce moment du cycle de reproduction, des différences significatives apparaissent entre les lots. Sur la table, les lots d'huîtres Barfleur et Ouest-Cotentin possèdent une composition glucidique supérieure aux 2 autres lots. A l'inverse, sur le plat, les teneurs les plus élevées en glucides et glycogène sont observées chez les huîtres du lot Viaud.

Pour chaque lot, les différences de teneurs en glucides et glycogène observées au cours du temps et selon le type d'élevage sont significatives au seuil de 1 ‰ (Tableau 11).

3) Dosage de l'incorporation du glucose dans le glycogène

8 bioéssais sont effectués entre le 22 mars et le 1^{er} août (printemps-été) sur les huîtres des lots Chotard, Ouest-Cotentin et Viaud élevées à plat. L'incorporation du glucose dans le glycogène des cellules vésiculeuses des palpes labiaux n'est pas significative durant les 2 premiers bioéssais, le 22 mars et le 4 avril. Elle devient significative à partir du mois de mai. Les résultats obtenus sont représentés Figure 16.

Début mai, l'incorporation du glucose pour les 3 lots est faible, entre 0,2 et 0,6 nMol. Puis début juin, la capacité de synthèse de glycogène augmente avec des incorporations comprises entre 1,3 et 1,5 nMol de glucose. Celle-ci diminue jusque fin juillet et atteint 0,1 à 0,2 nMol de glucose incorporé. Les différences d'incorporation observées entre les lots au cours du temps sont significatives au seuil 1 ‰ (Tableau 12a).

A partir de mai, les huîtres du lot Viaud se différencient des 2 autres lots en incorporant le plus de glucose (Figure 16). Elles présentent une capacité d'incorporation du glucose (1,8 nMol) significativement supérieure ($p < 0,001$) aux huîtres des lots Ouest-Cotentin et Chotard le 17 mai (Tableau 12b et Figure 17). Cette capacité de synthèse du glycogène est également supérieure au lot Chotard le 4 juillet et au lot Ouest-Cotentin le 1^{er} août, avec des incorporations respectives de 1,1 et 0,4 nMol de glucose (Figure 16, Annexe 3).

Les lots d'huîtres Chotard et Ouest-Cotentin présentent une synthèse en glycogène similaire au cours du cycle de gamétogénèse de début mai à fin juillet.

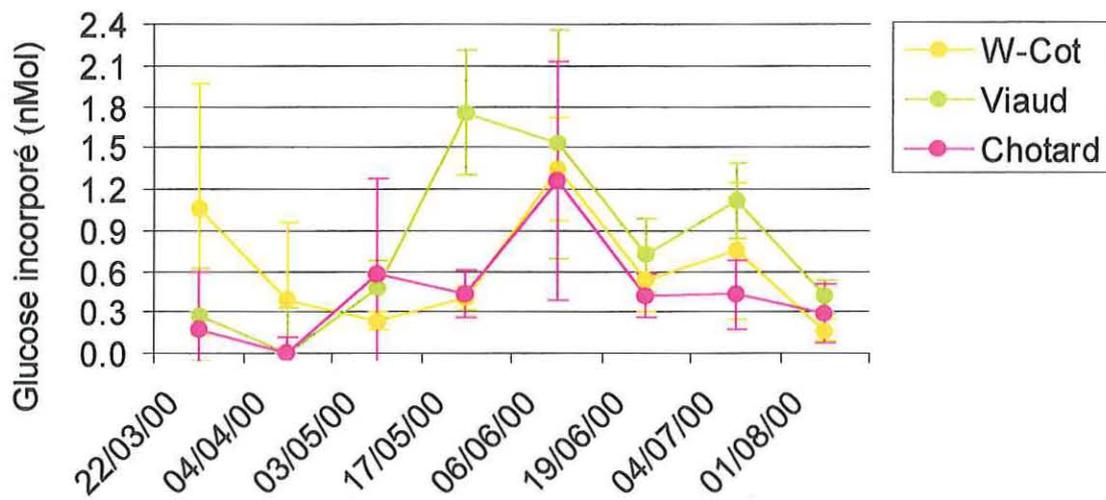


Figure 16 : Incorporation du glucose dans les cellules de palpes labiaux de *Crassostrea gigas*. Nombre de moles de glucose incorporées en 7 heures, à concentration de $5 \cdot 10^6$ cellules/mL.

Tableau 12 : Analyses de Variances de l'incorporation du glucose dans le glycogène au cours des 6 bioessais donnant des résultats significatifs d'incorporation selon la date, le lot (a) et le lot pour chaque date (b). (**: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$; NS : non significatif).

a.		F-ratio	Probabilité
incorporation (nMol)	A : Date	19.79	***
	B : Lot	17.53	***
	AB : Intéractions	3.29	**

b.		F-ratio	Probabilité
incorporation (nMol)	Dates		
	03 mai	0.98	NS
	17 mai	43.67	***
	06 juin	0.82	NS
	19 juin	2.62	NS
	04 juillet	5.48	*
01 août	5.04	*	

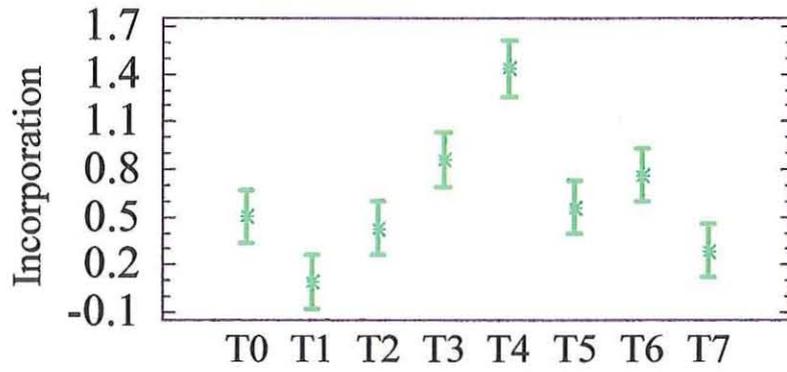
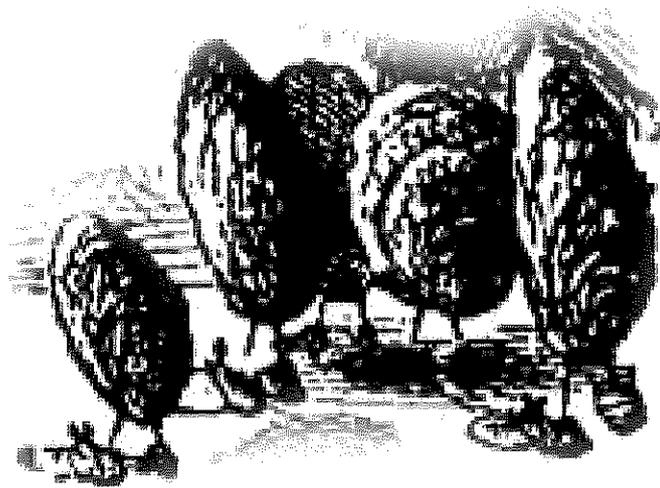


Figure 17 : Analyses de variance de l'incorporation du glucose (Nmol) dans le glycogène des cellules vésiculeuses des palpes labiaux des huîtres *Crassostrea gigas* au cours du temps. (Moyennes et intervalles de confiance).

INTERPRETATION DES RESULTATS



Cette étude a été entreprise pour mieux comprendre les épisodes de mortalités des huîtres *Crassostrea gigas* sévissant en périodes printanière et estivale dans le bassin de Marennes-Oléron. Les paramètres zootechniques (mortalité, croissance) et biochimiques (lipides, glucides et glycogène) sont suivis chaque année (LODATO, 1997 ; FOREST, 1997 ; MINEUR, 1999 ; DUFOURG, 1999 ; SOLETCHNIK *et al.*, 2000). L'originalité de ce travail est d'étudier sur un même site le comportement de 4 lots d'huîtres d'origine différente ainsi que leur capacité à synthétiser du glycogène à un moment où les réserves énergétiques sont « réquisitionnées » pour la reproduction. Depuis un an des recherches ont été mises en place concernant l'incorporation du glucose dans le glycogène des cellules vésiculeuses des palpes labiaux des huîtres (HEUDE BERTHELIN, 2000). Le programme de recherches des trois dernières années a permis de mieux comprendre ce phénomène de mortalité et d'identifier certains facteurs internes et externes jouant un rôle probable dans « la mort » des huîtres. Il a aussi permis d'améliorer les méthodes de mesure et de travail sur le terrain en diminuant la variabilité intra-réplicats des élevages à plat. Cette année un échantillonnage resserré sur un pas de 15 jours permet d'augmenter la précision des analyses et d'infirmer ou confirmer certains résultats obtenus les années précédentes. Il permet aussi d'apporter d'autres éléments de réflexion concernant l'état physiologique et les réserves énergétiques des huîtres à cette période de l'année.

Dans le cadre de cette étude, des taux de mortalité de 8 à 15 % pour l'ensemble des lots sont enregistrés sur les élevages sur table pendant la période printanière et estivale du 22 mars au 31 juillet. Ces résultats sont proches de ceux obtenus en 1997 et 1998 où les mortalités cumulées ont atteint respectivement 10 et 17 % (SOLETCHNIK *et al.*, 2000). L'année 1999 reste "atypique" avec une mortalité de 28 %. Concernant les élevages à plat, la mortalité des lots d'huîtres Chotard et Viaud de 40-50 % est supérieure à celle de ces 3 dernières années. Les mortalités sur le plat étaient de 26, 28 et 35 % en 1997, 1998 et 1999. Le lot Viaud originaire de la côte Est Oléronnaise (plus à l'abri) enregistre le plus de "pertes" sur le plat pendant cette étude. Il n'a pourtant pas subi très fortement la tempête de décembre 1999 à l'inverse du lot Chotard provenant de la côte Ouest du bassin de Marennes-Oléron.

Les résultats de notre étude confirment les observations faites les années précédentes en terme de comparaison des élevages plat / table. Ainsi, quelque soit le lot d'huîtres considéré l'apparition et l'évolution de la mortalité printanière et estivale se fait en défaveur des élevages à plat. Cette observation souligne le rôle important joué par les facteurs environnementaux (oxygène, température, sédiment...) dans le déclenchement d'un stress induisant un état de « détresse » chez les huîtres (LODATO, 1997). Les caractéristiques de l'interface eau / sédiment sont une des causes possibles de ces mortalités (FOREST, 1997, SOLETCHNIK *et al.*, 1999) : Un enrichissement en matière organique lié à un manque de circulation des eaux, rejets du réseau pluvial, arrivée des eaux de la Seudre, absence d'enlèvement des anciennes installations ostréicoles entraînant un ensablement du site.

Les 4 lots d'huîtres mis en place sur les tables et le sédiment le 22 mars présentent de fortes mortalités fin mars début avril. Cette mortalité peut être considérée comme une mortalité liée à la mise en élevage. Les huîtres introduites dans leur nouveau milieu, sont en période d'acclimatation et réagissent différemment face à ces nouvelles contraintes environnementales. Ces mortalités sont probablement liées à un stress consécutif au début de l'expérience et à la mise en place des élevages (BODOY, 1986). Seul le lot d'huîtres Barfleur semble s'acclimater rapidement à ce nouveau milieu avec une mortalité de mise en élevage de 1,6 % sur table et 2,7 % à plat. Cette mortalité est très inférieure à celle observée ces 3 dernières années. Elle est de 3,1-6,6-21 % sur table et de 7-12-25 % à plat respectivement pour les années 1997, 1998 et 1999. Les lots Chotard et Viaud qui viennent du bassin de Marennes-Oléron enregistrent la plus forte mortalité de mise en élevage comparés aux 2 autres lots en provenance du Cotentin.

Pour les huîtres « Chotard » et « Viaud », la mortalité est de 9,3-7,5 % sur table et 13,6-11,4 % à plat. Ce résultat est surprenant car ces 2 lots, qui proviennent d'un lieu d'élevage proche du site expérimental, auraient du s'acclimater plus facilement à ce nouveau milieu que les 2 autres lots.

Si la mortalité de mise en élevage est soustraite de la mortalité cumulée, aucune différence significative n'est observée entre les lots élevés sur table (Figure 18). Or, la différence de mortalité est très importante chez les élevages à plat (Figures 18 et 19b). Le lot Barfleur élevé sur table, qui présentait la plus faible mortalité, ne diffère plus des autres lots avec une mortalité cumulée de 6 %. Toutefois ces huîtres semblent mieux supporter la culture au sol avec un taux de mortalité de 20 %, toujours inférieur aux autres lots compris entre 30 et 40 %. Sur le plat, il est aussi intéressant de remarquer que les huîtres des lots Viaud et Ouest-Cotentin qui ont le même âge (4 ans) présentent un profil de mortalité post acclimatation similaire (Figure 19b). Celles-ci, avant d'être captées, ont subi les mêmes conditions climatiques générales au cours de l'année 1996 jusqu'à la ponte. Les 2 autres lots Barfleur et Chotard montrent aussi un analogie de profil, pourtant ils sont très différents quant à leur âge et leur origine. Les huîtres du lot Barfleur sont de jeunes adultes âgés de 2 ans, captées et élevées en éclosérie en Normandie alors que celles de Chotard ont 3 ans et ont été captées en Seudre. L'élevage à plat seul permet de faire ressortir des différences entre les lots. La mortalité n'est donc pas seulement intrinsèque au lot. Elle n'est pas uniquement liée à un déterminisme génétique mais aussi probablement au sédiment et aux conditions environnementales des élevages à plat. Une synergie peut s'opérer entre l'environnement et l'historique (année et lieu de captage, lieu de prégrossissement et grossissement...), la génétique des huîtres élevées à même le sol (SOLETCHNIK, com. pers.).

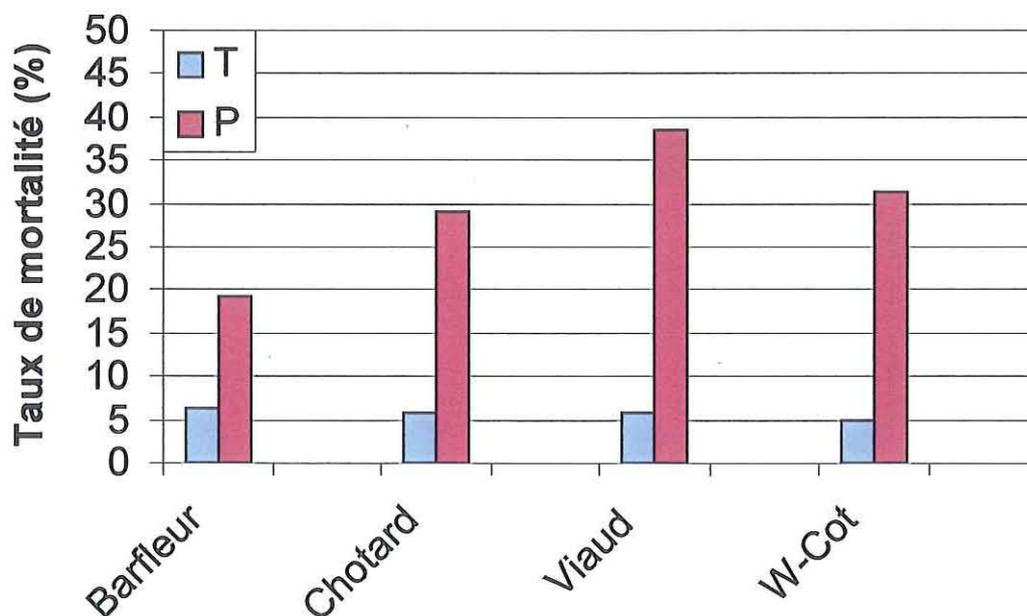


Figure 18 : Taux de mortalité cumulée (%) calculé à partir du mois de mai selon le lot d'huîtres et le type d'élevage (T : sur table ; P : à plat). Les mortalités enregistrées en avril correspondant à la période de mise en élevage ne sont pas prises en compte

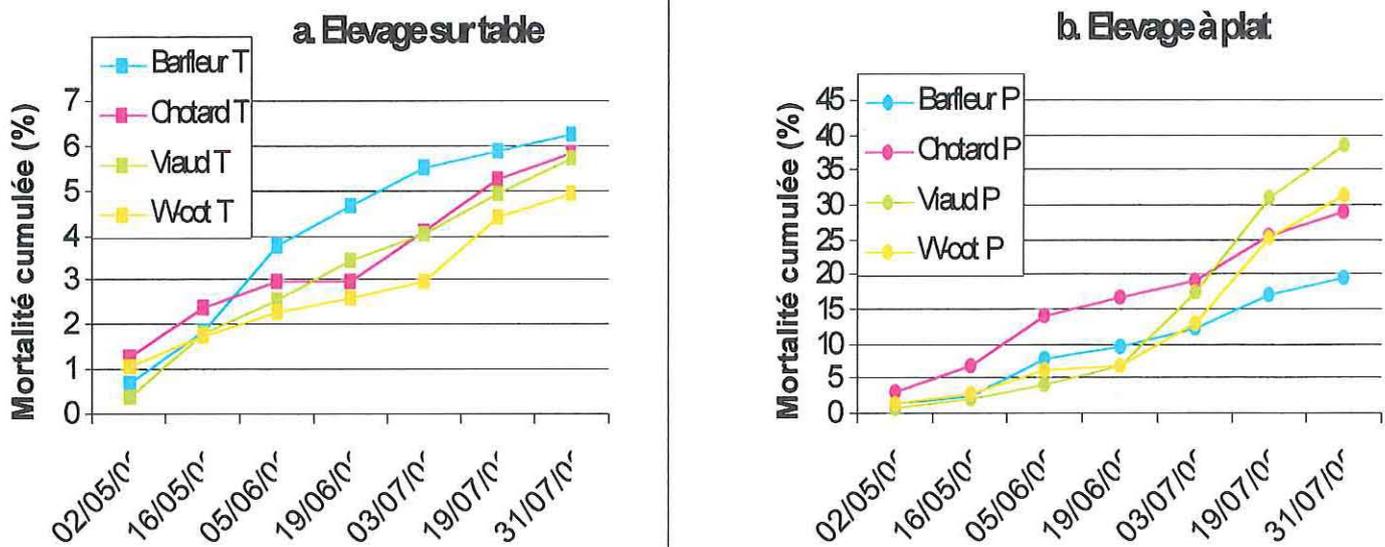


Figure 19 : Taux de mortalité (%) cumulé à chaque date d'échantillonnage selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b)

Le type d'élevage fait apparaître non seulement des différences de mortalité mais aussi des différences de croissance entre les lots d'huîtres. Sur table, les huîtres présentent une meilleure croissance en poids de coquilles et poids secs que sur le plat. Cette observation va dans le sens des résultats obtenus lors des études antérieures (FOREST, 1997 ; MINEUR, 1999 ; SOLETCHNIK *et al.*, 1999). Cette différence de croissance est liée en grande partie à la disponibilité des ressources trophiques. La différence d'altitude de 50 cm entre la culture au sol et sur table représente une différence non négligeable au niveau du temps d'immersion qui pourrait expliquer des résultats inverses. Les huîtres placées en hauteur ont un accès plus limité à la ressource alimentaire mais cette situation leur permet d'avoir un plus important volume d'eau environnant. De plus les huîtres élevées à même le sol ont une activité de filtration amoindrie du fait d'une turbidité pouvant être élevée à cette interface eau / sédiment due au déplacement de la masse d'eau, à la remise en suspension des particules et à la nature du sédiment.

Une analogie de profil de croissance en poids sec apparaît également entre les lots: D'un côté les huîtres Viaud et Ouest-Cotentin captées en 1996 laissant supposer que l'âge et donc la maturation « conditionne » l'évolution du poids de chair et de l'autre les huîtres Barfleur et Chotard d'âge et d'origine totalement différents qui vont à l'encontre de cette hypothèse. Même si les lots élevés sur table ont une meilleure croissance en poids sec, cette similitude de profil observée est conservée pour les 2 types d'élevage. Le mode de culture, l'âge, l'origine du lot ne suffisent donc pas à expliquer les différences ou similitudes de croissance entre les lots. Le facteur génétique joue alors peut-être un rôle important dans cette différenciation. Autre remarque, le lot Barfleur plus jeune (1998) montre logiquement les valeurs de poids de coquilles et de chair sèche les plus faibles. Il possède le meilleur gain de poids en coquille de 7,6 g pour l'élevage sur table et de 5,6 g pour l'élevage à plat.

Il a globalement un taux de croissance journalier moyen en poids sec (4,1 %) plus de 2 fois supérieur à celui du lot Ouest-Cotentin et en poids de coquilles (0,8 %) plus de 3 fois supérieur au lot Viaud. Selon le lot et l'âge des huîtres, l'allocation d'énergie est alors différente. Elle est tournée soit vers le développement de la coquille soit vers celui de la chair. La prise de poids de chair augmente avec le temps, est dépendante de l'âge, de la taille et est spécifique de l'espèce. Les limites de croissance sont déterminées non seulement par la génétique, l'historique (BREY & GAGE, 1997) mais aussi par les facteurs environnementaux. Ceux-ci n'ont pas été pris en compte dans cette étude. Il serait intéressant de mettre en parallèle la disponibilité de nourriture dans le milieu pour vérifier si celle-ci est prépondérante sur la prise de poids de chair des huîtres (HERAL *et al.*, 1984) ainsi que la température au niveau des parcs qui aurait une action directe sur la croissance en coquilles. Le taux de croissance semble être en relation avec la taille des huîtres et les variables environnementales (BROWN & HARTWICK, 1988). Un ralentissement de croissance en poids sec et poids de coquilles peut être observé de mi-mai à mi-juin puis début juillet sur les 2 types d'élevage. Seuls les lots d'huîtres Viaud et Ouest-Cotentin continuent leur croissance en juillet. Ces 2 périodes de faible croissance semblent aussi se retrouver en 1997 et 1998 (SOLETCHNIK *et al.*, 2000). Or en 1999, une forte croissance est enregistrée pendant la période printanière. Ce phénomène est peut-être dû à un important apport de nourriture ou à des conditions environnementales favorables. La comparaison avec ces 3 dernières années reste cependant difficile du fait d'un pas de temps plus large entre chaque échantillonnage et donc un manque de précision.

Il est aussi intéressant de remarquer que la période de croissance en poids sec observée début mai chez les élevages à plat est suivie d'un pic de mortalité fin mai. La croissance en poids sec des lots d'huîtres Chotard et Barfleur observée fin juin précède elle aussi une période de forte mortalité début juillet. Seuls les lots Viaud et Ouest-Cotentin montrent une « superposition » entre cette deuxième période de croissance et la période de forte mortalité de fin juin début juillet. Ces observations montrent une possible relation entre forte mortalité et performances de croissance, phénomènes déjà observés précédemment (MORI, 1979 ; DUFOURG, 1999). Ces mortalités observées apparaissent en périodes printanière et estivale, période de reproduction des huîtres au moment où la vitellogénèse est à son maximum. La production des gamètes est en grande partie responsable de la prise de poids sec. Or pendant la période d'acclimatation le phénomène inverse est observé chez le lot Barfleur élevé à plat et sur table. Ces huîtres qui présentent une croissance en poids de chair et de coquilles ont aussi la plus faible mortalité de mise en élevage. Mais cette prise de poids qui montre une bonne adaptation au milieu n'est pas le seul élément de réponse quant à la faible mortalité observée pendant cette période. D'autres facteurs comme l'historique, l'origine du lot (sélection génétique, ...) indépendamment du type d'élevage semblent alors aussi jouer un rôle important dans la capacité d'adaptation au nouveau milieu.

L'apparition de ces mortalités printanières et estivales n'a pas été totalement élucidée. Même si de nombreuses questions restent sans réponses certains facteurs comme les réserves énergétiques (lipides, glucides et glycogène) ont été définis comme ayant un rôle probable dans ce phénomène. De fin mars à mi-avril, période d'acclimatation, les réserves en lipides sont autour de 6-8 % quelque soit le type d'élevage. La composition lipidique augmente ensuite d'avril à juillet atteignant 12-16 %. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus en 1997, 1998 et 1999 (SOLETCHNIK *et al.*, 2000). Le stockage des lipides s'effectue pendant la phase de vitellogénèse jusqu'à la ponte en juillet-août puis il diminue (SOLETCHNIK *et al.*, 1999). Cette augmentation des réserves lipidiques se fait au détriment des réserves glucidiques. Les réserves glucidiques (glucides et glycogène) croissent jusque début mai puis celles-ci sont ensuite mobilisées jusque début juillet. Les 4 lots présentent des profils d'évolution de la teneur en glucides aussi différents que ceux observés entre 1997 et 1999 (SOLETCHNIK *et al.*, 2000).

Le contenu en glycogène diminue pendant toute la durée de la gamétogénèse atteignant des valeurs minimales (5 %) mi-juillet. Le taux de glycogène est très bas jusqu'à la ponte et le stock se reconstitue après (ALLEN, 1986). Les huîtres de Ouest-Cotentin âgées de 4 ans et captées dans le bassin d'Arcachon présentent une évolution des taux de glucides et glycogène différente des autres lots d'huîtres. Les taux en glucides et glycogène d'environ 10 et 8 % respectivement au début de l'étude sont nettement supérieurs à ceux des autres lots. Les huîtres subissant une perte de glucides et glycogène en début d'étude confirment la forte perturbation de celles-ci pendant la période de mise en élevage. Alors que la composition glucidique augmente en mai chez les autres lots, celle-ci diminue chez ces huîtres élevées à plat. Cette perte de réserves glucidiques ne semble cependant avoir aucune influence sur le taux de lipides et l'apparition de mortalités touchant ce lot. L'élevage traditionnel à plat permet à ce lot d'huîtres Ouest-Cotentin de se différencier des autres lots. Chaque lot d'huîtres possède ses propres caractéristiques, une qualité initiale et un « historique » qui lui est spécifique.

Il est aussi intéressant de remarquer qu'une augmentation rapide des réserves lipidiques ainsi qu'une diminution accrue des réserves glucidiques la deuxième quinzaine de mai et de juin semblent coïncider avec l'apparition de mortalités sur les élevages à plat pendant ces mêmes périodes. MORI (1979) a noté qu'un haut niveau de mortalité coïncidait avec une diminution du niveau de glycogène et un fort développement des gonades. Des études entreprises par PERDUE (1981) et MAURER (1986) concernant l'analyse des constituants biochimiques ont aussi montré que les mortalités se produisaient après une chute marquée des réserves glucidiques. Le cycle biochimique saisonnier des huîtres peut être utilisé comme un indicateur de leur état physiologique (SOLETCHNIK *et al.*, 1997). Le déficit énergétique ne serait pas la seule cause de l'apparition de ces mortalités. Une intensification des chocs thermiques (liés aux phénomènes des marées) semblerait aussi avoir des effets aggravants sur ce phénomène. Les hautes températures, la maturation sexuelle et la ponte constituent différents stress qui augmentent les besoins physiologiques des huîtres (MAURER *et al.*, 1986).

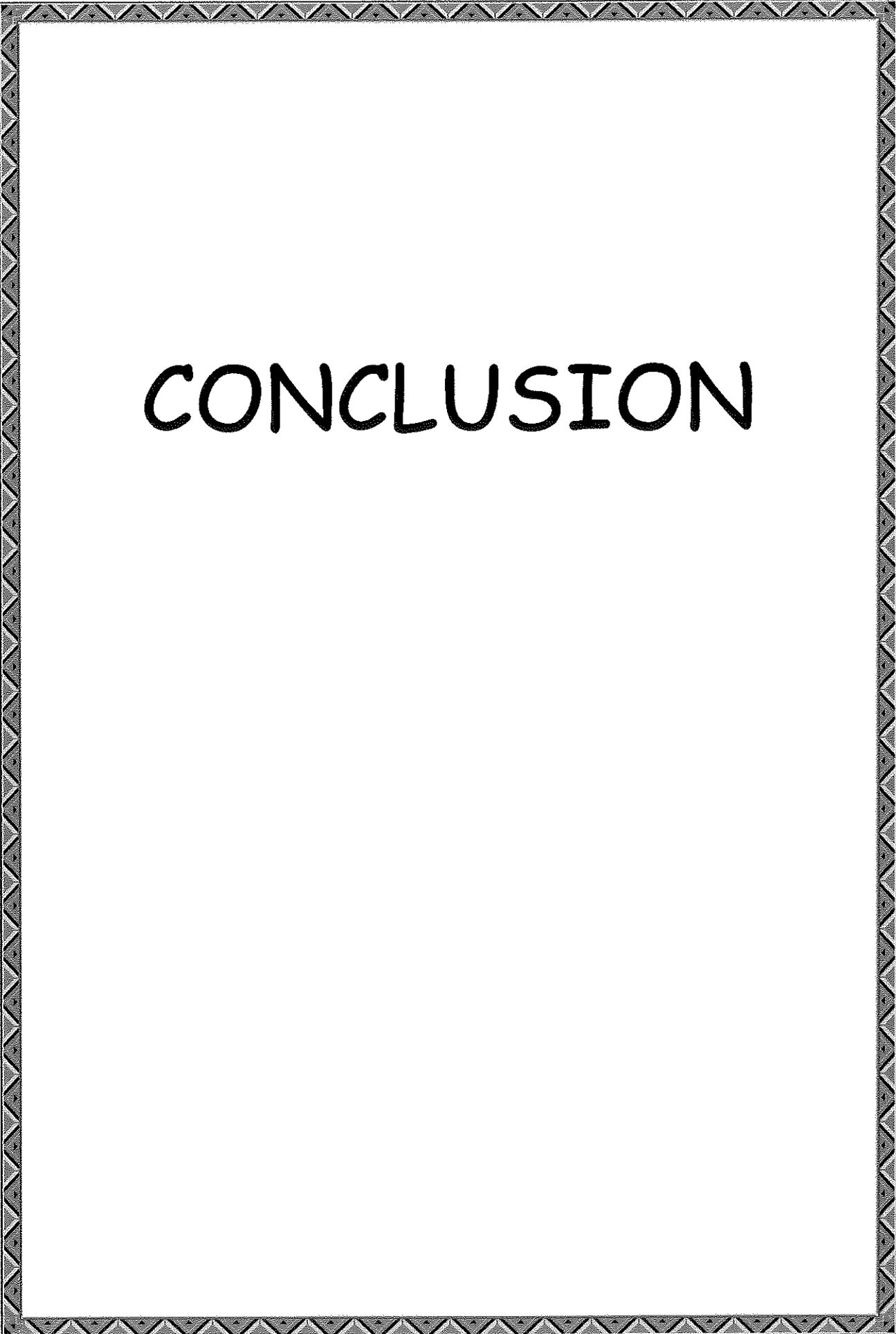
Ces importantes dépenses énergétiques liées à l'effort de reproduction sont en partie palliées par l'apport direct de nourriture et par l'utilisation de réserves constituées préalablement (DÉSLOUS-PAOLI & HERAL, 1988). L'énergie stockée principalement sous forme de glycogène, est liée avec la qualité de nourriture disponible pendant le bloom phytoplanktonique au printemps et à l'automne. Les réserves en glucides et glycogène sont mobilisées pendant la gamétogénèse mais la synthèse de glycogène est-elle « active » pour reconstituer le stock ? L'étude *in vitro* de l'incorporation du glucose dans le glycogène des cellules vésiculeuses des palpes labiaux des huîtres permet de déterminer les variations saisonnières du métabolisme du glycogène dans ces cellules de réserves. Ces recherches sont effectuées sur les palpes labiaux car l'isolement des cellules vésiculeuses reste toujours plus facile quelque soit la période de l'année. Les palpes sont majoritairement constitués de tissus de réserve au contraire de la région gonadique où se côtoient tissu de réserve et tubules gonadiques (HEUDE BERTHELIN, 2000).

D'un point de vue analytique il aurait été intéressant de comparer les 4 lots entre eux au lieu de se limiter à 3 (pour des raisons pratiques) et d'étendre aussi cette analyse aux élevages sur table. Le lot d'huîtres Barfleur exclu de cette étude présente pourtant une aptitude supérieure aux autres lots à résister à la période de mise en élevage. Possédait-il une meilleure capacité à synthétiser du glycogène et donc à accroître ses réserves énergétiques ?

Le lot d'huîtres du bassin de Marennes-Oléron « Viaud » présente une différence biologique significative par rapport aux 2 autres lots mis en élevage. Sa capacité à biosynthétiser le glycogène semble être supérieure à celle des 2 autres lots à certaines périodes de l'année. Celle-ci est la plus significative pendant la première quinzaine de mai. A cette forte période d'incorporation coïncide une croissance accrue en poids sec de ces huîtres « Viaud » élevées à plat. De même, la baisse de croissance observée début juin peut être corrélée à la baisse de l'incorporation du glucose dans le glycogène.

Les réserves en glycogène sont directement utilisées pour le développement des gonades au cours du mois de mai. Les concentrations en glucides et glycogène des huîtres du lot Viaud augmentent de façon très significative jusqu'au 2 mai puis diminuent ensuite alors que la biosynthèse du glycogène est maximale à l'échantillonnage suivant, soit le 17 mai. Il semblerait que la diminution des concentrations en sucres induise une synthèse accrue de glycogène au niveau des palpes labiaux. De mi-mai à mi-juin les réserves glucidiques ne cessent de diminuer et l'incorporation devient faible. Les glucides sont aussitôt utilisés et les réserves en glycogène aussitôt mobilisées pour pallier aux fortes dépenses énergétiques liées à l'effort de reproduction (GABBOTT, 1975). Les glucides sont directement utilisés sans être mis en réserve. Cependant la concentration du glycogène dans la chair est maximale une quinzaine de jours avant l'incorporation du glucose dans les cellules des palpes. L'incorporation est-elle plus importante dans la région gonade-manteau à cette période du cycle ? D'autres processus non définis (activité enzymatique...) sont alors mis en jeu pour la synthèse du glycogène.

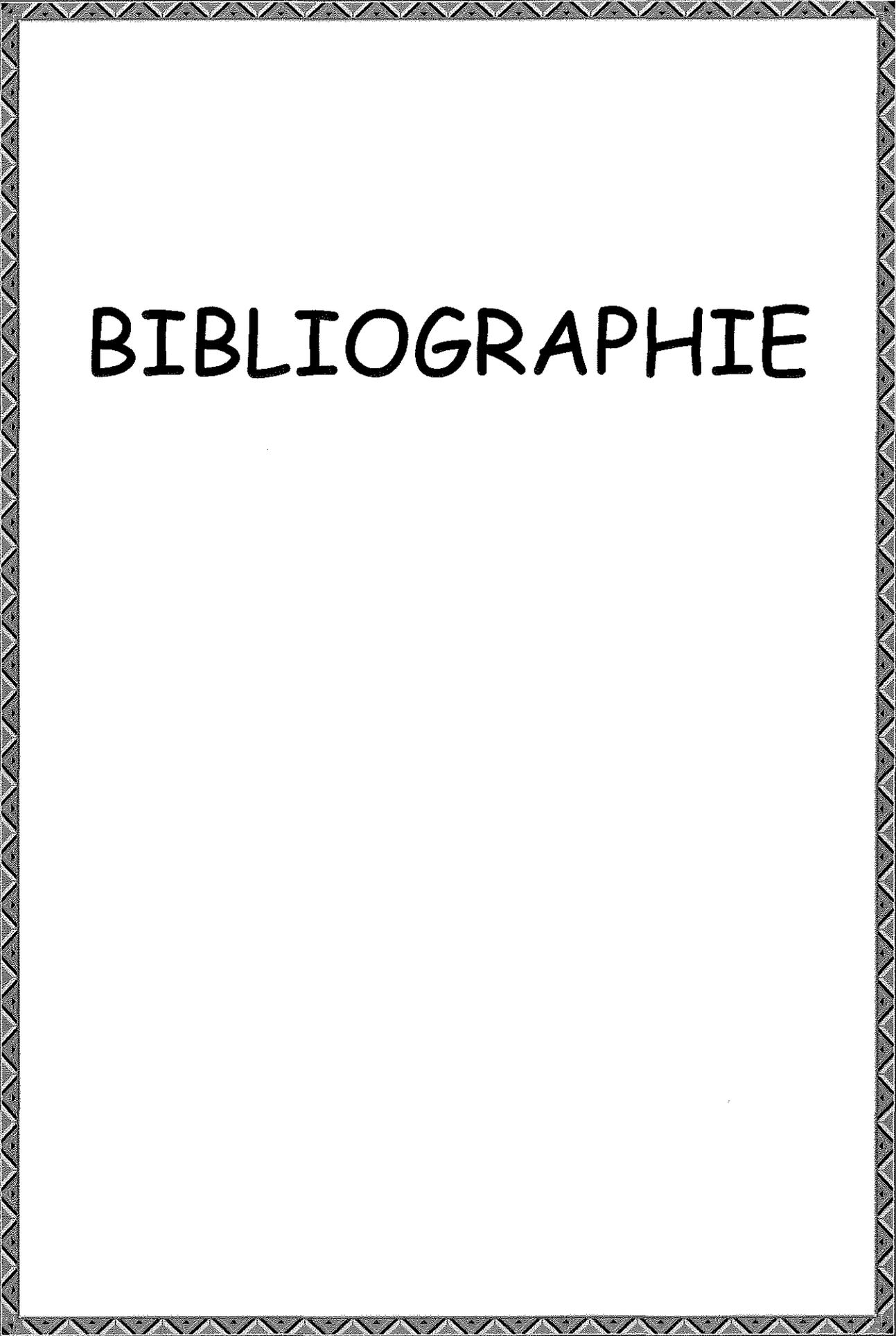
Les résultats d'incorporation divergent de ceux obtenus en 1997 (HEUDE BERTHELIN, 2000) qui montrent une incorporation non détectable en juin. Aussi au mois de mai 1997 l'incorporation est inférieure à celle enregistrée. Les forts résultats d'incorporation obtenus en automne hiver par HEUDE BERTHELIN (2000) seront confirmés ou infirmés par le LCPC en fin d'année 2000 sur les 3 mêmes lots. Ces différences d'incorporation observées peuvent être due à des variations environnementales inter-annuelles, à l'origine des huîtres et leur capacité à synthétiser le glycogène mais aussi à d'autres facteurs indéterminés induisant un changement de comportement, un stress...



CONCLUSION

Comme les 3 années précédentes, la mortalité des élevages d'huîtres à plat (de 22 à 50 %) est supérieure à celle des élevages sur table (inférieure à 15 %) quelque soit le lot. Aucune crise aiguë de mortalité n'est enregistrée durant les 5 mois de l'étude. Cependant deux lots d'huîtres, Chotard et Viaud subissent des pertes de 40-50 % à plat. Cette situation peut être préjudiciable pour les ostréiculteurs qui cultivent ces lots. Des différences significatives apparaissent entre les lots élevés à plat lors des 3 périodes de fortes mortalités. Les lots élevés sur table ne présentent pas de différence de mortalité sauf au début de la mise en élevage. A cette période d'acclimatation correspond une mortalité de "mise en élevage" fin mars, puis les deux autres périodes à des mortalités d'élevage fin mai et fin juin début juillet. Les lots Viaud et Ouest-Cotentin de même âge d'une part, et les lots Chotard et Barfleur d'âge et origine différents d'autre part, montrent des profils de mortalité, sur le plat, similaires au cours du temps. L'année de captage ne suffit donc pas à expliquer cette similitude. La culture à même le sol exacerbe les différences entre lots. Les conditions environnementales (température, oxygène,...), le sédiment jouent probablement un rôle important dans ce phénomène. La croissance des huîtres est meilleure sur table que sur le plat. La croissance en poids sec et poids de coquilles augmente progressivement au cours des 5 mois avec deux phases de ralentissement observées début juin et début juillet. Le plus jeune lot, Barfleur, présente la meilleure croissance en poids sec et poids de coquilles. Les réserves lipidiques augmentent tout au long de l'étude pour atteindre 12-16 % quelque soit le lot et le type d'élevage. Cette augmentation en lipides jusqu'à la ponte est liée à la maturation des gamètes. Les réserves glucidiques sont hétérogènes entre les lots et les 2 types d'élevage, même si globalement elles présentent la même évolution. Elles augmentent jusqu'en mai pour diminuer ensuite jusque juillet au profit des lipides et de la gamétogénèse. L'évolution des réserves glucidiques du lot Ouest-Cotentin élevé à plat est atypique par rapport aux autres lots. Ce lot enregistre les plus fortes teneurs lors de la mise en élevage et possède les plus faibles réserves en juillet. Le lot Viaud montre la meilleure capacité à constituer du glycogène aux alentours de mi-mai, et présente une incorporation de glucose nettement supérieure aux lots Chotard et Ouest-cotentin. Pour ces trois lots élevés à plat, la synthèse de glycogène, faible en début d'étude, augmente en mai pour ensuite diminuer fin juillet.

Cette étude a permis de montrer que les différences de mortalité, de croissance n'étaient pas seulement liées au type d'élevage mais aussi à l'origine et à l'historique du lot. Après le captage, les lots ont subi des conditions d'élevage différentes qui ont certainement une incidence sur la capacité des huîtres à s'adapter à un nouveau milieu. Même si dans certains cas le déficit énergétique coïncide avec l'apparition de fortes mortalités il n'est pas le seul responsable de cette mortalité. D'autres facteurs non déterminés peuvent être corrélés et induire un état de stress, de détresse physiologique. Le facteur génétique joue aussi probablement un rôle qu'il serait intéressant d'identifier. Pour les années à venir, des lots "d'histoire" différente mais provenant d'une même lignée pourraient être utilisés dans ce type d'étude pour tenter de répondre à cette question : Lequel du facteur génétique ou historique a la plus grande influence sur la capacité d'adaptation à un nouveau milieu, sur les différences de performances zootechniques observées entre les lots d'huîtres en élevage ?



BIBLIOGRAPHIE

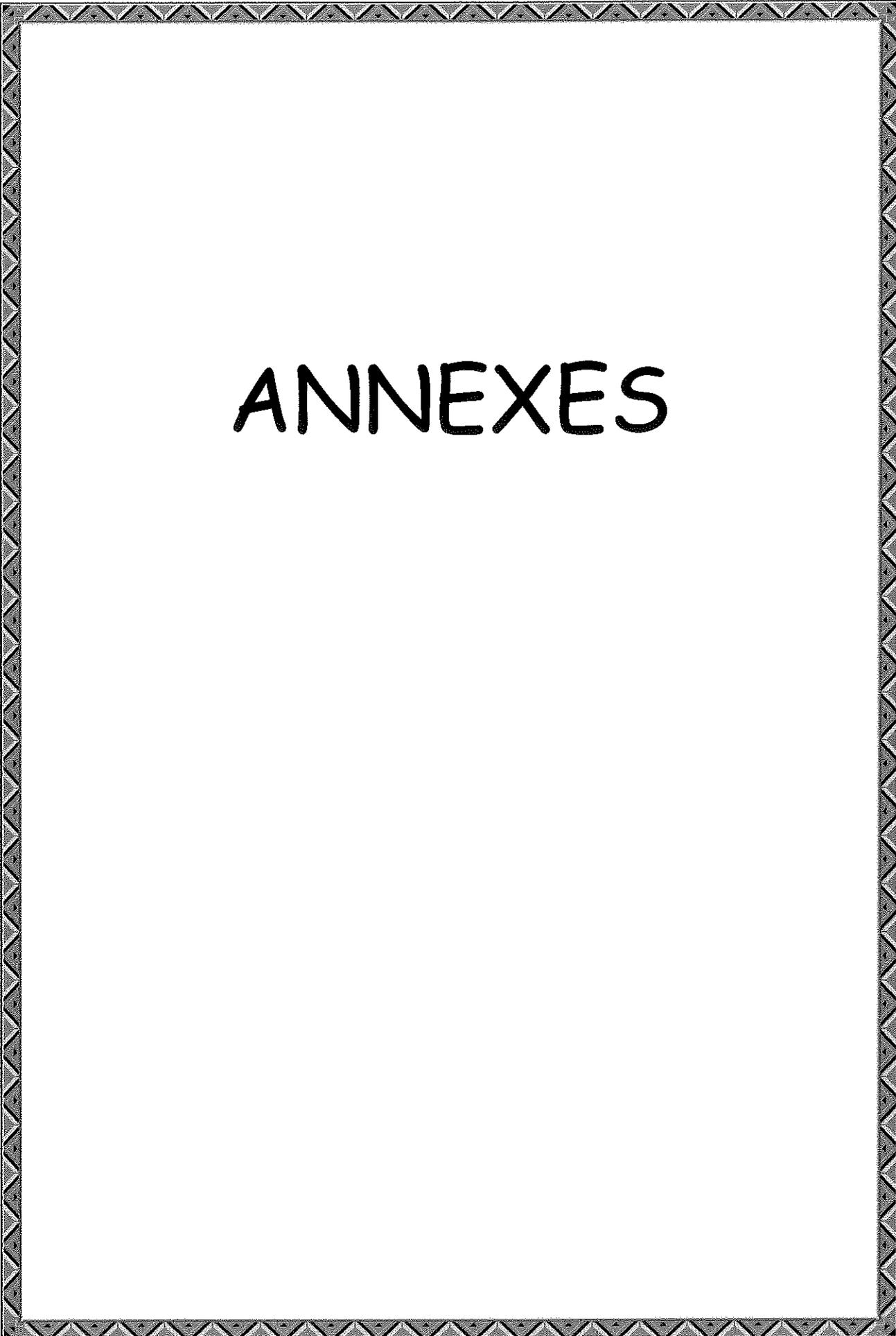
- ALLEN S.K. Jr & DOWNING S.L. 1986. Performance of triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg). I. Survival, growth, glycogen content and sexual maturation in yearlings. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 102 : 197-208.
- BLIGH E.G. & DYER W.F., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 47 : 911-917.
- BODOY A. 1986. Assesments of natural mortality of cultivated oysters *Crassostrea gigas* in the bay of Marennes-Oleron. Cons. Inter. Exp. Mer, C. M. 86/K : 38.
- BODOY A., GARNIER J., RAZET D., & GEAIRON P. 1990. Mass mortalities of mortalities of oysters *Crassostrea gigas* during spring 1988 in the bay of Marennes-Oleron, related to environmental conditions. Cons. Inter. Exp. Mer, Ref E + F.
- BREY T. & GAGE J.D. 1997. Interactions of growth and mortality in benthic invertebrate populations: empirical evidence for a mortality-growth continuum. Arch. Fish. Mar. Res. Vol. 45, 1 : 45-59
- BROWN J. R. & HARTWICK E.B. 1988. Influences of temperature, salinity and available food upon suspended culture of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* II. Condition index and survival. Aquaculture, 70 : 253-267.
- DESLOUS-PAOLI J.M. & HERAL M. 1988. Biochemical composition and energy value of *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultured in the bay of Marennes-Oleron. Aquat. Liv. Res., 1 : 239-249.
- DUBOIS M., GILLES K.A., HAMILTON J.K. REBERS P.A & SMITH F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal.Chem., 28 : 350-356.
- DUFOURG C., 1999. Etude de la croissance de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron en relation avec la variabilité spatiale des conditions hydrologiques et alimentaires de la zone d'élevage, à l'aide d'un système d'informations géographiques (SIG). Rapport de DESS, Université de Pau et des pays de l'Adour.
- FOREST G. 1997. Etude de la mortalité estivale de l'huître creuse *Crassostrea gigas* sur le banc ostréicole de Ronce-Perquis (bassin de Marennes-Oléron). Rapport de DESS, Université de Rouen.
- GABBOTT P.A. 1975. Storage cycle in marine bivalve molluscs : a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. In : Proceedings 9th. Eur. Mar. Biol. Symp. (H. Barnes ed.). Aberdeen University Press. 191-211.
- GRIZEL H., COMPS M., COUSSERANS F., BONAMI J. R. & VAGO C. 1974. Etude d'un parasite de la glande digestive observée au cours de l'épizootie actuelle de l'huître plate. C. R Acad. Sc. Paris, Série D, 279 : 783-784.

- GRIZEL H. & HERAL M. 1991. Introduction into France of Japanese oyster *Crassostrea gigas*. J. Cons. Explor. Mer. 47 : 399-403.
- HERAL M., RAZET D., DESLOUS-PAOLI J.M., MANAUD F., TRUQUET I. & GARNIER J. 1984. Hydrologie du bassin de Marennes-Oléron. Résultats du réseau national d'observation : 1977 à 1981. Ann. Soc. Sci. Nat. Charente Maritime : 7, 2, 259-277.
- HEUDE BERTHELIN C. 2000. Etude du métabolisme du glycogène chez l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Impact sur la reproduction et les mortalités estivales. Thèse de Doctorat, Université de Caen. 156 p.
- LENOIR F. 1989. Mise au point de techniques de dissociation, de purification et de cultures cellulaires chez la moule *Mytilus edulis* (L.). Application à l'étude des régulations du métabolisme du glucose et du glycogène dans les cellules à glycogène (= cellules vésiculeuses). Thèse de Doctorat, Université de Caen.
- LODATO M.I. 1997. Mortalité estivale de l'huître creuse *Crassostrea gigas* sur les bancs ostréicoles de Perquis et Ronce (Bassin de Marennes-Oléron) : étude des pratiques culturales et des caractéristiques biologiques et spatiales des élevages. Thèse de Doctorat vétérinaire, Faculté de médecine de Nantes. 127 p.
- MARSH J.B & WEINSTEIN D.B. 1966. Simple charring method for determination of lipids. J. Lipid Res. 7 : 574-576.
- MAURER D., COMPS M. & HIS E. 1986. Caractéristiques des mortalités estivales de l'huître *Crassostrea gigas* dans le bassin d'Arcachon. Haliotis, 15 : 309-317.
- MINEUR F. 1999. Les mortalités estivales de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron (banc Ronce) : performances zootechniques en divers sites et altitudes dans la colonne d'eau. Rapport de stage, Université de Liège.
- MORI K. 1979. Effects of artificial eutrophication on the metabolism of the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. Mar. Biol., 53 : 361-369.
- PERDUE J.A., BEATTIE J.H. & CHEW K.K. 1981. Some relationships between gametogenetic cycle and summer mortality phenomenon in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Washington State. J. Shellfish Res., 1 (1) : 9-16.
- SNEDECOR G.W. & COCHRAN W.G., 1989. Statistical methods. 8^{ème} édition. IOWA State University Press, Ames.
- SOLETCHNIK P., FAURY N., RAZET D., GEAIRON P. & GOULLETQUER P. 1997. Ecophysiologie de la maturation sexuelle de l'huître creuse *Crassostrea gigas* : réponses métaboliques (respiration) et alimentaires (filtration, absorption) en fonction des différents stades de maturation. Aquat. Living. Ressour., 10 :177-185.

SOLETCHNIK P., LE MOINE O., FAURY N., RAZET D., GEAIRON P. & GOULLETQUER P. 1999. Mortalité de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron : étude de la variabilité spatiale de son environnement et de sa biologie par un système d'informations géographiques (SIG). *Aquat. Living Resour.*, 12 (2) : 131-143.

SOLETCHNIK P., LE MOINE O., FAURY N., RAZET D., GEAIRON P., ROBERT S., TAILLADE S & GOULLETQUER P. 2000. Mortalité et croissance de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron. Rapport du LCPC.

WALNE P.R. & MANN R. 1975. Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. H. Barnes (Ed.), Proc. 9th Europ. Mar. Biol. symp. Aberdeen Univ. press, Scotland, p. 587-607.



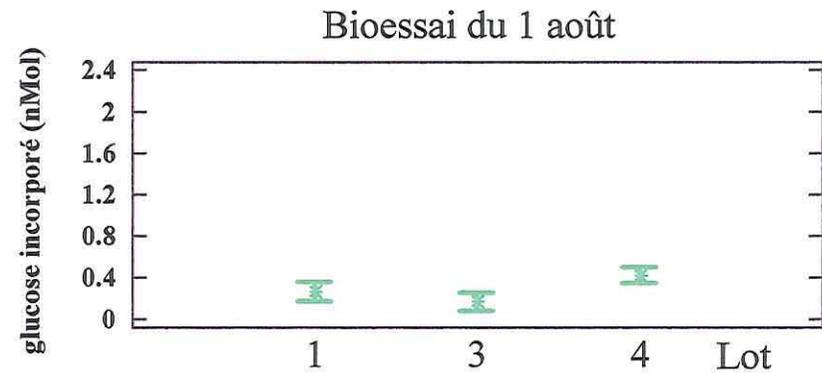
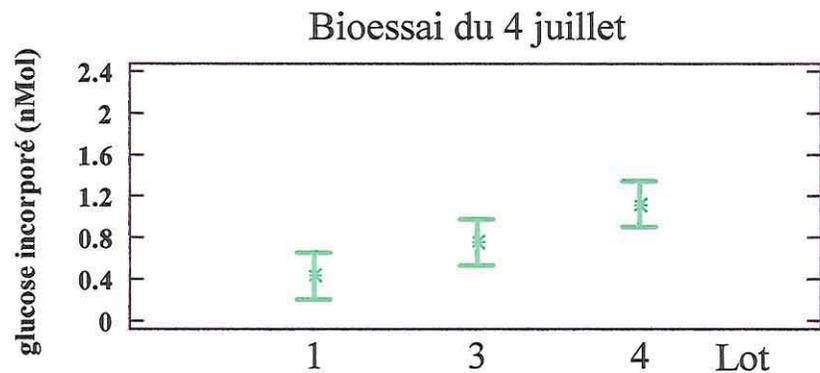
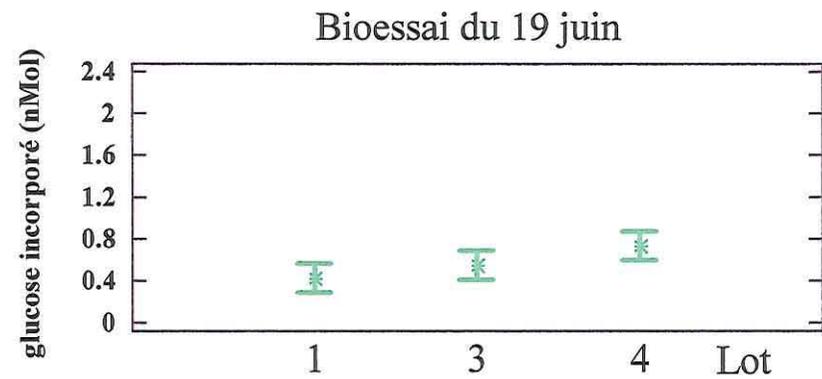
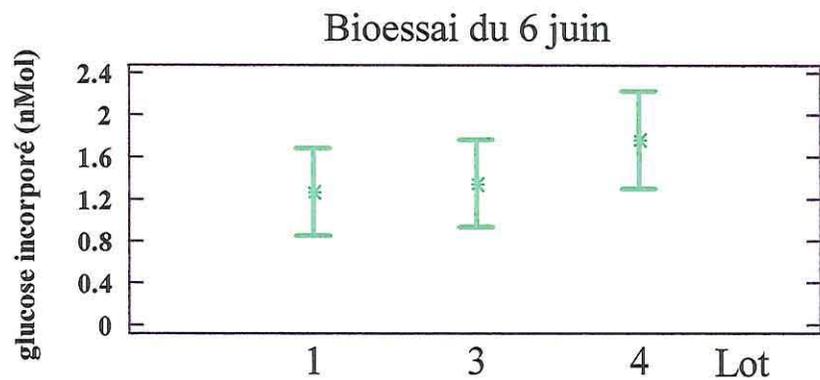
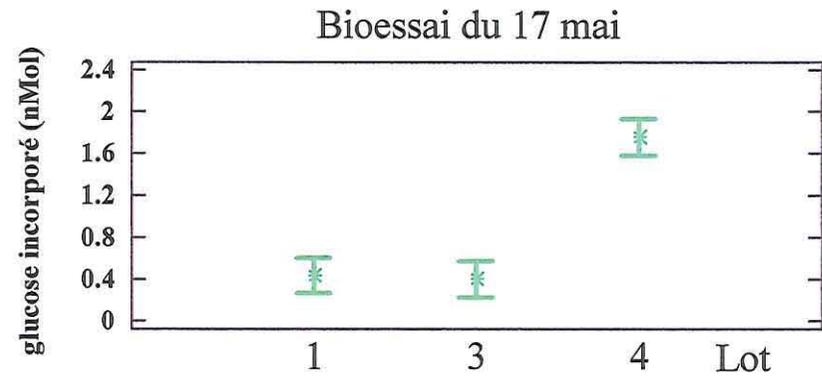
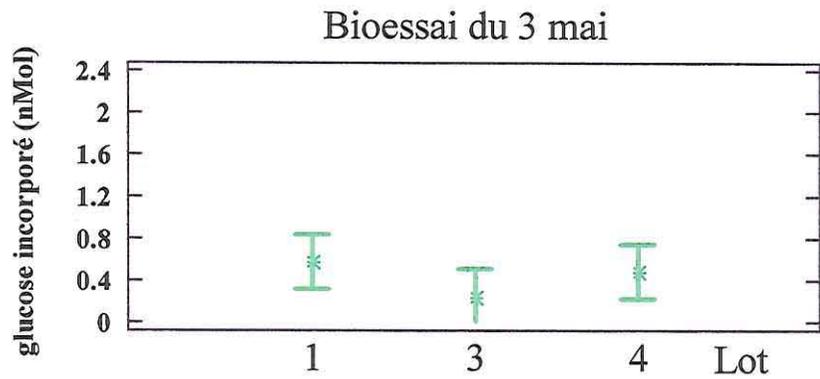
ANNEXES

Annexe 1: Les différentes étapes pour l'incubation et l'incorporation de [U-¹⁴C] glucose dans le glycogène des cellules vésiculeuses situées dans les palpes labiaux des huîtres *Crassostrea gigas*. (D'après FAURY, 2000).

Tubes 5 ml stériles			
6 Tubes	6 Tubes	2 Tubes	2 Tubes
T = 0	T= 7 heures	Temoin sans [U-14C] glucose	Temoin sans cellules
0,5 mM D-glucose	1,5 mM D-glucose	0,5 mM D-glucose	
<ul style="list-style-type: none"> • 50 µl D-glucose 0,5 mM • 50 µl [U-14C] glucose • 500 µl de cellules 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 µl D-glucose 1,5 mM • 50 µl [U-14C] glucose • 500 µl de cellules 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 µl D-glucose 0,5 mM • 50 µl de L15 • 500 µl de cellules 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 µl D-glucose 0,5 mM • 50 µl [U-14C] glucose • 500 µl de L15
INCUBATION 7 heures à 15 °C			
Microtubes	Microtubes		
600 µl de suspension	600 µl de suspension		
Remise en Suspension & CENTRIFUGATION 10 000 g - 10 mn			
<ul style="list-style-type: none"> • 100 µl glycogène froid • 300 µl de suspension • 4 ml d'éthanol 	<ul style="list-style-type: none"> • 100 µl glycogène froid • 300 µl de suspension • 4 ml d'éthanol 		
Précipitation à température ambiante puis 1 nuit à 4°C	Précipitation 1 nuit à 4 °C		
Centrifugation 2500 g, 10 mn			
Elimination du surnageant			
Rinçage par 3 ml d'éthanol absolu saturé en D-glucose - Agiter & si besoin soniquer			
Centrifugation à 2500 g 10mn			
Renouveler cette opération 3 fois en éliminant le surnageant à chaque rinçage			
Culot à sec 1 journée			
Reprise des culots dans 500 µl d'EBD			
Agiter et soniquer			
200 µl de suspension			
4 ml de liquide de scintillation			
Bien agiter avant comptage au compteur de scintillation			
2 Témoins de radioactivité : 50 µl de sol. ¹⁴ C			
Calcul de l'incorporation = ((nbre de DPM x 0,3.10 ⁻⁶ mol)/valeur de radioactivité de 0,5 µCi) x dilution/10 ⁻⁹			

		période	22/03-03/04	04/04-16/04	17/04-01/05	02/05-15/05	16/05-04/06	05/06-18/06	19/06-02/07	03/07-19/07
			1	2	3	4	5	6	7	8
		Nbre jours/période	13	13	15	14	20	14	14	16
Chotard	Table	TC coquilles (mg/jour)	-12.3	-6.9	98.0	-18.6	143.0	42.9	93.6	-91.9
		TC poids sec (mg/jour)	8.3	4.7	12.0	19.6	15.2	6.0	21.4	-7.5
		Taux de mortalité journaliers	0.56	0.15	0.09	0.08	0.03	0.00	0.04	0.07
	Plat	TC coquilles (mg/jour)	2.3	53.1	47.3	85.7	59.5	-69.3	-20.0	48.1
		TC poids sec (mg/jour)	6.1	7.7	6.0	18.9	2.8	4.7	17.9	-0.6
		Taux de mortalité journaliers	0.55	0.50	0.20	0.26	0.36	0.21	0.17	0.41
Barfleur	Table	TC coquilles (mg/jour)	146.9	-100.8	196.0	-92.1	149.5	31.4	138.6	-1.9
		TC poids sec (mg/jour)	15.4	7.8	2.7	9.7	11.5	5.6	19.3	-5.6
		Taux de mortalité journaliers	0.09	0.02	0.03	0.08	0.09	0.06	0.07	0.02
	Plat	TC coquilles (mg/jour)	71.5	7.7	20.0	109.3	34.5	55.7	85.7	7.5
		TC poids sec (mg/jour)	6.2	3.2	2.7	15.9	5.9	6.0	12.1	-2.5
		Taux de mortalité journaliers	0.13	0.08	0.09	0.06	0.27	0.13	0.22	0.29
W-cotentin	Table	TC coquilles (mg/jour)	-277.7	256.9	45.3	13.6	1.5	221.4	-79.3	160.0
		TC poids sec (mg/jour)	0.6	4.2	2.4	6.1	2.0	-8.3	15.7	8.7
		Taux de mortalité journaliers	0.23	0.05	0.07	0.05	0.03	0.02	0.03	0.09
	Plat	TC coquilles (mg/jour)	6.2	132.3	-23.3	55.0	37.5	-17.1	-30.0	93.1
		TC poids sec (mg/jour)	-1.7	5.4	0.7	7.3	-1.8	6.4	8.6	16.9
		Taux de mortalité journaliers	0.45	0.16	0.09	0.11	0.16	0.05	0.48	0.76
Viaud	Table	TC coquilles (mg/jour)	-129.2	70.8	-87.3	65.7	85.5	3.6	305.7	6.9
		TC poids sec (mg/jour)	3.4	6.6	11.3	17.2	18.4	-2.5	31.4	15.0
		Taux de mortalité journaliers	0.51	0.07	0.02	0.10	0.04	0.07	0.04	0.06
	Plat	TC coquilles (mg/jour)	-60.0	10.8	-24.7	30.7	162.0	-274.3	39.3	138.1
		TC poids sec (mg/jour)	1.1	3.7	2.2	0.5	-1.6	5.9	33.6	8.1
		Taux de mortalité journaliers	0.72	0.15	0.05	0.09	0.09	0.20	0.82	0.85

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des taux de croissance journaliers en poids de coquille et poids sec ainsi que des taux de mortalité journaliers selon le lot d'huîtres et le type d'élevage au cours des 8 périodes d'échantillonnage du 22 mars au 19 juillet.



Annexe 3 : Incorporation du glucose dans le glycogène des cellules vésiculeuses des palpes labiaux selon les 3 lots d'huîtres (1 : Chotard; 3 : Ouest-Cotentin; 4 : Viaud) au cours des bioessais du 3 mai au 1^{er} août.

Liste des figures

<u>Figure 1</u> : Répartition des productions ostréicoles françaises. D'après les données du LCPC La Tremblade, 1997.....	1
<u>Figure 2</u> : Photo aérienne de la station IFREMER de La Tremblade.	5
<u>Figure 3</u> : Le site ostréicole de Ronce-Perquis dans le bassin de Marennes-Oléron.	8
<u>Figure 4</u> : Photos du site expérimental. Vue d'ensemble des 2 types d'élevage sur table et à plat (a). Installation des élevages à plat (b).	12
<u>Figure 5</u> : Anatomie de l'huître creuse <i>Crassostrea gigas</i>	15
<u>Figure 6</u> : Taux de mortalité (en %) des lots d'huîtres <i>Crassostrea gigas</i> lors de chaque date d'échantillonnage et selon le type d'élevage, sur table (a), à plat (b).	17
<u>Figure 7</u> : Taux de mortalité journaliers (TMJ) en %, selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b) au cours des 9 périodes étudiées (Tableau 4).	18
<u>Figure 8</u> : Taux de mortalité cumulée (%) des lots d'huîtres <i>Crassostrea gigas</i> du 22 mars au 31 juillet selon le type d'élevage, sur table (T) et à plat (P).	20
<u>Figure 9</u> : Taux de mortalité cumulée (%) selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).	21
<u>Figure 10</u> : Croissance en poids de coquille (g) des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).	22
<u>Figure 11</u> : Croissance en poids sec (g) des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).	24
<u>Figure 12</u> : Indice de qualité Walne et Mann ((PSEC/PCOQ)x1000) des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).	25
<u>Figure 13</u> : Teneurs en lipides (%) de la chair des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).	26
<u>Figure 14</u> : Teneurs en glucides (%) de la chair des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).	28
<u>Figure 15</u> : Teneurs en glycogène (%) de la chair des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b).	28
<u>Figure 16</u> : Incorporation du glucose dans les cellules de palpes labiaux de <i>Crassostrea gigas</i> . Nombre de moles de glucose incorporées en 7 heures, à concentration de $5 \cdot 10^6$ cellules/mL.	30
<u>Figure 17</u> : Analyses de variance de l'incorporation du glucose (Nmol) dans le glycogène des cellules vésiculeuses des palpes labiaux des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> au cours du temps. (Moyennes et intervalles de confiance).	31
<u>Figure 18</u> : Taux de mortalité cumulée (%) calculé à partir du mois de mai selon le lot d'huîtres et le type d'élevage (T : sur table ; P : à plat). Les mortalités enregistrées en avril correspondant à la période de mise en élevage ne sont pas prises en compte.	33
<u>Figure 19</u> : Taux de mortalité (%) cumulé à chaque date d'échantillonnage selon le type d'élevage, sur table (a) et à plat (b)	34

Liste des tableaux

<u>Tableau 1</u> : Altitude (1), temps d'émersion et caractéristiques sédimentaires du site atelier. (*)	9
<u>Tableau 2</u> : Caractérisation des cheptels lors de la mise en expérimentation le 22 mars.	9
<u>Tableau 3</u> : Les descripteurs de l'étude.	10
<u>Tableau 4</u> : Dates des prélèvements effectués sur une période de 6 mois (printemps-été).	11
<u>Tableau 5</u> : Mise en place des installations sur le site expérimental selon les 2 types d'élevage, à plat et surélevé. Pour chaque lot :	13
<u>Tableau 6</u> : Taux de mortalité journalier moyen, TMJM (%) selon le lot d'huîtres et le type d'élevage, de fin mars à fin juillet.	19
<u>Tableau 7</u> : Analyses de Variance du taux de mortalité journalier (TMJ) selon le type d'élevage (T _{yel}), le lot et l'interaction de ces deux facteurs pour chaque période. (*: p<0,05) ; **: p<0,01 ; ***: p<0,001 ; NS: non significatif).....	19
<u>Tableau 8</u> : Analyses de Variances de la mortalité cumulée selon le type d'élevage pour chaque lot (a) et selon le lot pour chaque type d'élevage (b). (T _{yel} 1 : à plat; T _{yel} 2 : sur table). (*:p<0,05 ; **: p<0,01 ; ***: p<0,001).....	21
<u>Tableau 9</u> : Qualités initiale et finale des lots selon le type d'élevage.	23
<u>Tableau 10</u> : Analyses de Variances du poids de coquille (PCOQ) et du poids sec (PSEC) selon le type d'élevage (T _{yel}) et la date pour chaque lot. (*: p<0,05) ; **: p<0,01 ; ***: p<0,001 ; NS: non significatif).	24
<u>Tableau 11</u> : Analyses de Variances des teneurs en lipides, glucides et glycogène selon le type d'élevage (T _{yel}), la date et leur interaction pour les 4 lots mis en élevage. (*: p<0,05) ; **: p<0,01 ; ***: p<0,001 ; NS: non significatif)	27
<u>Tableau 12</u> : Analyses de Variances de l'incorporation du glucose dans le glycogène au cours des 6 bioessais donnant des résultats significatifs d'incorporation selon la date, le lot (a) et le lot pour chaque date (b). (**: p<0,01 ; ***: p<0,001 ; NS : non significatif).....	30