

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

ifremer

Soletchnik P., Le Moine O., Faury N., Razet D., Geairon P., Robert S, Gouletquer P et Taillade S.

Mars 2000 - R.INT.DRV/RA/LCPC 2000-04

Mortalité et croissance de l'huître creuse *C. gigas* dans le Bassin de Marennes Oléron

Résultats obtenus sur le site atelier de Ronce-Perquis en 1997-1999



Numéro d'identification du rapport : DRV-RA//RI/00/04		date de publication	
Diffusion : libre X restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/>		nombre de pages : 83	
Validé par : Jean Barret		bibliographie (Oui)	
Version du document :		illustration(s) (Oui)	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">EXCLU DU PRÊT</div>		langue du rapport Français	
Titre et sous-titre du rapport :			
<p>Mortalité et croissance de l'huître creuse <i>C. gigas</i> dans le bassin de Marennes-Oléron.</p> <p>Résultats obtenus sur le site atelier de Ronce-Perquis en 1997-1999</p>			
Titre traduit :			
<p>Mortality and growth rates of the Pacific cupped oyster <i>C. gigas</i> in the bay of Marennes-Oléron : results obtained on the experimental pilot site « Ronce-Perquis » between 1997-1999</p>			
Auteur(s) principal(aux) : nom, prénom		Organisme / Direction / Service, laboratoire	
Soletchnik Patrick, Le Moine Olivier, Faury Nicole, Razet Daniel, Geairon Philippe, Robert Stéphane, Gouletquer Philippe et Sylvie Taillade		IFREMER / DRV / RA / LCPC La Tremblade	
Collaborateur(s) : nom, prénom		Organisme / Direction / Service, laboratoire	
Travaux universitaires :			
diplôme :		discipline :	
établissement de soutenance :		année de soutenance :	
Titre du contrat de recherche :		n° de contrat IFREMER	
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse			
Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s)			
Responsable scientifique :			
Cadre de la recherche :			
Programme :		Convention :	
Projet :		Autres (préciser) :	
Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)			

Résumé :

L'étude 1999 des taux de mortalités de *C. gigas* a permis d'estimer, selon les sites, les taux de pertes de 32 et 40 % au niveau des élevages à plat sur le banc ostréicole de Ronce-Perquis. En 1997, la mortalité moyenne de fin d'élevage "à plat" était comprise entre 23-29 %, sans différence inter sites. En 1998, cette mortalité moyenne est de 17-32 %, avec une mortalité sur le site 4 inférieure à celle des autres sites (~17 %). Cependant, le bilan effectué au terme des études menées en 1999 permet de conclure à la sous estimation de 7 à 8 % de la mortalité des cheptels sur le plat en 1997 et 1998.

En effet, l'étude de la dispersion spatiale des taux de mortalité sur 2 sites expérimentaux subdivisés en 25 cadrats a montré une large variabilité comprise entre 17-37 % et 22-56 %, pour les sites 1 et 2 respectivement. Malgré cette variabilité importante, les taux de mortalité sont supérieurs sur le site le plus vaseux. A la différence du premier site, le site 2 montre une géodispersion non aléatoire de la mortalité, avec un taux de mortalité supérieur de 10 % à l'est du parc. Cette étude systématique de la mortalité sur 25 cadrats contigus démontre les biais d'échantillonnage lors des estimations de mortalités sur les élevages à plat. La "dispersion" des mesures en quelques mois d'élevage est de l'ordre de 10 - 15 %. La méthodologie développée permet une amélioration significative de la précision des estimations.

La mortalité au terme de l'élevage peut être décomposée entre une mortalité "historique et de mise en élevage" et une mortalité "d'élevage" directement dépendante des conditions environnementales et d'élevage. Cette mortalité initiale liée à l'historique zootechnique du cheptel peut être supérieure à la mortalité d'élevage comme en 1999. Les mortalités de mise en élevage sont de 3, 7 et 21 % respectivement en 1997, 1998 et 1999. Elles confirment l'importance des différences de « qualité » initiale des cheptels dans l'explication des mortalités.

Les performances de croissance en coquille et en poids de chair des élevages à plat sont inférieures à celles des élevages sur table. Le site le plus à l'est de la radiale (75 % d'immersion) est le site présentant systématiquement les performances de croissance les plus élevées. Le gradient positif de croissance de l'ouest vers l'est tend à diminuer entre 1997 et 1999 avec des performances de croissance s'homogénéisant sur le site atelier de Ronce-Perquis. Le gain somatique des cheptels est équivalent pour les élevages sur table et à plat en fin d'élevage (post ponte), atteignant 0,4 g en 1997 et 1998 (huîtres de 2 ans), et de 0,7 g en 1999 (huîtres de 3 ans). La prise de poids sec liée à la maturation des produits génitaux est 2-3 fois supérieure pour les élevages sur tables que pour ceux à plat. Les cycles "glucidiques" sont semblables en 1997 et 1999 avec des taux atteignant 20 % en post ponte. En 1998, année défavorable à la croissance, la teneur en sucres de la chair des huîtres ne dépasse pas 5 % au cours du cycle d'élevage.

L'abondance des larves d'huîtres, échantillonnées par pêche, dans le bassin de Marennes-Oléron a été corrélée de façon significative avec les estimations d'effort de ponte. Au cours des 3 années d'étude, la ponte est "fractionnée", avec deux émissions d'intensité différente réparties entre juillet et août.

Mots-clés : taux de mortalité, méthodologie d'estimation, croissance, composition biochimique, effort de reproduction, *Crassostrea gigas*, bassin de Marennes-Oléron.

Abstract :

The 1999 monitoring of the *C. gigas* mortality rates showed a 32 to 40% loss for the on-bottom rearings located on the Ronce-Perquis oyster bank. In 1997, the averaged mortality rate varied between 23 and 29% without significant site effect. These mortality rates were ranging from 17 to 32% in 1998 with significant limited mortality rate on site 4 (17%). However, those rates were underestimated by 7 to 8%, based on our 1999 study,

Actually, the spatial distribution for these rates on 2 experimental sites divided into 25 subunits demonstrated a large variability ranging from 17-37% and 22-56% for sites 1 and 2, respectively. In spite this large variability, the mortality rates results were larger on the muddy bottom site. In contrast to site 1, the oysters deployed on site 2 showed a non-random mortality rate distribution with a 10% greater rate on the eastern side of the lease. This study demonstrated the likely bias induced by the traditional sampling strategy to estimate mortality rates on on-bottom oyster cultures. The loss due to spatial dispersion was estimated to reach 10 to 15%. A significant improvement in estimating mortality rates was obtained by the 1999 methodology.

The mortality rate at the study completion can be divided into two parts: 1) an initial rate resulting from zootechnical practices and the oyster deployment, and 2) the rearing mortality rate function of the environmental and on-going rearing conditions. This initial mortality rate can reach greater values than the rearing mortality rate, as described in 1999. Initial mortality rates reached 3, 7 and 21% in 1997, 1998, and 1999 respectively. This also demonstrated the critical effect of the initial oyster physiological condition, and therefore the oyster batches characteristics in explaining mortality rates.

The overall growth performance in terms of shell and meat weight gains was significantly lower for on bottom rearing conditions compared to off bottom culture. The Eastern experimental site located at a 75% immersion time showed systematically the greater growth performances. The significant growth gradient from wester to eastern locations tend to decrease from 1997 to 1999. Similarly, the overall growth variability has decreased between 1997 and 1999. The somatic weight increase was similar at the end of the experiment for both on- and bottom rearing oyster batches, reaching 0.4g in 1997 and 1998 (2 years old) and 0.7g in 1999 (3 years old). The dry meat weight increase resulting from the gametogenesis was greater from a 2-3 factor for off- bottom compared to on bottom reared oysters. The carbohydrates concentrations patterns were similar in 1997 and 1999, reaching 20% at the post spawning stage. In 1998, the carbohydrates' concentrations was systematically below 5% over the rearing cycle.

The oyster larval abundance, sampled in the Bay of Marennes Oleron, was significantly correlated with the population spawning effort. Over 3 experimental years, two spawnings events of various intensity were observed on a yearly basis, mainly in July and August.

Keywords : mortality rates, sampling strategy, growth, biochemical composition, reproductive effort, *Crassostrea gigas*, bay of Marennes-Oleron.

1. INTRODUCTION	3
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	7
<u>2.1. ORIGINE DES CHEPTELS</u>	7
<u>2.2. LES SITES EXPÉRIMENTAUX</u>	8
<u>2.3. GÉODISPERSION DE LA MORTALITÉ SUR LES SITES D'ÉLEVAGE À PLAT : STRATÉGIE EXPÉRIMENTALE</u>	9
<u>2.4. ECHANTILLONNAGE ET ANALYSES</u>	11
<u>2.5. LES DESCRIPTEURS DE L'ÉTUDE</u>	13
<u>2.6. ANALYSES STATISTIQUES</u>	13
3. RESULTATS	14
<u>3.1. CROISSANCE, MATURATION ET PONTE</u>	14
3.1.1. <i>croissance en coquille</i>	14
3.1.2. <i>Croissance en poids sec et effort de ponte</i>	18
3.1.3. <i>Maturation et analyses biochimiques de la chair des huîtres</i>	25
3.1.4. <i>Relation entre l'effort de ponte et la capture de larves d'huîtres dans le bassin de Marennes - Oléron</i>	31
3.1.5. <i>Croissance en fonction de la hauteur des tables (sites 2 et 3)</i>	34
<u>3.2. MORTALITÉ</u>	38
3.2.1. <i>Géodispersion de la mortalité de C. gigas sur les élevages à plat</i>	38
3.2.2. <i>Mortalité à plat sur 4 sites de banc de Ronce-Perquis entre 1997 et 1999</i>	42
3.2.3. <i>Taux de mortalité au niveau des élevages sur tables</i>	47
3.2.4. <i>Comparaison de la mortalité à plat et sur table de 1997 à 1999</i>	52
3.2.5. <i>Mortalité selon la hauteur des tables d'élevage (année 1999)</i>	55
4. DISCUSSION	58
<u>4.1. IMPORTANCE DES CARACTÉRISTIQUES INITIALES DES CHEPTELS D'HUÎTRES SUR LEURS PERFORMANCES D'ÉLEVAGE</u>	58
<u>4.2. DIFFICULTÉS MÉTHODOLOGIQUES DE MESURE DE LA MORTALITÉ DES ÉLEVAGE À "PLAT"</u>	59
<u>4.3. TAUX DE MORTALITÉ DES ÉLEVAGES À PLAT ET SUR TABLE</u>	61
<u>4.4. CROISSANCE ET SITES D'ÉLEVAGE (SÉDIMENT, PROFONDEUR). VARIATIONS INTER ANNUELLES</u>	63
<u>4.5. MATURATION ET PONTE</u>	63
5. CONCLUSION	65
6. RÉFÉRENCES	67
7. ANNEXES	70

Remerciements

Les études menées en 1997, 1998 et 1999 ont été soutenues par la Section Régionale de la Conchyliculture de Marennes - Oléron et ont pu être également réalisées grâce à la collaboration active des concessionnaires des bancs ostréicoles de Ronce - Perquis

1. INTRODUCTION

L'huître creuse, *Crassostrea gigas* a été introduite pour expérimentation en France dès 1967 puis de façon massive dans le cadre de l'opération RESUR. Sur la côte Atlantique, le bassin de Marennes - Oléron (Figure 1) est le premier bassin ostréicole européen avec un stock d'huîtres creuses (*Crassostrea gigas*) de l'ordre de 110 000 tonnes pour une production annuelle de 30 000 à 40 000 tonnes. Le banc ostréicole de Ronce, au sud du bassin (Figure 1), est formé de 1 600 concessions réparties sur 175 ha. Il produit 8 000 à 10 000 tonnes d'huîtres creuses par an.

L'élevage de *Crassostrea gigas* est pratiqué depuis plus de 1 000 ans au Japon (Farley, 1992). Depuis le début des années 1960, des épisodes de mortalités d'huîtres se sont multipliés dans le monde (Imai *et al.*, 1965 ; Sinderman, 1976 ; Mackin, 1961 ; Beattie *et al.*, 1980). Le Japon et la côte ouest des Etats-Unis en particulier ont connu dans les années 60 et 70 des mortalités estivales détruisant jusqu'à 60 % des cheptels de *C. gigas* (Glude, 1975), mortalités qui perdurent de nos jours (Cheney, 1999). Ces mortalités ont été considérées comme le phénomène biologique le plus important de la première moitié du 20^{ème} siècle (Gross et Smyth, 1946). Si certaines mortalités sont clairement identifiées comme étant d'origine pathogène (Beattie *et al.*, 1980 ; Farley, 1992), d'autres mortalités peuvent survenir à l'occasion d'épisodes climatiques exceptionnels (Mackin, 1961). De nombreux cas de mortalités sont encore souvent classés comme "d'origine inconnue".

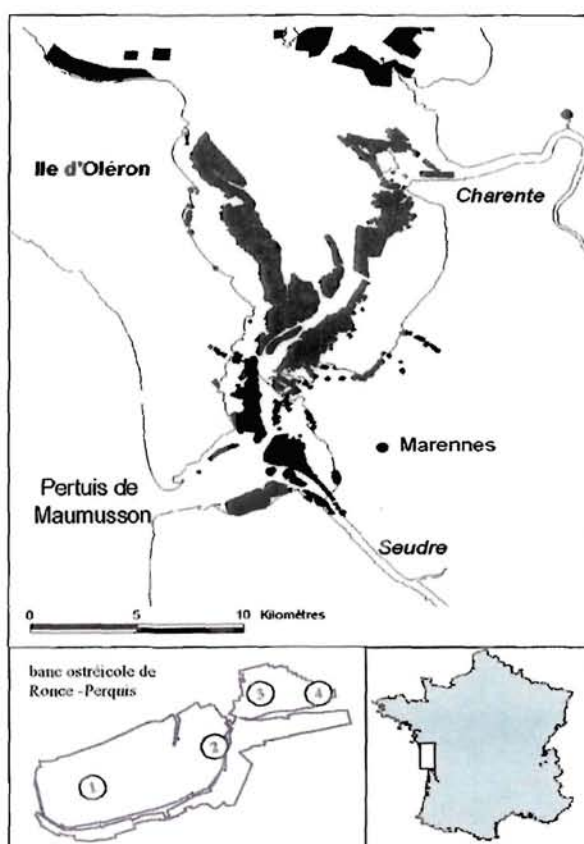


Figure 1 : Les sites ostréicoles de Ronce-Perquis dans le bassin de Marennes-Oléron

En France, des mortalités importantes (15–30 %) apparaissent depuis le début des années 1980 sur divers sites ostréicoles (e.g., Pen Bé en Bretagne sud, le bassin d'Arcachon (Maurer *et al.*, 1986). 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. Depuis 1983, les taux de mortalité augmentent de façon ponctuelle sur certains sites du bassin (Tableau 1). En 1988, 8 000 tonnes d'huîtres ont été perdues sur les bancs de Ronce - Perquis. Des mortalités chroniques affectent de façon hétérogène les rendements de production des élevages à plat. Des mortalités par "tache" et d'intensité variable (15 à 50 %) touchent les cheptels d'huîtres adultes chaque année pendant les périodes de juin à juillet. Ces mortalités ont amené la profession à déposer plainte à plusieurs reprises considérant qu'elles résultaient de phénomènes de pollution, par la suite non démontrée. Par ailleurs, aucune mortalité anormale ne semble affecter les élevages d'huîtres sur table dans cette zone. Une hypothèse explicative considère le possible enrichissement en matière organique de l'interface eau - sédiment, résultant du manque de circulation des eaux, des rejets du réseau pluvial et de l'absence d'enlèvement des installations ostréicoles (Sornin *et al.*, 1983 ; Martin *et al.*, 1989). Jusqu'à présent, les tests relatifs à la qualité des eaux impliquant une toxicité naturelle phytoplanctonique ou industrielle sont systématiquement négatifs. L'hypothèse d'une cause infectieuse n'a jamais été démontrée malgré le suivi pathologique par la veille zoo sanitaire.

Tableau 1 : Mortalités des élevages à plat (1) d'huître (*Crassostrea gigas*) sur le banc de Ronce les Bains entre 1983 et 1999. (1) en élevage sur le sédiment

Années	Mois	mortalités	Références
1983	Été	<10 %	Bodoy, 1988 (professionnels) (plat)
1984	Pas de données		
1985	Mai	12 %	Bodoy, 1988 (rapport)
1986	Mai	2 %	Bodoy, 1988 (rapport)
1987	Mai	4 %	Bodoy, 1988 (rapport)
1988	Mai	40,7 %	Bodoy, 1988 (rapport) (plat)
1989	(cumulé année)	2 %	Héral, 1993 (exposé oral Région)
1990	(cumulé année)	9 %	Héral, 1993 (exposé oral Région)
1991	(cumulé année)	9,3 %	Héral, 1993 (exposé oral Région)
1992	(cumulé année)	14,7 %	Héral, 1993 (exposé oral Région)
1993	Juin	15 - 30 %	Héral, 1993 (note) (plat)
1994	Pas de données		
1995	Juin (cumulé)	10 - 15 %	Gouilletquer, 1995 (Echo des Cab.)
1996	Mai (cumulé)	7 - 15 %	LCPC – Lodato, 1997 (rapport) (plat)
1997	Printemps - été	18-29 %	LCPC – Forest, 1997
1998	Printemps – été	15-25 %	LCPC – Fruchard, 1998
1999	Printemps - été	30-37 %	LCPC – Mineur, 1999

L'étude de la capacité trophique du bassin de Marennes - Oléron a permis de démontrer le déséquilibre entre les biomasses en élevage et celle-ci (Héral, 1989). L'insuffisance des réserves trophiques peut être suspectée dans le cadre de ces mortalités. Les simulations à partir des modèles de capacité trophique ont permis de mettre en évidence les relations entre capacité trophique et chute de production dans le bassin de Marennes – Oléron (Bacher, 1989). Cependant, ces modèles n'ont pas permis d'expliquer les mortalités ponctuelles malgré

l'allongement des temps de croissance et une augmentation des mortalités chroniques (Héral, 1991).

Les huîtres distribuées sur la bande côtière, le plus souvent dans la zone intertidale et estuarienne sont naturellement habituées à supporter de fortes variations de température et de salinité. Toutefois, ces zones sont soumises à des pressions anthropiques de plus en plus fortes (Guillaud, 1992 ; Menesguen, 1997) et les causes de mortalité "suspectées", de nature "environnementale", sont de plus en plus fréquentes. Des changements physico-chimiques dans l'environnement estuarien peuvent avoir pour conséquence des mortalités massives impliquant des aires géographiques restreintes (e.g., embouchure d'une rivière) (Nikolic, 1964). Des perturbations environnementales ont été jugées responsables de mortalités d'huîtres creuses au cours de phénomènes d'eutrophisation (Mori, 1979). Il apparaît nécessaire d'en évaluer les causes au niveau du bassin de Marennes - Oléron. Les périodes printanière et estivale correspondent à la période de maturation et ponte de *C. gigas* dans le bassin de Marennes - Oléron au cours de laquelle l'huître présente un potentiel de croissance faible, voir négatif. Ce résultat met l'accent sur la fragilité physiologique de l'huître durant cette période et nécessite une confirmation à partir d'observations in-situ (Soletchnik *et al.*, 1997).

Le banc de Ronce dans le sud du bassin de Marennes – Oléron (Figure 1) a été choisi comme site atelier depuis 1995, du fait des mortalités chroniques affectant les cheptels de ce secteur.

En 1996, la démarche est globale et multifactorielle. Biométrie, mortalité, pratiques culturales et environnement (e.g., température, salinité, oxygène, pH) sont pris en compte dans l'étude. Elle montre que l'état physiologique initial des huîtres et l'origine des lots (captage) conditionnent peu l'apparition des mortalités. Cette mortalité est supérieure pour les élevages "à plat".

En 1997, une étude sur 15 sites à partir d'un lot homogène d'huîtres confirme ce premier résultat. Cette étude permet de développer un modèle de croissance en poids sec dépendant de la situation géographique des cheptels sur le banc et confirme la saisonnalité de la mortalité des élevages sur table (Soletchnik *et al.*, 1998). La difficulté de mesurer la mortalité des élevages à plat est également perçue dans toute son ampleur au cours de cette étude. L'étude des conditions environnementales a complété l'approche zootechnique.

En 1998, les objectifs sont de tester des lots d'huîtres sur 4 sites expérimentaux le long d'un axe orienté W–E et d'initialiser une étude sur la qualité de l'environnement faisant appel à une stratégie d'échantillonnage spatio-temporelle de la colonne d'eau (Fruchard, 1998).

En 1999, les objectifs sont de poursuivre le suivi zootechnique et l'étude hydrologique de la masse d'eau durant la période d'élevage. Cette étude se poursuit avec les outils performants déjà mis en œuvre en 1998 (GPS, sondes multiparamètres, SIG). En 1999, l'équipement comprend également une sonde fluorimétrique embarquée (Dufourg, 1999). L'étude environnementale s'oriente sur la mesure de la disponibilité en ressource trophique sur le banc de Ronce–Perquis. Les résultats obtenus en 1999 en échantillonnant ce banc ostréicole (Dufourg, 1999) vont dans le sens du modèle spatial de croissance mis en évidence sur les bancs de Ronce–Perquis en 1997 (Soletchnik *et al.*, 1999).

Plusieurs rapports et publications ont porté sur la problématique de la mortalité de *C. gigas* dans le bassin de Marennes - Oléron (Tableau 2). L'objectif de cette étude est d'effectuer une synthèse des acquis en s'appuyant essentiellement sur les résultats de ces 3 dernières années.

Tableau 2 : Rapports et publications du L.C.P.C sur la problématique de la mortalité estivale de *C. gigas*.

<u>Etude de 1996</u>	: Thèse vétérinaire (Lodato)
<u>Etude de 1997</u>	: RIDRV. (Soletchnik <i>et al.</i> , 1997)
	Rapport de DESS (Forest)
	Rapport Intechmer (Lagarde)
	Animation scientifique 97- 01
	Publication. (Soletchnik <i>et al.</i> , 1999)
<u>Etude de 1998</u>	: Note CIEM. Gouletquer <i>et al.</i> ,
	Rapport de Maîtrise (Fruchard)
	Animation scientifique 98- 01
<u>Etude de 1999</u>	: Rapport de DESS (Dufourg)
	Rapport de DES (Mineur)

Cette synthèse doit préciser l'importance de la variabilité inter – annuelle des conditions d'élevage sur les performances sur les différents sites expérimentaux. Par ailleurs, l'expérimentation menée en 1999 doit permettre d'établir un bilan sur la méthode de mesure de la mortalité des huîtres des élevages à plat. Les performances sont également comparées à différentes bathymétries et sur des sites aux caractéristiques sédimentaires différentes.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Origine des cheptels

Les huîtres proviennent du bassin de Marennes - Oléron. En 1997, les huîtres de 2 ans sont issues d'un captage à Bonne Anse et d'un prégrossissement sur le banc de Mortane. En 1998 les huîtres de 2 ans sont captées à Bonne Anse et prégrossies sur le banc de Charret. En 1999, les huîtres, âgées de 3 ans, sont captées dans l'estuaire de la Seudre et prégrossies et grossies sur le banc de Ronce. Le tri des cheptels est manuel. Un conditionnement est effectué par un mois de stabulation (mars) sur le site de la Mortane dans le bassin de Marennes - Oléron.

Le poids total moyen des cheptels est de 36 g ; 28 g et 29 g respectivement pour les années 1997, 1998 et 1999. Les indices de qualité sont les indices Afnor (poids frais/poids total x 100) et de Walne et Mann (1975) (poids sec / poids de coquille x 1000). Les indices Afnor sont supérieurs à 8 en 1997 et de 6,5 – 6,6 seulement en 1998 et 1999 (Figure 2). A cette même date, le coefficient de variation de 22 pour ce descripteur en 1997, laisse à penser que la population est sensiblement plus homogène que les deux autres années où le coefficient de variation atteint 25 – 26 (Tableau 3). Les indices de Walne et Mann de 19 – 20 en 1998 –99, confirment la similarité de condition des populations initiales d'huîtres ces deux années. Une différence essentielle toutefois concerne l'âge. La population de 1998 est âgée de 2 ans ; celle de 1999, 3 ans.

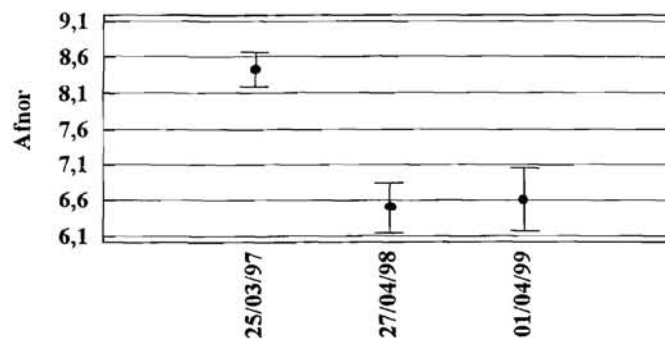


Figure 2 : Indice de qualité Afnor (poids frais/poids total x 100) des cheptels d'huîtres lors de la mise en élevage en 1997, 1998 et 1999.

Tableau 3 : Indices de qualité des cheptels en début de mise en élevage en 1997, 1998 et 1999. (Afnor : poids frais / poids total x 100 ; Walne et Mann, 1975 : poids sec / poids de coquille x 1000).

Indice de qualité	date	N	Moyenne	erreur standard	coeff. variation
Indice Afnor	25 mars 97	100	8,43	0,19	21,9
	27 avril 98	50	6,49	0,23	24,8
	1 avril 99	50	6,60	0,33	25,9
Indice de Walne et Mann	25 avril 98	50	18,73	0,81	30,4
	1 avril 99	50	20,10	0,60	29,7

2.2. Les sites expérimentaux

Le site atelier est le banc de Ronce - Perquis de 2,5 km de "long", 1 km de "large" et 1,6 - 3,6 m de profondeur, dans le sud du bassin de Marennes - Oléron. Sa surface d'élevage est de 250 ha (Figure 1). Les 4 sites retenus (1-4) sont positionnés selon une diagonale d'orientation générale SW-NE sur ce banc ostréicole (Figure 3). Ils sont sélectionnés pour leurs caractéristiques sédimentaires contrastés : les sites 1, 3 et 4 avec 13-17 % de teneur en carbone organique dans les premiers millimètres sont plutôt de type " sablo-vaseux " ; le site 2, avec près de 47 % de carbone, est de caractéristique "vaseux" (Tableau 4).

L'altitude des parcs expérimentaux (1-4) est comprise entre 2,1 et 3,6 mètres et leur temps d'émersion moyen entre 20 et 50 % (Tableau 4).



Figure 3 : Sites expérimentaux en 1997, 1998 et 1999 sur les parcs ostréicoles de Ronce-Perquis dans le sud du bassin de Marennes - Oléron.

Tableau 4 : Les sites expérimentaux du banc de Ronce ; altitude (*I*), temps d'émersion et caractéristiques sédimentaires.

Sites		site 1	Site 2	site 3	site 4
Table	altitude(<i>I</i>)(m)	3,6	3,0	3,0	2,1
Table	émersion (%)	54	41	43	25
Plat	altitude (*) (m)	3,4	2,8	2,5	1,8
Plat	émersion (%)	50	38	33	20
	teneur en eau de la vase (%)	32,86	46,87	33,61	29,43
	teneur en carbone de la vase (%)	15,19	25,13	16,98	13,30
	teneur en coliformes (2)	1,00	1,25	1,00	1,13
	teneur en streptocoques (2)	1,38	2,00	1,50	1,88

[(1) par rapport au niveau zéro des cartes marines ; (2) méthodes de mesures bactériologiques – DEL, La Tremblade].

2.3. Géodispersion de la mortalité sur les sites d'élevage à plat : stratégie expérimentale

L'expérimentation réalisée en 1999 concerne 2 parcs carrés de 3,5 m de côté établis sur chacun des sites (Figure 4). Chaque parc est subdivisé en 25 sous ensembles carrés de 0,5 m² de côté. 200 huîtres sont "éparées"¹ dans chaque parcelle. Entre 45 et 55 % de la population de chaque parcelle sont marqués d'une lettre alphabétique afin d'estimer les déplacements de cheptels (Tableau 5).

Les huîtres ont un poids moyen de $30,0 \pm 0,5$ g en début d'expérimentation le 9 mars 1999. Six mois plus tard (le 7 septembre 1999), les populations des sites 1 et 2 ont respectivement des poids moyens finaux de $43,9 \pm 1,1$ g et $44,9 \pm 1,1$ g .

¹ disposées à plat sur le sédiment

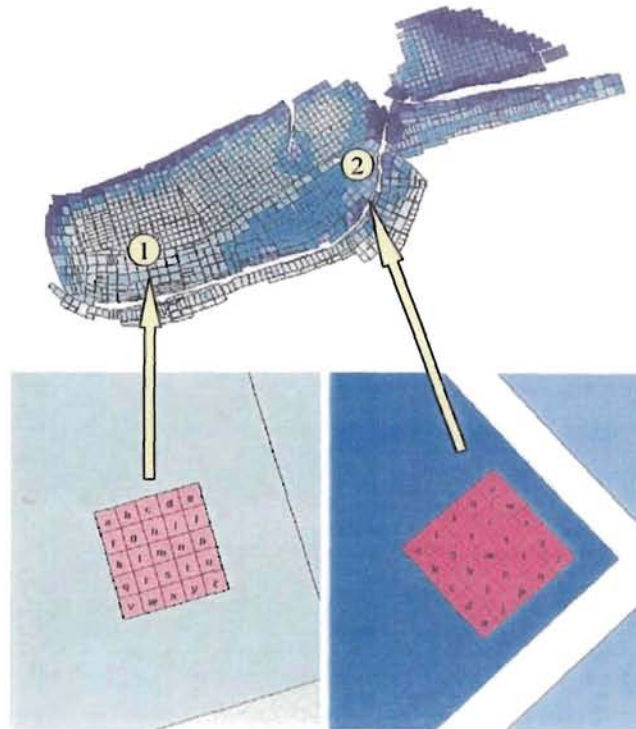


Figure 4 : Sites expérimentaux de contrôle de la mortalité à plat.

Tableau 5 : Effectifs marqués d'une lettre alphabétique sur chacune des parcelles (sites 1 et 2).

a	b	c	d	e
91	94	93	88	83
f	g	h	i	j
101	86	90	86	94
k	l	m	n	p
87	90	94	90	108
q	r	s	t	u
86	100	77	106	106
v	w	x	y	z
108	103	102	107	107

Site 1

a	f	k	q	v
89	77	78	90	104
b	g	l	r	w
110	92	90	107	107
c	h	m	s	x
81	94	81	91	98
d	i	n	t	y
163	91	90	113	102
e	j	p	u	z
88	85	102	104	107

Site 2

La population d'huîtres a un poids moyen de $30,0 \pm 0,5$ g en début d'expérimentation le 9 mars 1999.

2.4. Echantillonnage et analyses

Les études commencent en mars – avril avant la période printanière favorable à la croissance et au développement des gamètes. Elles finissent fin août, début septembre, après la ponte des cheptels.

Tableau 6 : Périodes et dates d'échantillonnage sur les sites d'élevages 1–4 du banc de Ronce-Perquis dans le bassin de Marennes - Oléron.

	1997	période (j)	1998	période (j)	1999	période (j)	1999	Période (j)
sites	1, 2, 3 et 4		1, 2, 3 et 4		1, 2, 3 et 4		1 et 2 (*)	
T0	25/03/97		27/04/98		1/04/99		4/03/99	
T1	07/04/97	13	25/05/98	28	19/04/99	19		
T2	05/05/97	28	10/06/98	16	17/05/99	28		
T3	02/06/97	28	22/06/98	12	14/06/99	28		
T4	03/07/97	31	10/07/98	18	12/07/99	28		
T5	21/07/97	18	23/07/98	13	30/08/99	49		
T6	18/08/97	28	07/09/98	46			07/09/99	187
T7	15/10/97	58						

(*) *Expérimentation menée en 1999 sur la géodispersion de la mortalité des élevages à plat.*

Ainsi, les durées d'élevage sont d'environ 5 mois, soit 146, 133, 151 jours, respectivement pour les années 1997, 1998 et 1999.

Les parcs contiennent à la fois une structure d'élevage à plat et une structure d'élevage sur tables. Des différences apparaissent dans la méthodologie de suivi de 1997 à 1999, avec en particulier, la multiplication des prélèvements en 1998 et 1999, et la mise au point de petits parcs à plat en 1999 (Tableau 7). En 1997, chaque site comprend un parc de 10 m² avec 100 kg d'huîtres "à plat" et une table ostréicole avec deux poches de 200 huîtres sur tables. En 1998, les mesures de mortalité sont faites en répliquat de 3 pour les poches (élevages sur tables), et de 6 sur le plat à l'aide d'un cadrat carré de 0,5 m². En 1999, la stratégie d'échantillonnage reste la même pour les élevages sur tables que celle adoptée en 1998. La grande variabilité des 6 mesures de mortalité sur le parc à plat, conduisent à modifier la stratégie d'échantillonnage. Prenant modèle sur les élevages en surélevé, 3 petits parcs contenant 200 huîtres sont mis en place sur chaque site. La mesure du taux de mortalité s'effectue alors par la prise en compte intégrale de l'effectif du parc. Comme pour les élevages en surélevé, seules sont laissées en place les huîtres vivantes, après comptage des huîtres mortes. De plus, en 1999, une expérimentation est effectuée pour analyser la dispersion de la mortalité des élevages à plat.

Tableau 7 : Echantillonnage de la mortalité et de la croissance. Structures d'élevage et nombre de prélèvements.

Elevage	Echantillonnage	1997	1998	1999
Plat	croissance	1 parc de 10 m ²	1 parc de 50 m ²	1 parc de 2,5 m ²
	mortalité	1 prélèvement (cadrat)	6 prélèvements (cadrat)	3 parcs de 0,5 m ²
Table	croissance	1 poche de prélèvements	2 poches de prélèvements	2 poches de prélèvements
	mortalité	1 poche de mesure	3 poches de mesure	3 poches de mesure

Les analyses biométriques individuelles concernent : les poids total (Pdtot) (g), poids sec (Psec) (g), et poids de coquille (Pcoq) (g). Les études de variabilité associée à chacune de ces mesures montrent que la variance expliquée par le poids sec et le poids de coquille est plus élevée que celle associée au poids total. Les résultats présentés concernent essentiellement ces deux premiers descripteurs.

Les critères macroscopiques et microscopiques retenus pour la détermination des stades de maturation (MS) sont ceux mis en œuvre par Soletchnik *et al.*, (1997) sur 15 individus. L'effort de ponte est calculé par différence entre le poids maximum et le poids minimum au moment de la ponte (Lucas *et al.*, 1982 ; Gouletquer *et al.*, 1987). Les analyses biochimiques consistent en un dosage spectrophotométrique des protéines (prot), des lipides (lip), des glucides totaux (glu) et du glycogène (gly) (Razet *et al.*, 1996).

En 1997, les caractéristiques sédimentaires sont étudiées sur chaque site. La teneur en carbone de la vase est mesurée grâce à l'analyseur thermique CHNS/O 2400. Les mesures bactériologiques sont effectuées par prélèvement d'un aliquote de sédiment dans un flacon stérile, sur chaque site. Au laboratoire, les teneurs en coliformes et streptocoques fécaux sont déterminées par des méthodes conformes aux normes Afnor.

2.5. Les descripteurs de l'étude

La définition et les abréviations utilisées dans l'étude sont présentées dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Les descripteurs de l'étude.

Tyel	type d'élevage: plat = plat "traditionnel, table 0 cm (=plat "hors sol") table (1) 25 cm table 50 cm	1 2
Date	date d'échantillonnage (Tableau 6)	
Site	site expérimental (Figure 3)	1,2,3,4
Ptot	poids total	G
Pcoq	poids de coquille	G
Psec	poids sec	G
TC	taux de croissance	%
TCJ	taux de croissance journalier	%·j ⁻¹
Effort de ponte	perte de poids sec au cours du mois d'août (d'après, Lucas, 1982 ; Gouletquer <i>et al.</i> , 1987).	G
Mortalité	mortalité cumulée sur l'ensemble de la période	%
TMJ	taux de mortalité journalier	%
Maturation	stades de maturité sexuelle	échelle relative. (2)
Prot	teneur en protéines de la chair sèche	%
Lip	teneur en lipides de la chair sèche	%
Glu	teneur en glucides de la chair sèche	%
Gly	teneur en glycogène de la chair sèche	%

(1) élevage dit également en "surélevé"

(2) Echelle relative de maturité sexuelle [Soletchnik *et al.*, 1997].

2.6. Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont effectuées à l'aide du logiciel "Statgraphics plus" (version 3.1). La comparaison inter sites pour les descripteurs environnementaux ainsi que les taux de mortalité journaliers sont analysés au moyen des tests de rang de Kruskal-Wallis. Les "diagrammes en boîte" permettent de présenter la distribution des valeurs autour de la médiane.

3. RESULTATS

3.1. Croissance, maturation et ponte

3.1.1. croissance en coquille

➤ Etude sur 4 sites du banc de Ronce-Perquis

L'analyse de la variance du poids de coquille de *Crassostrea gigas* en élevage sur le banc de Ronce – Perquis en 1997, 1998 et 1999, montre des effets significatifs pour les facteurs date, type d'élevage et site (Tableau 9). Les taux de croissance journaliers (TCJ), tous élevages confondus, sont de 8,32 %, 6,40 % et 4,66 % respectivement pour les années 98, 97 et 99 (Tableau 10). La saisonnalité de la croissance, présentée en taux de croissance journalier présente une forte dispersion selon les sites et les années (Annexe I).

Tableau 9 : Analyse de la variance du poids de coquille de *Crassostrea gigas* en élevage sur le banc de Ronce – Perquis en 1997, 1998 et 1999.

Facteurs	97		98		99	
	P (1)	Test de rang (2)	P (1)	test de rang (2)	P (1)	test de rang (2)
A: Date	***		***		***	
B : Tyel	***	1,2	**	1,2	**	1,2
C : site	***	1, (2-3), 4	*	(1-2), (2,4,3)	*	(1,2,3), 4
AB	**		NS		NS	
BC	***		NS		NS	
AC	**		NS		**	

(1). Probabilité associée au test de Fisher (Statgraphics V 3.1) ; Effet non significatif (NS) ; significatif au seuil de 1 % : $p < 0,001$; significatif au seuil de 1 % : $0,001 < p < 0,01$; significatif au seuil de 5 % : $0,05 < p < 0,01$. (2). Test de rang de Scheffe (Statgraphics V 3.1). Regroupement des modalités des descripteurs "tyel" et "site" (Tableau 8) par ordre croissant de poids moyen.

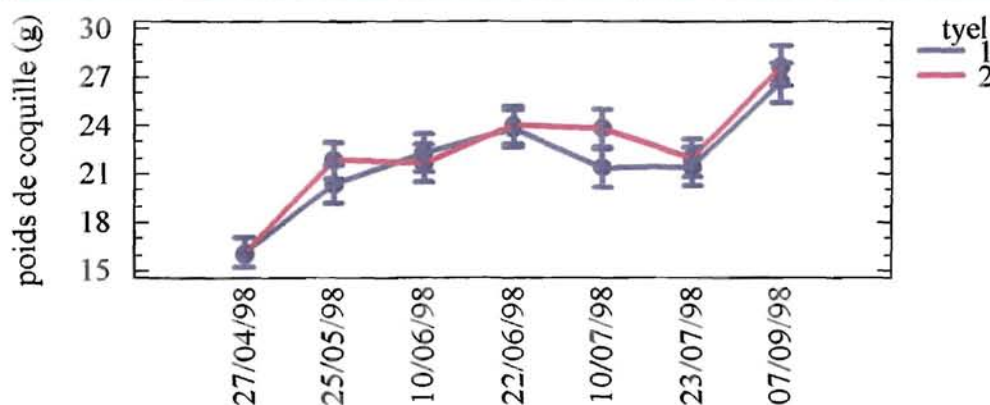
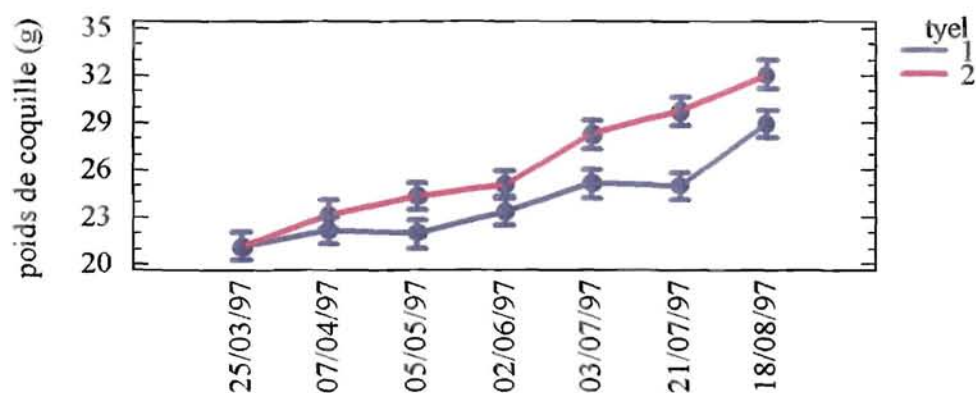
Tableau 10 : Taux de croissance journalier (TCJ) en poids de coquille.

année	période (j)	début	fin	TCJ moyen (%)
1997	146	21,11	30,45	6,40
1998	133	16,10	27,16	8,32
1999	152	16,28	23,36	4,66

En comparant les deux types d'élevage, les cheptels élevés sur table présentent des gains de poids de coquille supérieurs aux élevages à plat (Tableau 11, Figure 5). La différence entre les élevages à plat et sur table est moins marquée en 1998 (gain de 4 %) quand la croissance est supérieure. Le TCJ moyen de la coquille est de 8,3 % en 1998 (Tableau 10). La différence "plat – table" n'est pas significative en 1998 et 1999, en fin de période de ponte. Par contre cette différence est marquée en 1997 (Figure 5). En 1998, le profil de croissance en coquille est atypique par rapport aux années 1997 et 1999. Une période de croissance faible, à "nulle" affecte les cheptels en juin – juillet. Cette période suit et précède deux périodes de forte croissance, en mai et en août. Paradoxalement, ce profil de croissance obtenu en 1998 est celui qui donne la meilleure croissance (figure 5) (Tableau 10). C'est également au cours de cette année 1998 que la différence de croissance en coquille entre le plat et les tables est la plus faible (4 % - Tableau 11).

Tableau 11 : Poids moyens de coquille selon le type d'élevage (plat et table), et "gain" en coquilles des élevages sur table par rapport aux élevages à plat.

année	plat (1)	Table (2)	gain (2/1)
1997	24,4 g	27,1 g	+ 11, 1 %
1998	22,6 g	23,5 g	+ 4,0 %
1999	19,1 g	20,1 g	+ 5,2 %



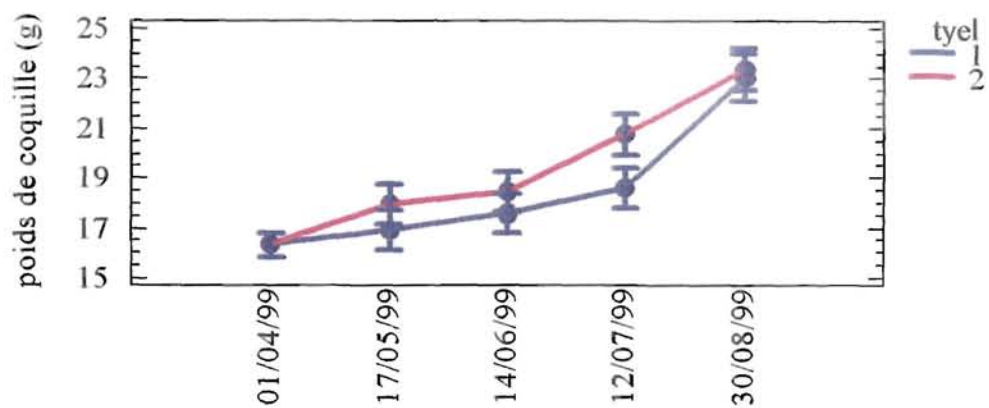


Figure 5 : Croissance en poids de coquille des cheptels de *Crassostrea gigas* sur le site atelier de Ronce – Perquis en 1997, 1998 et 1999 (4 sites expérimentaux) pour les types d'élevage à plat (1) et sur table (2).

- **Les performances de croissance en coquille des élevages à plat sont inférieures à celles des élevages sur table.**
- **Le site le plus à l'est de la radiale (75 % d'immersion) est celui présentant les performances de croissance les plus élevées. Le gradient positif de croissance de l'ouest vers l'est semble diminuer entre 1997 et 1999.**
- **Le classement inter-annuel de croissance en coquille situe l'année 98 en première position, suivi de 97 et 99.**
- **La croissance en coquille des cheptels au cours de l'année 98 présente un profil "atypique". Cette année permet la meilleure croissance et minimise la différence de croissance "plat – table".**

3.1.2. Croissance en poids sec et effort de ponte

Les effets des "date", "sites" et "type d'élevage" sont significatifs au seuil de 1 ‰ en 1997, 1998 et 1999 (Tableau 12). Les interactions entre les 3 facteurs sont toutes également significatives, exception faite de l'interaction "date-site" en 1999.

Tableau 12 : Analyse de la variance du poids sec de *Crassostrea gigas* en élevage sur le banc de Ronce – Perquis en 1997, 1998 et 1999.

facteurs	97		98		99	
	P (1)	Test de rang (2)	P (1)	test de rang (2)	P (1)	test de rang (2)
A: Date	***		***		***	
B : Tyel	***	1,2	***	1,2	***	1,2
C : site	***	1, 2, 3, 4	***	(1-2),3,4	***	(1-2),3,4
AB	***		***		***	
BC	**		***		***	
AC	***		*		NS	

(1). Probabilité associée au test de Fisher (Statgraphics V 3.1) ; Effet non significatif (NS) ; significatif au seuil de 1 ‰ : $p < 0,001$; significatif au seuil de 1 % : $0,001 < p < 0,01$; significatif au seuil de 5 % : $0,05 < p < 0,01$. (2). Test de rang de Scheffe (Statgraphics V 3.1). Regroupement des modalités des descripteurs "tyel" et "site" (Tableau 8) par ordre croissant de poids moyen.

➤ Comparaison entre les élevages sur table et à plat

La croissance en "poids sec" est supérieure pour les élevages en surélevé en 1997, 98 et 99 (Tableau 12, Figure 6). Au cours des 3 années, l'évolution des poids secs des élevages à plat et sur table présente un profil identique (Figure 6). Ainsi, à partir d'un poids sec initial compris entre 0,30 et 0,60 g (selon les années), les poids secs des élevages à plat et sur table suivent une évolution "divergente" au cours du printemps et début de l'été. Les profils convergent ensuite au cours du mois d'août vers des poids secs post ponte de 0,7 à 1,0 g.

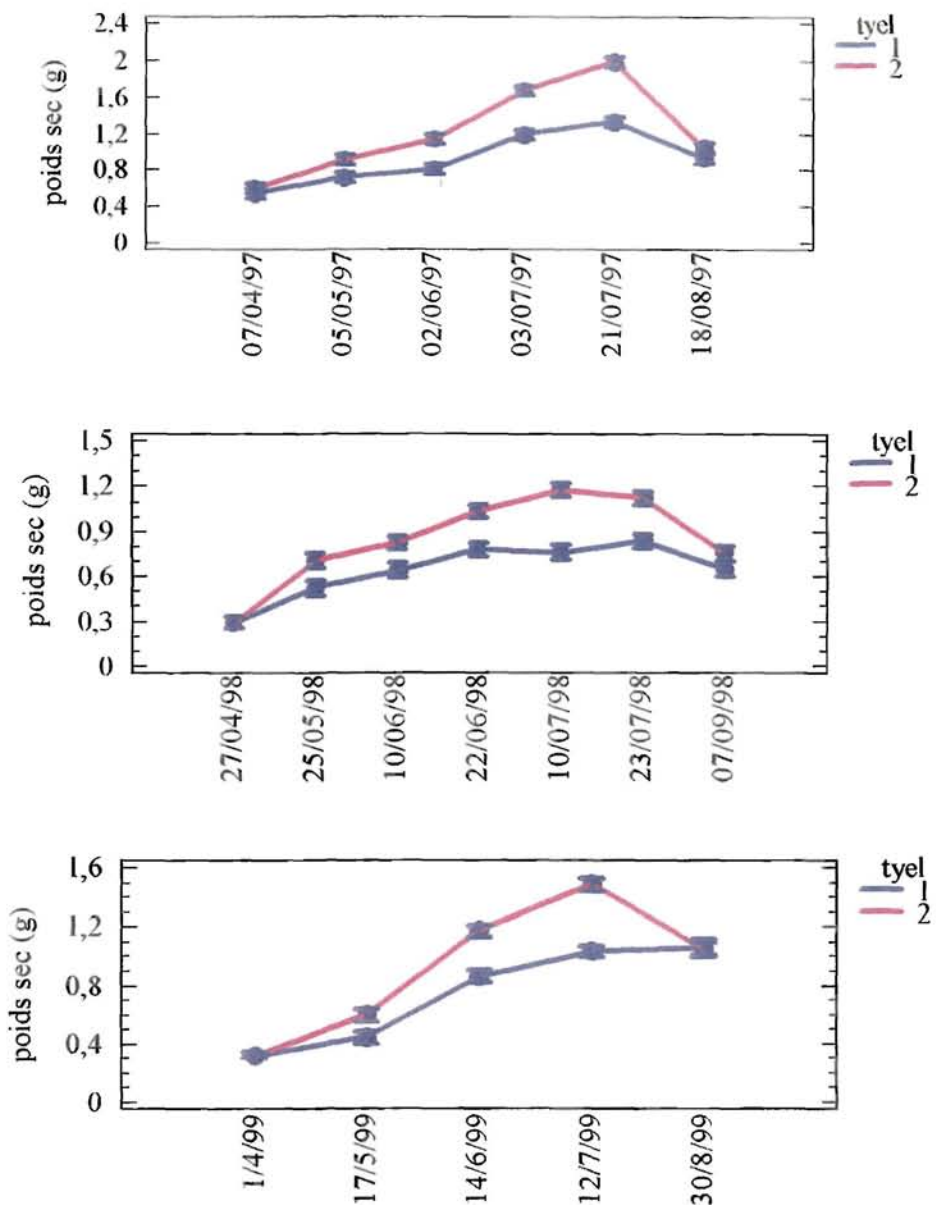


Figure 6 : Croissance en poids sec des cheptels de *Crassostrea gigas* sur le site atelier de Ronce – Perquis en 1997, 1998 et 1999 (4 sites expérimentaux), pour les types d'élevage à plat (1) et sur table (2).

➤ Comparaison des résultats sur les 4 sites expérimentaux

Les performances obtenues sur les 4 sites, se classent par ordre croissant du site 1 vers le site 4 (Tableau 12). En 1997, les 4 sites se distinguent de façon nette (Figure 7). En 1998, les sites 1 et 2 présentent des performances de croissance similaires. En 1999, le site 3 "rejoint" les sites 1 et 2. Seul le site 4 présente alors une évolution différente de celle des 3 autres sites.

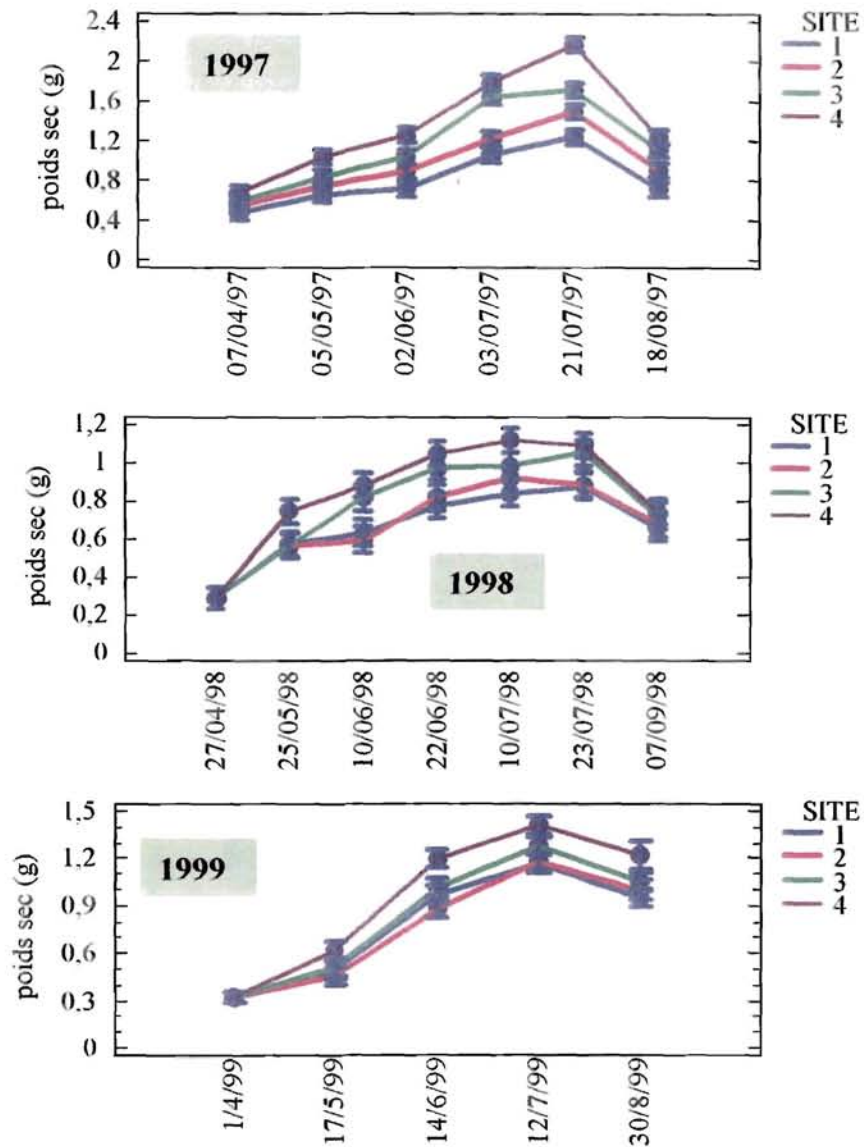


Figure 7 : Performances de croissance en poids sec de *Crassostrea gigas* sur les 4 sites de référence (1-4) du banc de Ronce-Perquis de 1997 à 1999.

➤ Effort de ponte

Comme pour la croissance en poids sec, l'effort de ponte dépend fortement des conditions d'élevage en surélevé ou à plat (Figure 8). En 97 et 98, l'effort de ponte des élevages sur table est plus de 2 fois supérieur à celui des élevages à plat (Tableau 13). L'année 1999 est marquée par un effort de reproduction très faible des élevages à plat. L'effort de ponte des élevages sur table est de 0,44 g par huître, proche des résultats de 1998 (0,36 g).

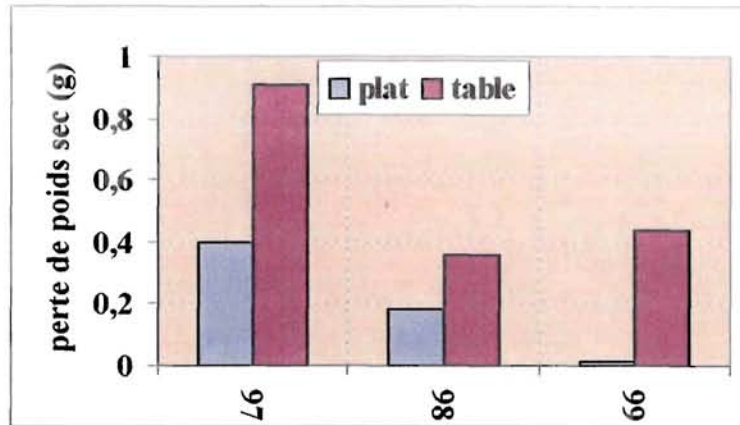


Figure 8 : Estimation de l'effort de ponté (g) des élevages à plat et sur table de 1997 à 1999 sur le banc de Ronce-Perquis

Tableau 13 : Gain de soma au printemps-été (~ 5 mois d'élevage) et effort de ponté estimé par la perte de poids sec au cours du mois d'août .

	1997	1998	1999
prise de poids (soma - g)	0,42	0,41	0,73
effort de ponté (g) - plat	0,4	0,18	-0,03
effort de ponté (g) - table	0,91	0,36	0,44

En 1999, l'observation de l'effort de ponté laisse apparaître des profils d'évolution différents selon les sites (Figure 9). Pour les élevages sur tables, l'ensemble des cheptels des 4 sites a pondu. Il n'en est pas de même pour les élevages à plat. Les huîtres du site 1 présentent une perte de poids sec durant le mois d'août. Les cheptels des sites 2 et 3 ne présentent pas de perte de poids. Pour les cheptels des sites 2 et 3, la croissance pondérale se poursuit durant la période de ponté. La divergence d'évolution entre les sites se manifeste dès le mois de juin. La croissance se poursuit sur le site 1 par opposition aux sites 2 et 3. Par la suite, la croissance sur ces 2 sites s'accélère.

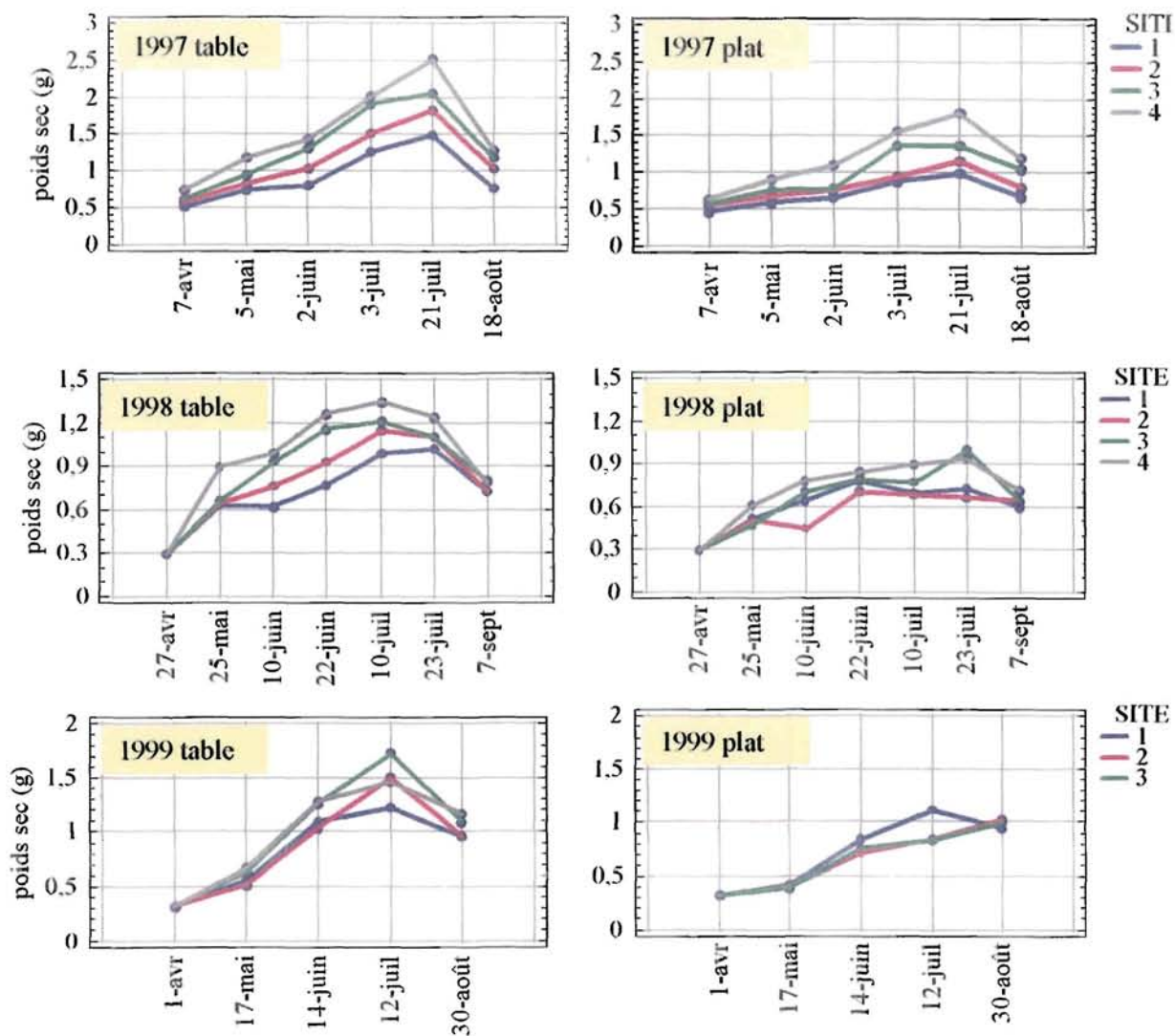


Figure 9 : Evolution du poids sec des élevages à plat et sur table en 1997, 1998 et 1999. Estimation de l'effort de ponte sur les 4 sites de référence (1 - 4).

➤ Etude de l'interaction entre sites et type d'élevage (Tableau 12)

Les performances de croissance tendent à s'homogénéiser sur les différents sites entre 1997 à 1999. Les sites 1 et 2 se regroupent en 1998 et les sites 1, 2, 3 en 1999 (élevages à plat) (Figure 10). Pour les élevages sur table, le gradient de performance va du site 1 vers le site 4 en 1997 et 1998. En 1999, les deux sites sur table du banc de Ronce présentent des résultats similaires (~ 0,83 g) inférieurs aux performances des cheptels des sites du banc de Perquis (~ 0,98 g).

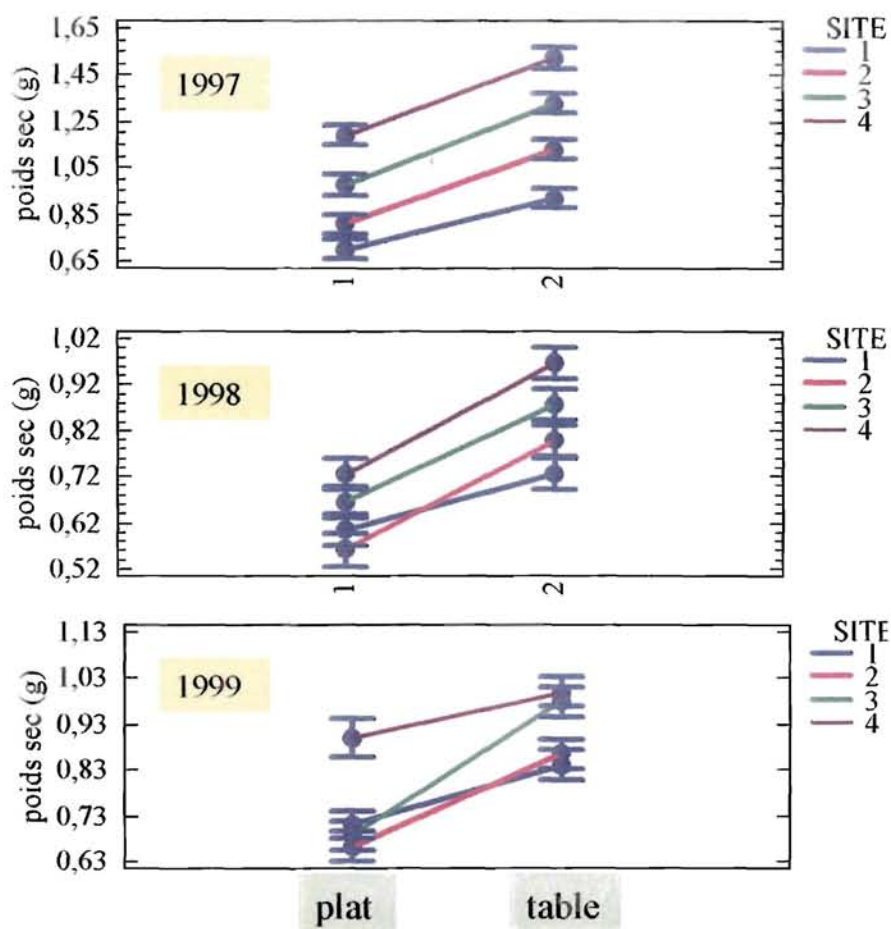


Figure 10 : Effet du site (1-4) et du type d'élevage (plat et table) sur la croissance en poids sec de *Crassostrea gigas* sur le banc de Ronce – Perquis de 1997 à 1999.

- **Comme pour la croissance en coquille, les performances de croissance en poids de chair des élevages à plat sont inférieures à celles des élevages sur table.**
- **Le site le plus à l'est de la radiale présente systématiquement les meilleures performances de croissance. Les sites du banc de Ronce (1 et 2) ont des performances de croissance similaires (au seuil de 5 %) en 1998 et 1999.**
- **Les performances de croissance ont tendance à s'homogénéiser également sur le banc de Perquis (élevage sur table). Sur le sol, l'ensablement intensif du site 3, crée des différences de croissance très significatives entre les élevages à plat des sites 3 et 4. Cet ensablement a contribué à ramener la performance du site 3 à celle des sites 1 et 2, en 1999.**
- **Le gain somatique est équivalent pour les élevages sur table et les élevages à plat à la fin août - début septembre. Il est d'environ 0,4 g en 1997 et 1998 avec des huîtres de 2 ans. Il est de plus de 0,7 g en 1999 avec des huîtres de 3 ans.**
- **La différence significative de prise de poids de chair est associée à la maturation des produits génitaux. Cette maturation est 2 – 3 fois supérieure pour les élevages élevés sur tables que pour ceux à plat. L'année 99 semble caractérisée par une absence d'effort de ponte significative au niveau des élevages à plat.**

3.1.3. Maturation et analyses biochimiques de la chair des huîtres

➤ Maturation

La maturation sexuelle est étudiée en 1997 et 1998 sur les cheptels des 4 sites, en conditions d'élevage à plat et sur table. La valeur initiale de l'indice est de 2 avant vitellogénèse (Soletchnik *et al.*, 1997). L'indice augmente pour atteindre des valeurs supérieures à 8 au cours du mois de juillet (Figure 11). Cet indice décroît ensuite jusqu'à 2 à la fin de l'été. L'évolution de cet indice est régulière au cours de l'année 97 quels que soient les sites et les conditions d'élevage. En 1998, et en particulier au cours des mois de juin et juillet, l'indice des élevages à plat évolue plus lentement, traduisant probablement une plus grande difficulté pour les huîtres à réaliser la maturation de leurs gamètes, en particulier pour les cheptels du site 2 plus vaseux. A contrario, l'indice de maturation du site 4 et des élevages sur tables a montré une évolution similaire entre 1998 et 1997. Les cheptels élevés sur tables mûrent plus vite que les cheptels à plat, en 1997 et 1998. Le site sur table à l'est du banc (site 4) est celui qui présente rapidement le coefficient de maturation le plus élevé au cours de l'été (Figure 11).

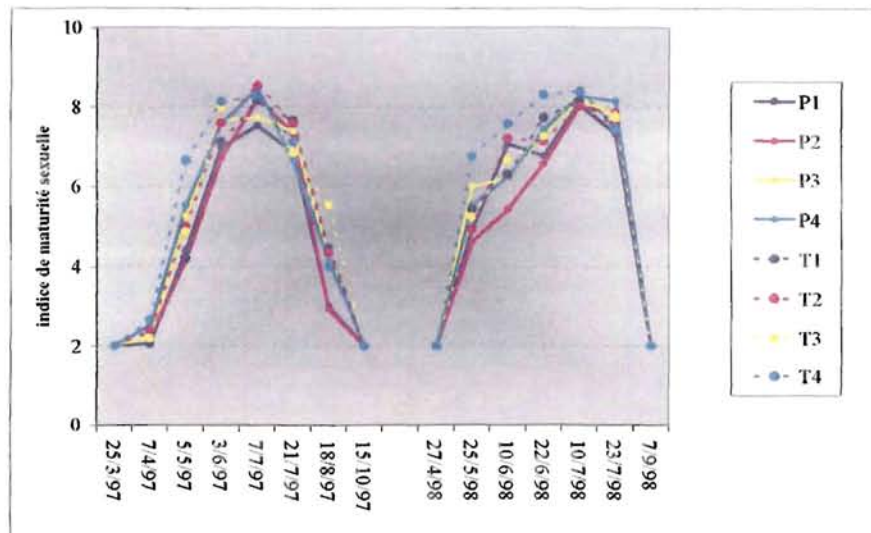


Figure 11 : Cycle de maturation de *C. gigas* en 1997 et 1998 selon une échelle de maturité sexuelle (Soletchnik *et al.*, 1998).

➤ Analyse biochimique de la chair des huîtres (1997, 1998 et 1999)

Le glycogène constitue plus de 95 % de la teneur en glucides de la chair des huîtres en 1997, et moins de 80 % en 1998 et 1999. Le cycle d'évolution de la teneur en glycogène est en "opposition de phase" avec celui de la teneur en lipides durant la vitellogénèse de 1997 (Figure 12). La teneur en glucides totaux atteint des valeurs proches de 15 % pour les élevages sur table et 10 % pour les élevages à plat au cours du mois de mai 1997 et juin 1999 (Figure 12 et Figure 15). En 1998, ces taux sont beaucoup plus faibles, compris entre 3–4 % (Figure 13). La teneur en sucres de la chair des huîtres chute ensuite régulièrement (glycogénolyse) au cours du printemps et début d'été, pour atteindre des valeurs d'environ 2 % en 1997 et 1998 durant la deuxième quinzaine de juillet. Les cheptels sur table du site 1 conservent un taux de glycogène de 7 % mi-juillet.

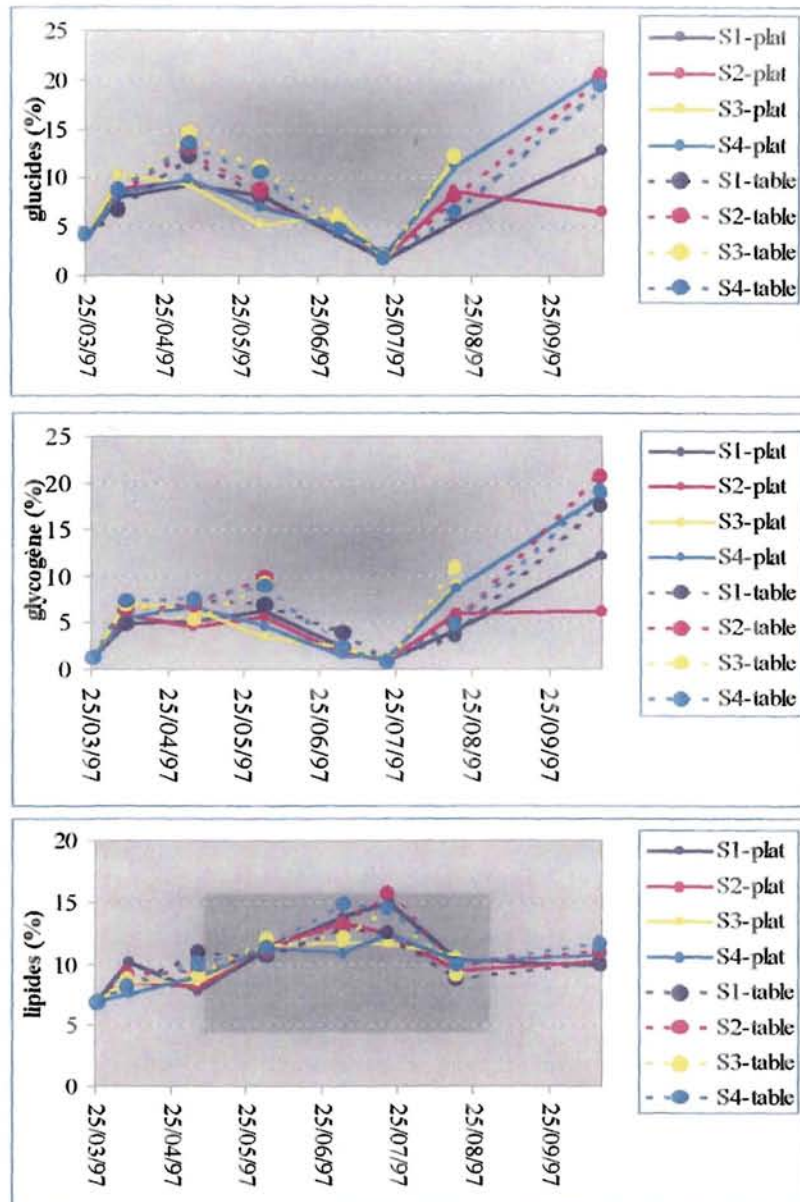


Figure 12 : Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipide de la chair de *C. gigas* sur les sites (1 - 4) à plat et sur tables le long d'un axe W-E du banc de Ronce – Perquis en 1997.

Entre avril et juin, la teneur en lipides augmente pour atteindre 12–16 % en 1997, 1998 et 1999. Cette teneur tombe ensuite à 10 % entre le 21 juillet et le 18 août 1997 et à 5 % entre le 22 juin et le 20 juillet 1998 (Figure 12 et 13). Elle chute peu en 1999 (Figure 15). En 1997 et 1999, la synthèse du glycogène pour les élevages sur tables des 4 sites est importante. Elle atteint 20 %, en début octobre 1997 et dès fin août en 1999. Les élevages à plat du site 2 (caractéristique sédimentaire vaseux), présentent des teneurs en glycogène significativement plus faibles les trois années consécutives.

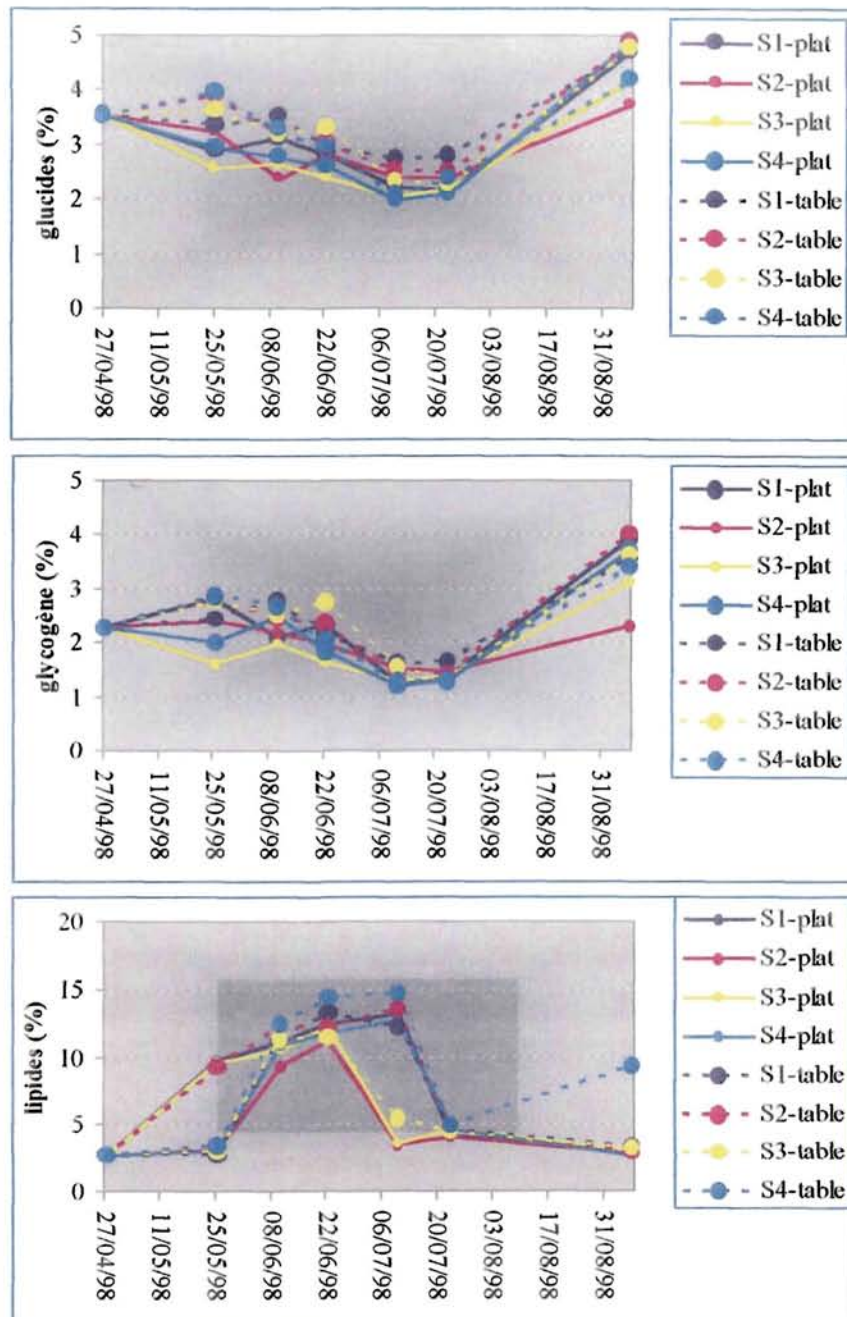


Figure 13 : Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipide de la chair de *C. gigas* sur les sites (1-4) à plat et sur tables le long d'un axe W-E du banc de Ronce - Perquis en 1998.

En 1998, les huîtres effectuent une première étape de lipogénèse au cours du printemps, suivie d'une résorption des lipides et de synthèse de glycogène. A la fin du mois de juillet, lipides et glycogène se situent à leurs concentrations les plus basses, avec des taux respectifs de 5 % et 1,5 % dans la chair des huîtres. Fin août, le glycogène atteint 3 - 4 % de la teneur en chair sur l'ensemble des sites, et les lipides passent de 5 % à 2,5 % durant le mois d'août (ponte). Fin avril, pour les 4 sites et les 2 types d'élevage, la teneur en glycogène de la chair de l'huître est de 6 % en 1997, et seulement 3 % en 1998 (Figure 14). Pour les deux années, ce taux de glycogène chute à 1,5 - 2 % fin juillet. Début septembre, le taux moyen est de 3 - 4 % en 1998, et supérieur à 10 % en 1997.

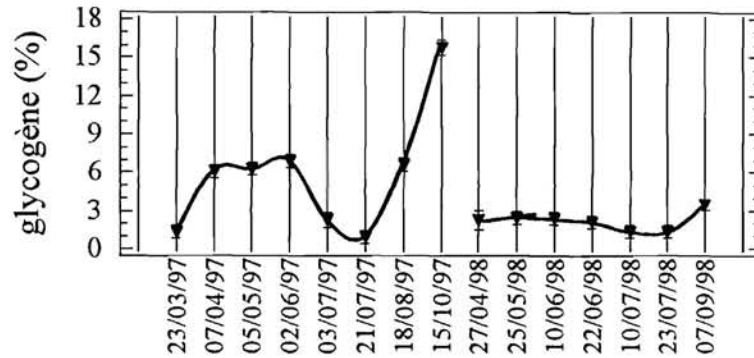


Figure 14 : Teneur en glycogène de *Crassostrea gigas* en 1997 et 1998 (valeurs moyennes).

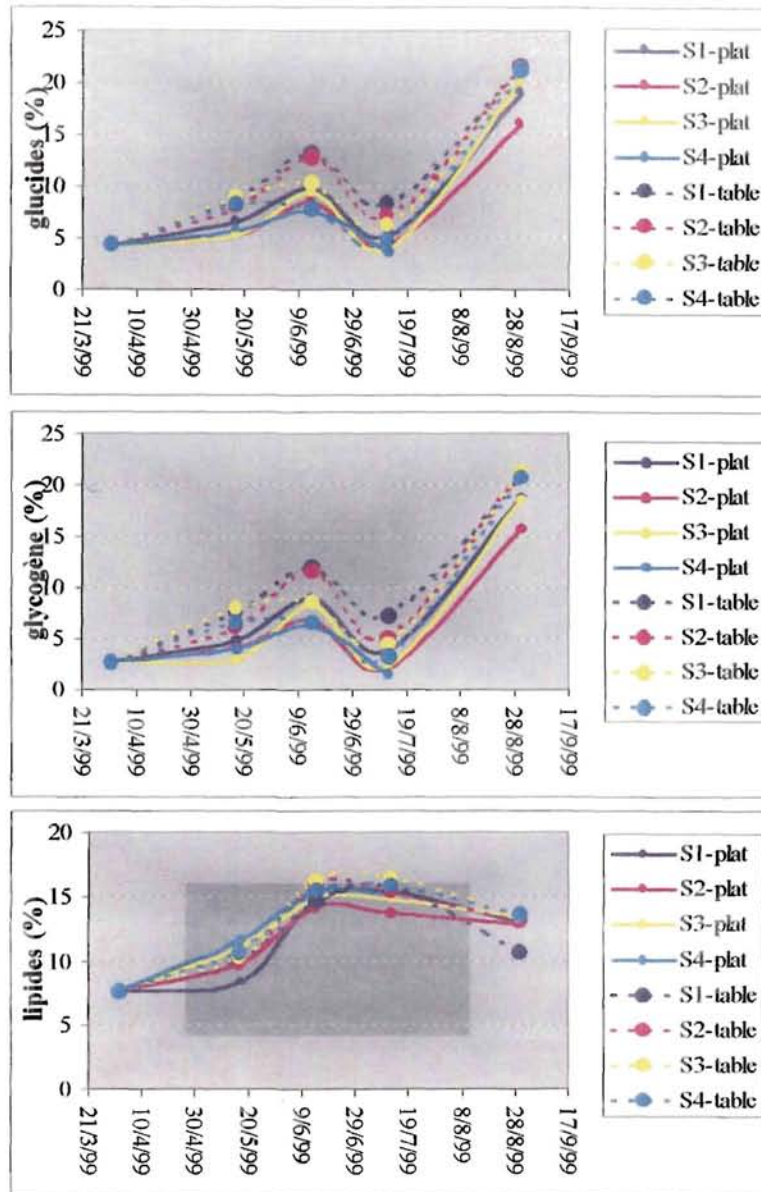


Figure 15 : Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipides de la chair de *C. gigas* sur les sites (1-4) à plat et sur tables le long d'un axe W-E du banc de Ronce - Perquis en 1999.

- L'indice de maturité sexuelle en 1998 présente une variabilité importante entre les sites et les types d'élevages à la fin du printemps et au début de l'été.
- Les cycles biochimiques de la chair des huîtres diffèrent significativement entre 1997 et 1998. En 1997, la constitution de réserve en sucres à la fin de l'hiver et au début du printemps permet une lipogénèse à partir de ces réserves, et une ponte conséquente. En 1998, l'absence de réserves en sucre semble conduire l'animal à synthétiser directement des lipides.
- Le profil "glucidique" en 1999 est proche de celui obtenu en 1997. A partir de valeurs de 4-5 % en début de printemps, les teneurs en sucres atteignent des valeurs de 10 % pour les élevages à plat, et de 15 % pour les élevages sur tables. Une chute significative de la teneur en sucres s'effectue durant l'été.
- Durant l'année 1998, la teneur en sucres de la chair des huîtres ne dépasse pas 5 % quelle que soit la saison. A la fin de l'été, les sucres de réserve représentent jusqu'à 20 % du poids sec des huîtres en 1997 et 1999.
- Le cycle lipidique des élevages est différent en 1998 selon les sites et le type d'élevage.

3.1.4. Relation entre l'effort de ponte et la capture de larves d'huîtres dans le bassin de Marennes - Oléron

Les données de collecte de larves de 1-4 jours dans le bassin de Marennes - Oléron (d'après données DEL La Tremblade) montrent une forte saisonnalité de ponte (Figure 16). En 1997, une première ponte (~ 7 % des larves collectées) eut lieu durant la 3ème semaine de juillet. La ponte massive a lieu durant la 2ème semaine d'août (~ 77 %). En 1998, une 1ère ponte s'effectue entre la fin de la 3ème et le début de la 4ème semaine de juillet (~ 29 %). 63 % des larves sont collectées à la fin de la 1ère semaine d'août. Enfin, en 1999, 21 % des larves sont collectées autour de la mi-juillet, et 77 % à la fin de la 1ère et au début de la 2ème semaine d'août. En comparant les 3 années, l'année 1999 présente la plus forte émission de gamètes au cours du mois de juillet.

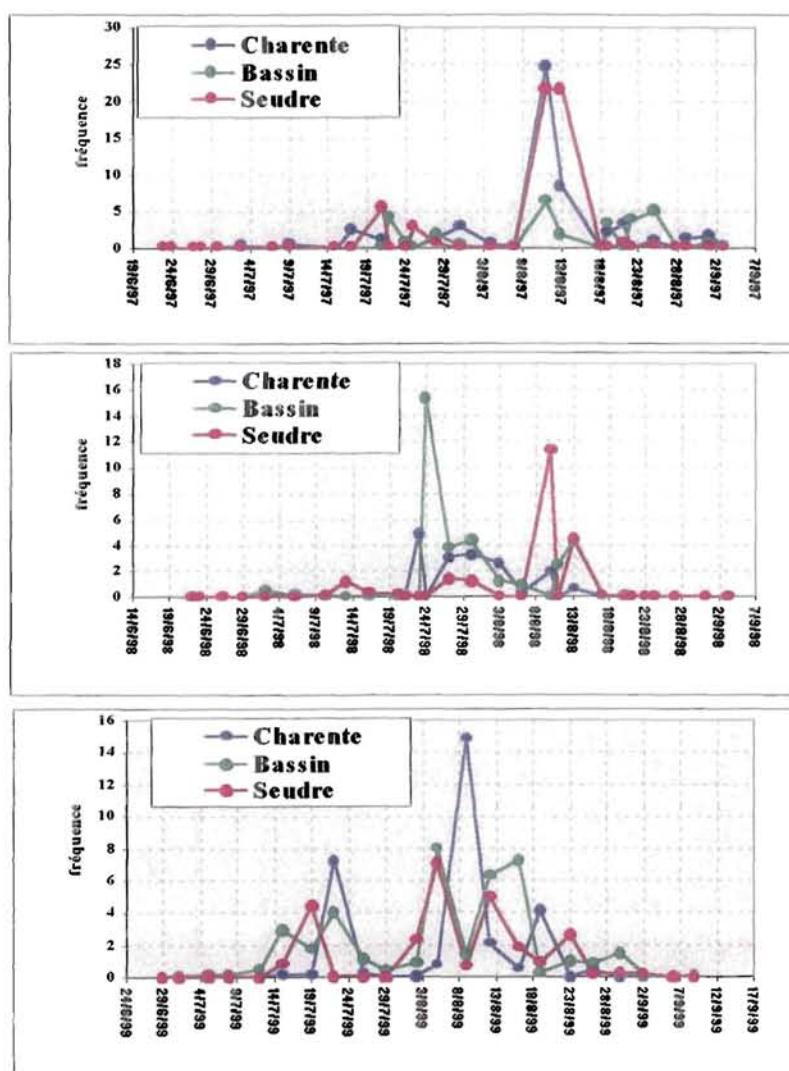


Figure 16 : Saisonnalité de la fréquence larvaire dans 3 zones géographiques du bassin de Marennes - Oléron en 1997, 1998 et 1999 (de haut en bas).

Les effectifs totaux de jeunes larves collectées (70-90 μm) sont respectivement de 1 485 000, 622 000 et 820 000 pour les années 1997, 1998 et 1999 (Tableau 14). Durant les 3 années d'étude, 83 à 96 % des pontes ont bien eu lieu durant la dernière période échantillonnée, au cours du mois d'août. 63 à 77 % des émissions larvaires ont eu lieu durant la 1^{ère} quinzaine du mois d'août. Le pourcentage de larves collectées durant la première période est compris entre 4 et 16 % (Tableau 14). En 1998, l'échantillonnage du 23 juillet coïncide avec une période de ponte (Figure 16).

Tableau 14 : Mise en relation des effectifs de captures de larves d'huîtres (1-4 jours) dans le bassin de Marennes - Oléron (1) avec les périodes d'échantillonnage des cheptels d'huîtres.

	période 1	période 2	Effectif
1997	3 / 07 - 21 / 07	22 / 07 - 18 / 08	
Effectif	156 000	1281 000	1485 000
%	10,5	86,3	
1998	10 / 07 - 23 / 07	24 / 07 - 7 / 09	
Effectif	101 000	516 000	622 000
%	16,3	83,0	
1999	14 / 06 - 12 / 07	13 / 07 - 30 / 08	
Effectif	34 000	785 000	820 000
%	4,2	95,7	

(1) (d'après données DEL La Tremblade)

➤ **L'effort de ponte est estimé par la présence de larves de 1 à 4 jours dans le bassin de Marennes - Oléron. La ponte est "fractionnée" avec deux émissions d'intensité différente entre juillet et août. Durant les 3 années d'étude, 83 à 96 % des pontes ont bien eu lieu durant la dernière période échantillonnée, correspondant à la ponte massive annuelle.**

3.1.5. Croissance en fonction de la hauteur des tables (sites 2 et 3)

En 1999, les analyses de la variance du poids de coquille et du poids sec démontrent un effet significatif ($P < 0,001$) des facteurs date et type d'élevage et de leur interaction (Tableau 15). Les interactions sont significatives entre les facteurs "date" et "type d'élevage". Concernant le facteur site, seule l'interaction avec le type d'élevage sur l'analyse du poids sec, est significative (Tableau 15).

La croissance en coquille des cheptels sur "tab.25", est similaire à celle des élevages à plat jusque début juin. Par la suite, cette croissance est supérieure aux autres modalités pour présenter les poids moyens les plus élevés en fin d'élevage (26 g). (Figure 17). Les élevages "à plat" ("traditionnel") (1) et à plat "hors sol" ("tab 0") (2) s'opposent aux élevages sur table à 25 cm (3) et 50 cm (4).

Tableau 15 : Analyse de la variance du poids de coquille et du poids sec de *Crassostrea gigas* en élevage sur le banc de Ronce-Perquis en 1999, selon 4 types d'élevage.

Facteurs	poids de coquille		poids sec	
	P (1)	test de rang (2)	P (1)	test de rang (2)
A: Date	***		***	
B : Tyel	***	(1-2),(3-4)	***	1,2,(3-4)
C : site	NS	(1-2)	NS	(1-2)
AB	**		***	
BC	NS		***	
AC	NS		NS	

(1). Probabilité associée au test de Fisher (Statgraphics V 3.1) ; Effet non significatif (NS) ; significatif au seuil de 1 % : $p < 0,001$; significatif au seuil de 1 % : $0,001 < p < 0,01$; significatif au seuil de 5 % : $0,05 < p < 0,01$. (2). Test de rang de Scheffe (Statgraphics V 3.1). Regroupement des modalités des descripteurs "tyel" et "site" par ordre croissant de poids moyen.

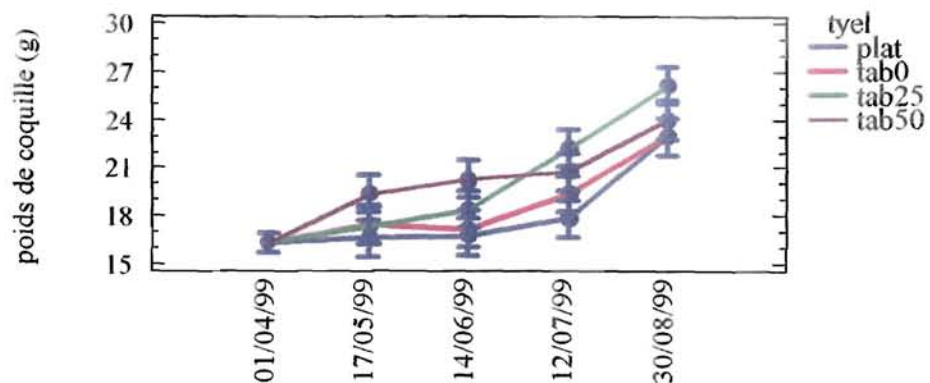


Figure 17 : Evolution du poids de coquille pour les différents élevages (sites 2 et 3) en 1999.

L'analyse de la variance du poids sec laisse apparaître 3 "groupes" distincts : l'élevage sur le plat, le plat "hors-sol" et les deux élevages sur table (3^{ème} groupe) (Tableau 15). En fait, l'interaction significative entre les types d'élevage et la date constitue un résultat essentiel. La même évolution entre "tab 25" et "tab 50" déjà rencontrée en croissance coquille, apparaît également au niveau du poids sec (Figure 18). L'interaction entre le facteur "date" et "type d'élevage" se manifeste également entre le "plat" et le "tab 0" (plat "hors-sol"). Le gain de poids de chair semble diminuer entre le 14 juin et le 12 juillet pour les cheptels "plat" et "tab 50". Puis entre le 12 juillet et le 30 août, une perte de poids sec est notable pour tous les cheptels, exception faite des élevages à "plat".

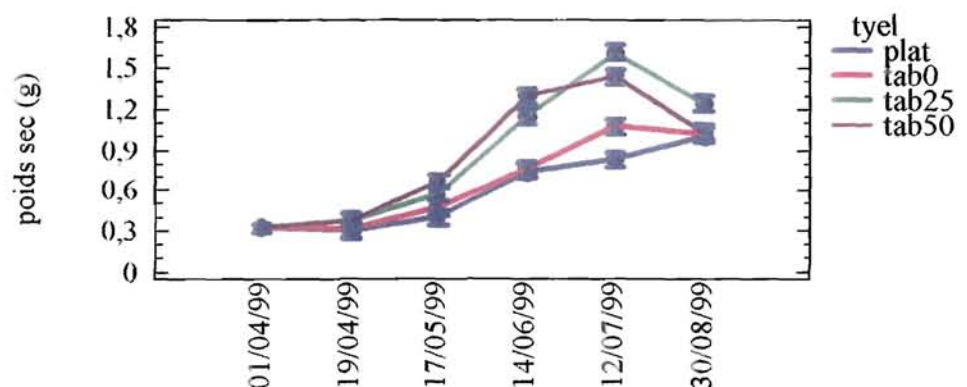


Figure 18 : Evolution du poids sec pour les différents élevages (sites 2 et 3).

L'interprétation de cette évolution du poids de chair est associée à l'effort de ponte. Les résultats de composition biochimique laissent apparaître une chute de la teneur en lipides des sites 2 et 3 à plat et du site 3 sur table (Figure 13). On peut formuler l'hypothèse que les élevages "à plat" ont émis leurs gamètes entre mi-juin et mi-juillet correspondant à une ponte totale suivie d'une reprise de croissance. Les cheptels sur "tab50" connaissent une ponte partielle durant la première période, suivie ensuite d'une ponte massive entre mi-juillet et fin août. Ces résultats sont en accord avec la saisonnalité de collecte des jeunes larves dans le bassin de Marennes - Oléron durant l'été 1999. Pour les 2 autres conditions ("tab0" et "tab25"), la ponte eut lieu entre mi-juillet et fin août.

Les huîtres en poche au niveau du sédiment ("tab 0") produisent un effort de ponte inférieur à celui des cheptels à 25 ou 50 cm du sol.

Le seul effet "site" significatif concerne l'interaction entre le "type d'élevage" et le "site" dans l'analyse du poids sec (Tableau 15, Figure 19). Sur le site 2, les poids secs moyens vont croissant entre le "plat" (~ 0,65 g), le "tab0" (~ 0,80 g) et le "tab25" (~ 0,90 g). Les élevages en condition "tab25" et "tab50" présentent des résultats similaires, avec 0,9 g et 1,0 g respectivement pour les sites 2 et 3. Par contre, sur le site 3, la modalité tab0" montre des résultats aussi faibles qu'en élevage à "plat" (~ 0,65 g). Les performances sur tables sont ensuite supérieures sur ce site à celles du site 2 plus vaseux.

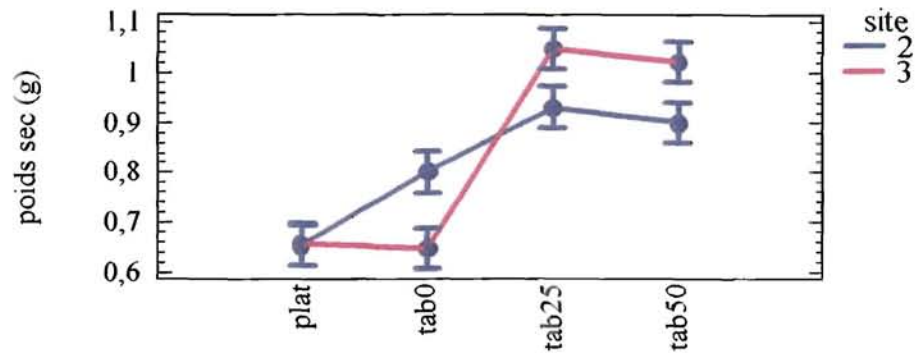


Figure 19 : Interaction des descripteurs "site" et "type d'élevage" sur la croissance en poids sec.

- **Que les conditions expérimentales impliquent 4 sites et 2 "type d'élevage" selon le protocole pluriannuel ou 2 sites et 4 "tyel" (expérience "hauteur de table"), l'effet "type d'élevage " est toujours prépondérant devant l'effet "site".**
- **L'évolution de la croissance en poids de chair montre des profils différents selon les conditions expérimentales ("tyel"). L'évolution de ces profils est liée à l'effort de ponte des cheptels sur les sites.**

3.2. MORTALITE

3.2.1. Géodispersion de la mortalité de *C. gigas* sur les élevages à plat

➤ Conceptualisation (Figure 20)

La population totale marquée évolue en trois "sous populations"; une première que l'on retrouve dans la parcelle d'origine (= "interne") ; une deuxième population déplacée dans des parcelles adjacentes ou à l'extérieur du parc, sous l'effet probable de l'hydrodynamisme (= "externe"), et enfin, une troisième sous population "disparue", sous l'effet d'un hydrodynamisme violent, de la prédation et (ou) de l'envasement essentiellement sur le site 2 (Figure 20). Pour les deux premières "sous populations", la distinction est faite entre les "mortes" et les "vivantes".

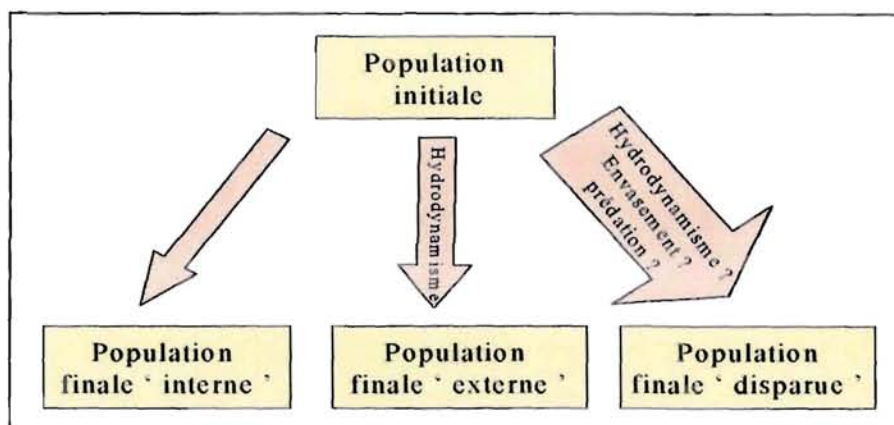


Figure 20 : Conceptualisation de l'évolution des sous populations d'huîtres dans les parcelles.

➤ Taux de mortalité des populations dans les parcs de 12,5 m²

Les taux de mortalité moyens des deux populations sont respectivement de 18,7 % et 32,5 % pour les sites 1 et 2. La perte de cheptels est de 7-8 %, voisine sur les 2 sites (Tableau 16).

Tableau 16 : Mortalité sur les sites 1 et 2.

Sites	1		2	
	huîtres marquées	huîtres non marquées	huîtres marquées	huîtres non marquées
Intervalle des mortalités (%)	10,4 – 28,4	16,7 – 37,3	21,6 – 48,2	21,8 – 56,3
Mortalité moyenne (%)	18,7	28,2	32,5	38,3
perte (%)	8		7	

➤ Mortalité par sous ensemble de 0,5 m²(cadrat)

Un premier bilan de mortalité est effectué dans des conditions "traditionnelles" d'échantillonnage. Cette première analyse prend en compte l'effectif d'huîtres mortes et vivantes par cadrat, sans tenir compte du marquage (Tableau 17).

Tableau 17 : Bilan de mortalité enregistrée sur les sites sans tenir compte de l'origine de la population (marquée ou non marquée).

18,6	20,4	25,0	29,8	20,9	31,2	31,7	34,7	45,4	42,1
22,2	28,6	27,3	22,4	19,6	27,3	26,2	28,6	45,4	49,4
24,0	26,4	26,9	29,4	21,0	30,4	37,9	35,0	29,4	48,3
19,1	28,8	27,0	34,8	31,2	31,9	32,2	30,5	40,7	42,6
25,2	25,7	27,1	23,8	24,5	33,8	25,4	34,8	34,0	47,0
site 1			S - E		site 2			S - E	

Sur le site 1, plus sableux, le taux de mortalité est compris entre 18,6 et 34,8 %. Il est compris entre 25,4 et 49,4 % sur le site vaseux (Figure 21). Sur ce deuxième site, la zone est semble plus exposée aux phénomènes de mortalité. A l'est, le taux de mortalité est d'environ 10 % supérieur aux autres parties du parc.

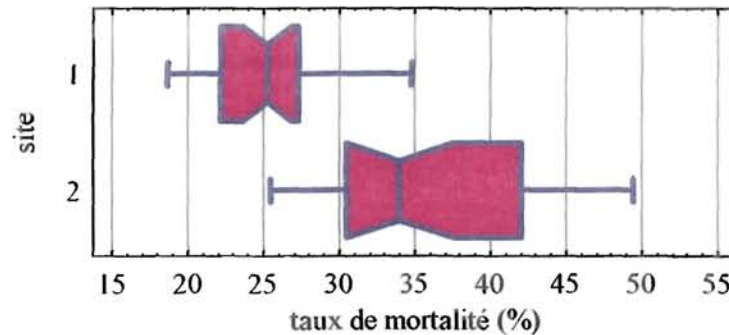


Figure 21 : Taux de mortalité "globale".

Les distributions de fréquence des 25 mesures de mortalité ne sont pas conformes à la distribution de fréquence de la loi Normale au seuil de 1 % et de 5 % respectivement pour les sites 1 et 2 (Annexe II). Les taux de mortalité journaliers sont compris entre 0,10-0,19 % pour le site 1, et 0,14-0,26 % pour le site 2 (Figure 22, Tableau 18).

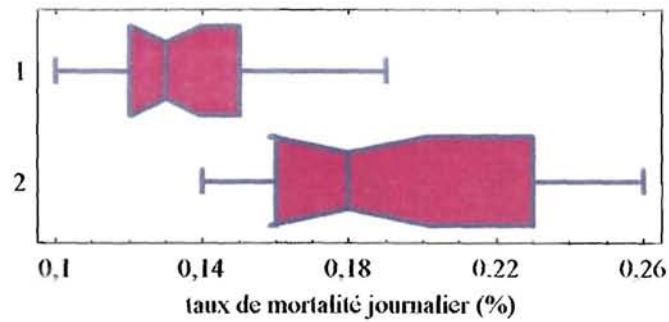


Figure 22 : Taux de mortalité journaliers pour les élevages à plat en 1999 sur les sites 1 et 2 du banc de Ronce-Perquis.

Tableau 18 : Mortalité de *Crassostrea gigas* sur les élevages à plat du banc de Ronce-Perquis.

	Site 1	site 2
Période (jours)	187	187
Nombre de mesures	25	25
Taux de mortalité moyen (%)	0,13	0,19
Taux de mortalité mini (%)	0,10	0,14
Taux de mortalité maxi (%)	0,19	0,26
TM (maxi) – TM (mini)	0,09	0,12

Les déplacements des "sous populations" des cadrats (0,5 m²) sont dépendants de la nature du sédiment. Le "taux de dispersion" est compris entre 23 et 53 % pour le site 1. Sur le site 2, de caractéristique "vaseux", ces taux sont compris entre 3 et 37 % (Annexe III).

- **La dispersion de la mortalité sur les 2 sites est hétérogène et comprise entre 17-37 % pour le site 1 et 22-56 % pour le site 2. Malgré la variabilité importante associée à ces mesures, la différence intersite en taux de mortalité est significativement supérieure sur le site le plus vaseux.**
- **Le site 2 présente une géodispersion marquée de la mortalité. Le taux de mortalité est supérieur de 10 % à l'est du parc. Cette spatialisation de la mortalité n'apparaît pas sur le site 1.**

3.2.2. Mortalité à plat sur 4 sites de banc de Ronce–Perquis entre 1997 et 1999

➤ Saisonnalité de la mortalité cumulée moyenne au cours des trois années

La variabilité des réponses enregistrées en 1997, 1998 et 1999, reflètent en grande partie l'évolution de la méthode de mesure durant ces trois années (Annexe IV). La faible "cohérence" des mesures effectuées en 1997 trouve une explication dans la variabilité mesurée en 1998 au cours des échantillonnages en "réplicats" des parcs expérimentaux. Cette variabilité inter échantillonnage de la mesure du taux de mortalité est considérablement réduite en 1999 par la mise en place de petits parcs de 0,5 m². Ces parcs sont gérés comme les poches de cultures en surélevé, échantillonnés systématiquement à chaque mesure (Annexe IV).

Sur le banc de Ronce–Perquis, les mortalités moyennes cumulées s'élèvent vers la fin août à 26–28 % en 1997 et 1998. Elles atteignent plus de 35 % en 1999 (Figure 23-1-). Au mois de mai, les taux de mortalité des élevages à plat sont de 7 % en 1997, 12 % en 1998, et supérieurs à 25 % en 1999. En considérant cette mortalité, comme une mortalité "historique" et de mise en élevage, le classement inter annuel de la mortalité des élevages à plat à la fin août s'inverse alors par rapport à la première analyse (Figure 23). Les taux de mortalité en fin d'élevage sont alors de 11, 15 et 20 % respectivement pour les années 99, 98 et 97.

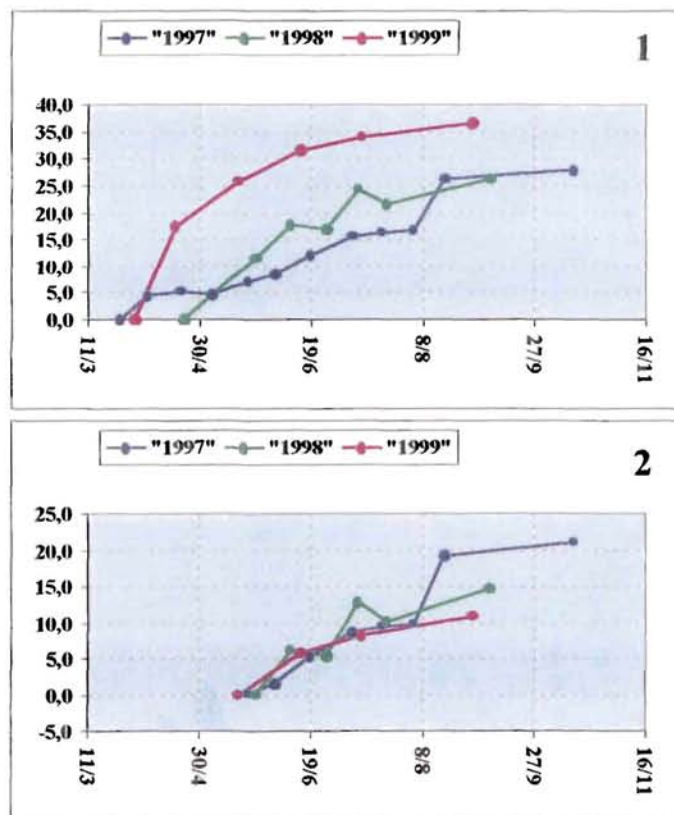


Figure 23 : Mortalité moyenne cumulée des élevages à plat sur le banc ostréicole de Ronce–Perquis de 1997 à 1999. 1 : mortalité "brute"; 2 : mortalité d'élevage.

➤ Mortalité de fin d'élevage. (1) Comparaison inter-sites

Le 15 octobre 1997 au terme de 204 jours d'élevage, 6, 9 et 11 mesures sont effectuées sur les sites 1, 2 et 4 (Figure 24). Les taux de mortalité moyens sont de 23,0 ; 29,1 et 29,6 % respectivement pour ces 3 sites. Aucune différence significative n'apparaît entre les trois sites (test de Kruskal-Wallis, $p = 0,200$). En 1998, les taux de mortalité moyens sont respectivement de 28,2 ; 32,0 ; 26,9 et 17,5 % pour les sites 1, 2, 3 et 4. Les réplicats de mesure dans les parcs à plat de 50 m² sont de 6. Le taux de mortalité de 17,5 % sur le site 4 est significativement plus faible que celui des autres sites (test de Kruskal-Wallis ; $p = 0,020$). En 1999, les taux de mortalités sont mesurés sur 3 parcs identiques de 0,5 m². Au terme de 133 jours d'élevage, les taux de mortalité sont de 32,0 % ; 37,0 % et 40,7 % , respectivement pour les sites 2, 1 et 3 (test de Kruskal - Wallis ; $p = 0,031$).

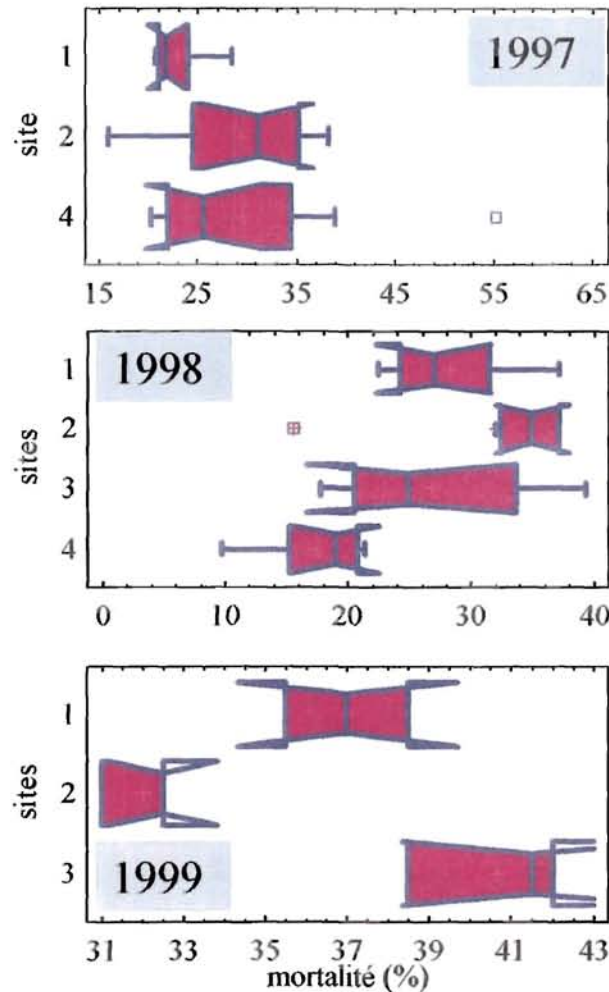


Figure 24 : Mortalité (%) de *Crassostrea gigas* en élevage à plat sur le banc de Ronce – Perquis entre 1997 et 1999.

➤ Mortalité de fin d'élevage. (2) Comparaison inter annuelle

La comparaison inter annuelle est réalisée à partir des taux de mortalité journaliers (Figure 25, Tableau 19). Le taux de mortalité croît de 0,14 % en 1997 à 0,20 % et 0,24 %, respectivement en 1998 et 1999. Si les taux de mortalité journaliers maximaux observés sont voisins (0,27–0,30 %), les minima évoluent de 0,07–0,08 % en 1997–1998, à 0,21 % en 1999, traduisant

ainsi la plus forte mortalité durant l'année 1999. Les écarts entre les valeurs maximales et minimales sont de ~ 0,20 % en 1997–1998, et seulement 0,07 % en 1999 (Tableau 19).

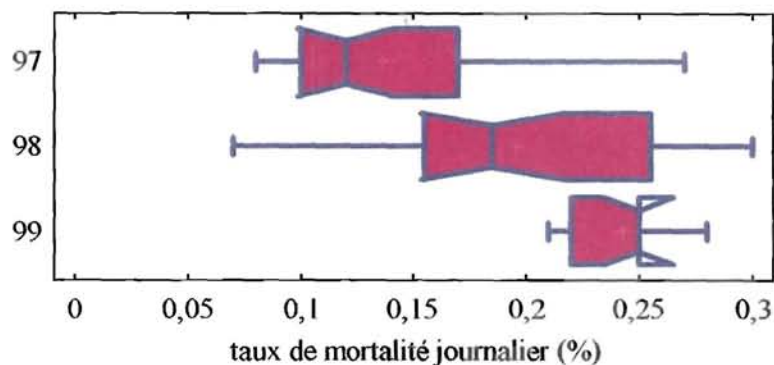


Figure 25 : Taux de mortalité journalier pour les élevages à plat en 1997, 1998 et 1999 sur le banc de Ronce-Perquis.

Tableau 19 : Taux de mortalité journalier de *Crassostrea gigas* au niveau des élevages à plat du banc de Ronce-Perquis.

	1997	1998	1999
période (jours)	204	133	151
nombre de mesures	26	24	9
taux de mortalité moyen (%)	0,14	0,20	0,24
taux de mortalité mini (%)	0,08	0,07	0,21
taux de mortalité maxi (%)	0,27	0,30	0,28
TM (maxi) – TM (mini)	0,19	0,23	0,07

➤ Comparaison des taux de mortalité des élevages à plat sur les sites 1 et 2 (Ronce)

L'analyse porte ici sur la comparaison inter annuelle de la mortalité à plat sur les sites 1 et 2 qui ont fait l'objet d'une étude spécifique de géodispersion en 1999. Les résultats obtenus diffèrent significativement en fonction de la méthodologie utilisée (Figure 26). Ainsi les taux de mortalité moyens journaliers pour les deux sites sont de 0,23 % dans le cas du suivi des petits parcs de 0,5 m², et de 0,16 % dans le cas des parcs expérimentaux et des huîtres marquées ("99 marq") (Tableau 20). Ainsi, la méthodologie mise au point en 1999, basée sur des parcs au sol de 0,5 m², avec 200 huîtres et de les traiter à l'identique des poches, induit des résultats de mortalité supérieurs de 7 % aux mesures effectuées dans des conditions "traditionnelles" (celles des années 1997 et 1998).

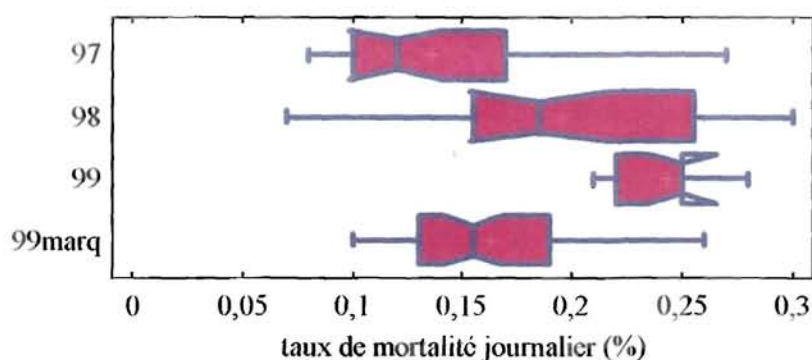


Figure 26 : Taux de mortalité journalier des élevages à plat en 1997, 1998 et 1999 sur les sites 1 et 2 du banc de Ronce – Perquis. ("99marq" correspond à l'échantillonnage de 25 cadrats par site).

Tableau 20 : Taux de mortalité journaliers de *Crassostrea gigas* sur les élevages à plat des sites 1 et 2 du banc de Ronce-Perquis.

	1997	1998	1999	1999marq
période (jours)	204	133	151	187
nombre de mesures	15	12	6	50
taux de mortalité moyen (%)	0,13	0,22	0,23	0,16
taux de mortalité mini (%)	0,08	0,12	0,21	0,10
taux de mortalité maxi (%)	0,19	0,28	0,25	0,26
TM (maxi) – TM (mini)	0,11	0,16	0,04	0,16

("1999marq" correspond à l'échantillonnage de 25 cadrats par site).

La comparaison inter annuelle sur 3 ans, ne peut être effectuée qu' à partir des parcs à plat de grande dimension. Sans tenir compte des résultats obtenus en petits parcs, et malgré l'imprécision des mesures, au terme de 6 mois d'élevage sur le banc de Ronce (sites 1 et 2) (Figure 3), les taux de mortalité journaliers moyens sont de 0,13, 0,16 et 0,22 % respectivement pour les années 97, 99 et 98 (test de rang de Kruskal-Wallis ; $p < 0,001$) (Figure 26). Des 3 années, 1998 se présente donc comme celle ayant connu les plus fortes mortalités d'huîtres sur les élevages à plat.

Les mesures effectuées à partir des petits parcs de 0,5 m² permettent une estimation plus précise quant à la réalité zootechnique de survie des cheptels sur le plat, bien que la méthode s'éloigne de la structure traditionnelle (au moins au niveau des dimensions). Pour cette raison, cette dernière méthodologie est à retenir à l'avenir pour les prochaines expérimentations.

Au terme de cette analyse, un nouveau bilan inter-site peut être établi pour 1999 ; l'année est défavorable aux rendements biologiques du fait du fort taux de mortalité initiale (mauvaise qualité des cheptels au départ). La mortalité "à plat" sur le site 4 ne peut être mesurée à cause d'un "hersage" non contrôlé. Le site 3 a montré une mortalité anormalement forte de 41 % du fait de l'ensablement printanier. Le site 1, situé à 50 % d'exondation subit une mortalité de 37 %. Sur le site le plus vaseux, mais également plus profond (~38 % d'émersion), le taux de mortalité des cheptels est d'environ 32 %.

- La méthodologie de mesure de la mortalité des élevages à plat a évolué de 1997 à 1999. La "dispersion" des mesures au bout de quelques mois d'élevage est de 10 – 15 %. Cette dispersion constitue un réel "handicap" pour l'échantillonnage de la mortalité des populations d'huîtres en élevage traditionnel sur le plat.
- La mortalité au terme de l'élevage peut être décomposée entre une mortalité "historique" (mise en élevage) et une mortalité "d'élevage" (conditions d'élevage). Cette mortalité initiale liée à l'historique zootechnique du cheptel, peut être supérieure à la mortalité imputable aux conditions d'élevage elles mêmes (e.g., 1999). La comparaison inter annuelle des résultats obtenus sur un même site implique de tenir compte de cette mortalité initiale au cours de l'analyse. Cependant cette mortalité est elle même indissociable de la mortalité liée à l'environnement, qui peut aussi s'exprimer durant les premiers mois si les conditions environnementales sont très défavorables aux élevages.
- En 1997, la mortalité moyenne de fin d'élevage "à plat" est comprise entre 23–29 %, sans différence inter-sites. En 1998, cette mortalité moyenne est de 17–32 % . La mortalité du site 4 (~17 %) est inférieure à celle des autres sites. En 1999, les taux de mortalité sont compris entre 32 et 40 %. La meilleure survie est obtenue sur le site 2.
- Cette étude a permis de démontrer la difficulté de mesurer de façon précise le taux de mortalité au niveau des élevages à plat. La dispersion des cheptels affecte d'abord les individus morts (disparition des coquilles). Cette dispersion dépend tout à la fois de la nature du terrain et des conditions météorologiques et hydrodynamiques propres aux sites et à la saison.
- Le bilan effectué au terme des études menées en 1999, permet de conclure à la sous estimation d'au moins 7-8 % de la mortalité des cheptels sur le plat en 1997 et 1998. Les taux de dispersion, variables d'un site à l'autre, permettent difficilement de conclure sur la qualité des sites en 1997 et 1998, qu'il s'agisse de parcs de 10 m² (1997) ou de 50 m² (1998).
- Les mesures effectuées en 1999 grâce à la méthodologie de mise en place des petits parcs, avec désenvasement réguliers des huîtres et protection de petites surfaces par un grillage permettent d'éviter la dispersion des cheptels (taux de perte ~ 0) au cours des 5 mois d'expérimentation. La variabilité associée aux 3 réplicats de mesures est faible. Cette méthodologie est donc à retenir pour le futur.

3.2.3. Taux de mortalité au niveau des élevages sur tables

➤ Présentation générale des résultats

Comme pour les élevages à plat, l'évolution de la mortalité cumulée des élevages sur table montre une cinétique variable selon les années (Figure 27). En 1997, l'évolution du taux de mortalité est régulier, atteignant 10 % à la fin de l'été. En 1998, le taux de mortalité est plus élevé jusqu'en fin juillet (pente plus forte). La mortalité cumulée atteint 16 % fin juillet et 17 % début septembre. En 1999, le taux de mortalité reste élevé pendant un mois et demi, atteignant 21 % durant cette période. Par la suite, une stabilisation est notée jusqu' au début septembre. La mortalité cumulée atteint alors 10, 17 et 28 % respectivement pour les années 97, 98 et 99.

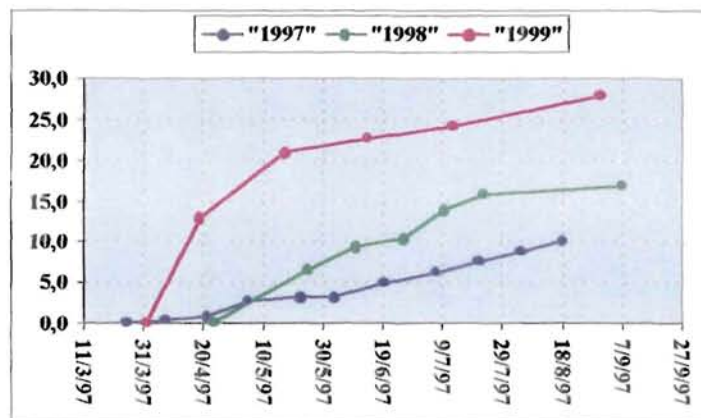


Figure 27 : Mortalité cumulée des élevages sur tables en 1997, 1998 et 1999.

➤ mortalité de fin d'élevage

En fin d'élevage, soit respectivement 146, 137 et 151 jours d'élevage pour les années 97, 98 et 99, la mortalité cumulée est comprise entre 6–15 % en 97, 11–20 % en 98 (une poche à 27 % sur le site 2) et 23–36 % en 99. Malgré des "tendances" apparentes (Figure 28) les différences inter-sites ne sont pas significatives ($p > 0,05$ —test de rang de Kruskal–Wallis).

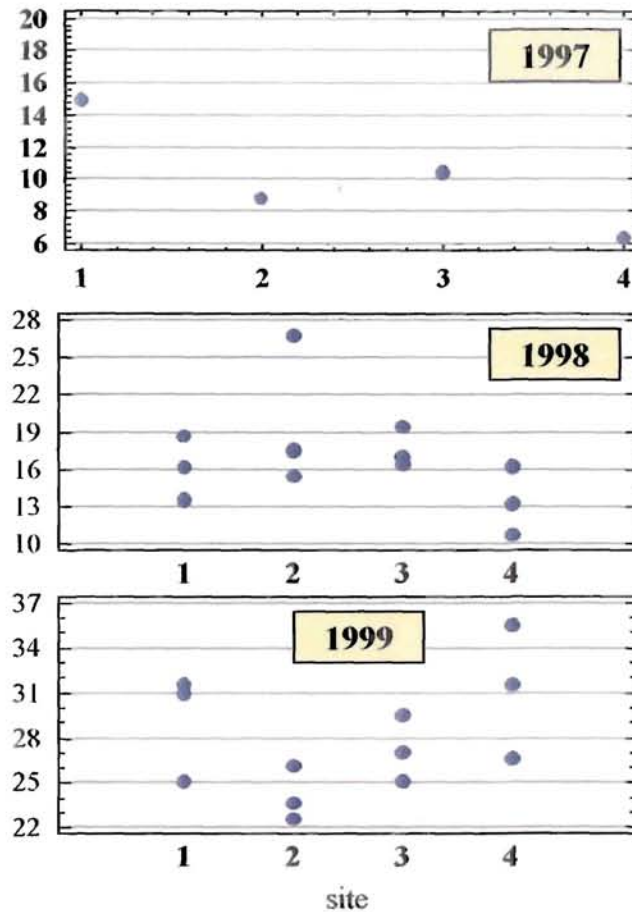


Figure 28: Taux de mortalité cumulés (fin d'élevage) des cheptels de *Crassostrea gigas* en surélevé Mortalité "totale" ("historique" + élevage).

L'appréciation de la mortalité "d'élevage" est obtenue après "déduction" de la mortalité initiale de mise en élevage. Ce calcul est réalisable car les poches (réplicats de sous populations expérimentales) sont suivies individuellement (Figure 29). Pour les deux années (1998 et 1999), ce calcul est effectué sur une période strictement identique de 105 jours (ce qui rend inutile la transformation en taux de croissance journalier) (Figure 30). La différence entre les sites est significative au seuil de 5 % en 1999 ($p = 0,02$) et non significative en 1998 ($p = 0,08$) (test de rang de Kruskal-Wallis). Dans les deux cas, les résultats obtenus sur le site 4 s'éloignent de ceux obtenus sur les 3 autres sites, avec des valeurs de 6-9 % en 98 et de 9-15 en 99. Pour les 3 autres sites, les taux de mortalité sont compris entre 9-11 % en 98, et 3-8 % en 1999.

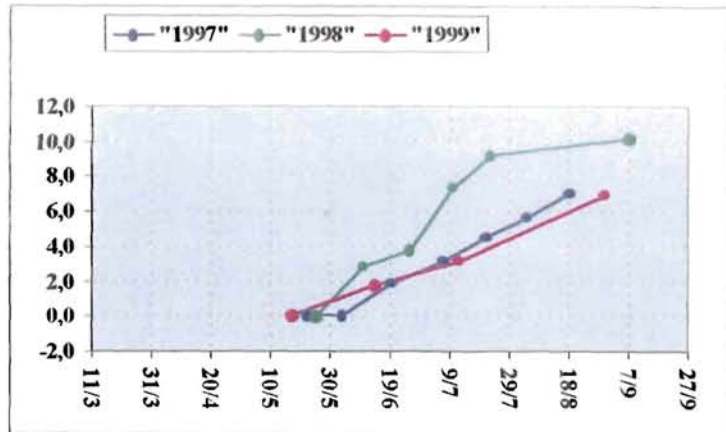


Figure 29 : Taux de mortalité cumulée théorique des élevages sur table sans la mortalité de mise en élevage.

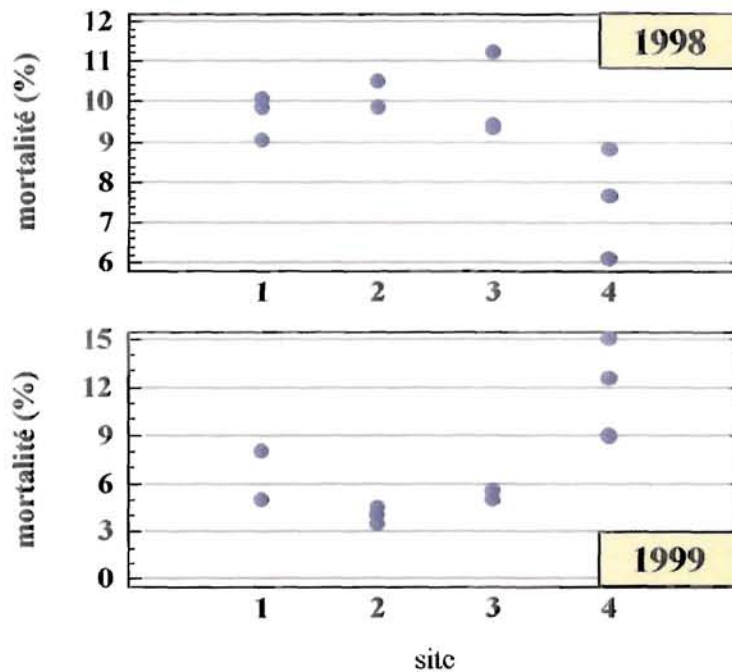


Figure 30 : Taux de mortalité cumulés (fin d'élevage) des cheptels de *Crassostrea gigas* en surélevé. Mortalité "d'élevage".

Ainsi, en prenant en compte les 4 sites, les taux de mortalité journaliers (mortalité "d'élevage") sont compris entre 0,7–1,3 ‰ en 98 et 0,4–1,1 ‰ en 1999 (résultats identiques). Par contre, la référence aux 3 sites "homogènes" (1, 2, 3) modifie la comparaison inter annuelle. Le taux de mortalité moyen est alors de 1,05 ‰ en 1998, et de seulement 0,49 ‰ en 1999. Ce résultat traduit les conditions d'élevage défavorables rencontrées en 1998.

Tableau 21 : Mortalité de mise en élevage des huîtres *Crassostrea gigas* en surélevé.

	1997	1998	1999
date prise en compte	22 mai	25 mai	17 mai
"conditionnement" (jours)	58	32	46
taux de mortalité (%)	3,1	6,6	21,0
taux de mortalité jour (%)	0,05	0,20	0,46

En 1998 et 1999, 6 mesures sont effectuées sur chaque site (Annexe V). Les taux de mortalité cumulés en début septembre, sont de 17 à 20 % pour les sites 2, 3 et 4, sans différence notable entre eux. Le site 1 présente un taux de mortalité de 15 %, sensiblement inférieur aux autres sites. En 1997, le site 1 présente également une mortalité de l'ordre de 15 %, mais les taux de mortalité enregistrés sur les autres sites, sont alors nettement inférieurs (7-10 %).

La comparaison des taux journaliers de mortalité est effectuée sur 132 et 137 jours respectivement pour l'année 1997 et 1998. Si la mortalité journalière du site 1 est identique en 1997 et 1998 (~ 1,2 ‰), les taux de mortalité des sites 2, 3 et 4 ont augmenté de façon significative entre 1997 (0,5 à 0,8 ‰) et 1998 (1,0 – 1,5 ‰).

- **Les mortalités de mise en élevage sont de 3, 7 et 21 % respectivement en 1997, 1998 et 1999. Elles confirment les différences de qualité initiale des cheptels.**
- **L'apparition de la mortalité sur le site 4 semble "atypique" en 98 et en 99. Ce site est celui qui présente les 2 années, la plus grande variabilité de mortalité entre les 3 poches. Ce site montre le taux de survie le plus élevé en 1998 et le plus faible en 1999. Par contre, les sites 1, 2 et 3 présentent une réponse homogène vis à vis de la mortalité en 1998 comme en 1999.**
- **En juin, juillet et août, le taux de mortalité journalier est de 1,05 ‰ en 1998. En 1999, il est de 0,49 ‰, soit 2 fois plus faible.**

3.2.4. Comparaison de la mortalité à plat et sur table de 1997 à 1999

Seules les mortalités d'élevage sont prises en compte dans ce paragraphe. Les courbes de mortalités cumulées des élevages sur table sont linéaires et identiques en 1997 et 1999 (Figure 31).

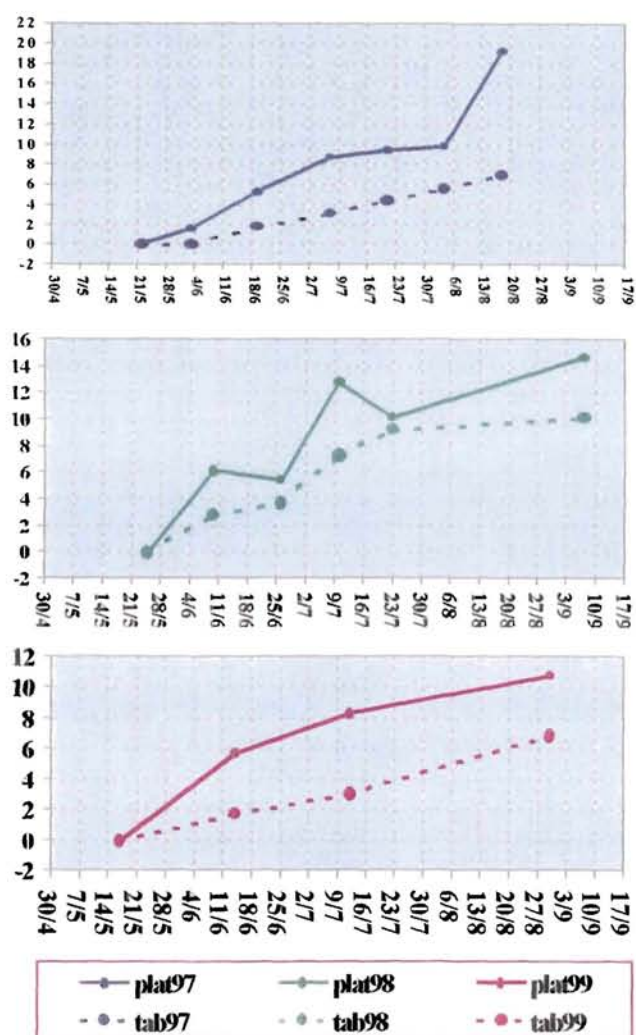


Figure 31: Taux cumulés de mortalité (%).
Comparaison des élevages à « plat » et sur « table ».

En 1998, la pente est plus forte jusqu'à la 3^{ème} semaine de juillet, puis plus faible jusqu'à la fin de l'élevage. Les courbes de mortalité cumulées sur le plat présentent également des analogies jusqu'à fin juillet. Elles montrent une période printanière de plus forte intensité de la mortalité puis une baisse de celle-ci en période estivale (période de ponte). Le taux de mortalité est alors proche de celui obtenu sur tables. Au cours du mois d'août 1997, la mortalité double sur tous les sites à plat en un peu plus de 15 jours. En 1998, des conditions hydrodynamiques particulières ont perturbé les sites d'élevage, limitant la capacité d'analyse temporelle de la mortalité (Figure 31). Les densités finales observées sur les sites en fin d'élevages montrent que la mortalité est fortement sous estimée pour les élevages à plat (Figure 32).

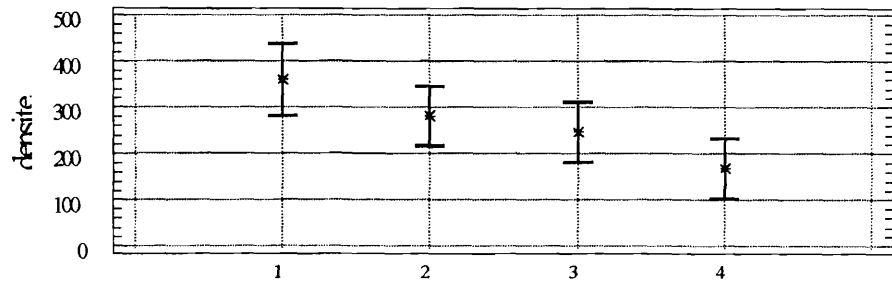


Figure 32 : Densité finale (moyenne et intervalle de confiance) sur les 4 sites expérimentaux en 1998.

- **La mortalité cumulée des élevages sur tables suit une progression linéaire. Elle atteint 6 % en 3 mois d'élevage. En 1998, le taux de mortalité atteint 10 %.**
- **Pour les élevages à plat, la mortalité printanière est plus significative. A partir du début de la saison de ponte, la mortalité sur le plat est similaire à celle des élevages sur tables.**
- **L'année 1998 a subi des épisodes climatiques particuliers qui ont perturbé les élevages "à plat", limitant ainsi l'analyse et la précision des mesures des taux de mortalité sur le plat.**

3.2.5. Mortalité selon la hauteur des tables d'élevage (année 1999)

Sur le site 2, la mortalité s'élève à 20 % pour les 4 conditions d'élevage au 17 mai (Figure 33). Par la suite, l'évolution de la mortalité diffère significativement. La mortalité des élevages à altitude "0" s'élève au delà de 30 %. Celle des élevages sur table reste inférieure à 24 %. Sur le site 3, la mortalité de mise en élevage est également de 20 % au 17 mai. L'ensablement subi par les élevages élevés au niveau du sol ("plat" et "tab 0") fait évoluer la mortalité à 25 et 28 % respectivement pour les sites à plat "hors sol" et à plat "traditionnel" (Figure 33).

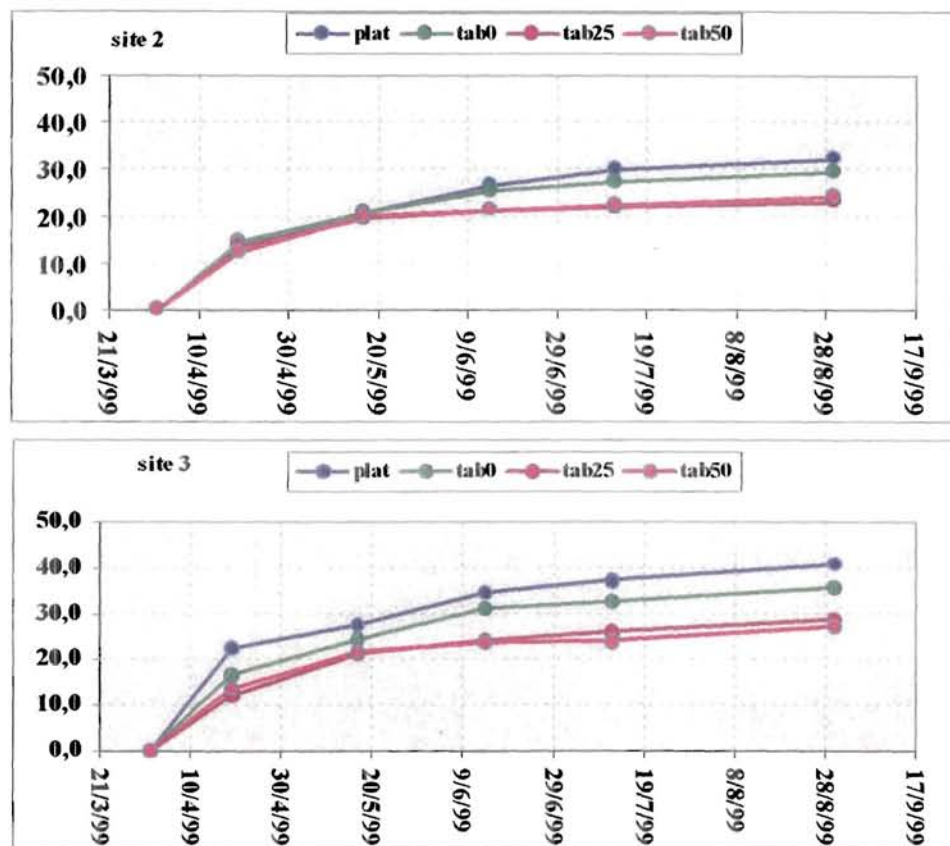


Figure 33 : Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Moyennes des 3 poches par site. Mortalité "brute".

Par la suite, et en 3 mois d'élevage (juin, juillet et août), la mortalité d'élevage reste inférieure à 2 % sur le site 2. Elle atteint 5 à 7 % sur le site 3 (Figure 34).

Sur le site 2 (caractéristique vaseux) la mortalité sur table (tab 25 et tab 50) est de 4 % sur une période de 3 mois (juin – août). Au cours d'une même période, elle est de ~ 6% sur le site 3 plus sableux. Jusqu'à mi-juin, la mortalité est environ 3 fois supérieure sur le "plat" et "tab0" par rapport aux élevages en surélevé. La différence dans les taux de mortalité se manifeste encore sur la période mi juin – mi juillet pour le site 2 (et moins pour le site 3). Par la suite, du 12 juillet au 30 août, les pentes de la mortalité cumulée sont proches pour l'ensemble des cheptels. Ainsi, les différences de mortalité inter sites et selon les différentes modalités d'élevage sont exacerbées durant la période printanière. Elles deviennent négligeables durant la période de ponte en juillet – août. Une mortalité spécifique affecte les élevages au niveau du sol tant sur le site 2 "vaseux" que sur le site 3 plus sableux.

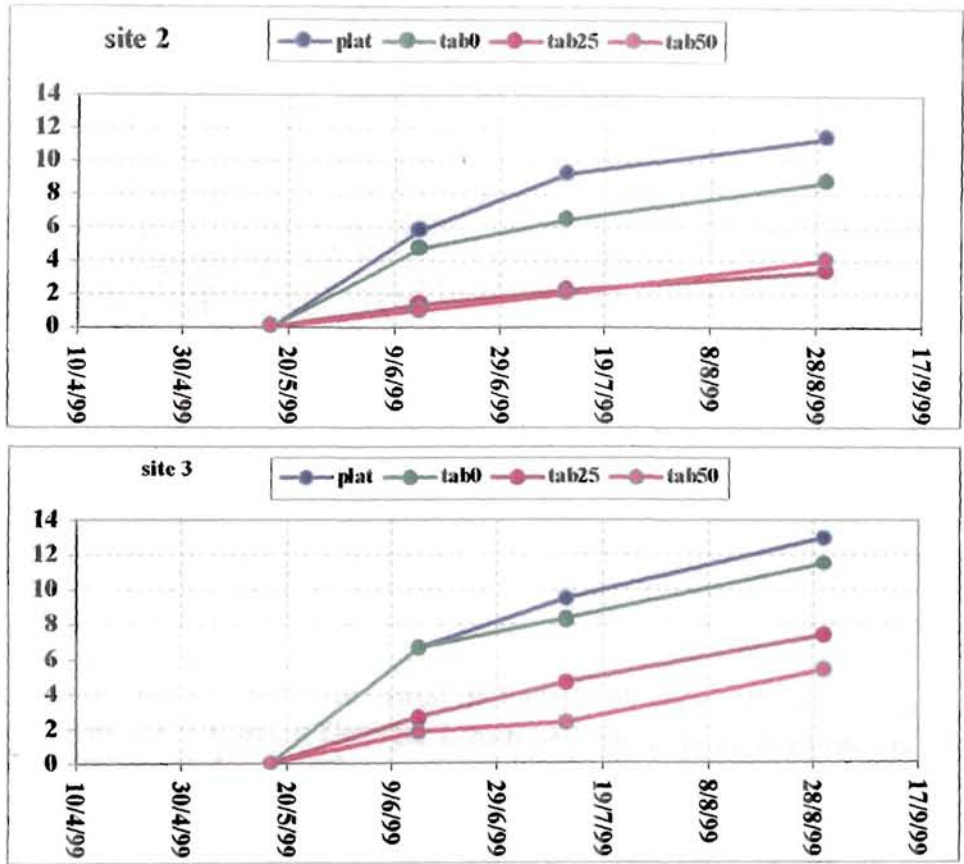


Figure 34 : Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Moyennes des 3 poches par site. Mortalité d' "élevage".

4. DISCUSSION

4.1. Importance des caractéristiques initiales des cheptels d'huîtres sur leurs performances d'élevage

En début d'expérimentation, les poids moyens des cheptels sont de 36 g, 28 g et 29 g pour les années 1997, 1998 et 1999 et des populations d'âge respectif de 2, 2 et 3 ans. Le déficit de croissance survenu au cours de l'année 1998 rendait impossible l'acquisition d'huîtres de 30 g et de moins de 2 ans en début 99. Les huîtres utilisées en 1999 correspondent donc à des "invendus" en 1998. Malgré l'attention portée aux cheptels en début 99 et une période d'acclimatation de 1 mois en mars, il n'a pas été possible d'éviter le fort taux de mortalité de mise en élevage. Ainsi, la population d'huîtres utilisée en 1997 est à la fois la plus jeune avec le poids moyen le plus élevé. L'indice Afnor moyen est de 6,5–6,6 en 1998 et 1999. Il est de 8,4 en 1997. La qualité biochimique des cheptels mis en élevage est également supérieure pour le cheptel de l'année 97. Fin avril, les teneurs (%) respectives de glucides, glycogène et lipides, sont de 12/6/9 en 1997 contre seulement 3,5/2/3 en 1998. La faiblesse en réserves énergétiques des huîtres de 1998 les fragilise face aux conditions environnementales printanières.

La cinétique d'évolution de la mortalité des cheptels présente une variabilité interannuelle marquée. La mesure des taux de mortalité durant le premier mois d'élevage semble indépendant des conditions même de celui-ci mais intervient comme une caractéristique intrinsèque de la population en début d'expérimentation. Ainsi, la mortalité journalière de "mise en élevage" en 1997 est comprise entre 0,05 et 0,12 % en 1997 (Tableau 22). Elle devient 5 à 10 fois supérieure en 1999 avec des taux de mortalité journaliers de 0,56 % pour la mortalité à plat et 0,46 % pour la mortalité sur tables. L'année 1998 se situe à un niveau intermédiaire des deux autres années. Ces résultats confirment l'importance de la qualité initiale des cheptels dans l'évaluation des performances zootechniques.

Tableau 22 : Mortalité de "mise en élevage" des huîtres *Crassostrea gigas* en élevage à "plat" et sur tables.

	1997	1998	1999
date prise en compte	22 mai	25 mai	17 mai
"conditionnement" (jours)	58	32	46
taux de mortalité (%) (plat)	6,9	11,5	25,8
taux de mortalité jour (%) (plat)	0,12	0,36	0,56
taux de mortalité (%) (table)	3,1	6,6	21,0
taux de mortalité jour (%) (table)	0,05	0,20	0,46

L'analyse de la mortalité des cheptels est donc plurifactorielle. Elle comprend la mortalité relevant de l'histoire zootechnique du cheptel, la mortalité "d'acclimatation" ou de "mise en élevage" et la mortalité "environnementale" pendant la durée d'élevage. Ces types de mortalités sont difficilement dissociables dans la réalité de l'élevage. La mortalité associée aux différentes conditions d'élevage, apparaît également durant la période de mise en élevage

(mortalité de "mise en élevage"). Elle contribue à doubler en 97 et 98 le taux de mortalité des élevages à plat par rapport aux élevages sur tables. Elle induit 5 % de mortalité supplémentaire aux élevages sur table. Le mode de culture sur table peut servir de référence à la mortalité initiale qui se manifeste durant le premier mois d'élevage. Ainsi cette mortalité serait de 3 % seulement en 97, de plus de 6 % en 98 et de 21 % en 99. Ce résultat traduit ainsi une dégradation progressive de la qualité des cheptels lors de la mise en élevage au cours des 3 années d'étude, confirmée par les indices de qualité initiale des cheptels (Afnor et Walne et Mann).

En terme de croissance (poids sec et poids de coquille), l'étude démontre que l'année 98 présente les meilleurs résultats durant la première période "d'acclimatation", sans corrélation avec le taux de mortalité. En 1997, les cheptels présentent à la fois les indices de qualité les plus élevés et les plus faibles taux de mortalité initiale mais pas les taux de croissance les plus élevés lors de la mise en élevage. Ainsi peut-on penser que dans cette situation printanière de 1997, l'influence de l'environnement fut prépondérante sur la croissance.

Par contre, en période printanière, les résultats de mortalité présentent une analogie avec les résultats d'affinage en claires ostréicoles où la qualité initiale et origine des cheptels prévalent sur les conditions expérimentales elles-mêmes (e.g., densité d'élevage, type de claires). Ces résultats mettent en évidence la difficulté d'appréhender l'échelle temporelle explicative de la croissance et la mortalité des huîtres au cours des études zootechniques.

La comparaison inter annuelle des performances zootechniques est possible en soustrayant la mortalité de "mise en élevage". Cette mesure ne peut s'effectuer que dans le cas de suivis individuels (e.g., élevages en poches ou en petits parcs à plat).

Si la mortalité de "mise en élevage" dépend de l'historique des lots, on peut penser qu'une forte mortalité au cours du premier mois d'élevage conduit à une "sélection" naturelle d'un cheptel plus résistant aux conditions environnementales, influençant ainsi le taux de mortalité expérimental. Ainsi, fin août, le taux de mortalité moyen "global" de 37 %, classe l'année 99 comme la plus mauvaise des 3 années. En tenant compte de la mortalité initiale de près de 26 % cette année là (Tableau 22), le taux de mortalité expérimental de l'élevage à plat (11 %), devient alors le meilleur des 3 années.

4.2. Difficultés méthodologiques de mesure de la mortalité des élevage à "plat"

Depuis 1996, l'effort zootechnique s'est intensifié sur le site atelier de Ronce – Perquis. La méthodologie de mesures de la mortalité des élevages à plat s'est améliorée depuis cette date. En 1997, une seule mesure est effectuée sur un parc de 10 m². L'hypothèse de travail est alors de considérer que la mortalité est "homogène" sur une aussi petite surface. En fin d'expérimentation en 1997, une série de 8-10 mesures par site montre en fait une grande variabilité des mesures et donc une imprécision de l'estimation. Ainsi, des écarts de 22 % de mortalité sont enregistrés en 1997 sur le site 2, le plus "vaseux" à partir de 8 mesures (Tableau 23). Des écarts tout aussi importants sont notés en 1998 (8 mesures) et en 1999 (25 mesures) sur ce même site. En 1999, la mise en œuvre de petits parcs réduit la dispersion à 3 % d'écart. Ces valeurs sont parmi les plus faibles rencontrées dans le cas des mesures en poches (élevages en surélevé) (Tableau 23).

Tableau 23 : Mesures extrêmes de mortalités effectuées en fin d'expérimentation sur les parcs à plat. Comparaison avec la nouvelle méthodologie de 1999 et les mesures en surélevé.

Année	site	écarts extrêmes (%)	différence (%)	parc (m ²)	type d'élevage
1997	2	15 – 37	22	~10	plat (1)
1998	2	15 – 36	21	~50	
	3	18 – 40	22	~50	
1999	2	26 – 49	23	12,25	
	1	18 – 35	17	12,25	
	1 - 4		3	0,5	
	1 - 4		3 - 8		tables

(1) mise en élevage traditionnel "à plat"; (2) mise en élevage en petits parcs de 0,5 m²

Les résultats obtenus en 1999 à partir de 25 mesures de cadrats contigus de 0,5 m², montrent l'hétérogénéité "extrême" de la dispersion de la mortalité. Les parcs utilisés en 1997 et 1998 (respectivement 10 et 25 m²) sont déjà de petite taille au regard de ceux utilisés par les professionnels (plusieurs ares). L'étude menée en 1999 sur un parc de 12 m², constitué de 25 cadrats de 0,5 m², montre des écarts de mortalité significatifs sur des cadrats contigus. Les écarts extrêmes sont de 10 % sur le site 1 "sableux" et de 20 % sur le site "vaseux". Ainsi ces écarts sont-ils du même ordre de grandeur que les écarts inter échantillonnage. Ce résultat démontre le caractère "micro spatial" de la dispersion de la mortalité sur les parcs à plat dont les causes sont liées à l'hydrodynamisme complexe qui s'exerce à micro échelle dans ce type d'écosystème estuarien. Cette étude présente également un exemple de "micro spatialisation" de la mortalité de *Crassostrea gigas* en élevage à plat. Un taux de mortalité de 10 % supérieur apparaît nettement sur quelques m² à l' E-SE du parc 2 (est du banc de Ronce). Ce résultat peut caractériser un phénomène à micro échelle et (ou ?) d'un phénomène de mortalité "en tache". Mis en évidence en poches ostréicoles, ce phénomène n'avait encore jamais été étudié sur les sites à "plat". Si le caractère géographique "confiné" des mortalités a été évoqué au cours des épisodes de crises de mortalité printanières des années 90, rien ne laissait supposer un tel niveau de spatialisation (+ 10 % de mortalité sur quelques m² et dans quelques m²).

Sur le plan méthodologique, les mesures effectuées dans des petits parcs "à plat" de 0,5 m² en 1999 améliorent de façon très significative la précision des estimations. Par contre, la mortalité mesurée dans ces petits parcs est significativement plus forte que celle mesurée de façon traditionnelle. Les résultats de mortalité sont supérieurs de 7 % aux mesures effectuées dans des conditions "traditionnelles". Cette différence de 7 % représente exactement la "perte" de cheptels enregistrée au cours de l'expérimentation de marquage. Dans la mesure où cette disparition représente en fait une perte de cheptels morts (perte de coquilles), les mesures enregistrées sur les petits parcs à plat (nouvelle méthode) et les grands parcs (méthode "traditionnelle") deviennent alors cohérentes. Les causes invoquées pour expliquer ces différences peuvent être de plusieurs ordres : l'envasement des coquilles pourrait être une des explications sur le site 2, quand les coquilles des petits parcs de 0,5 m² sont régulièrement remises en surface à chaque échantillonnage. Comme ce taux de perte de cheptels se rencontre de la même façon sur le site 1, au sol dur et sableux, la deuxième cause invoquée est l'hydrodynamisme qui a tendance à modifier la distribution des populations sur les sites. Les taux de dispersion des cheptels sont significativement plus importants sur les sites sableux (23–53 %) contre (3–37) % sur les sites vaseux. L'hydrodynamisme d'une part et l'envasement d'autres part peuvent ainsi être deux causes respectivement responsables du taux de perte sur

les sites sableux et vaseux. Il est important de signaler que les taux de mortalité mesurés sur le plat, sont sous estimés au terme de 6 mois d'élevage. Une estimation plus précise maximiserait les différences entre les taux de mortalité des élevages sur table et à plat.

Cette dispersion des populations par les conditions climatiques et hydrologiques est bien mise en évidence au cours de l'année 1998. Malgré la multiplication des mesures sur chaque site, la courbe de mortalité cumulée d'huîtres sur le site 4 montre une chute de 28 % à 16 % au cours du mois de juillet. Ce résultat, rencontré sur plusieurs sites au cours de l'année 1997, démontre que des perturbations environnementales se manifestent sur certaines zones au cours de l'été (e.g. hydrodynamisme particulier, "coups de vent"). Ces perturbations sont responsables de la disparition partielle de coquilles d'huîtres sur ces sites. Ce résultat est confirmé en fin d'élevage en 1998 : pour une densité moyenne initiale d'environ 400 huîtres par m², la densité finale est de 350 ind m⁻² pour le site 1 et moins de 300 ind m⁻² pour le site 2. Les densités chutent ensuite à 250 ind m⁻² pour le site 3 et à moins de 200 ind m⁻² pour le site 4, situé le plus à l'est du banc.

Les mesures effectuées à partir des petits parcs de 0,5 m² approchent probablement plus la réalité zootechnique de survie des cheptels sur le plat, alors que la structure expérimentale s'éloigne de la pratique traditionnelle (au moins au niveau des dimensions). Le développement de cette dernière méthodologie est celle qui doit être retenue à l'avenir pour les études de terrain.

4.3. Taux de mortalité des élevages à plat et sur table

Malgré les difficultés rencontrées pour mesurer la mortalité à plat, celle ci est significativement plus élevée que la mortalité des élevages sur tables (Soletchnik *et al.*, 1999) (Tableau 24). Ainsi, les rapports entre les taux de mortalité à plat et sur table montrent que la mortalité à plat est d'environ 40 % supérieure à celle sur tables en 1998-1999, et de 170 % supérieure en 1997. Si une différence d'environ 40 % est probablement de nature "environnementale" (opposition entre les 2 types de cultures), celle rencontrée au cours de l'année 1997 est probablement d'un autre ordre.

Tableau 24 : Comparaison des 2 "types" de mortalité (%) (totale et d'élevage) et des deux types d'élevage (plat et table) de 1997 à 1999 sur le site expérimental de Ronce-Perquis.

			97	98	99
			(1)		
mortalité "totale"	(plat)	(1)	26	25	37
mortalité "d'élevage"	(plat)	(2)	20	14	11
mortalité "totale"	(table)	(3)	10	17	27
mortalité "d'élevage"	(table)	(4)	7	10	6
(1) / (3)			2,60	1,47	1,37
(2) / (4)			2,86	1,40	1,83

(1). Résultats sur les petits parcs des 4 sites

L'intensification de la mortalité frappe les cheptels à plat entre le 21 juillet et le 18 août, période de ponte dans le bassin en 1997. En 1996, le pic de mortalité identifié au cours du mois de juin, relève probablement d'une cause "aiguë" (e.g., agent pathogène, condition environnementale particulière). Si l'origine pathogène des mortalités n'a jamais été confirmée dans le cas des élevages "à plat", la comparaison systématique avec le "surélevé" peut permettre d'apprécier un niveau de mortalité "atypique" de ce type d'élevage.

L'expérimentation menée sur les sites 2 et 3 (étude selon la hauteur d'élevage, avec 4 modalités d'élevage) précise la périodicité d'apparition de la mortalité à plat. Sur le site 2 ("vaseux"), la mortalité initiale est similaire pour les 4 conditions d'élevage (entre le 01/04/99 et le 17/05/99). Les taux de mortalités sont également voisins pour les 4 conditions expérimentales entre le 12/07/99 et le 30/08/99. Par contre, une mortalité spécifique affecte les élevages à "altitude 0" entre le 17/05/99 et le 12/07/99. Elle crée ainsi une différence de ~ 8 % avec la mortalité des élevages sur table (équivalente par ailleurs entre 25 et 50 cm).

Par ailleurs, la différence entre les rapports 1,83 et 1,37 (Tableau 24), montre l'influence "rémanente" de la qualité du lot de départ sur la mortalité de l'élevage en 1999. En d'autres termes, l'effet sédiment (élevage à plat) exacerbe la mortalité des élevages après la période d'acclimatation par opposition à 1997 et 1998 .

Par contre la comparaison des résultats obtenus sur les parcs de 12 m² sont cohérents avec le classement des autres années où la mortalité à plat du site 1 (50 % d'exondation, et sol stable) connaît un taux de mortalité de 8 – 9 % inférieur à celui du site 2 (aux caractéristiques plus vaseuses et à moins de 40 % d'exondation). C'est également cette même différence de 9 % qui se retrouve dans la comparaison des modes de distribution de mortalité dans les parcs de 12 m². Le taux de mortalité élevé observé sur le site 3 est lié à un ensablement anormal durant la période printanière sur ce site. Sur le site 2, en 1999, la vase semble exercer un effet "modérateur" sur la mortalité "historique" (Annexe II). La gestion particulière du parc, les fréquentes manipulations qui permettent d'extraire régulièrement la population d'huîtres de la vase, entraînent ainsi moins de mortalité "physique" liée au sédiment. Enfin, le parc de 0,5 m², bien isolé, ne subit pas la mortalité en "tâches" particulière qui frappe ce site vaseux (Tableau 17).

La mortalité de l'année 99 est la plus forte rencontrée au niveau des élevages sur table. Elle est dans ce cas, autant associée à l'état initial des cheptels qu'aux conditions d'élevage pendant 6 mois. En effet, avec une mortalité de mise en élevage en 1997 et 1998 de quelques %, elle atteint en 1999 15–20 % sur le plat et de 15 % sur table, dans les premiers 15 jours d'élevage. La déduction de cette mortalité de mise en élevage de la mortalité finale, permet d'estimer le taux après 3 mois d'élevage à 6 %, identique en 1999 et 1997. Le taux de mortalité en 1998 demeure supérieur au printemps et en début d'été, pour atteindre 10 % fin juillet.

La "condition" initiale des cheptels (qualité) est un facteur essentiel du devenir zootechnique d'un élevage. Ceci a été démontré dans les différentes analyses des résultats d'affinage en claires et reste également vrai pour l'élevage sur estran. Ainsi, dans cette étude sur 3 ans, le taux de mortalité journalier de mise en élevage compris entre 0,05 et 0,12 % pour les cheptels de l'année 1997, est "cohérent" avec son indice Afnor de 8,4 (Tableau 3). Dans le cas des années 98 et 99, le peu de différence entre les indices de qualité (Afnor ou Walne et Mann) ne laisse pas présager les écarts d'un facteur 2 entre les taux de mortalité initiale des cheptels. Par contre, à poids égal, le cheptel de 1999 est âgé de 3 ans et celui de 1998, de 2 ans seulement. Dans l'expérimentation conduite sur les sites 2 et 3, à 25 cm et 50 cm sur tables, la dynamique de mortalité est strictement identique.

4.4. Croissance et sites d'élevage (sédiment, profondeur). Variations inter annuelles

Les conditions d'élevage à plat des huîtres en parc sont aussi défavorables sur le site 2 que sur le site 3. Le premier est à caractère vaseux. Le second a subi des ensablements exceptionnels au printemps et en début d'été. L'effet de cet ensablement a également affecté les élevages en poche "à plat". Les performances des élevages sur tables à 25 cm ou 50 cm de hauteur sont très proches, alors que le site 3 (sableux) présente de meilleures croissances.

Un gradient positif de gain de poids sec existe entre l'élevage à plat (sédiment vaseux) et l'élevage à "altitude 0", "hors sol". Cette différence est due à l'effet "physique" défavorable de la vase sur croissance, probablement due à une turbidité excessive et/ou une déplétion de nourriture. Un ensablement intempestif a ramené la condition "tab0" à la condition d'élevage "à plat" des huîtres directement exposées sur le fond.

La comparaison entre les performances de croissance sur le site sableux et le site vaseux montre une croissance supérieure en poids sec sur le site sableux. Aucune différence n'est notable en croissance de coquille. Ainsi le sédiment vaseux est associé à un effet défavorable sur la maturation au cours de la période printanière et estivale, y compris pour les élevages sur tables, à 25 cm ou 50 cm de hauteur.

En 1997, année favorable à la croissance, la variabilité liée au site est aussi importante que celle liée au type d'élevage (plat ou table). En 1998, année peu favorable à la croissance, la variabilité liée aux sites devient négligeable devant celle liée à la différence des types d'élevage (plat ou table). Si la différence inter annuelle est corrélée à une différence significative dans la ressource trophique entre 1997 et 1998, il semble alors nécessaire de mesurer les différences de disponibilité alimentaire entre les sites à plat et les sites en surélevé.

4.5. Maturation et ponte

Les analyses biochimiques de chair permettent d'obtenir deux cycles différents entre 1997 et 1998 démontrant ainsi une variabilité inter-annuelle. Le cycle de 1997 est cohérent avec les connaissances sur la glycogénolyse et la lipogénèse en période de maturation des produits génitaux. Le glycogène contribue significativement à augmenter la qualité organoleptique de l'huître. Il est également souvent utilisé comme descripteur de "qualité" et de l'état physiologique de l'huître. Le cycle du glycogène en 1997 montre sans ambiguïté comment les bonnes conditions environnementales du printemps et de l'automne 1997 permettent la synthèse de ce sucre par les huîtres. Ce résultat ne se retrouve pas en 1998 où la teneur en glycogène la plus élevée ne dépasse pas 3 %. Cette différence se retrouve également au niveau de l'analyse des sucres totaux. En 1997, la synthèse du glycogène des élevages sur tables des 4 sites est significative. Elle atteint 20 % début octobre. En 1998, les huîtres effectuent une première étape de synthèse lipidique au cours du printemps. La gonade a une teneur en lipides supérieure au soma. La perte de gamètes entraîne donc une chute de la teneur en lipides de la chair de l'huître, bien visible en 1997 entre le 21 juillet et le 18 août (dates d'échantillonnage). En 1998, selon les sites et les types d'élevage, deux "périodes" de ponte sont visibles, entre le 22 juin et le 10 juillet pour certains lots, et entre le 10 juillet et le 23 juillet pour les autres. La première "chute" de lipides en début juillet sur 2 sites à plat et un

site sur table, laisse à penser que ces cheptels ont été parmi les premiers à pondre en 1999. C'est à cette date en effet qu'apparaissent les premières larves d'huîtres dans le bassin de Marennes - Oléron.

Les larves sont échantillonnées en 6 sites du bassin de Marennes - Oléron, tous les 2-3 jours de juin à début septembre. Un rapport est calculé entre la somme des larves pêchées en 1997 et 1999 par rapport à la pêche de l'année 1998 (plus faible année en effort de ponte). Les rapports obtenus sont de 2,39 ; 1,0 et 1,32 pour les années 1997, 1998 et 1999 (Tableau 25). Ces rapports sont très proches des rapports de perte de poids sec des cheptels de respectivement 2,53 ; 1,0 et 1,22 pour les 3 années. Ce résultat montre que l'effort de ponte peut être estimé par la perte de poids sec des élevages sur table. En effet, ces derniers représentent ~70 % de la biomasse des élevages du bassin. Leur contribution à la reproduction, estimée par le gain de chair durant le printemps – été est de 75 % par rapport à l'ensemble des cheptels. Dans ces conditions, 90 % de l'effort de ponte des cheptels du bassin proviendraient des élevages en surélevé, hors populations naturelles. La contribution des élevages à plat à la reproduction compterait donc pour une part négligeable de l'effort de reproduction de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes - Oléron.

Tableau 25 : Comparaison entre l'abondance des larves (1) et la perte de poids sec des cheptels en élevage sur tables.

Années	97	98	99
rapport effectif	2,39	1	1,32
rapport perte de poids sec (1)	2,53	1	1,22

(1) (d'après données DEL La Tremblade)

La convergence des poids secs à la fin du mois d'août montre l'absence de relation finale entre les conditions d'élevage à plat et sur tables et le gain de soma au cours du printemps – été sur le banc de Ronce - Perquis. Ainsi, les prises de soma de 0,42 g, 0,41 g et 0,73 g en 1997, 98 et 99 reflètent une croissance somatique "prédéterminée" génétiquement (?) de populations d'huîtres de 2 ans en 97-98, et de 3 ans en 99. Le "retour" à un poids de soma équivalent pour les lots suite à la ponte pour les 2 types d'élevage (plat et surélevé) est à ce titre notable les 3 années consécutives avec un caractère probablement non aléatoire.

5. CONCLUSION

Les performances de croissance en coquille et en poids de chair des élevages à plat sont inférieures à celles des élevages sur table. Le site le plus à l'est de la radiale (75 % d'immersion) est le site présentant systématiquement les performances de croissance les plus élevées. Le gradient positif de croissance de l'ouest vers l'est semble diminuer entre 1997 et 1999. Les performances de croissance ont tendance à s'homogénéiser sur le site atelier de Ronce - Perquis entre 1997 et 1999. Le gain somatique des cheptels est équivalent pour les élevages sur tables et à plat en fin d'élevage (post ponte). Il est de 0,4 g en 1997 et 1998 (huîtres de 2 ans), et de 0,7g en 1999 (huîtres de 3 ans). La différence significative de prise de poids de chair durant le printemps – été est associée à la maturation des produits génitaux. Cette maturation est 2–3 fois supérieure pour les élevages sur tables que pour ceux à plat. L'année 99 semble caractérisée par une absence d'effort de ponte au niveau des élevages à plat. Le cycle "glucidique" de la chair de l'huître, montre un profil assez semblable en 1997 et 1999. En post ponte, les teneurs en sucres atteignent des valeurs de 10 % pour les élevages à plat, et de 15 % pour les élevages sur tables, traduisant ainsi les bonnes conditions environnementales de l'été. En 1998, la teneur en sucres de la chair des huîtres ne dépasse pas 5 % au cours du cycle d'élevage. L'échantillonnage par pêche des larves d'huîtres dans le bassin de Marennes - Oléron permet d'estimer l'effort de ponte. Au cours des 3 années d'étude, la ponte est "fractionnée", avec deux émissions d'intensité différente réparties entre juillet et août. 83 à 96 % des pontes ont lieu durant la dernière période échantillonnée (ponte massive annuelle).

La dispersion de la mortalité sur les 2 sites expérimentaux subdivisés en 25 cadrats est comprise entre 17-37 % pour le site 1 et 22-56 % pour le site 2. Malgré la variabilité importante associée à ces mesures, les taux de mortalité sont supérieurs sur le site le plus vaseux. Le site 2 montre une géodispersion marquée de la mortalité. Le taux de mortalité est supérieur de 10 % à l'est du parc. Cette spatialisation de la mortalité n'apparaît pas sur le site 1. Cette étude systématique de la mortalité sur 25 cadrats contigus, a montré la difficulté de mesurer de façon précise le taux de mortalité des élevages à plat. La dispersion des cheptels affecte d'abord les individus morts (disparition des coquilles). Cette dispersion dépend à la fois de la nature du terrain et des conditions météorologiques et hydrodynamiques propres aux sites et à la saison. La méthodologie de mesure de la mortalité des élevages à plat a évolué de 1997 à 1999. La "dispersion" des mesures en quelques mois d'élevage est de l'ordre de 10–15 % . Cette forte dispersion constitue un réel handicap pour l'échantillonnage des taux de mortalité des populations d'huîtres en élevage traditionnel sur le plat. La mortalité au terme de l'élevage peut être décomposée entre une mortalité "historique et de mise en élevage" et une mortalité "d'élevage" (associée aux conditions d'élevage). Cette mortalité initiale liée à l'historique zootechnique du cheptel peut être supérieure à la mortalité d'élevage comme en 1999. Cependant cette mortalité "historique" peut, certaines années, être indissociable de la mortalité d'élevage, si l'environnement est particulièrement défavorable en début d'élevage. Les mortalités de mise en élevage sont de 3, 7 et 21 % respectivement en 1997, 1998 et 1999. Elles confirment les différences de qualité initiale des cheptels.

En 1997, la mortalité moyenne de fin d'élevage "à plat" est comprise entre 23–29 %, sans différences intersites. En 1998, cette mortalité moyenne est de 17–32 % . La mortalité du site 4 (~17 %) est inférieure à celle des autres sites. En 1999, les taux de mortalité sont compris entre 32 et 40 %. La meilleure survie est obtenue sur le site 2. Le bilan effectué au terme des études menées en 1999 permet de conclure à la sous estimation d'au moins 7 - 8 % de la mortalité des cheptels sur le plat en 1997 et 1998. Les taux de dispersion, variables d'un site à l'autre, permettent difficilement de conclure sur la qualité des sites en 1997 et 1998, qu'il s'agisse de parcs de 10 m² (1997) ou de 50 m² (1998). La mesures effectuées en 1999 grâce à

la méthodologie de mise en place des petits parcs, avec désenvasement régulier des huîtres et protection de petites surfaces par un grillage permet d'éviter la dispersion des cheptels (taux de perte ~0) au cours des 5 mois d'expérimentation. La variabilité associée aux 3 réplicats de mesure est faible. Cette méthodologie est donc à retenir pour le futur. La mortalité cumulée des élevages sur tables suit une progression linéaire. Elle atteint 6 % en 3 mois d'élevage. En 1998, le taux de mortalité atteint 10 %. Au niveau des élevages à plat, la mortalité printanière est plus significative. A partir du début de la saison de ponte, la mortalité sur le plat est comparable à celle des élevages sur tables. L'année 1998 subit des épisodes climatiques violents qui ont perturbé les élevages "à plat", limitant ainsi l'interprétation et la précision des mesures. Les différences de mortalité inter sites et inter modalités d'élevage sont exacerbées durant la période printanière. Elles deviennent négligeables en période estivale de maturation et de ponte en juillet – août. Une mortalité spécifique aux élevages à "altitude 0" affecte les cheptels fin mai et au cours du mois de juin. Aucune mortalité exceptionnelle n'affecte les cheptels sur tables au cours de la période de maturation avancée .

Ainsi, ces trois années d'étude ont permis de mettre en évidence certains "écueils" devant être évités lors des études sur la mortalité des huîtres à plat : la mortalité d'élevage doit être dissociée de la mortalité "historique" initiale et de la mortalité "d'acclimatation" des cheptels. (liées aux caractéristiques des cheptels). La dispersion "micro spatiale" de la mortalité nécessite un effort d'échantillonnage particulier et l'utilisation des structures expérimentales en parcs de 0,5 m² qui retiennent les coquilles mortes.

Le "poids historique" de la mortalité pourrait être approché chaque année en considérant plusieurs qualités de cheptels simultanément sur un même site. En faisant varier la mortalité historique, il serait alors possible d'apprécier la mortalité de mise en élevage, dépendant des conditions environnementales.

La mesure conjointe de la mortalité sur table et sur plat peut également constituer un outil de diagnostic d'une mortalité anormale sévissant sur le plat comme ce fut le cas au début des années 90.

6. REFERENCES

- Bacher C., 1989.** Capacité trophique du bassin de Marennes - Oléron : couplage d'un modèle de transport particulière et d'un modèle de croissance de l'huître *Crassostrea gigas*. *Aquat. Living. Resour.*, 2 : 199-214.
- Beattie J.H., Chew K.K. and Hershberger W.K., 1980.** Differential survival of selected strains of Pacific Oysters (*Crassostrea gigas*) during summer mortality. *Proc. National Shellfisheries Ass.*, 70 : 184-189.
- Bodoy A., Garnier J., Razet D. and Geairon P., 1988.** Mass mortalities of oysters (*Crassostrea gigas*) during spring 1988 in the bay of Marennes-Oleron, related to environmental conditions. *Cons. Inter. Exp. Mer*, C.M. 90/K 11 1-23.
- 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'information géographique (SIG). Rapport de stage de DESS de l'Université de Pau et des pays de l'Adour : 25 pp.
- Farley C.G., 1992.** Mass mortalities and infectious lethal diseases in bivalve molluscs and association with geographic transfers of populations. In: Rosenfield A., Mann R. (eds), *Dispersal of living organisms into aquatic ecosystems*, Maryland Sea Grant Publishers, College Park, Maryland, pp. 139-155.
- 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). DESS. Université de Caen, 69 p.
- Fruchard P., 1998.** Contribution à l'étude de la mortalité estivale de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) en baie de Marennes-Oléron sur le banc de Ronce-Perquis. Rapport de stage, 35 pp.
- Glude J. B., 1975.** A summary report of the Pacific coast oyster mortality investigations 1965-1972. Proc. third U.S. - Japan Meeting Aquaculture at Tokyo, Japan, October 15-16, 1974 : 1-28.
- Gouletquer P., 1995.** Etat des mortalités sur Ronce les bains dans le bassin de Marennes - Oléron au 21 juin 1995. *L'Echo des Cabanes*, 10 : 7-8.
- Gouletquer P., Lombas I. et Prou J., 1987.** Influence du temps d'immersion sur l'activité reproductrice et sur la croissance de la palourde japonaise *Ruditapes philippinarum* et l'huître japonaise *Crassostrea gigas*. *Haliotis*, 16 : 453 - 462.
- Gross F. and Smyth J.C., 1946.** The decline of oyster populations, *Nature* 157 : 540-542.
- Guillaud J.F., 1992.** Les rejets urbains en mer. *Hydroécol. Appl.*, 4 : 159-172.
- Héral M., 1989.** L'ostréiculture française traditionnelle. In Barnabé G., (ed), *Aquaculture*, Lavoisier Technique et Documentation Publisher, Paris, vol 1, pp. 348-397.

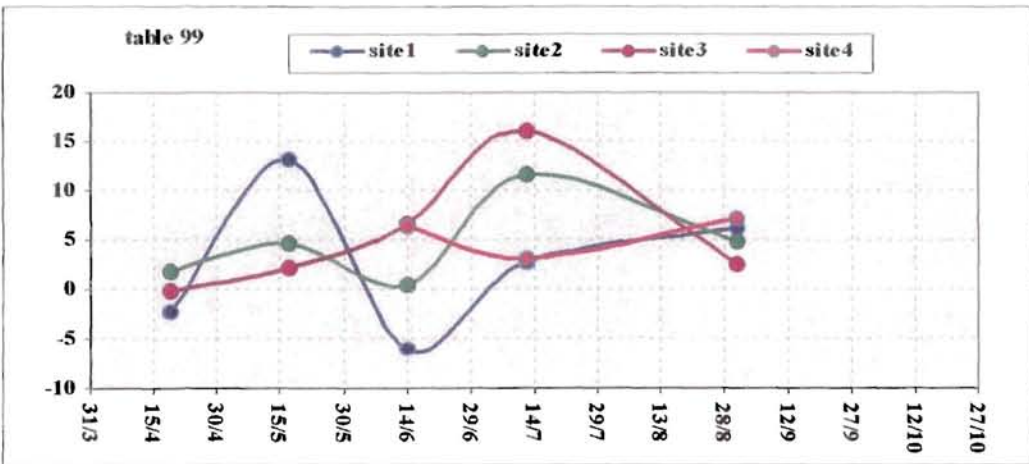
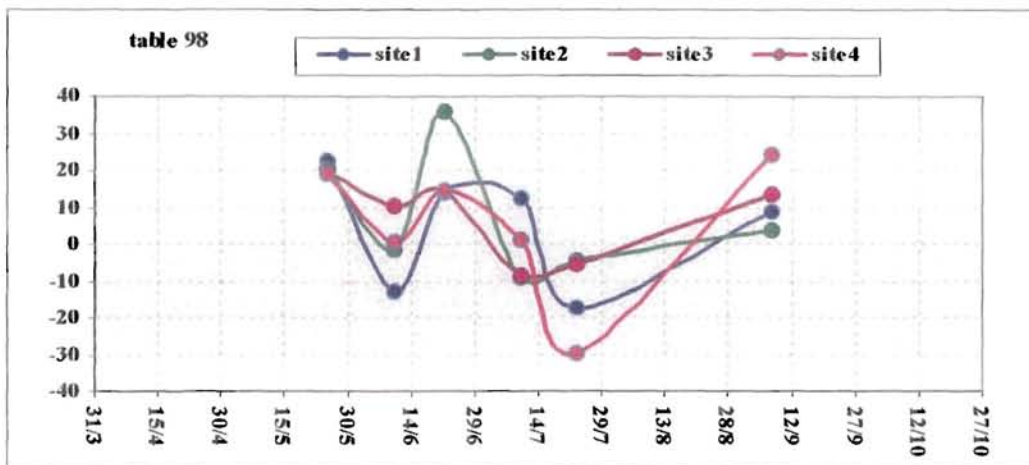
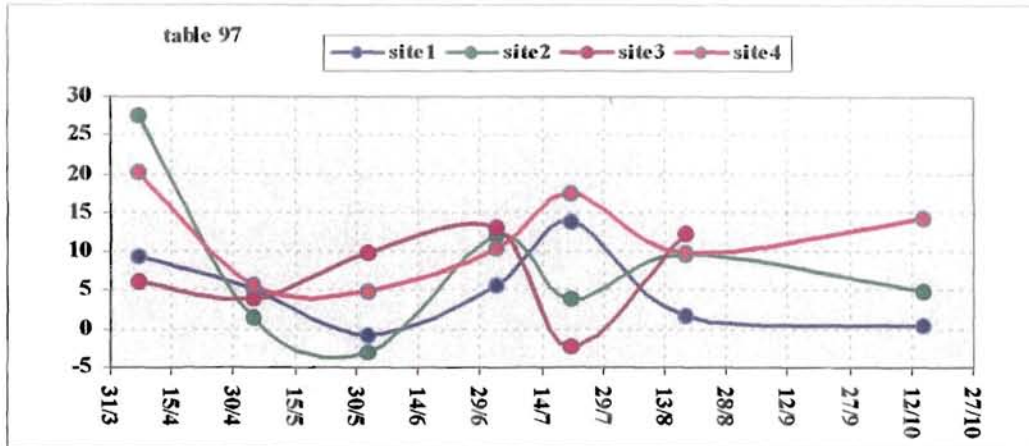
- Héral M., 1991.** Approche de la capacité trophique des écosystèmes conchylicoles : synthèse bibliographique. *ICES mar. Sci. Symp.*, 192 : 48-62.
- Imai T., Numachi K., Oizumi J. and Sato S., 1965.** Studies on the mass mortality of the oyster in Matsushima Bay. II. Search for the cause of mass mortality and possibility to prevent it by transplantation experiment. *Bull. Tohoku reg. Fish. Res. Lab.*, 25 : 27-38.
- Lodato M.I., 1997.** Mortalité estivale de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, sur les bancs ostréicoles de Perquis et Ronce (bassin de Marennes - Oléron): Etude des pratiques culturelles et des caractéristiques biologiques et spatiales des élevages. Thèse Dr. Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, 127 p.
- Lucas A., Calvo J., Trancart M., 1982.** L'effort de reproduction dans la stratégie démographique de six bivalves de l'atlantique. *Haliotis*, 9 : 107 - 116.
- Mackin J.G., 1961.** Mortalities of oysters. *Proc. Nat. Shellfish Ass.*, 50 : 40-51.
- Martin J.L., Sornin J.M., Delmas D., El Sayed M. et Berthet B., 1989.** La biodéposition dans les aires ostréicoles. Son rôle dans la concentration de la matière organique et de contaminants potentiels. Son impact sur le sédiment. IFREMER DRV.89.013-RA-CREMA-L'Houmeau, 60 p.
- 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.
- Menesguen A., 1997.** Présentation du phénomène d'eutrophisation littorale, IFREMER Actes de colloques : La mer et les rejets urbains, Bendor, France, AC 11, 35-52.
- Mineur F., 1999.** Les mortalités estivales de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes - Oléron (banc de Ronce) : performances zootechniques en divers sites et altitudes dans la colonne d'eau. Rapport de stage de l'Université de Liège, 58 pp.
- Mori K., 1979.** Effect of artificial eutrophication on the metabolism of the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. *Bull. Eur. Ass. Fish. Pathol.*, 12 : 11-13.
- Nikolic M., 1964.** Causes of oyster mass mortality. Limski Kanal, Istra, 1960. *Acta Adriatica*,
- Razet D., Faury N., Geairon P., Soletchnik P. et Gouletquer P., 1996.** Les Notes Techniques de l'Unité de Recherche Aquacole Poitou-Charentes, NT/URAPC/96-01-02-03. RIDRV/RA 96-11, La Tremblade, 40 p.
- Sinderman C. J., 1976.** Oyster mortalities and their control. In : Pillay T.V.R. and Dill W.M., eds. *Advances in Aquaculture*. Fishing News Brooks Farnham, England : 349-361.
- Soletchnik P., Razet D., Geairon P., Faury N. et Gouletquer P., 1997.** Ecophysiologie de la maturation sexuelle et de la ponte de l'huître creuse *Crassostrea gigas* : réponses métaboliques (respiration) et alimentaires (filtration, absorption) en fonction des différents stades de maturation. *Aquat. Living Res.*, 10 : 177-185.

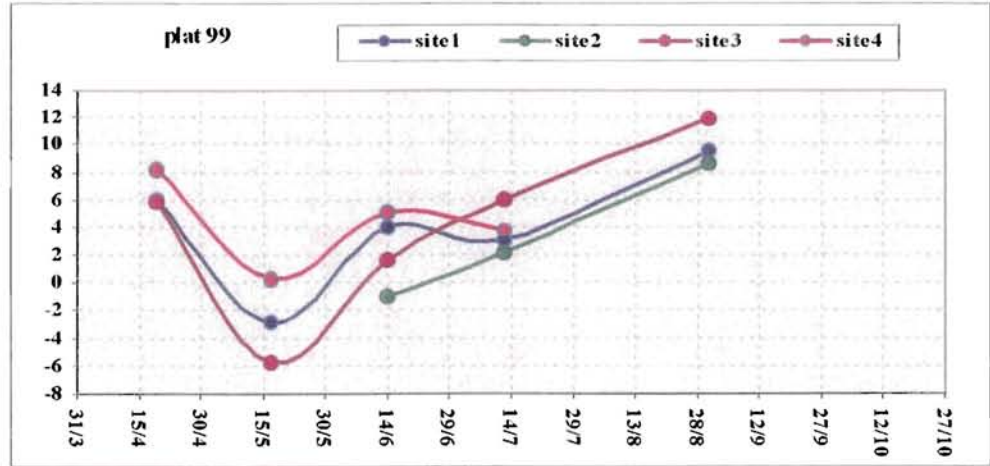
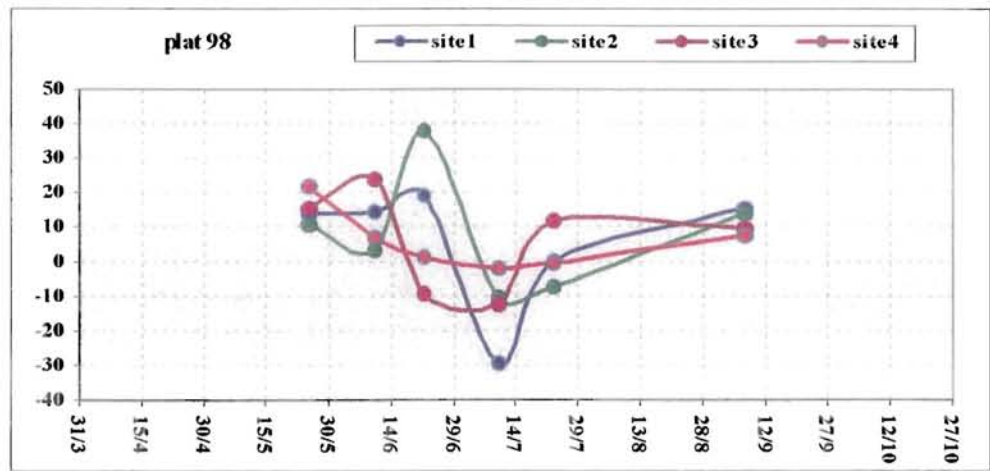
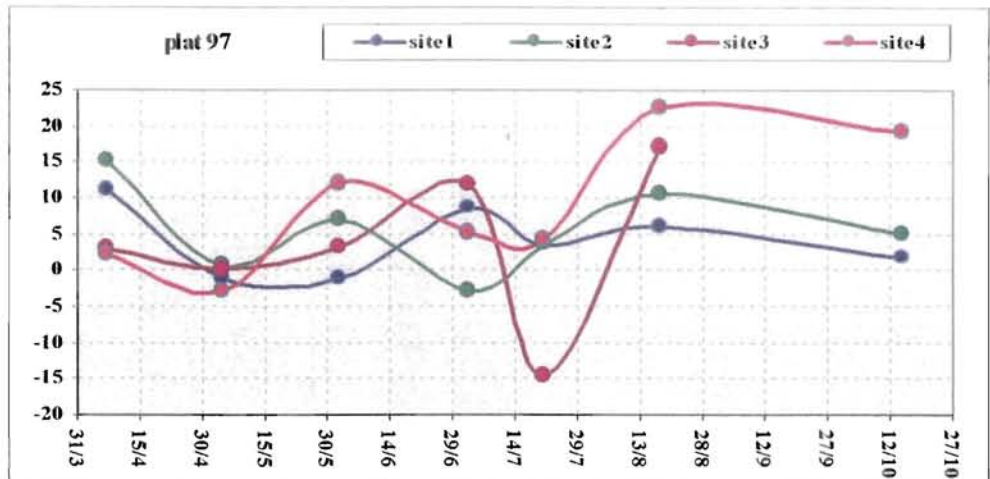
- Soletchnik P., Faury N., Razet D. and Gouletquer P., 1998.** Hydrobiology of the Marennes - Oléron bay. Seasonal indices and analysis of trends from 1978 to 1995. *Hydrobiologia*, 386 : 131-146.
- Soletchnik P, Le Moine O., Faury N., Razet D., Geairon P. et Gouletquer P., 1999.** Mortalité de l'huître *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes–Oléron. Etude de la variabilité spatiale de son environnement et de sa biologie par un système d'information géographique (SIG). *Aquat. Living Resour.*, 12 : 131-143.
- Sornin J. M., Feuillet M., Héral M. et Deslous-Paoli J.M., 1983.** Effet des biodépôts de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) sur l'accumulation de matières organiques dans les parcs du bassin de Marennes - Oléron. *J. Moll. Stud., Suppt.*, 12 : 185-197.

7. Annexes

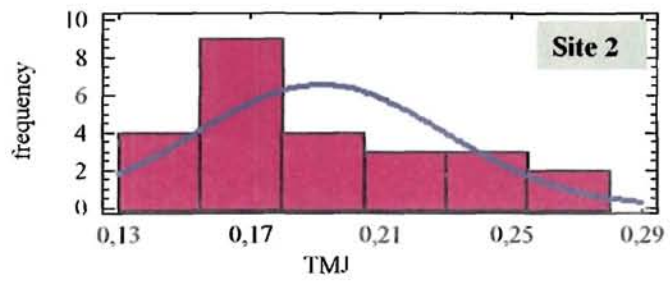
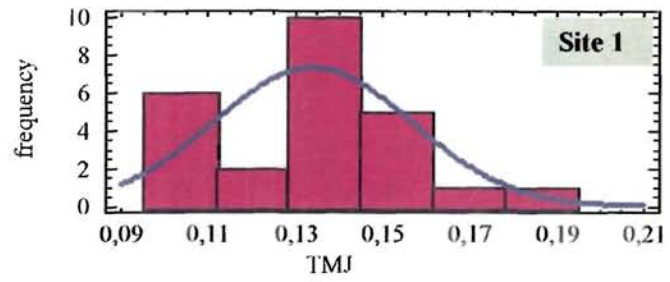
<u>Annexe I.</u> Taux de croissance journalier en poids de coquille des élevages à plat et sur table en 1997, 1998 et 1999.	71
<u>Annexe II.</u> Qualité de la distribution des mesures de mortalité sur les parcs 1 et 2 en 1999 (manip "marquage").	73
<u>Annexe III.</u> Dispersion des sous populations d'huîtres dans les parcs de 12,5 m ²	74
<u>Annexe IV.</u> Taux de mortalité de <i>Crassostrea gigas</i> en élevage, à plat, en 1997, 1998 et 1999 sur 4 sites de référence sur le banc ostréicole de Ronce-Perquis dans le sud du bassin de Marennes - Oléron.	75
<u>Annexe V.</u> Taux de mortalité de <i>Crassostrea gigas</i> en élevage en "surélevé", en 1997, 1998 et 1999 sur 4 sites de référence sur le banc ostréicole de Ronce-Perquis dans le sud du bassin de Marennes - Oléron.	76
<u>Annexe VI.</u> Taux de mortalité cumulé "selon Z" sur les sites 2 et 3. Données "brutes"	77
<u>Annexe VII.</u> Qualité initiale des cheptels. Effectifs échantillonnés pour permettre le calcul des deux indices : Afnor (1) et Wal-Man (2).....	78

Annexe I. Taux de croissance journalier en poids de coquille des élevages à plat et sur table en 1997, 1998 et 1999.





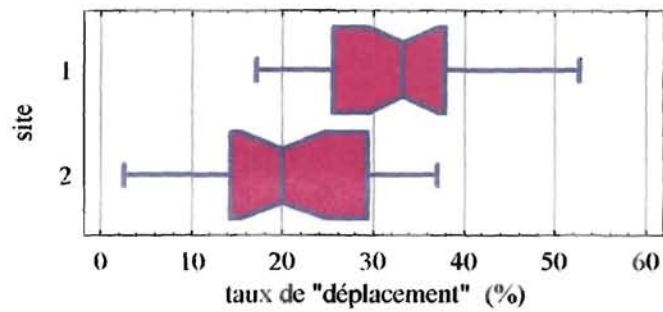
Annexe II. Qualité de la distribution des mesures de mortalité sur les parcs 1 et 2 en 1999 (manip "marquage").



Annexe III. Dispersion des sous populations d'huîtres dans les parcs de 12,5 m².

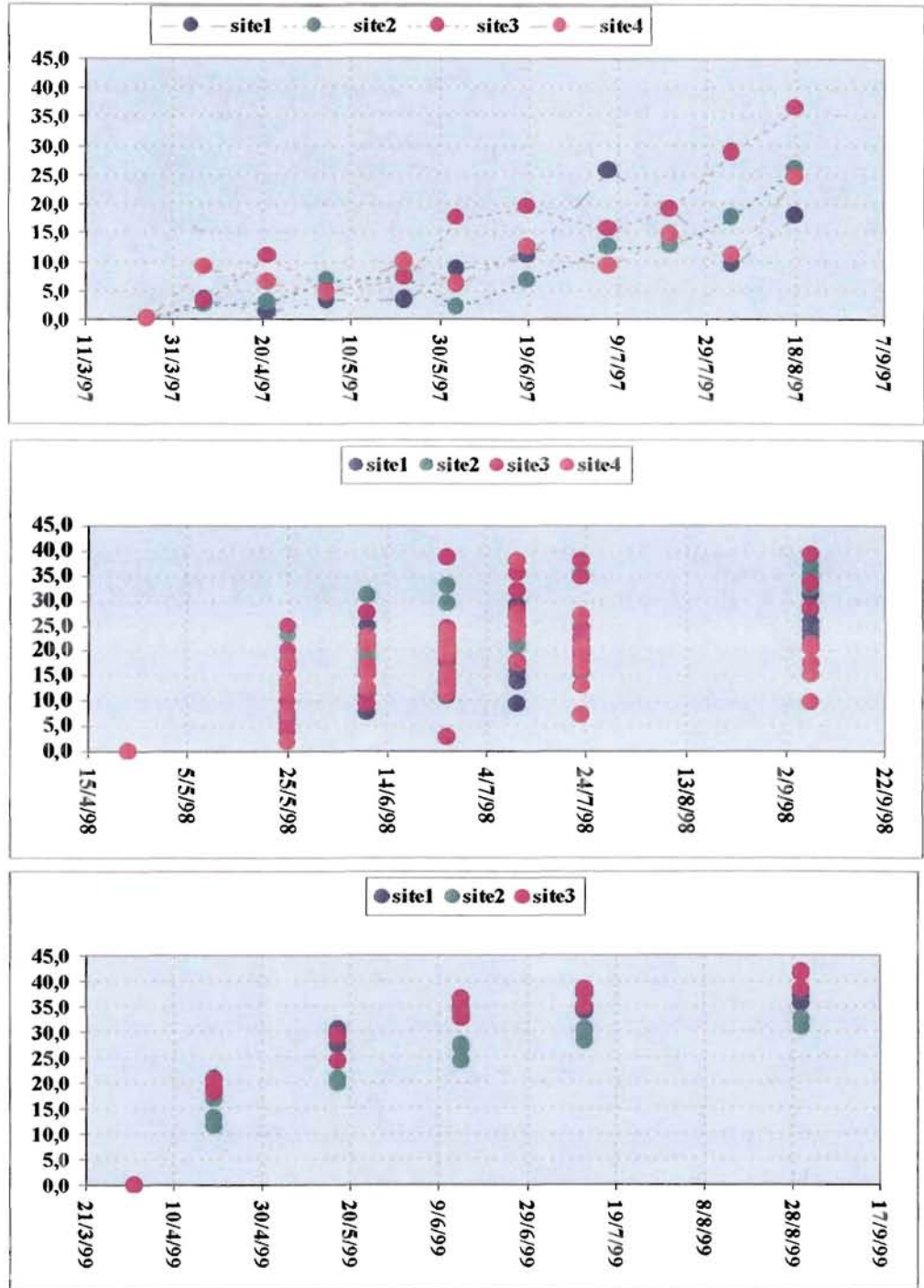
Taux de "déplacement" des sous population d'huîtres par rapport à leur site d'origine en 6 mois d'élevage (%).

52,7	43,6	24,7	27,3	26,5	32,6	2,6	16,7	20,0	29,8
35,6	19,8	31,1	22,1	37,2	26,4	5,4	15,6	14,0	20,6
34,5	25,6	23,4	37,8	33,3	37,0	13,8	7,4	14,3	26,5
29,1	17,0	33,8	23,6	42,5	20,9	14,3	18,9	17,7	36,3
50,0	39,8	34,3	30,8	43,9	36,4	29,4	20,6	17,3	29,9
site 1			S - E		site 2			S - E	

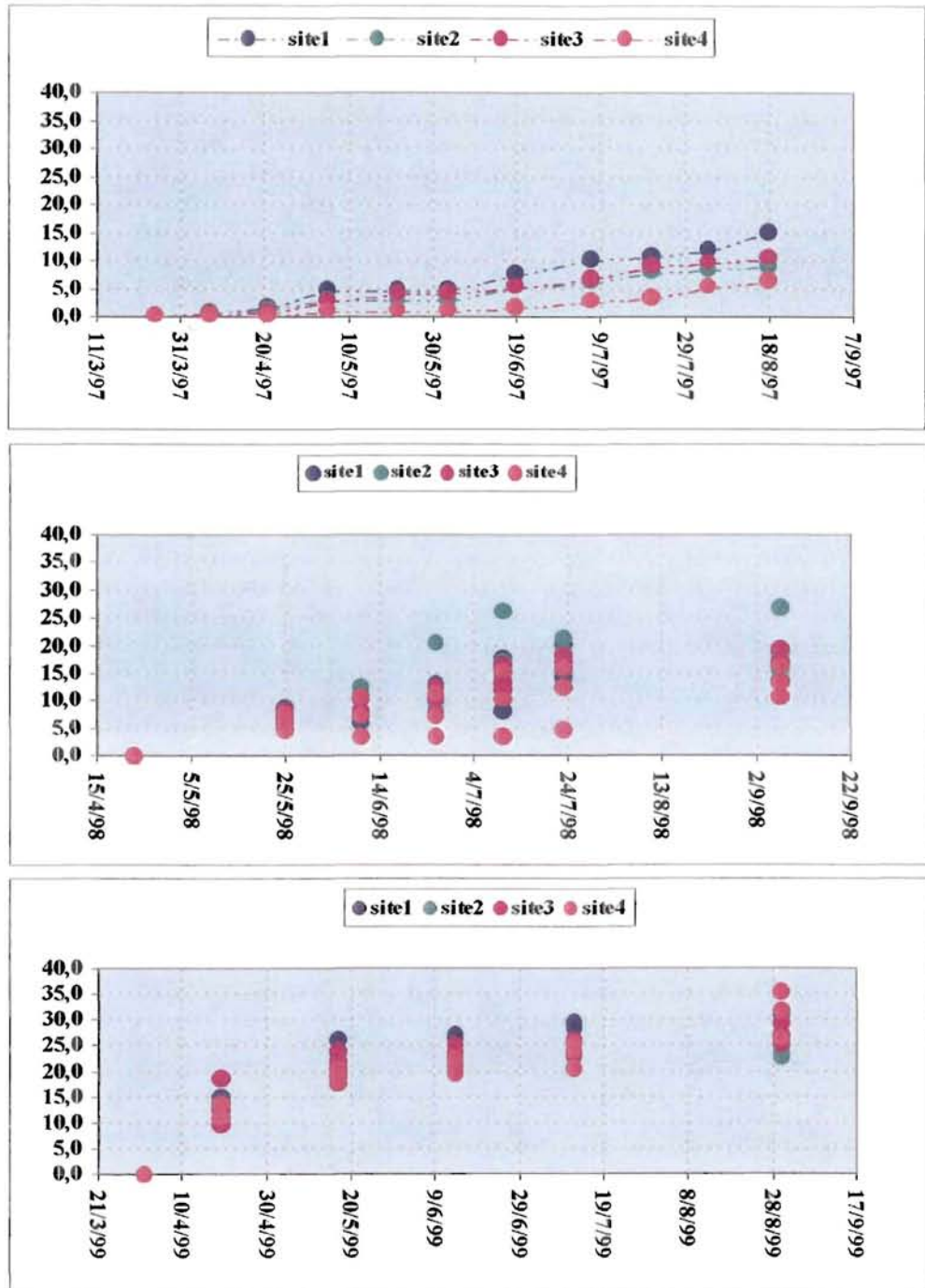


Variabilité dans le taux de "déplacement" des cheptels durant les 6 mois d'élevage entre un site "ferme" (1) et un site "vaseux" (2).

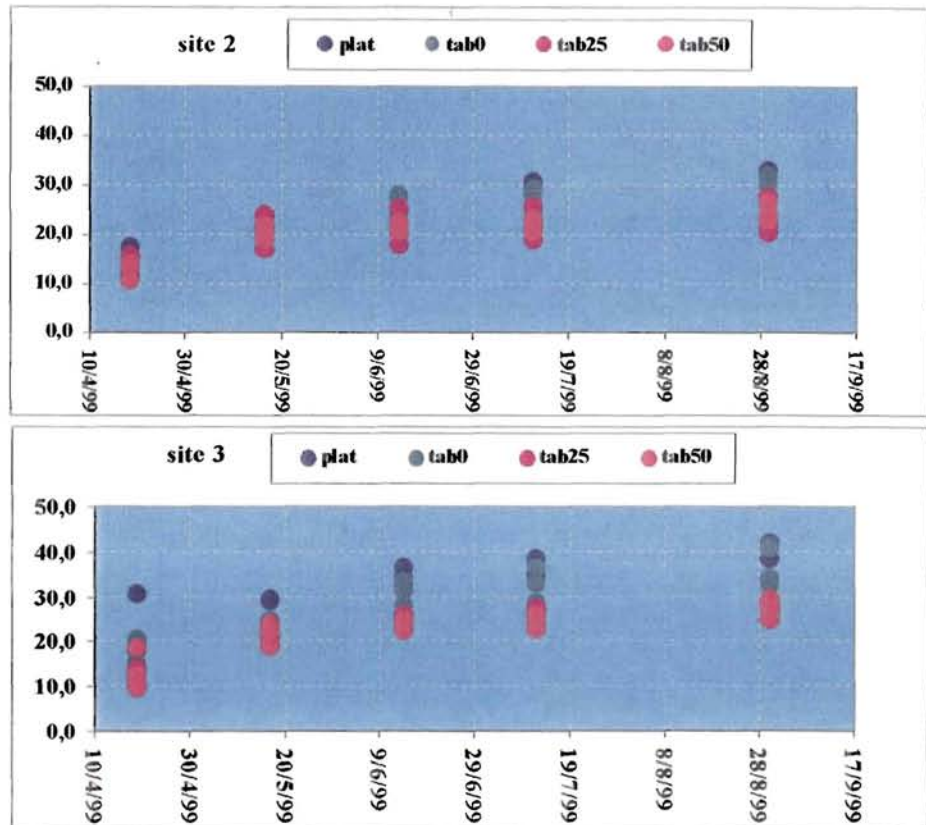
Annexe IV. Taux de mortalité de *Crassostrea gigas* en élevage, à plat, en 1997, 1998 et 1999 sur 4 sites de référence sur le banc ostréicole de Roncée – Perquis dans le sud du bassin de Marennes - Oléron



Annexe V. Taux de mortalité de *Crassostrea gigas* en élevage en "surélevé", en 1997, 1998 et 1999 sur 4 sites de référence sur le banc ostréicole de Ronce – Perquis dans le sud du bassin de Marennes - Oléron.



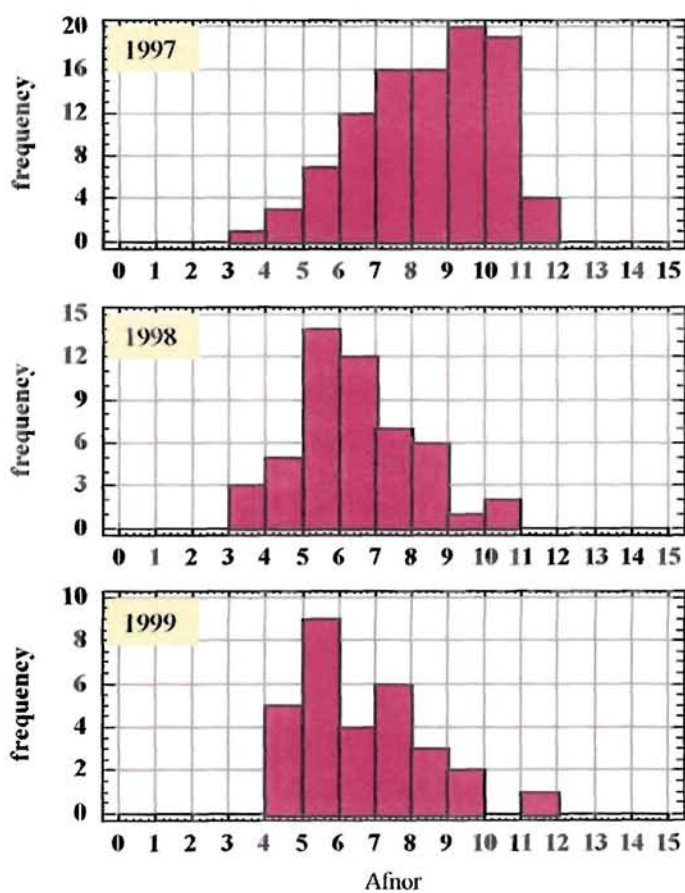
Annexe VI. Taux de mortalité cumulé "selon Z" sur les sites 2 et 3.
Données "brutes"

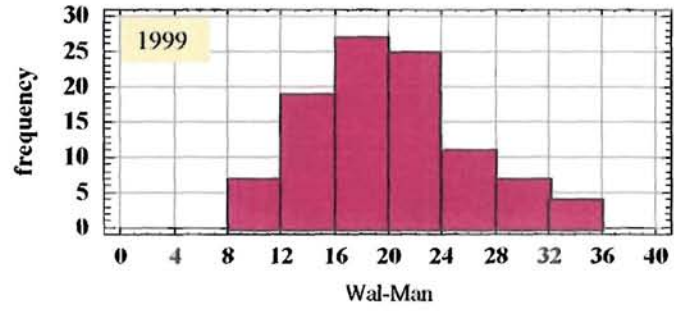
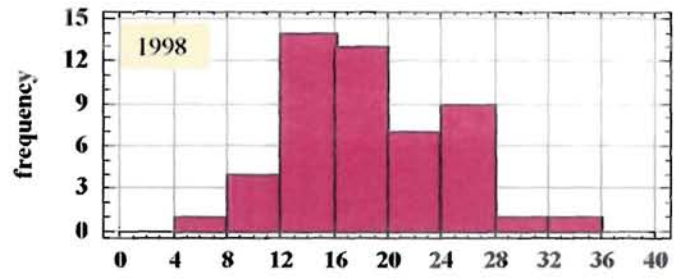


Annexe VII. Qualité initiale des cheptels.Effectifs échantillonnés pour permettre le calcul des deux indices : Afnor (1) et Wal-Man (2)

an	date	Afnor	Wal-Man
97	25/3/97	30	0
97	28/3/97	68	0
98	27/4/98	50	50
99	1/4/99	30	100

(1) Indice Afnor....(2) Walne et Mann (1975).





Liste des figures

Figure 1. Les sites ostréicoles de Ronce - Perquis dans le bassin de Marennes–Oléron	3
Figure 2. Indice de qualité Afnor (poids frais / poids total x 100) des cheptels d'huîtres lors de la mise en élevage en 1997, 1998 et 1999.....	7
Figure 3. Sites expérimentaux en 1997, 1998 et 1999 sur les parcs ostréicoles de Ronce–Perquis dans le sud du bassin de Marennes - Oléron	8
Figure 4. Sites expérimentaux de contrôle de la mortalité à plat	10
Figure 5. Croissance en poids de coquille des cheptels de <i>Crassostrea gigas</i> sur le site atelier de Ronce–Perquis en 1997, 1998 et 1999 (4 sites expérimentaux) pour les types d'élevage à plat (1) et sur table (2).	16
Figure 6. Croissance en poids sec des cheptels de <i>Crassostrea gigas</i> sur le site atelier de Ronce–Perquis en 1997, 1998 et 1999 (4 sites expérimentaux), pour les types d'élevage à plat (1) et sur table (2).	19
Figure 7. Performances de croissance en poids sec de <i>Crassostrea gigas</i> sur les 4 sites de référence (1-4) du banc de Ronce–Perquis de 1997 à 1999.	20
Figure 8. Estimation de l'effort de ponte (g) des élevages à plat et sur table de 1997 à 1999 sur le banc de Ronce–Perquis.....	21
Figure 9. Evolution du poids sec des élevages à plat et sur table en 1997, 1998 et 1999. Estimation de l'effort de ponte sur les 4 sites de référence (1-4).	22
Figure 10. Effet du site (1-4) et du type d'élevage (plat et table) sur la croissance en poids sec de <i>Crassostrea gigas</i> sur le banc de Ronce–Perquis de 1997 à 1999.	23
Figure 11. Cycle de maturation de <i>C.gigas</i> en 1997 et 1998 selon une échelle de maturité sexuelle (Soletchnik <i>et al.</i> , 1998).....	25
Figure 12 Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipides de la chair de <i>C.gigas</i> sur les sites (1 - 4) à plat et sur tables le long d'un axe W–E du banc de Ronce–Perquis en 1997.....	26
Figure 13 Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipides de la chair de <i>C.gigas</i> sur les sites (1 - 4) à plat et sur tables le long d'un axe W–E du banc de Ronce–Perquis en 1998.....	27
Figure 14. Teneur en glycogène de <i>Crassostrea gigas</i> en 1997 et 1998 (valeurs moyennes). ..	28
Figure 15. Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipides de la chair de <i>C.gigas</i> sur les sites (1-4) à plat et sur tables le long d'un axe W–E du banc de Ronce–Perquis en 1999.....	29
Figure 16. Saisonnalité de collecte de larves nouvellement écloses dans 3 zones géographiques du bassin de Marennes - Oléron en 1997, 1998 et 1999 (de haut en bas).	31
Figure 17. Evolution du poids de coquille pour les différents élevages (sites 2 et 3)	35
Figure 18. Evolution du poids sec pour les différents élevages (sites 2 et 3)	35
Figure 19. Interaction des descripteurs "site" et "type d'élevage" sur la croissance en poids sec	36
Figure 20 Conceptualisation de l'évolution des sous populations d'huîtres dans les parcelles. 38	
Figure 21. Taux de mortalité "globale".....	39
Figure 22. Taux de mortalité journaliers pour les élevages à plat en 1999 sur les sites 1 et 2 du banc de Ronce–Perquis.....	40
Figure 23. Mortalité moyenne cumulée des élevages à plat sur le banc ostréicole de Ronce–Perquis de 1997 à 1999. 1 : mortalité "brute"; 2 : mortalité d'élevage.	42
Figure 24. Mortalité (%) de <i>Crassostrea gigas</i> en élevage à plat sur le banc de Ronce – Perquis entre 1997 et 1999.	43

Figure 25. Taux de mortalité journalier pour les élevages à plat en 1997, 1998 et 1999 sur le banc de Ronce-Perquis.....	44
Figure 26. Taux de mortalité journalier des élevages à plat en 1997, 1998 et 1999 sur les sites 1 et 2 du banc de Ronce-Perquis. ("1999marq" correspond à l'échantillonnage de 25 cadrats par site).	45
Figure 27. Mortalité cumulée des élevages sur tables en 1997, 1998 et 1999.....	47
Figure 28. Taux de mortalité cumulé (fin d'élevage) des cheptels de <i>Crassostrea gigas</i> en surélevé Mortalité "totale" ("historique" + élevage).	48
Figure 29. Taux de mortalité cumulé théorique des élevages sur table sans la mortalité de mise en élevage.	49
Figure 30 Taux de mortalité cumulé (fin d'élevage) des cheptels de <i>Crassostrea gigas</i> en surélevé. Mortalité "d'élevage".	49
Figure 31. Taux cumulés de mortalité (%). Comparaison "élevage à plat et sur table".	52
Figure 32. Densité finale (moyenne et intervalle de confiance) sur les 4 sites expérimentaux de 1998	53
Figure 33. Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Moyennes des 3 poches par site. Mortalité "brute".	55
Figure 34. Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Moyennes des 3 poches par site. Mortalité d' "élevage".	56

Liste des tableaux

Tableau 1. Mortalités des élevages à plat d'huître (<i>Crassostrea gigas</i>) sur le banc de Ronces les Bains entre 1983 et 1999.....	4
Tableau 2. Rapports et publications du L.C.P.C sur la problématique de la mortalité estivale de <i>C. gigas</i>	6
Tableau 3. Indices de qualité des cheptels en début de mise en élevage en 1997, 1998 et 1999. (<i>Afnor</i> : poids frais/poids total x 100 ; <i>Walne et Mann, 1975</i> : poids sec/poids de coquille x 1000).....	8
Tableau 4. Les sites expérimentaux du banc de Ronces; altitude (<i>I</i>), temps d'émersion et caractéristiques sédimentaires.....	9
Tableau 5. Effectifs marqués d'une lettre alphabétique sur chacune des parcelles (sites 1 et 2).	10
Tableau 6. Périodes et dates d'échantillonnage sur les sites d'élevages 1-4 du banc de Ronces - Perquis dans le bassin de Marennes - Oléron.....	11
Tableau 7. Echantillonnage de la mortalité et de la croissance. Structures d'élevage et nombre de prélèvements.....	12
Tableau 8. Les descripteurs de l'étude.....	13
Tableau 9. Analyse de la variance du poids de coquille de <i>Crassostrea gigas</i> en élevage sur le banc de Ronces-Perquis en 1997, 1998 et 1999.....	14
Tableau 10. Taux de croissance journalier (TCJ) en poids de coquille.....	14
Tableau 11. Poids moyens de coquilles selon le type d'élevage (plat et table), et "gain" en coquilles des élevages sur table par rapport aux élevages à plat.....	15
Tableau 12. Analyse de la variance du poids sec de <i>Crassostrea gigas</i> en élevage sur le banc de Ronces-Perquis en 1997, 1998 et 1999.....	18
Tableau 13. Gain de soma au printemps-été (~ 5 mois d'élevage) et effort de ponte estimé par la perte de poids sec au cours du mois d'août.....	21
Tableau 14. Mise en relation des effectifs de captures de larves d'huîtres (1-4 jours) dans le bassin de Marennes - Oléron (<i>I</i>) avec les périodes d'échantillonnage des cheptels d'huîtres.....	32
Tableau 15. Analyse de la variance du poids de coquille et du poids sec de <i>Crassostrea gigas</i> en élevage sur le banc de Ronces-Perquis en 1999, selon 4 types d'élevage.....	34
Tableau 16. Mortalité sur les sites 1 et 2.....	38
Tableau 17. Bilan de mortalité enregistrée sur les sites sans tenir compte de l'origine de la population (marquée ou non marquée).....	39
Tableau 18. Mortalité de <i>Crassostrea gigas</i> sur les élevages à plat du banc de Ronces-Perquis.	40
Tableau 19. Mortalité de <i>Crassostrea gigas</i> sur les élevages à plat du banc de Ronces-Perquis.	44
Tableau 20. Taux de mortalité journaliers de <i>Crassostrea gigas</i> sur les élevages à plat des sites 1 et 2 du banc de Ronces-Perquis.....	45
Tableau 21. Mortalité de mise en élevage des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> en surélevé.....	50
Tableau 22. Mortalité de "mise en élevage" des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> en élevage à "plat" et sur tables.....	58
Tableau 23. Mesures extrêmes de mortalités effectuées en fin d'expérimentation sur les parcs à plat. Comparaison avec la nouvelle méthodologie de 1999 et les mesures en surélevé.	60

Tableau 24. Comparaison des 2 "types" de mortalité (%) (totale et d'élevage) et des deux types d'élevage (plat et table) de 1997 à 1999 sur le site expérimental de Ronce-Perquis.	61
Tableau 25. Comparaison entre l'abondance des larves (1) et la perte de poids sec des cheptels en élevage sur tables.	64

RIDRVOOO

N° RI DRV	DEPARTEMENT	LABORATOIRE	AUTEURS	TITRE	DATE SORTIE	DIFFUSION	NB PAGES	TIRAGE
00/01	RH	Port-en-Bessin	E. Foucher, A. Tetard, O. Abellard	Essai d'un chalut sélectif pour la pêche à la crevette grise en estuaire de Seine. Résultats et perspectives.	fév	libre	23	50
00/02	RA	La Tremblade	O. Le Moine, P. Geairon, P. Soletchnik, N. Faury, P. Gouletquer, S. Robert, D. Razet, S. Heurtebise, S. Taillade	Réseau de surveillance de la croissance et de la production de l'huître creuse <i>C. gigas</i> dans le bassin de Marennes Oléron: bilan de 12 années de suivi (1986-98)	mars	libre		
00/03	RH	Boulogne-sur-mer	A. Carpentier, F. Coppin	Campagnes expérimentales de chalutage en Manche orientale. Les campagnes CGFS 1997 et 1998.	mars	libre	174	40
00/04	RA	La Tremblade	P. Soletchnik, O. Le Moine, N. Faury, D. Razet, P. Geairon, S. Robert, P. Gouletquer, S. Taillade	Mortalité et croissance de l'huître creuse <i>C. gigas</i> dans le Bassin de Marennes Oléron. Résultats obtenus sur le site atelier de Ronce-Perquis en 1997-1999	mars	libre	83	

IFREMER
Bibliothèque
Centre de Brest
BP 70 - 29281 PLOUZANE