

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

Résultats obtenus sur le site atelier de Ronce-Perquis en  
1997-1998

Patrick Soletchnik , Olivier Le Moine , Nicole Faury, Daniel  
Razet , Philippe Geairon , Stéphane Robert et Philippe  
Gouletquer

IFREMER : Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes B.P 133, 17 390 La  
Tremblade.

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Matériel et Méthodes .....</b>	<b>8</b>
2.1. <u>Origine des cheptels</u> .....	8
2.2. <u>Les sites expérimentaux</u> .....	9
2.3. <u>Géodispersion de la mortalité sur les sites d'élevage à plat. Stratégie expérimental.</u> .....	10
2.4. <u>Echantillonnage et analyses</u> .....	11
2.5. <u>Les descripteurs de l'étude</u> .....	13
2.6. <u>Analyses statistiques</u> .....	13
<b>3. RESULTATS 14</b>	
<b>3.1. CROISSANCE, MATURATION ET PONTE .....</b>	<b>14</b>
3.1.1. croissance en coquille .....	14
3.1.2. Croissance en poids sec et effort de ponte .....	18
3.1.3. Maturation et teneur en glycogène.....	25
3.1.4. Croissance selon Z .....	31
<b>3.2. MORTALITE .....</b>	<b>35</b>
3.2.1. Géodispersion de la mortalité de <i>C. gigas</i> sur les élevages à plat .....	35
3.2.2. Mortalité à plat sur 4 sites de banc de Ronce – Perquis entre 1997 et 1999 .....	39
3.2.3. Mortalité sur tables .....	44
3.2.4. mortalité selon Z. Année 1999.....	52
<b>4. discussion 55</b>	
4.1. De l'importance de l'historique des cheptels sur leurs performances d'élevage.....	55
4.2. Difficultés méthodologiques de mesure de la mortalité des élevage"à plat".....	56
4.3. Causes de l'intensité de la mortalité des élevages à plat.....	58
4.4. Mortalité des élevages sur tables	
<b>Erreur ! Signet non défini.</b>	
4.5. Croissance et sites d'élevage (sédiment, profondeur). Variations inter annuelles. ....	60
4.6. Maturation et ponte.....	61
4.7. Relation entre la perte de poids sec et la capture des larves d'huîtres dans le Bassin de Marennes Oléron .....	28
<b>5. conclusion .....</b>	<b>63</b>
<b>6. Références .....</b>	<b>65</b>
<b>7. Annexes .....</b>	<b>68</b>

Remerciements :

Les études menées en 1997, 1998 et 1999 font l'objet d'une contractualisation avec la SRC de Marennes - Oléron.



## 1. INTRODUCTION

L'huître creuse, *Crassostrea gigas* a été introduite en France en 1967 [13]. 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 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 (Imaï 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). Ces mortalités ont été considérées comme le phénomène biologique le plus important de la première moitié du 20<sup>ème</sup> 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".

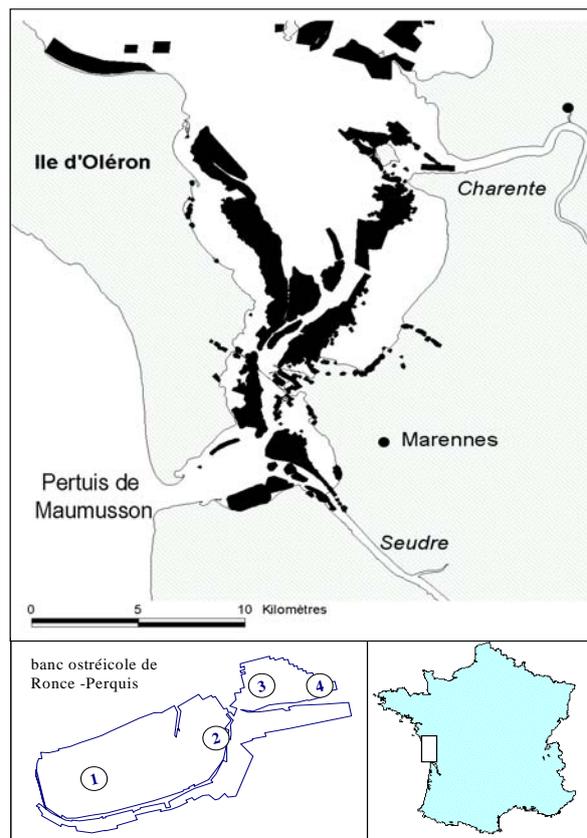


Figure 1 Les sites ostréicoles de Ronce-Perquis dans le Bassin de Marennes – Oléron

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, la mortalité augmentant 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 à plusieurs reprises des plaintes contre X, considérant qu'elles résultaient de phénomènes de pollution. 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 un laboratoire spécialisé.

Tableau 1. Mortalités de l'huître *Crassostrea gigas* sur le banc de Ronce les Bains entre 1983 et 1996

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 %	Gouletquer, 1995 (Echo des Cab.) (plat)
1996	mai (cumulé)	7 - 15 %	LCPC – Lodato, 1997 (rapport) (plat)
1997	Printemps - été		LCPC – Fruchard, 1998
1998			LCPC – Mineur, 1999

L'étude de la capacité trophique du Bassin de Marennes Oléron est un sujet largement abordé. L'insuffisance des réserves trophiques peut être suspectée. La modélisation des capacités trophiques a été mise en relation avec des chutes de production dans le Bassin de Marennes - Oléron. 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 frange 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). Qu'en est-il pour le bassin de Marennes Oléron ? Les mortalités estivales de l'huître creuse *Crassostrea gigas* constituent-elles une alarme de la situation environnementale de ce bassin ?

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 (Soletchnik *et al.*, 1997). Ces résultats peuvent-ils être confirmés "in situ" ?

Le banc de Ronce dans le sud du Bassin de Marennes – Oléron (Figure 1) a été choisi comme site atelier depuis 1995.

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 en 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.

En 1998, les objectifs sont de des cheptels d'huîtres dans la partie sud du Bassin de Marennes Oléron et en particulier 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 temporel de la colonne d'eau (Fruchard, 1998).

En 1999, les objectifs de sur le site atelier de Ronce – Perquis 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). Ce modèle semble également conforme aux réponses de déplétion mises en évidence ...(pays , sites , auteurs , références...?????).

Plusieurs rapports et publications ont comme thème la problématique de la mortalité de *C. gigas* dans le Bassin de Marennes Oléron (Tableau 2). L'objectif de cette étude est de faire 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 (Marie Isabelle. Lodato)
<u>Etude de 1997</u>	: RIDRV. (Soletchnik <i>et al.</i> , 1997) Rapport de DESS (Guenaelle Forest) 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 Maitrise (Pascal Fruchard) Animation scientifique 98- 01
<u>Etude de 1999</u>	: Rapport de DESS (Cécile Dufourg) Rapport de DES (Frédéric Mineur)

Quel est l'importance de la variabilité inter – annuelle dans les performances d'élevages, sur les différents sites expérimentaux et dans conditions d'élevage différentes ? Une 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 altitudes 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 Charet. En 1999, les huîtres ont 3 ans, 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 est de 25 – 26 (Tableau 3). Les indices de Walne et Mann de 19 – 20 en 1998 –99, confirment l'égalité de condition des populations initiales d'huîtres ces deux années. Une différence essentielle toutefois concerne l'âge. La population de 1998 à 2 ans; celle de 1999, 3 ans.

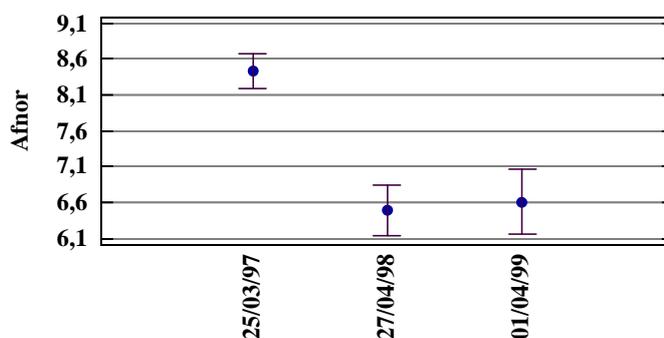


Figure 2. Indice de qualité Afnor (poids frais / poids total x 100) des cheptels d'huîtres lors de la mise en élevage en 1997, 1998 et 1999.

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 retenus pour leurs caractéristiques sédimentaires contrastés; les sites 1, 3 et 4 avec 13 –17 % de teneur en carbone organique dans les premier millimètres sont plutôt de type " sablo - vaseux". Le site 2, avec près de 47 % de carbone, est plutôt 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 entre 20 et 50 % (Tableau 4).

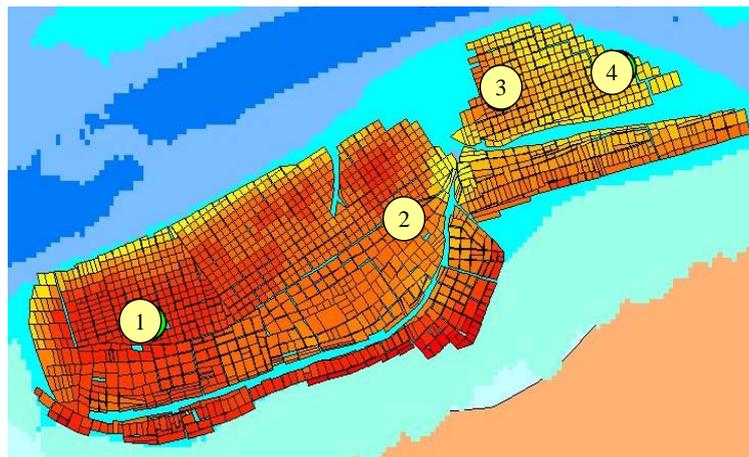


Figure 3. Sites expérimentaux en 1997, 1998 et 1999 sur les parcs ostréicole de Ronce – Perquis dans le sud du Bassin de Marennes Oléron

Tableau 4. Les sites expérimentaux du banc de Ronce; altitude (1), temps d'émersion et caractéristiques sédimentaires.

site		site 1	site 2	site 3	site 4
table	altitude(*) (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 expérimental.

L'expérimentation est réalisée en 1999. 2 parcs carrés de 3,5 m de coté sont établis sur chacun des sites (Figure 4).. Chaque parc est subdivisé en 25 sous ensembles carrés de 0,5 m<sup>2</sup> de coté. 200 huîtres sont éparés dans chaque parcelle. Entre 45 et 55 % de la population de chaque parcelle est marquée d'une lettre alphabétique (Tableau 5).

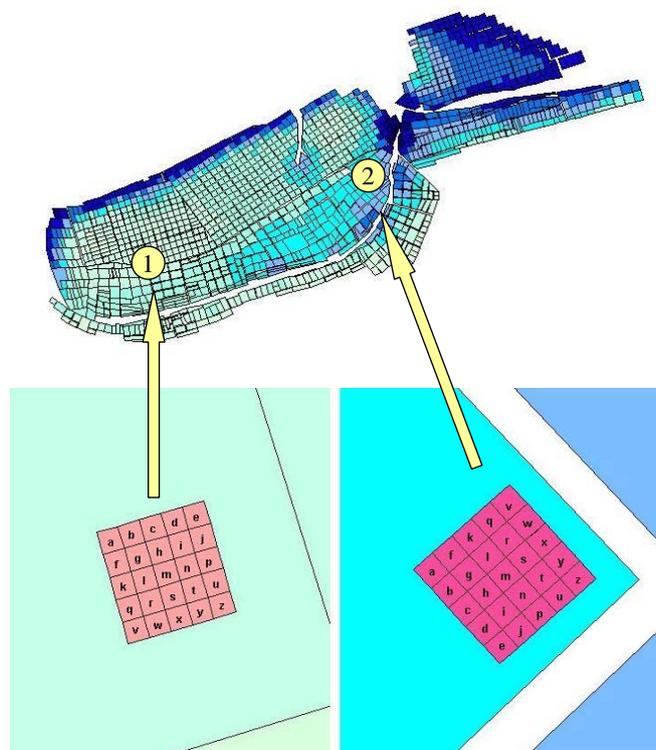


Figure 4. Sites expérimentaux de contrôle de la mortalité à plat

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

a	b	c	d	e	a	f	k	q	v
91	94	93	88	83	89	77	78	90	104
f	g	h	i	j	b	g	l	r	w
101	86	90	86	94	110	92	90	107	107
k	l	m	n	p	c	h	m	s	x
87	90	94	90	108	81	94	81	91	98
q	r	s	t	u	d	i	n	t	y
86	100	77	106	106	163	91	90	113	102
v	w	x	y	z	e	j	p	u	z
108	103	102	107	107	88	85	102	104	107

Site 1
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 sur le 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 – elles d'environ 5 mois, soit 146, 133, 151 jours, respectivement 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 méthode de travail 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 m<sup>2</sup> 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 réplicat de 3 pour les poches (élevages sur tables), et de 6 sur le plat à l'aide d'un cadrat carré de 0,5 m<sup>2</sup>. En 1999, la stratégie d'échantillonnage reste la même pour les élevages sur tables (résultats cohérents en 1998). La grande variabilité rencontrée sur les 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 de mortalité s'effectue alors par la prise en compte intégrale de l'effectif du parc. Comme pour les élevages en surélevé, seuls sont laissés en place les huîtres vivantes, après comptage des huîtres mortes. De plus, en 1999, une expérimentation est mise en place pour tenter de comprendre la dispersion de la mortalité sur les élevages à plat.

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

élevage	Echantillonnage	1997	1998	1999
plat	croissance	1 parc de 10 m <sup>2</sup>	1 parc de 50 m <sup>2</sup>	1 parc de 2,5 m <sup>2</sup>
	mortalité	1 prélèvement (cadrat)	6 prélèvements (cadrat)	3 parcs de 0,5 m <sup>2</sup>
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 concernent, pour chaque individu, les mesures de poids total (Pt) (g), du poids sec (Ps) (g) et du poids de coquille (Pc) (g). Les études sur la variabilité associée à chacune de ces mesures, montrent que la variance expliquée par le poids sec et le poids de coquilles est plus élevée que celle associée au poids total. Les résultats présentés concernent essentiellement ces deux premiers descripteurs, parfaitement complémentaires dans l'étude.

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, une étude est effectuée sur la vase, afin de préciser les caractéristiques sédimentaires de chacun des sites. 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	
date	date d'échantillonnage (Tableau 6)	
site	site expérimental (Figure 3)	
Ptot	poids total	g
Pcoq	poids de coquille	g
Psec	poids sec	g
TC	taux de croissance	%
TCJ	taux de croissance journalier	$\% \cdot j^{-1}$
effort de ponte	perte de poids sec au cours du mois d'août (d'après, Lucas, 1982; Gouletquer <i>et al.</i> , 1987).	
mortalité	mortalité cumulée sur l'ensemble de la période	%
TMJ	taux de mortalité journalière	$\% \cdot j^{-1}$
maturation	stades de maturité sexuelle	échelle relative. (2)
prot	teneur en protéine 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.

	97		98		99	
facteurs	p (1)	test de rang (2)	p	test de rang	p	test de rang
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 (Statgraphic 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 (Statgraphic V 3.1). Les résultats (1 - 4) sont présentés par ordre croissant de poids moyen.

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

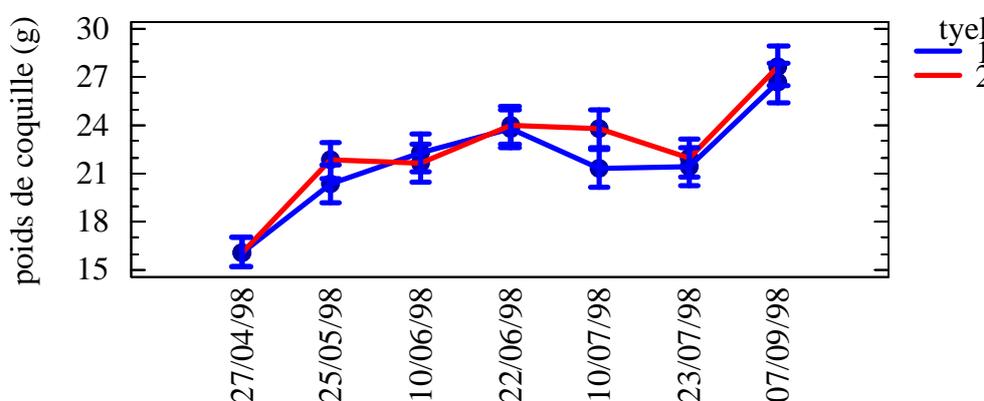
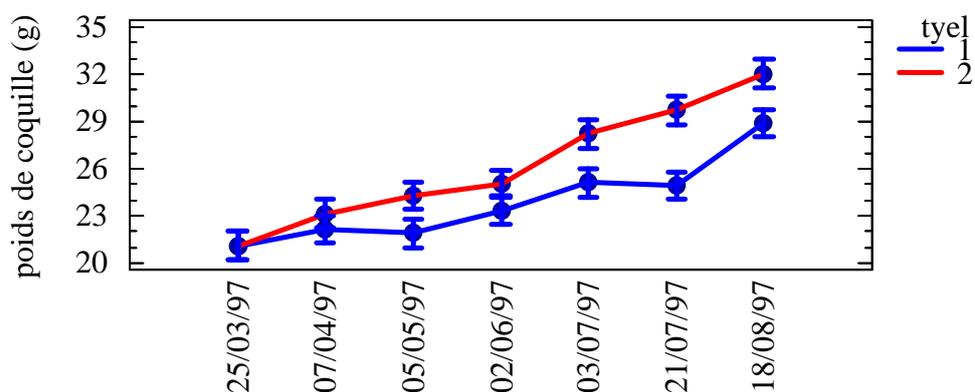
année	période (j)	début	fin	TCJ moyen (%)
1997	146	21,11	30,45	6,40
1998	133	16,10	27,16	8,32
1999	152	16,28	23,36	4,66

Dans la comparaison des deux types d'élevage, les cheptels sur table présentent des gains de poids de coquilles supérieurs aux élevages à plat (Tableau 11, Figure 5). La différence plat –

table est moins marquée en 1998 (gain de 4 %) quand la croissance est supérieure cette année là. 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. Elle est marquée en 1997 (Figure 5). En 1998, le profil de croissance en coquille est complètement atypique par rapport aux années 1997 et 1999. Une période de croissance faible, à "nulle" affecte les cheptels en juin –juillet. Cette période est "encadrée" par deux autres périodes de fortes pousses, en mai et en août. Paradoxalement, ce "profil" de croissance est celui qui donne le meilleurs résultat sur l'ensemble de la saison (Tableau 10). Il minimise également les différences entre les conditions d'élevage sur tables et à plat pour la croissance en coquille (Tableau 11).

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.

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 %



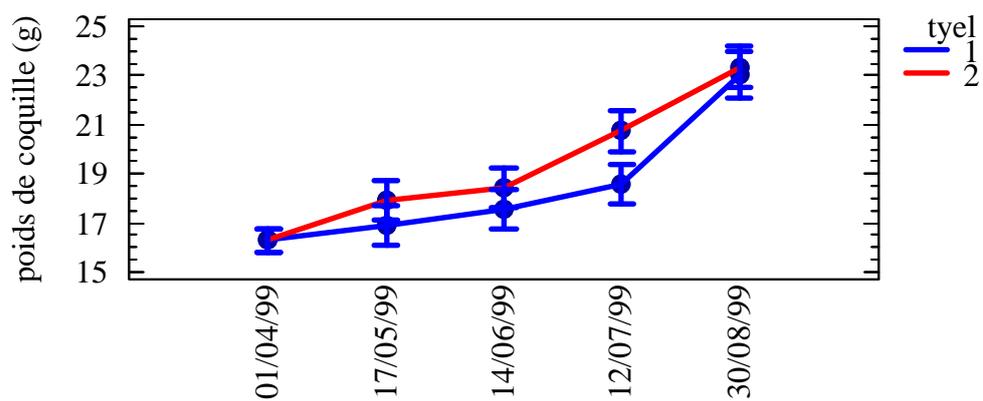


Figure 5. Croissance en poids de coquille des cheptels de *Crassostrea gigas* sur le site atelier de Ronce – Perquis en 1997, 1998 et 1999 (4 sites expérimentaux) pour les types d'élevage à plat (1) et sur table (2).

- **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 toujours le site le plus performant. 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 place 98 en première position, suivi de 97 et 99.**
- **Le profil "atypique" de la croissance en coquille des cheptels au cours de l'année 98 permet la meilleur croissance des 3 années. Il minimise également la différence "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 "dates – sites" 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.

	97		98		99	
facteurs	p (1)	test de rang (2)	p	test de rang	p	test de rang
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 (Statgraphic 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 (Statgraphic V 3.1). Les résultats (1 - 4) sont présentés par ordre croissant de poids moyen.

#### ➤ Comparaison entre les élevages sur table et à plat

La croissance 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 présentent un profile 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 de 0,7 à 1,0 g.

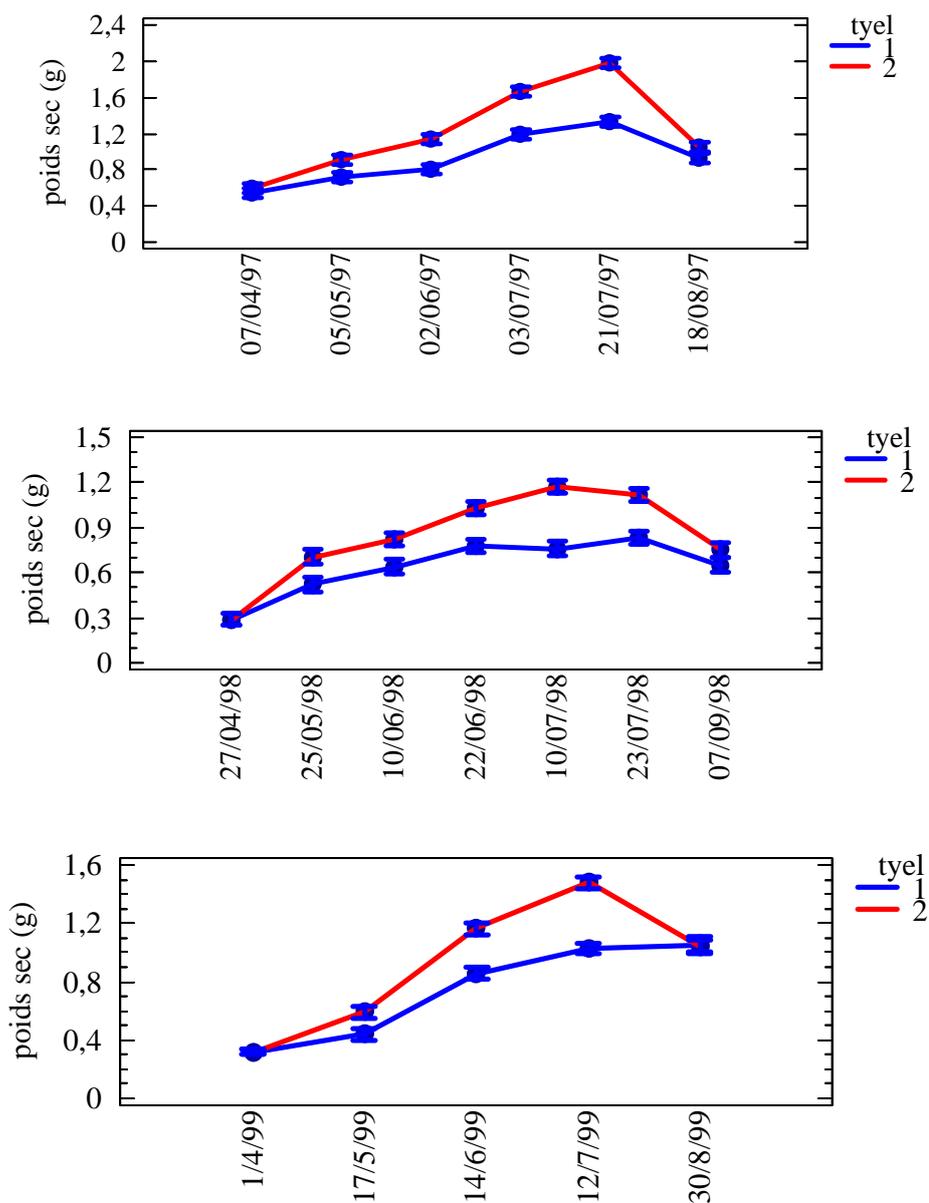


Figure 6. Croissance en poids sec des cheptels de *Crassostrea gigas* sur le site atelier de Ronce – Perquis en 1997, 1998 et 1999 (4 sites expérimentaux), pour les types d'élevage à plat (1) et sur table (2).

#### ➤ Comparaison des résultats sur les 4 sites expérimentaux

Les performances obtenus 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 une configuration de croissance très voisine. 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.

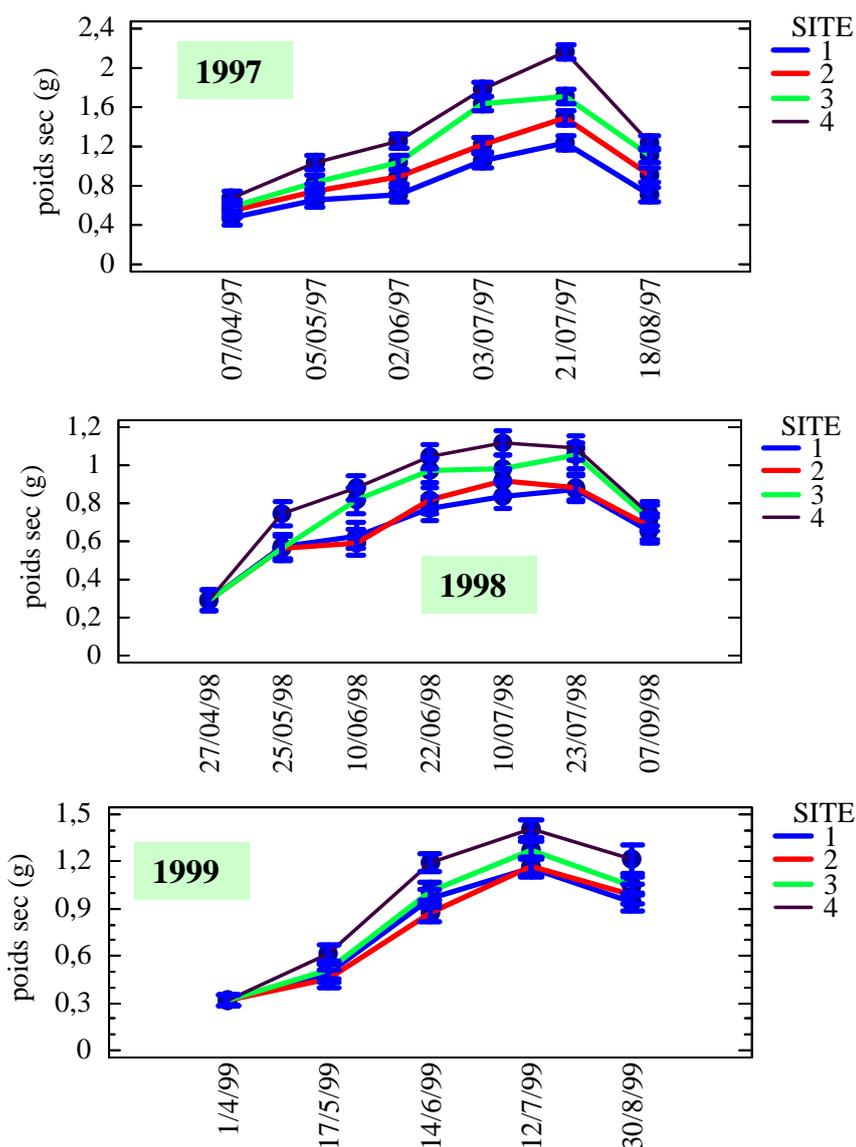


Figure 7. Performance de croissance en poids sec de *Crassostrea gigas* sur les 4 sites de référence (1 - 4) du banc de Ronce – Perquis de 1997 à 1999.

#### ➤ 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).

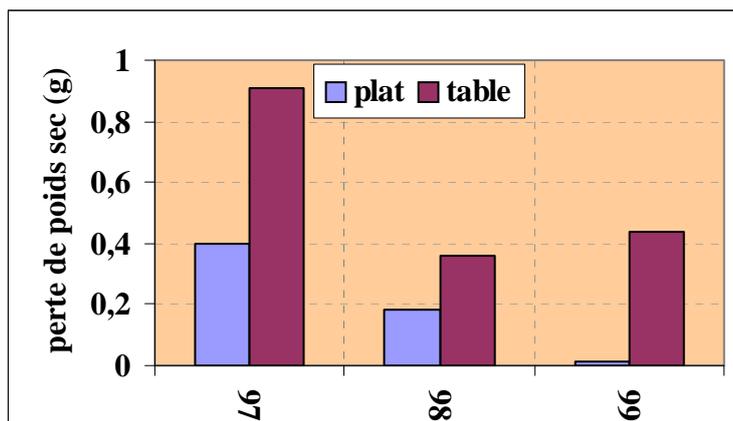


Figure 8. Estimation de l'effort de pontage (g) des élevages à plat et sur table de 1997 à 1999 sur le banc de Ronce – Perquis

Tableau 13. Gain de soma au printemps – été (~ 5 mois d'élevage) et effort de pontage 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 pontage (g) - plat	0,4	0,18	-0,03
effort de pontage (g) - table	0,91	0,36	0,44

En 1999, l'observation de l'effort de pontage laisse apparaître des profils d'évolution différents selon les sites (Figure 9). Si pour les élevages sur tables, l'ensemble des cheptels des 4 sites semble avoir 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 quand 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 pontage. La divergence d'évolution entre les sites se manifeste dès le mois de juin. La croissance se poursuit "confortablement" sur le site 1 quand celle des sites 2 et 3, est très faible. Par la suite, la croissance sur ces 2 sites s'accélère. Les huîtres du site 1 perdent du poids au moment de la libération des gamètes.

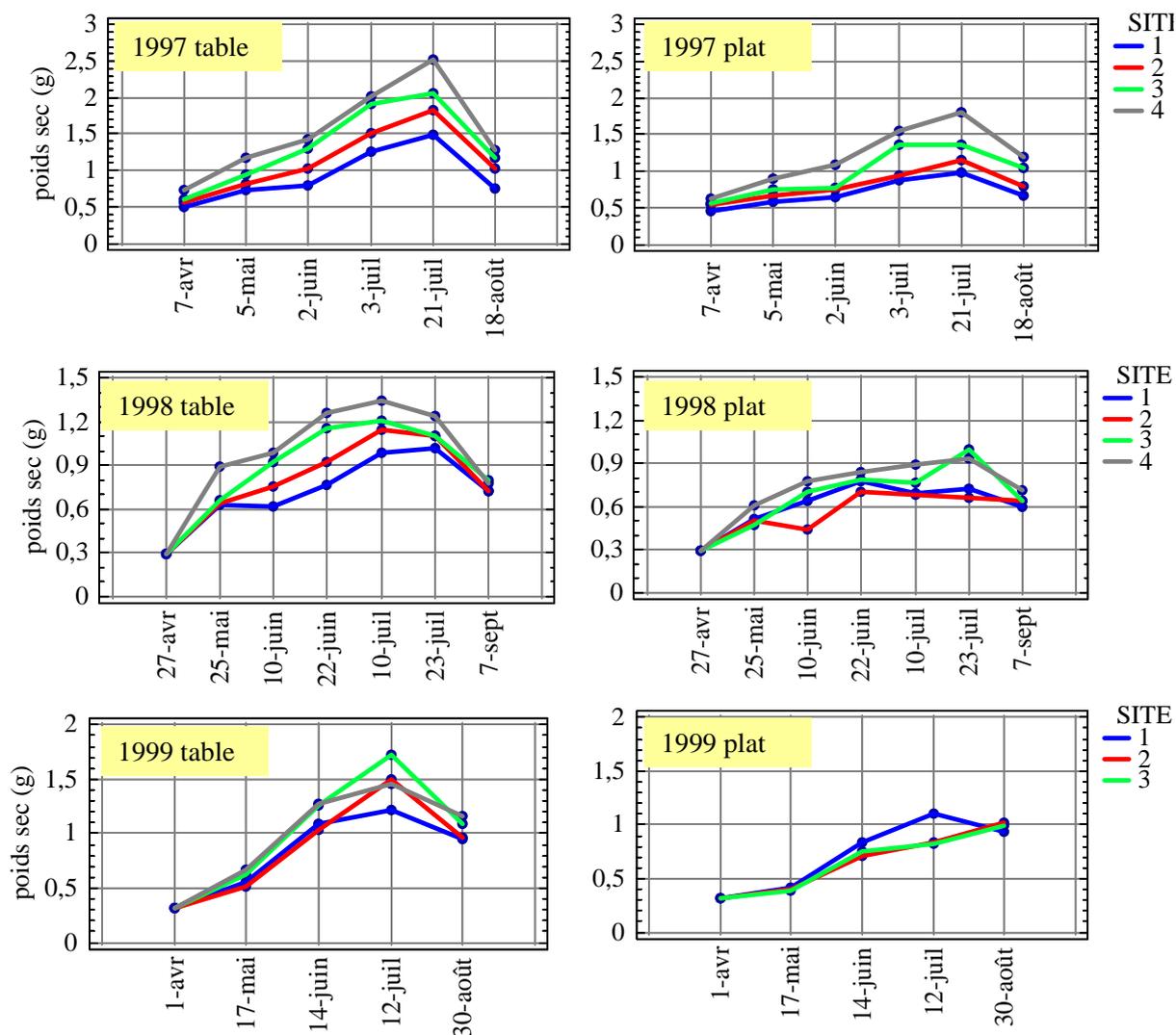


Figure 9. Evolution du poids sec des élevages à plat et sur table en 1997, 1998 et 1999. Estimation de l'effort de ponte sur les 4 sites de référence (1 - 4).

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

Les performances de croissance tendent à s'homogénéiser progressivement 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 performances 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).

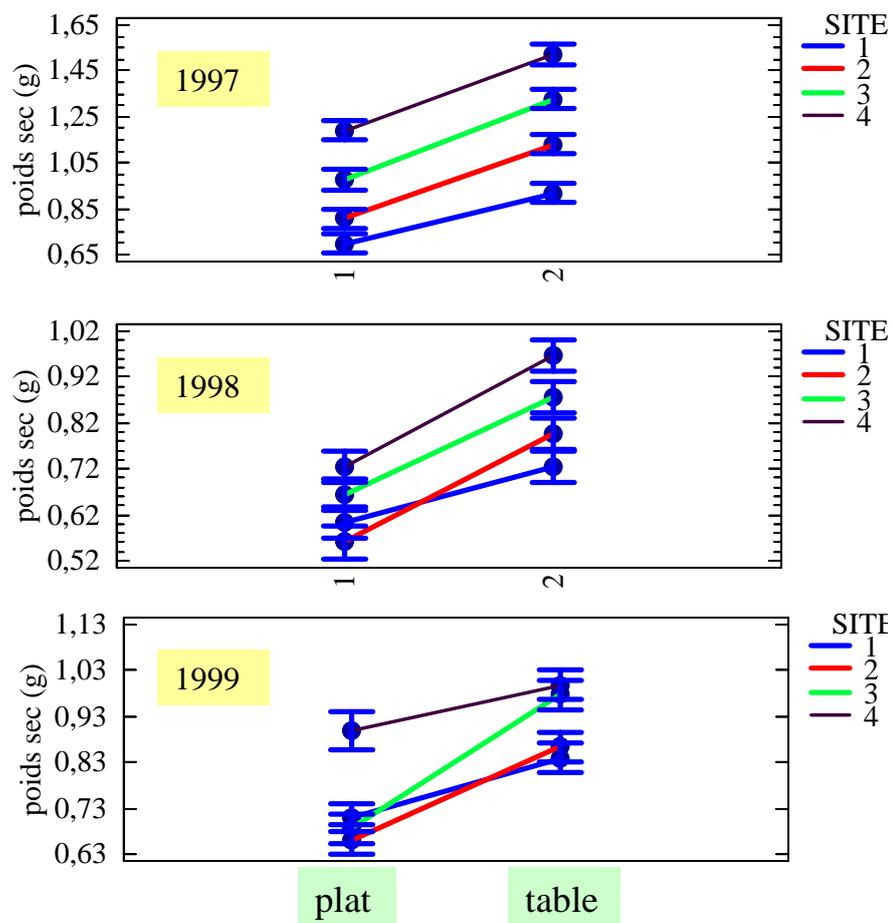


Figure 10. Effet du site (1-4) et du type d'élevage (plat et table) sur la croissance en poids sec de *Crassostrea gigas* sur le banc de Ronce – Perquis de 1997 à 1999.

- **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 est toujours le site le plus performant. Les sites du banc de Ronce (1 et 2), ont des performances similaires (au seuil de 5 %) en 1998 et 1999.**
- **Les performances de croissance ont tendance à s'homogénéiser également sur le banc de Perquis (élevages 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 a ramené la performance du site 3 à celle des sites 1 et 2.**
- **Le gain somatique est équivalent pour les élevages sur table et les élevages à plat en 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 0,7g 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 est caractérisée par un effort de ponte nul 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. 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 régulier au cours de l'année 97, quelques 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'évolution de l'indice de maturation du site 4 et des élevages sur tables est proche en 1998 de ce qu'il était en 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 le plus vite le meilleurs coefficient de maturation au cours de l'été (Figure 11).

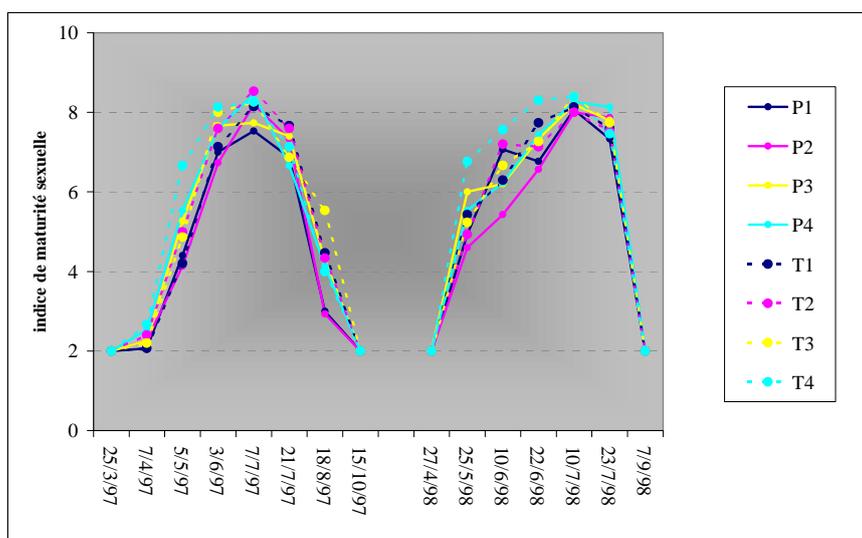


Figure 11. Cycle de maturation de *C. gigas* en 1997 et 1998 selon une échelle de maturité sexuelle (Soletchnik et al., 1998).

#### ➤ Analyse biochimique de la chair des huîtres (1997 et 1998).

Le glycogène constitue plus de 95 % de la teneur en glucides de la chair des huîtres en 1997, et moins de 80 % en 1998. Le cycle d'évolution de la teneur en glycogène est en "opposition de phase" avec celui de la teneur en lipides durant la vitellogénèse (Figure 12). En 1997, la teneur en glucides totaux atteint 15 % pour les élevages sur table et 10 % pour les élevages à plat au cours du mois de mai. En 1998, ces taux sont compris entre 3 – 4 %. La teneur en sucre 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.

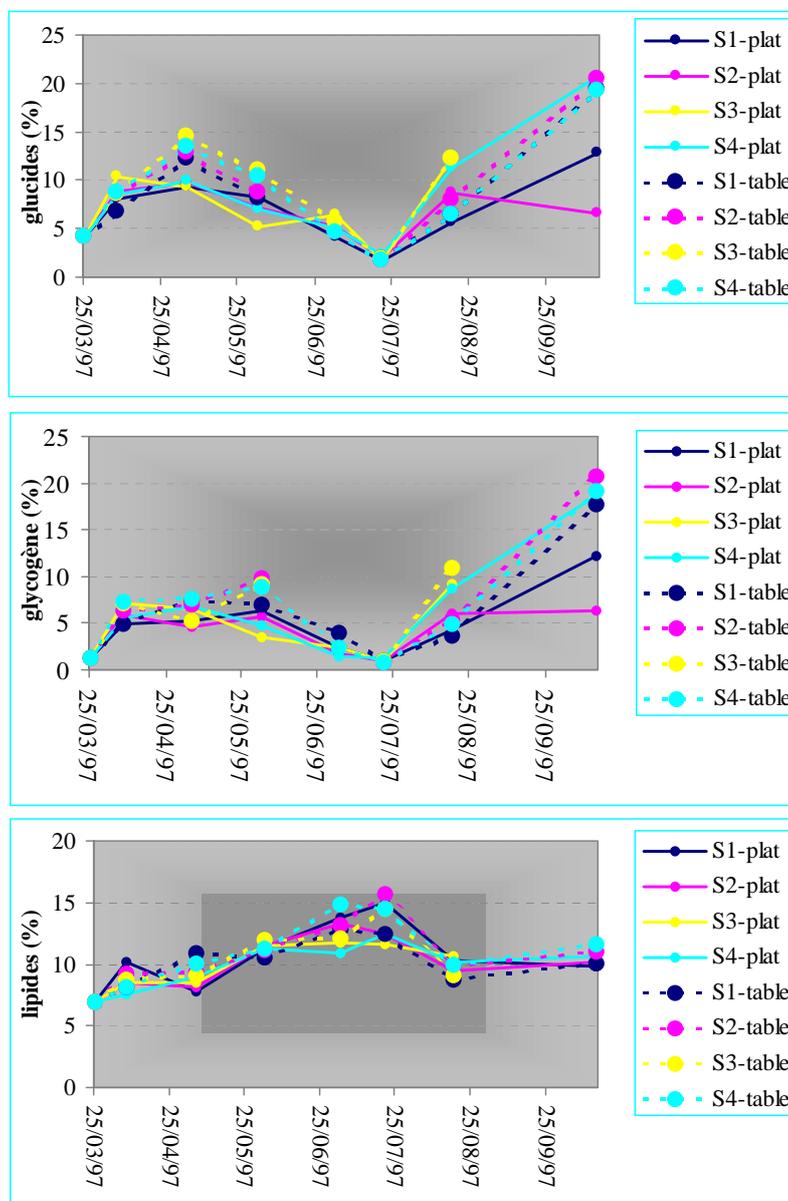


Figure 12 Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipide de la chair de *C.gigas* sur les sites (1 - 4) à plat et sur tables le long d'un axe W – E du banc de Ronce – Perquis en 1997

Durant cette même période, la teneur en lipides augmente pour atteindre 12 – 15 % en 1997 et 1998. 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, Figure 13). En 1997, la synthèse du glycogène pour les élevages sur tables des 4 sites est spectaculaire. Elle atteint 20 % en début octobre. Seuls les élevages à plat du site 1 (50 % d'émersion) et plus encore du site 2 (caractéristique sédimentaire vaseux), présentent des teneurs en glycogène significativement plus faibles, de respectivement 12 % et 6 % à la même date.

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. En fin juillet, lipides et glycogène se situent au niveau le plus bas, 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).

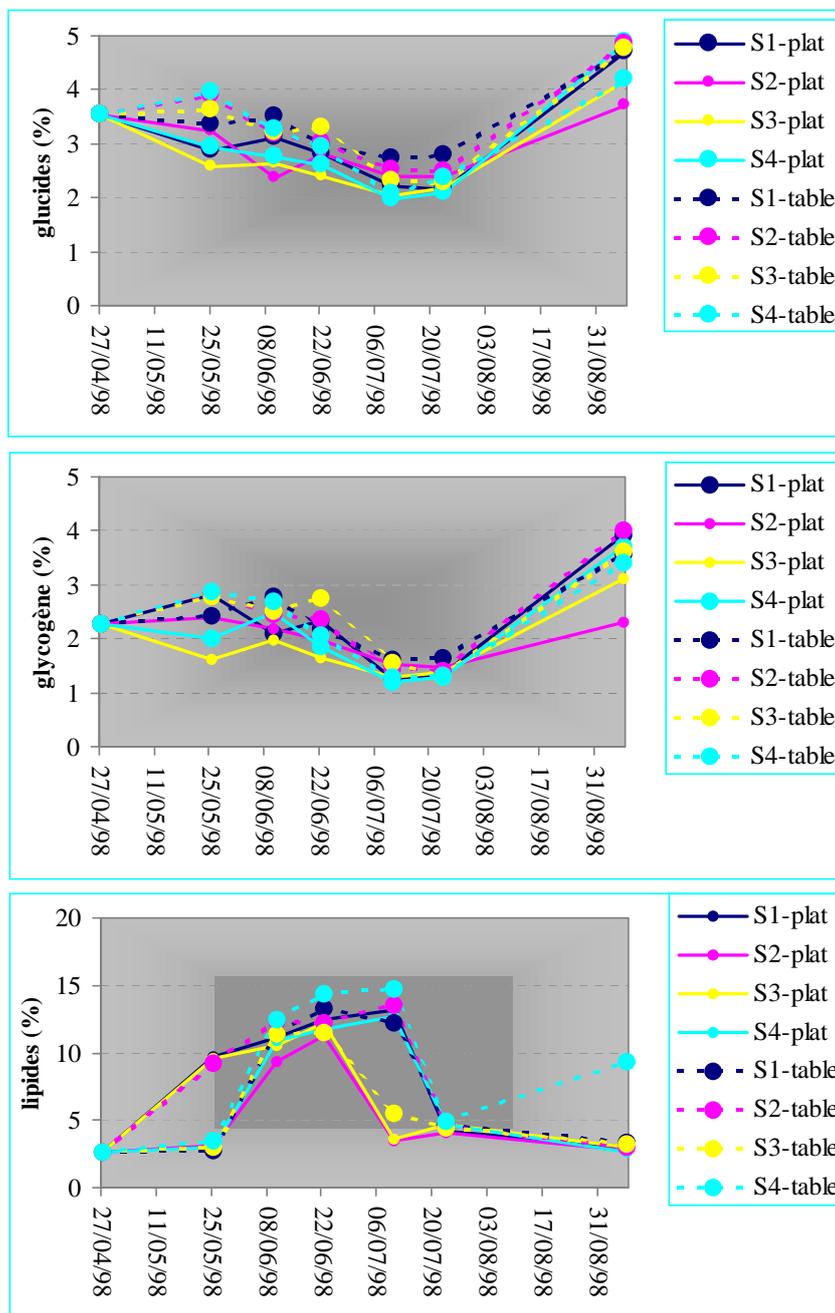


Figure 13 Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipide de la chair de *C. gigas* sur les sites (1 - 4) à plat et sur tables le long d'un axe W - E du banc de Ronce - Perquis en 1998

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 % en fin juillet. En début septembre, le taux moyen est de 3 – 4 % en 1998, et supérieur à 10 % en 1997.

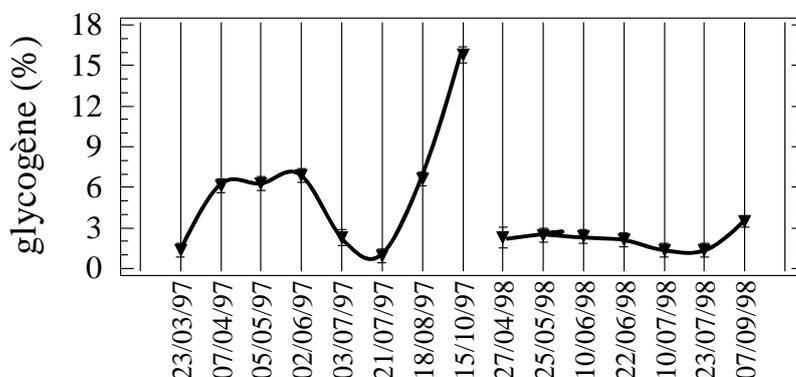


Figure 14. Teneur en glycogène de *Crassostrea gigas* en 1997 et 1998 (valeurs moyennes).

#### 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 saisonnalité forte de ponte (Figure 15). En 1997, une première ponte (~ 7 % des larves collectées) a lieu durant la 3<sup>ème</sup> semaine de juillet. Le plus fort de la ponte a lieu durant la 2<sup>ème</sup> semaine d'août (~ 77 %). En 1998, une 1<sup>ère</sup> ponte s'effectue entre la fin de la 3<sup>ème</sup> et le début de la 4<sup>ème</sup> semaine de juillet (~ 29 %). 63 % des larves sont collectées à la fin de la 1<sup>ère</sup> semaine d'août. Enfin, en 1999, 21 % des larves sont collectées autour de la mi - juillet, et 77 % à la fin de la 1<sup>ère</sup> et au début de la 2<sup>ème</sup> semaine d'août. Des 3 années, l'année 1999 est celle qui présente le plus grosse ponte émise au cours du mois de juillet.

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<sup>ère</sup> quinzaine du mois d'août. Le pourcentage de larves collectée durant la première période est compris entre 4 et 16 % (Tableau 14). En 1998, l'échantillonnage du 23 juillet coïncide juste avec une période de ponte (Figure 15).

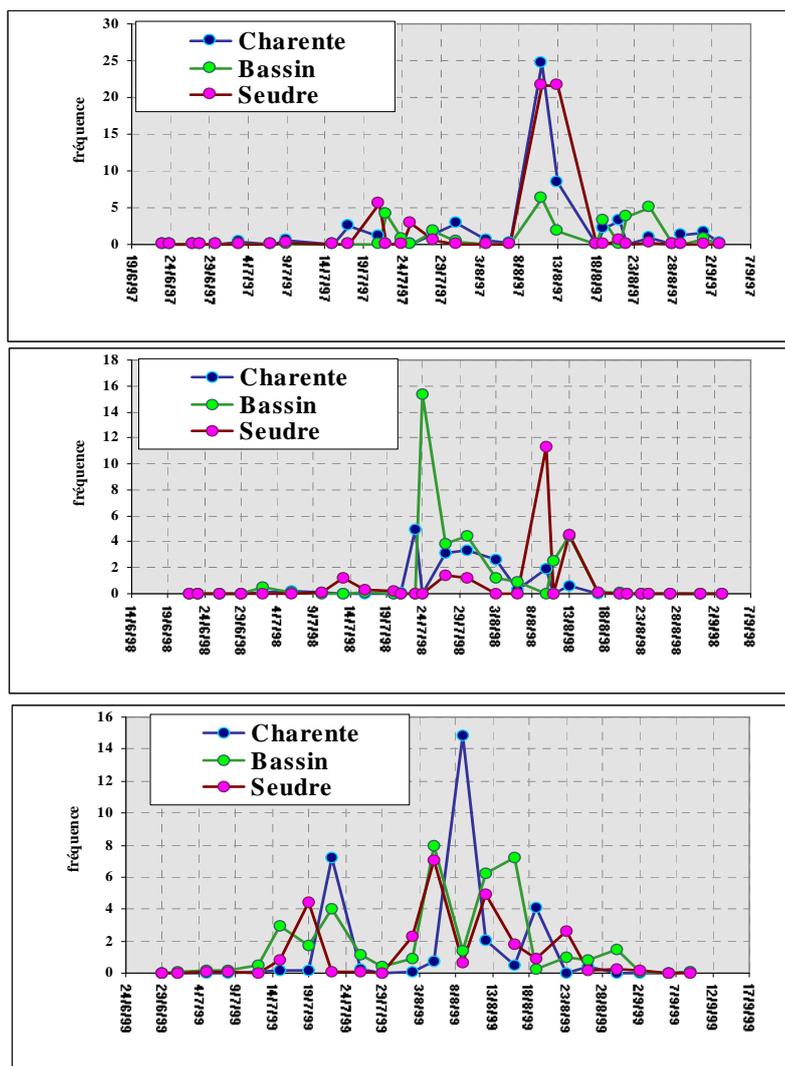


Figure 15. Saisonnalité de collecte de larves nouvellement éclosé dans 3 zones géographique du Bassin de Marennes Oléron en 1997, 1998 et 1999 (de haut en bas).

Tableau 14. Mise en relation des effectifs 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 / saison
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'évolution de l'indice de maturité sexuelle en 1998 montre une variabilité importante entre les sites et les types d'élevages à la fin du printemps et au début de l'été.**
- **Ce résultat est confirmé par les cycles biochimiques de la chair des huîtres, bien différents entre les deux années; 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 réserve en sucre conduit l'animal à synthétiser directement des lipides.**
- **Le cycle lipidique des élevages, est différent en 1998 selon les sites et le type d'élevage**
- **Variabilité inter annuelle conséquente à prendre en compte dans l'analyse. (e.g le glycogène)**
- **L'effort de ponte, apprécié par la présence de larves de 1-4 jours dans le Bassin de Marennes Oléron montre que la ponte est "fractionnée", avec des émissions qui s'étalent entre juillet et août. Durant les 3 années d'étude, 83 à 96 % des pontes ont bien eu lieu durant la dernière période échantillonnée.**

### 3.1.5. Croissance selon Z (sites 2 et 3)

En 1999, les analyses de la variance du poids de coquille et du poids sec montrent 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 voisine de celle des élevages à plat jusqu'en début juin. La croissance rattrape ensuite et dépasse celle des élevages sur "tab 50" au cours de l'été (Figure 16). Les élevages "à plat" ("traditionnel") et à plat "hors sol" ("tab 0") s'opposent aux élevages sur table à 25 et 50 cm.

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	test de rang (1)	p	test de rang (1)
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 (Statgraphic 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 (Statgraphic V 3.1). Les résultats (1 - 4) sont présentés par ordre croissant de poids moyen.

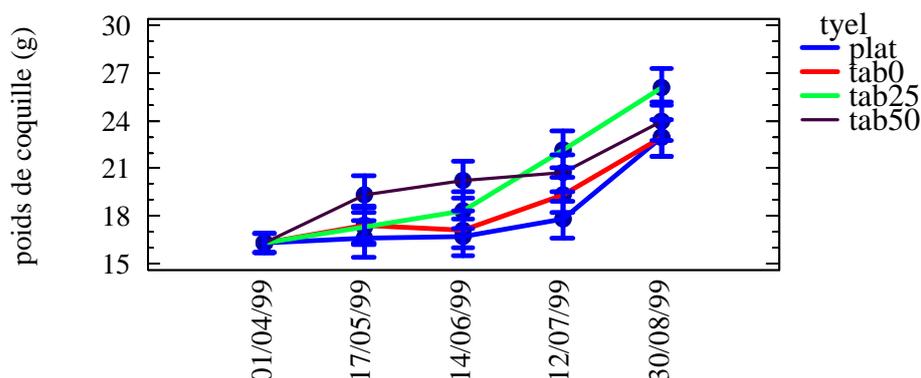


Figure 16. Evolution du poids de coquille pour les différents élevages (sites 2 et 3)

L'analyse de la variance des poids sec laisse apparaître 3 "groupes" : l'élevage sur le plat, le plat "hors – sol" et les deux élevages sur table (3<sup>ème</sup> 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 17). 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 visible pour tous les cheptels, exception faite du "plat".

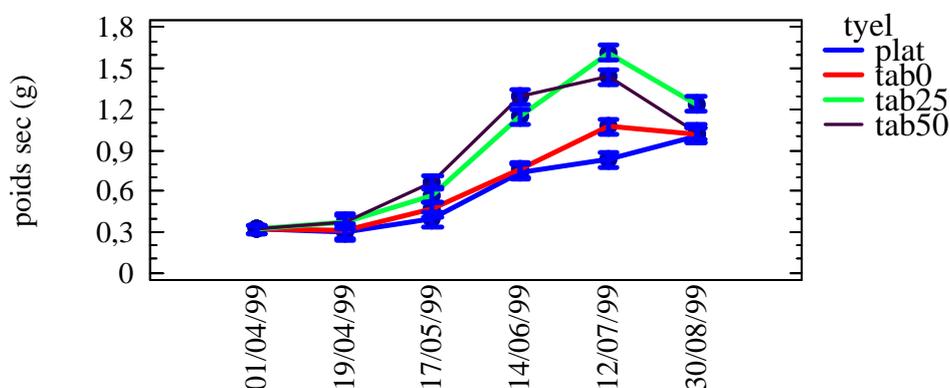


Figure 17. Evolution du poids sec pour les différents élevages (sites 2 et 3)

L'interprétation de cette évolution du poids de chair est associée à l'effort de ponte. Les résultats de biochimie laissent apparaître une chute de la teneur en lipides des sites 2 et 3 à plat et du site 3 sur table (Figure 13). L'hypothèse émise est de penser que les élevages "à plat" ont libéré leurs gamètes entre mi-juin et mi-juillet; 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 plus massive entre mi juillet et fin août. Ces résultats sont parfaitement 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 18). 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 élevage en condition "tab25" et "tab50" donnent des résultats voisins, d'environ 0,9 g pour le site 2, et 1,0 g pour le site 3. Par contre, sur le site 3, la conditions "tab0" donne une aussi mauvaise réponse que la condition "plat" (~ 0,65 g). Les performances sur tables sont ensuite supérieures sur ce site à celles du site 2 plus vaseux.

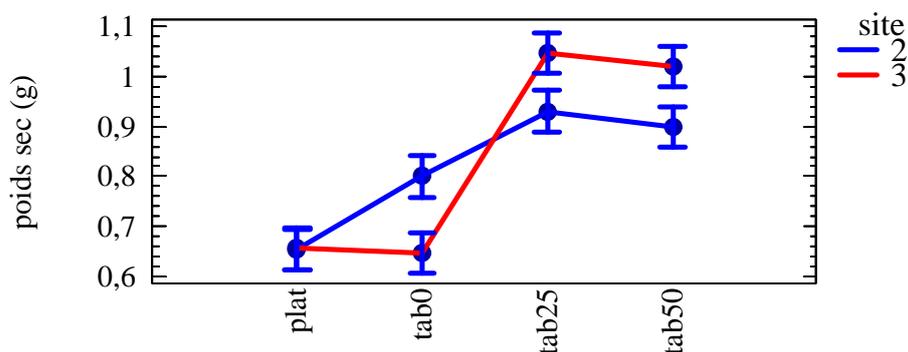


Figure 18. Interaction des descripteurs "site" et "type d'élevage" sur la croissance en poids sec

- **Que les conditions expérimentales impliquent 4 sites et 2 "type d'élevage" (manip "pérenne") ou 2 sites et 4 "tyel" (manip Z), l'effet "tyel" 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'analyse de ces profils est lié à l'effort de ponte des cheptels sur les sites.**
- **Quelle est la signification de ces différentes allures de croissance en coquille des cheptels au cours du printemps et de l'été ? Différence entre "tab 50" et les 3 autres conditions : Explication ? Quelle signification ?**

## 3.2. MORTALITE

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

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 .

#### ➤ Conceptualisation (Figure 19)

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 19). Pour les deux premières "sous populations", la distinction est faite entre les "mortes" et les "vivantes".

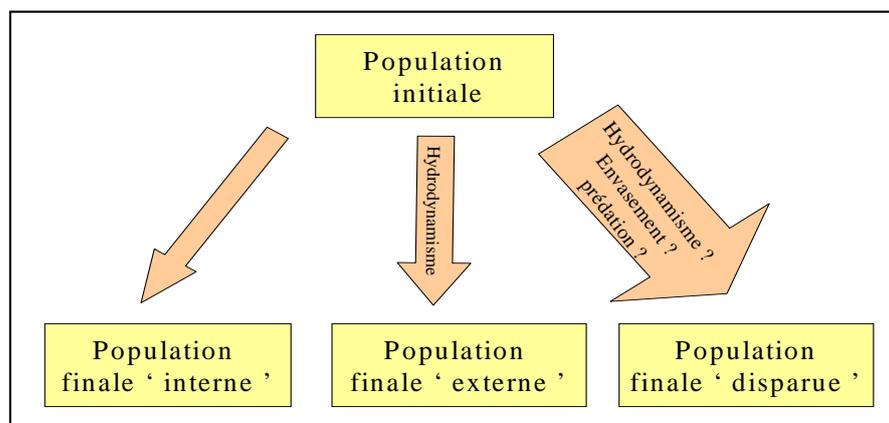


Figure 19 Conceptualisation de l'évolution des sous populations d'huîtres dans les parcelles.

#### ➤ Taux de mortalité des populations dans les parcs de $12,5 \text{ m}^2$

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 m<sup>2</sup>(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 20). Sur ce deuxième site, la zone Est semble plus exposé aux phénomènes de mortalité. A l'Est, le taux de mortalité est d'environ 10 % supérieur aux autres parties du parc.

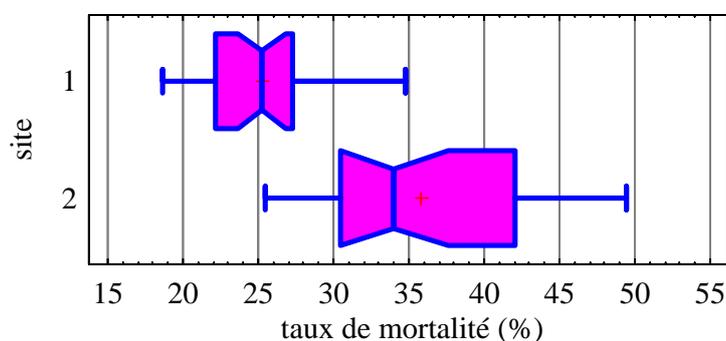


Figure 20. Taux de mortalité "globale"

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 21, Tableau 18).

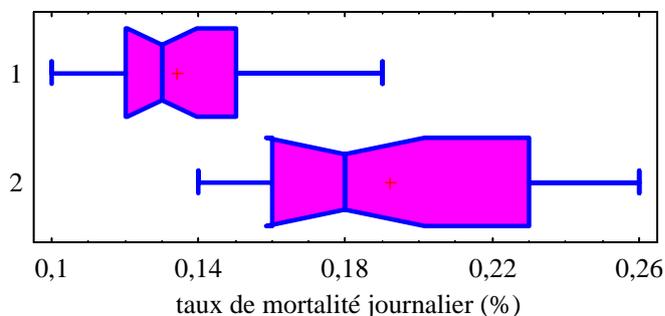


Figure 21. Taux de mortalité journaliers pour les élevages à plat en 1999 sur les sites 1 et 2 du banc de Ronce – Perquis.

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 population" des cadrats (0,5 m<sup>2</sup>) 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 site est hétérogène et comprise entre 17-37 % pour le site 1 et 22-56 % pour le site 2. Malgré la variabilité importante associé à ces mesures, la différence est dans le taux de mortalité est significativement supérieur sur le site plus vaseux.**
- **Sur le site 2 apparaît 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 enregistrée en 1997, 1998 et 1999, reflètent en grande partie l'évolution de la méthode de mesure durant ces trois années (**Annexe IV**). La mauvaise "cohérence" des mesures effectuée en 1997 trouve une explication dans la grande variabilité rencontrée en 1998 au cours des échantillonnages en "réplicats" des parcs expérimentaux. Cette variabilité inter échantillonnage de la mesure de mortalité est considérablement réduite en 1999 par la mise en place de petits parcs de 0,5 m<sup>2</sup>. Ces parcs sont gérés comme les poches de cultures en surélevé, totalement échantillonnés 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 s'élèvent à plus de 35 % en 1999 (Figure 22-1-). Vers mi mai, les taux de mortalité des élevages à plat sont de 7 % en 1997, 12 % en 1998, et supérieurs à 25 % en 1999 !... Après prise en compte de cette mortalité, comme une mortalité "historique" et de mise en élevage, le classement inter annuel de la mortalité des élevages à plat, (prise en compte fin août) s'inverse alors par rapport à la première analyse (Figure 22). Les taux de mortalité en fin d'élevage sont alors de 11, 15 et 20 % respectivement pour les années 99, 98 et 97.

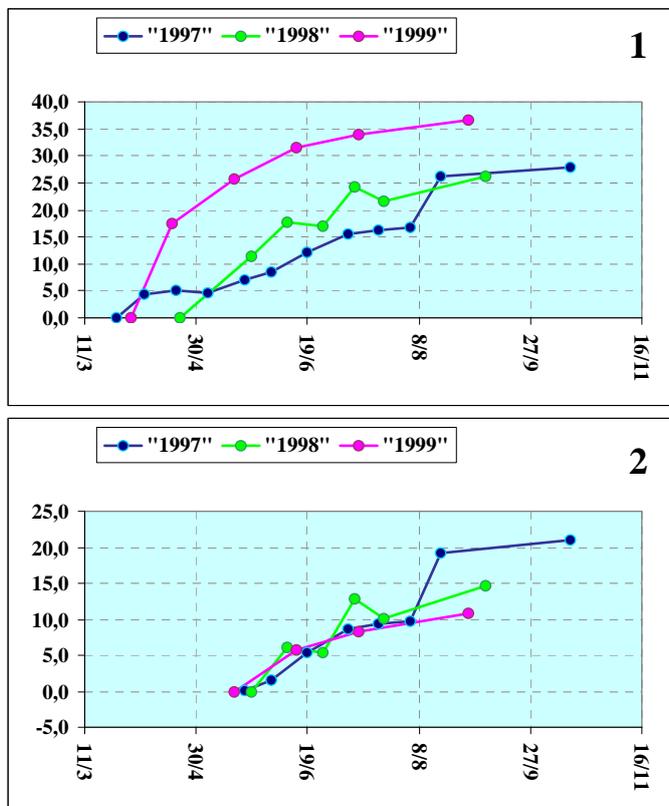


Figure 22. Mortalité moyenne cumulée des élevages à plat sur le banc ostréicole de Ronce – Perquis de 1997 à 1999. 1: mortalité "brute"; 2 : mortalité d'élevage.

➤ Mortalité en fin d'élevage. (1) Comparaison inter – sites (mortalité "historique + élevage)

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 23). 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 répliquats de mesure dans les parcs à plat de 50 m<sup>2</sup> sont de 6. La mortalité de 17,5 % sur le site 4 est significativement plus faible que celle des autres sites (test de Kruskal – Wallis ;  $p = 0,020$ ). En 1999, les mortalités sont mesurés sur 3 parcs identiques de 0,5 m<sup>2</sup>. 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 ;  $p = 0,031$ ).

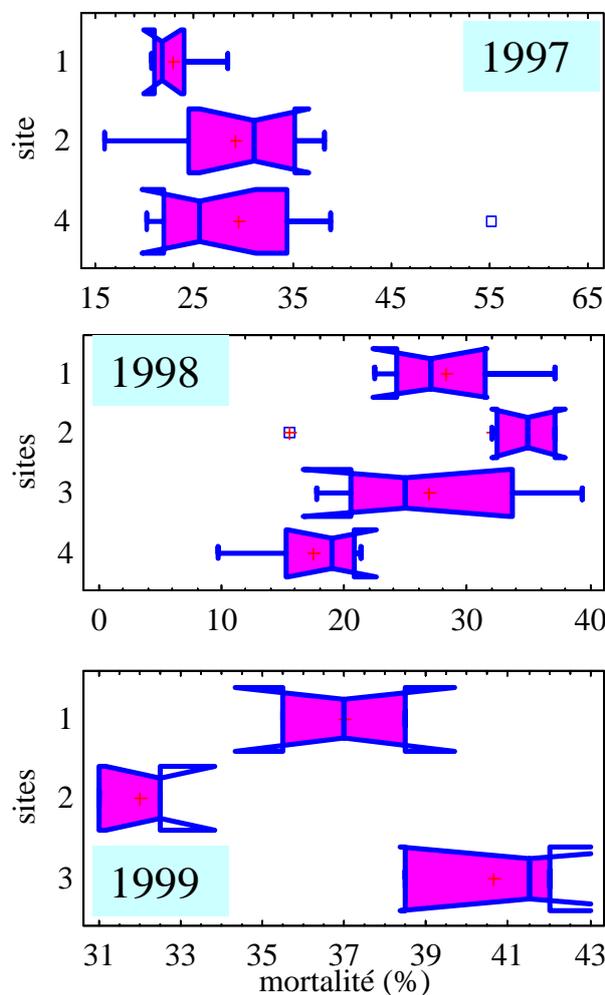


Figure 23. Mortalité (%) de *Crassostrea gigas* en élevage à plat sur le banc de Ronce – Perquis entre 1997 et 1999.

➤ Mortalité en fin d'élevage. (2) Comparaison inter annuelle (mortalité "historique" + mortalité d'élevage).

La comparaison inter annuelle est réalisée à partir des taux de mortalité journaliers (Figure 24, Tableau 19). La mortalité va "crescendo" de 1997 à 1999, passant de 0,14 % J<sup>-1</sup> en 1997 à 0,20 % et 0,24 % 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).

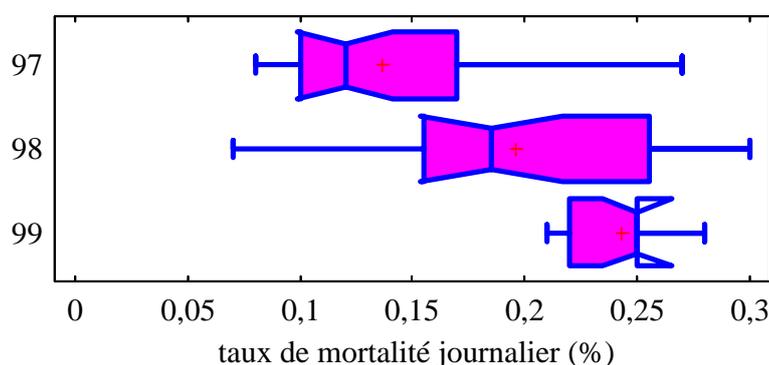


Figure 24. Taux de mortalité journalier pour les élevages à plat en 1997, 1998 et 1999 sur le banc de Ronce – Perquis.

Tableau 19. Mortalité de *Crassostrea gigas* sur les 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).  
Complexification dans l'analyse méthodologique.

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 cette année là sont contradictoires (Figure 25). 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 m<sup>2</sup>, et de 0,16 % dans le cas des parcs expérimentaux et des huîtres marquées ("1999 marq.") (Tableau 20). Ainsi, la méthodologie mise au point en 1999 de reconstituer des petits parcs au sol de 0,5 m<sup>2</sup>, avec 200 huîtres et de les traiter à l'identique des poches, donnent des résultats de mortalité supérieur de 7 % aux mesures effectuées dans des conditions "traditionnelles" (celles des années 1997 et 1998).

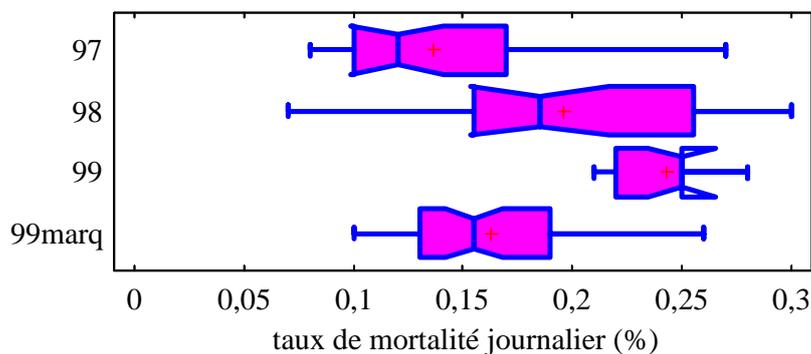


Figure 25. Taux de mortalité journalier des élevages à plat en 1997, 1998 et 1999 sur les sites 1 et 2 du banc de Ronce – Perquis. ("1999marq" correspond à l'échantillonnage de 25 cadrats par site).

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
périodes (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).

Ainsi, la comparaison inter annuelle sur 3 ans, ne peut – elle être faite 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 25). Des 3 années, 1998 se présente donc comme celle ayant connu les plus fortes mortalités d'huitres sur les élevages à plat.

Les mesures effectuées à partir des petits parcs de 0,5 m<sup>2</sup> approchent probablement plus la réalité zootechnique de survie des cheptels sur le plat, alors que la structure s'éloigne elle de la structure traditionnelle (au moins au niveau des dimensions). Le développement de cette dernière méthodologie est celle qui doit être retenue pour l'avenir des études de terrain

Au terme de cette analyse, un nouveau bilan inter – site peut être établi pour 1999; l'année est mauvaise 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 connaît une mortalité anormalement forte de 41 % du fait de l' ensablement dont il est l'objet au cours du printemps. Le site 1, 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 l'ordre de 10 – 15 % et 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 et mise en élevage", et une mortalité "d'élevage" , associée aux conditions d'élevage. Ce "potentiel morbide" lié à l'historique peut – être supérieur à la mortalité imputable aux conditions d'élevage elles mêmes (eg. 1999). La comparaison inter annuelle des résultats obtenus sur un même site implique de tenir compte de cette mortalité "historique" au cours de l'analyse. Cette mortalité "historique" est elle même indissociable de la mortalité lié à l'environnement, qui peut aussi s'exprimer durant les premiers mois d'élevages si les conditions environnementales sont très défavorables aux élevages.
- En 1997, la mortalité moyennes de fin d'élevage "à plat" est comprise entre 23 – 29 %, sans différences entre les 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 (*le site 4 n'est pas représenté dans l'étude – problème de "hersage"*)
- Au cours de cette étude, apparaît la difficulté de mesurer la mortalité sur le 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 au site 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, tellement 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 m<sup>2</sup> (1997) ou de 50 m<sup>2</sup> (1998).
- La 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 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 à retenir pour le futur.

### 3.2.3. Mortalité 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 26). En 1997, l'évolution du taux de mortalité est régulier. Il atteint 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 % en fin juillet et 17 % en début septembre. En 1999, le taux de mortalité est très élevé durant un mois et demi. La mortalité atteint 21 % durant cette période. Puis le taux de mortalité devient régulier jusqu'en début septembre. La mortalité cumulée atteint alors 10, 17 et 28 % respectivement pour les années 97, 98 et 99.

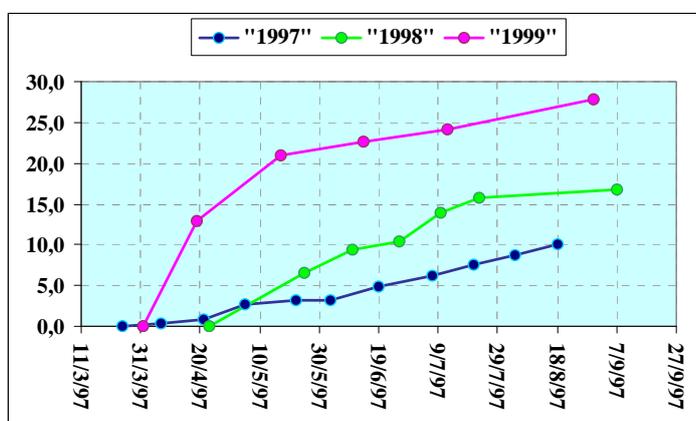


Figure 26. Mortalité cumulée des élevages sur tables en 1997, 1998 et 1999

#### ➤ mortalité de fin d'élevage

En fin d'élevage, soit respectivement en 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 27) les différences entre sites ne sont pas significatives ( $p > 0,05$  – test de rang de Kruskal – Wallis).

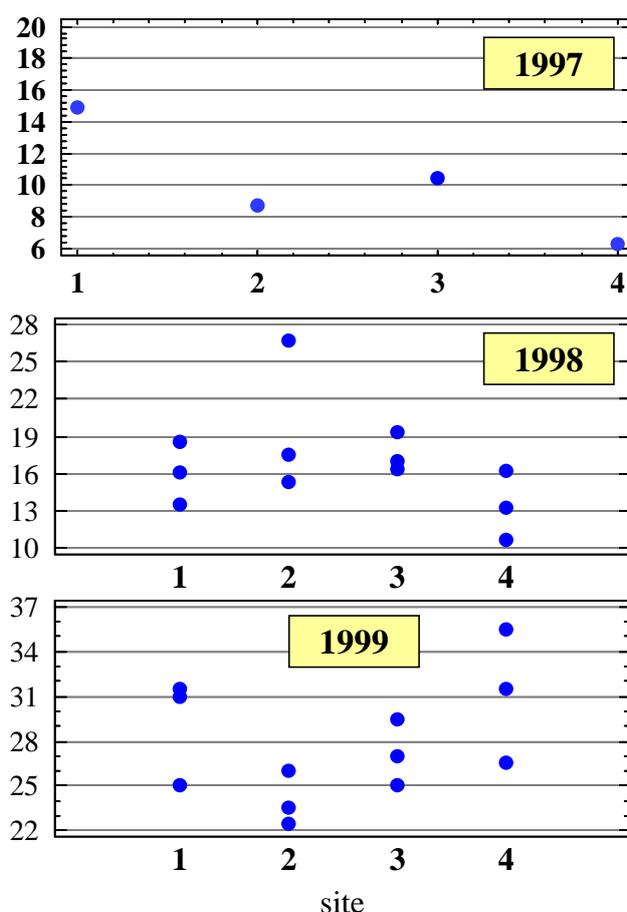


Figure 27. Taux de mortalité cumulé (fin d'élevage) des cheptels de *Crassostrea gigas* en surélevé. Mortalité "totale" ("historique" + élevage).

L'appréciation de la mortalité "d'élevage" est obtenue après "déduction" de la mortalité de mise en élevage et de la mortalité "historique" du lot d'huître. Ce calcul est ici réalisable car les poches (réplicats de sous population expérimentales) sont suivies individuellement (Figure 28). Pour les deux années, ce calcul est effectué sur une période strictement identique de 105 jours (ce qui rend inutile la transformation en taux de croissance journalier) (Figure 29). La différence entre les sites est significative au seuil de 5 % en 1999 ( $p = 0,02$ ) et ne l'est pas 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.

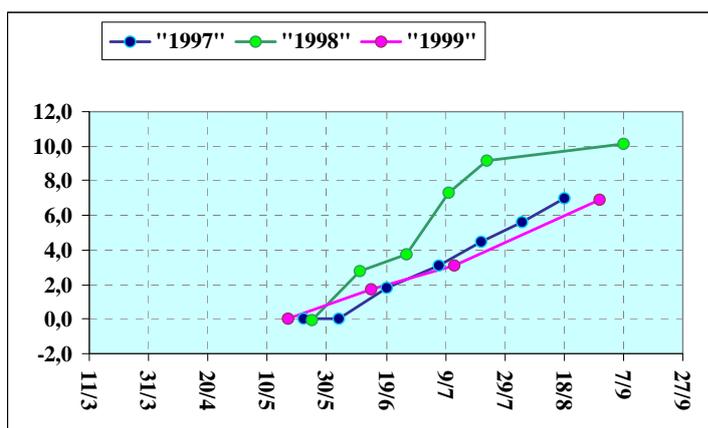


Figure 28. Taux de mortalité cumulée théorique des élevages sur table sans la mortalité de mise en élevage.

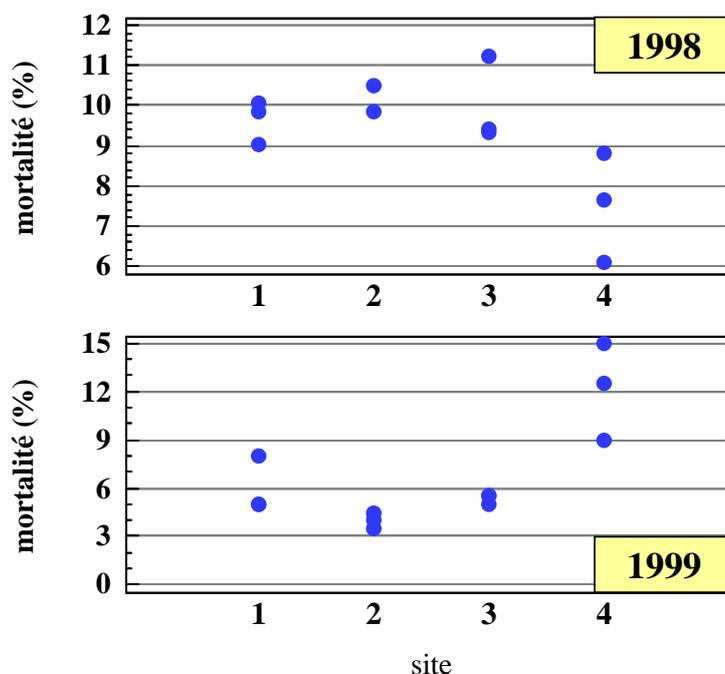


Figure 29 Taux de mortalité cumulé (fin d'élevage) des cheptels de *Crassostrea gigas* en surélevé. Mortalité "d'élevage".

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 "homogène" (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 traduirait bien les mauvaises conditions d'élevage 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, les mesures sont répliquées 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 de mortalité journaliers 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 considérablement augmentés entre 1997 et 1998. De 0,5 à 0,8 ‰ en 1997, les taux passent à 1,0 – 1,5 ‰ en 1998.

- **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 meilleurs taux de survie en 1998 et le moins bon en 1999. Les sites 1, 2 et 3 présentent par contre une réponse homogène vis à vis de la mortalité en 1998 comme en 1999.**
- **En Juin, Juillet et Août, le TMJ 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 tables de 1997 à 1999

Seules les mortalités d'élevage sont prises en compte dans ce paragraphe. Les courbes de mortalité cumulées de la mortalité sur table sont linéaires et identiques en 1997 et 1999 (Figure 30).

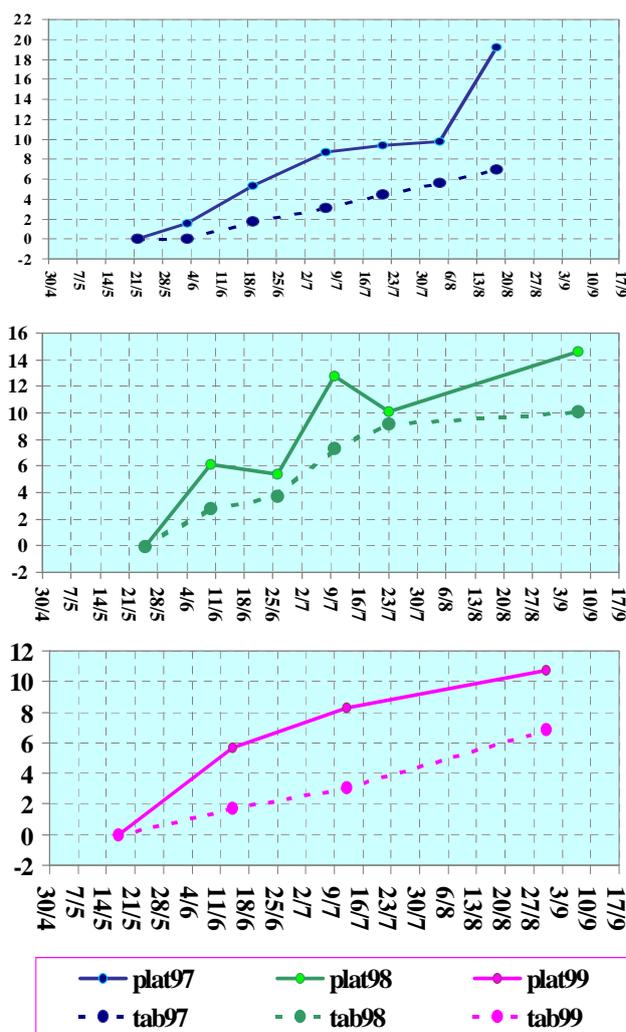


Figure 30. Taux de mortalité cumulés (%).  
Comparaison "plat – table".

En 1999, la pente est plus forte jusqu'à la 3<sup>ème</sup> 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 de plus forte intensité de la mortalité au cours du printemps, puis une baisse de la mortalité au cours de l'été (période de ponte). Le taux de mortalité est alors proche de celui obtenu sur tables. Un accident (?) survient en début août 1997 sur le plat, puisqu'en un peu plus de 15 jours le taux de mortalité double sur les sites. En 1998, des conditions hydrodynamiques violentes viennent plusieurs fois perturber les sites d'élevage, rendant délicat la lecture de la mortalité au cours du temps (Figure 30). Les

densités finales observées sur les sites en fin d'élevages montrent que la mortalité est très fortement sous estimée sur le plat (Figure 31).

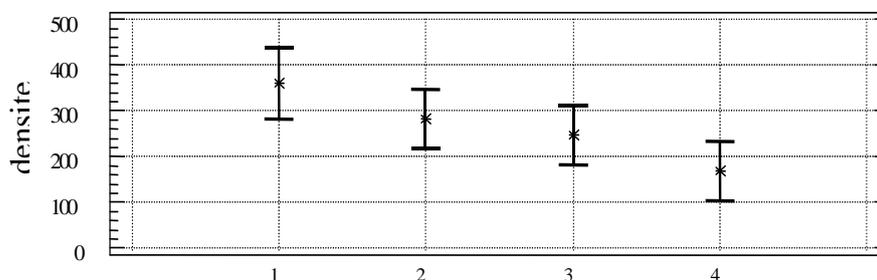


Figure 31. Densité finale (moyenne et intervalle de confiance) sur les 4 sites expérimentaux de 1998

- **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 %.**
- **Sur le plat, la mortalité est plus intense durant le printemps. A partir du début de la saison de ponte, la mortalité sur le plat n'est guère supérieure à celle des élevages sur tables.**
- **L'année 1998 a dû connaître des épisodes climatiques particulièrement violents qui ont fortement perturbés les élevages "à plat" . Ils compromettent gravement la validité des mesures de mortalité sur le plat.**

### 3.2.5. mortalité selon Z. Année 1999.

Sur le site 2, la mortalité s'élève à 20 % pour les 4 conditions d'élevage, le 17 mai (Figure 32). Par la suite l'évolution de la mortalité est parfaitement "dichotome". 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 bien également de 20 % au 17 mai. L'ensablement subit sur 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 32).

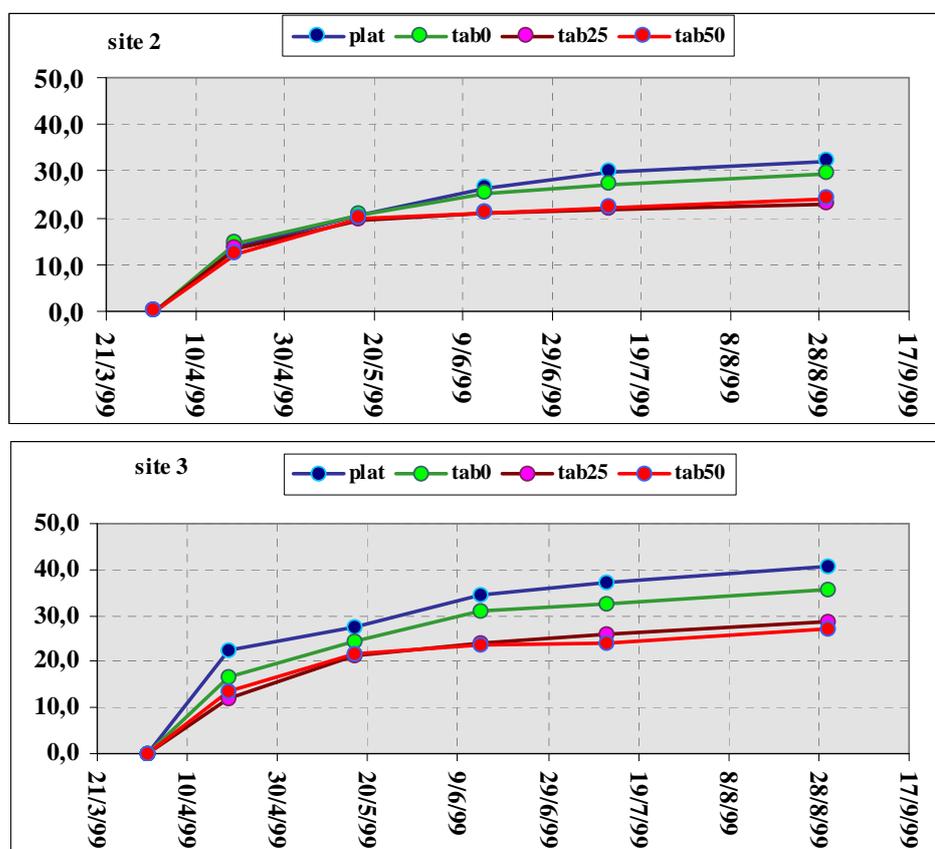


Figure 32. Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Moyennes des 3 poches par site. Mortalité "brute".

Par la suite, et en 3 mois d'élevage (juin, juillet et août), la mortalité d'élevage ne dépasse pas 2 % sur le site 2. Elle atteint 5 - 7 % sur le site 3 (Figure 33).

Sur le site 2 (caractéristique vaseux) la mortalité sur table (tab25 et tab 50) est de 4 % sur une période de 3 mois (juin – août). Sur 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 au 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 voisines très semblable 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, et 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.

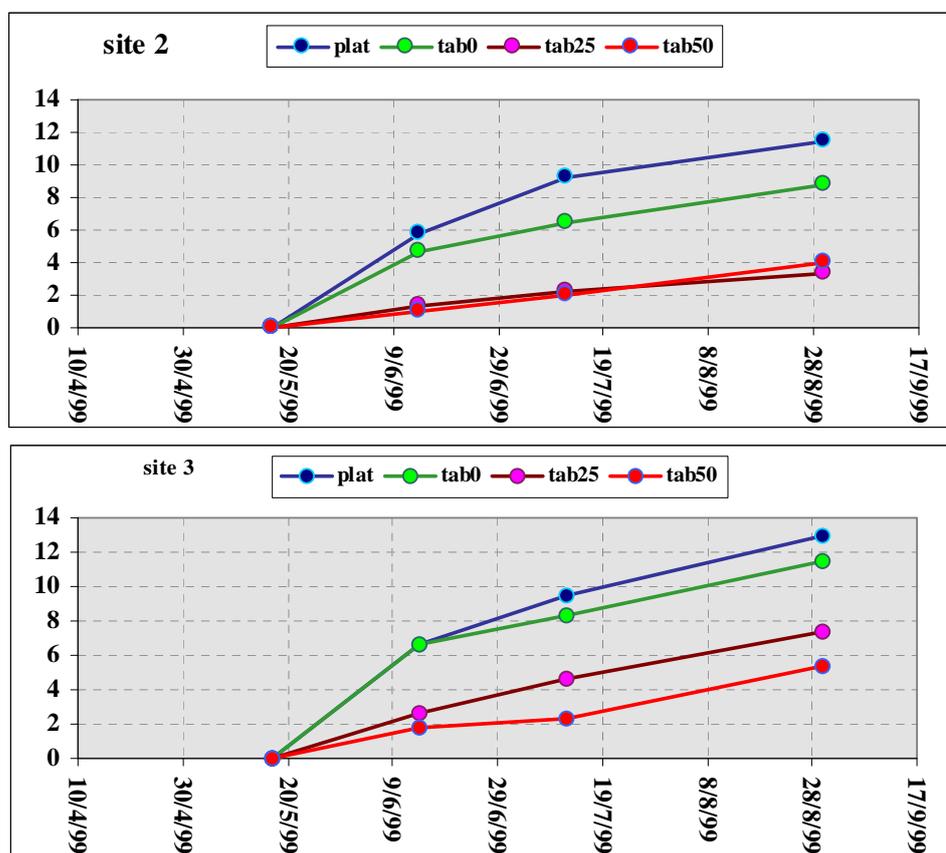


Figure 33. Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Moyennes des 3 poches par site. Mortalité d' "élevage".

- **L'importance du taux de mortalité "historique" et de mise en élevage de l'année 99 est confirmée. Pour les 4 types d'élevage, il est de 21 % sur le site 2. L'indépendance de ce résultat vis à vis des conditions expérimentales, confirme son rattachement à "l'historique" du lot d'huîtres. Sur le site 3, les conditions d'ensablement particulières du printemps, élèvent ce taux de mortalité à 25% pour la condition "tab0" et 28% pour le plat "traditionnel".**
- **Les différences de mortalité inter sites et inter modalités d'élevage sont exacerbées durant la période printanière. Elles deviennent négligeables durant la période de ponte en juillet – août. Une mortalité spécifique aux élevages à "altitude 0" sévit en fin mai et au cours du mois de juin. Quelle est son origine ?**
- **Aucune mortalité exceptionnelle n'affecte les cheptels sur tables au cours de la période de maturation avancée ..**

## 4. discussion

### 4.1. De l'importance de l'historique des cheptels 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 sont donc des "retours d'élevage", invendus en 1998. Malgré l'attention portée au cheptel 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 tout à la fois la plus jeune et de poids moyen plus élevé. L'indice Afnor moyen est de 6,5 – 6,6 en 1998 et 1999. Il est de 8,43 en 1997. La composition biochimique des cheptels mis en élevage est également de meilleurs "augures" pour le cheptel de l'année 97. En 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 des huîtres de 1998 les rend tout à la fois plus vulnérables et dépendant des conditions environnementales printanières.

La cinétique d'évolution de la mortalité des cheptels présente des profils très différents selon les années. La mesure de mortalité durant le premier mois d'élevage semble indépendant des conditions même de cet élevage mais intervient comme une caractéristique intrinsèque de la population au moment de la mise en élevage. Ainsi, la mortalité de "mise en élevage" en 1997 est comprise entre 0,05 et 0,12 % J<sup>-1</sup> 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 sur l'appréciation 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 "multi composants". Elle comprend la mortalité "historique", la mortalité "d'acclimatation" ou de "mise en élevage" et la mortalité "environnementale" liée à l'élevage lui – même. Ces types de mortalités sont difficilement dissociables dans la réalité de l'élevage. Elles "s'imbriquent" entre elles. Souvent, la mortalité

associée aux différentes conditions d'élevage, apparaît également durant la période de mise en élevage (mortalité se "mise en élevage"). Elle contribue par exemple à doubler le taux de mortalité des élevages à plat par rapport aux élevages sur tables, en 97 et 98. Elle "apporte" 5 % de plus à la mortalité déjà enregistrée sur table. La mortalité sur table peut servir de référence à la mortalité d'origine "historique" 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. Les indices de qualité initiale des cheptels (Afnor et Walne et Mann) le montrent seulement partiellement.

En terme de croissance (poids sec et poids de coquille), l'étude montre que l'année 98 donne les meilleurs résultats durant la première période "d'acclimatation". La relation avec la mortalité n'est pas évidente. En 1997, les cheptels présentent tout à la fois les meilleurs indices de qualité, le plus faible taux de mortalité "historique", mais pas du tout le meilleur taux de croissance, lors de la mise en élevage. Ainsi peut-on penser que dans cette situation printanière, l'influence de l'environnement serait 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 qualité initiale et origine des cheptels prévalent sur les conditions expérimentales elles-mêmes (e.g. densité d'élevage, type de claires ...) (Soletchnik et al., sous presse). Ces résultats mettent bien en valeur 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, une forte mortalité au cours du premier mois d'élevage conduit à une sélection naturelle d'un cheptel plus résistant aux conditions environnementales et agit en conséquence sur le taux de mortalité expérimental. Ainsi, en fin août, le taux de mortalité moyen "globale" de 37 %, classe l'année 99 comme la plus mauvaise des 3 années. Après prise en compte de la mortalité "historique" de près de 26 % cette année là (Tableau 22), le taux de mortalité expérimental de l'élevage à plat (11 %), devient alors le meilleur de ces 3 dernières années.

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

Depuis 1996, où l'effort zootechnique s'est intensifié sur le site atelier de Ronces – Perquis, la méthodologie de mesures de la mortalité des élevages à plat n'a pas cessé d'évoluer. En 1997, une seule mesure est effectuée sur un parc de 10 m<sup>2</sup>. 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 dispersion des mesures. 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 vont se retrouver 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 mortalité 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 <sup>2</sup> )	type d'élevage
1997	2	15 – 37	22	~10	
1998	2	15 – 36	21	~50	
	3	18 – 40	22	~50	plat (1)
1999	2	26 – 49	23	12,25	
	1	18 – 35	17	12,25	
	1 - 4		3	0,5	plat (2)
	1 - 4		3 - 8		tables

(1) mise en élevage traditionnel "à plat"; (2) mise en élevage en petits parcs de 0,5 m<sup>2</sup>

Les résultats obtenus en 1999 à partir de 25 mesures de cadrats contigus de 0,5 m<sup>2</sup>, montrent l'hétérogénéité "extrême" de la dispersion de la mortalité. Déjà, les parcs utilisés en 1997 et 1998 (respectivement 10 et 25 m<sup>2</sup>) sont de petite taille au regard de ceux utilisés par les professionnels (plusieurs ares). L'étude menée en 1999 sur un parc de 12 m<sup>2</sup>, constitué de 25 cadrats de 0,5 m<sup>2</sup>, montre des écarts de mortalité étonnants sur 2 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 montre bien 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 m<sup>2</sup> à l' E-SE du parc 2 (Est du banc de Ronce). Ce résultat est – il la manifestation d'une "pollution" à micro échelle ou d'un phénomène de mortalité "en tache" déjà évoqués par les auteurs ? 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 était évoqué au cours des épisodes de crises de mortalité printanières des années 90, rien ne laissait supposer un tel niveau de confidentialité de la manifestation morbide (+ 10 % de mortalité sur quelques m<sup>2</sup> et dans quelques m<sup>2</sup>).

Sur le plan méthodologique, les mesures effectuées dans des petits parcs "à plat" de 0,5 m<sup>2</sup> en 1999, réduisent considérablement la dispersion des résultats. 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 pertes 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 multiples ; L'envasement des coquilles pourrait être une des explications sur le site 2, quand

les coquilles des petits parcs de 0,5 m<sup>2</sup> sont régulièrement remise en surface à chaque échantillonnage. Comme ce taux de perte de cheptels se rencontre de la même façon sur le site 1, beaucoup plus dur et sableux, la deuxième cause invoqué est l'hydrodynamisme qui a tendance à bien faire évoluer les 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. De toute façon, il est important de signaler que les taux de mortalité mesurés sur le plat, sont de toute façon sous estimés au terme de 6 mois d'élevage. Cette sous estimation maximise encore plus 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 également au cours de l'année 1997 fait comprendre que des perturbations environnementales se manifestent sur certains sites 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. Toujours en 1998; ce résultat est confirmé en fin d'élevage. La densité moyenne initiale est d'environ 400 huîtres par m<sup>2</sup>. La densité finale est de 350 ind m<sup>-2</sup> pour le site 1 et moins de 300 ind m<sup>-2</sup> pour le site 2. Les densités chutent ensuite à 250 ind m<sup>-2</sup> pour le site 3 et à moins de 200 ind m<sup>-2</sup> pour le site 4, le plus à l'est du banc.

Les mesures effectuées à partir des petits parcs de 0,5 m<sup>2</sup> approchent probablement plus la réalité zootechnique de survie des cheptels sur le plat, alors que la structure expérimentale s'éloigne de la structure traditionnelle (au moins au niveau des dimensions). Le développement de cette dernière méthodologie est celle qui doit être retenue pour l'avenir des études de terrain.

#### 4.3. Intensité de la 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 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 la différence d'environ 40 % est de nature environnementale, celle rencontrée au cours de l'année 1997 est probablement d'un autre ordre. L'accélération de la mortalité frappe les cheptels sur plat entre le 21 juillet et le 18 août, période qui cerne parfaitement en 1997 la période de ponte dans le bassin (Figure 15). En 1996, un pic de mortalité est identifié en juin, relève probablement d'une cause à caractère "aiguë" (e.g. agent pathogène, pollution particulière, etc etc...). Si l'origine pathogène des mortalités n'a pas souvent été confirmée dans le cas des mortalité "à plat", la comparaison systématique avec le "surélevé" peut permettre d'apprécier un niveau de mortalité "extraordinaire" laissant supposer d'autres causes de mortalité qu'une mortalité "endémique" encore mal expliquée...

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 parc des 4 sites

L'expérimentation menée sur les sites 2 et 3 (étude selon Z, avec 4 conditions d'élevage) précise la périodicité d'apparition de la mortalité à plat. Sur le site 2 ("vaseux"), la mortalité "historique" est bien strictement équivalente 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 12/07/99 et le 30/08/99. Par contre, une mortalité spécifique d'origine inconnue sévit dans 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 d'autres termes, l'effet sédiment (élevage à plat) exacerbe encore la mortalité des élevages après la période d'acclimatation, quand ce n'est pas le cas les 2 autres années.

Par contre la comparaison des résultats obtenus sur les parcs de 12 m<sup>2</sup> sont plus cohérents avec le classement des autres années ou la mortalité à plat du site 1 (50 % d'exondation, mais site "dur") connaît un taux de mortalité de 8 – 9 % inférieur à celui du site 2 (au caractéristiques plus vaseuse et à moins de 40 % d'exondation (Figure 23). C'est également cette même différence de 9 % qui se retrouve dans la comparaison des modes des distributions de mortalité dans les parcs de 12 m<sup>2</sup> (Figure 20). Le taux de mortalité élevé observé sur le site 3, est lié à 1 ensablement anormal durant la période printanière sur ce site. Sur le site 2, en 1999 un "effet baume" de la vase sur la mortalité "historique" crée un décalage au départ par rapport aux autres sites (**Annexe II**). La gestion particulière du parc, les fréquentes manipulations qui permettent d'extraire régulièrement la population d'huître de la vase, entraînent ainsi moins de mortalité "physique" liée au sédiment. Enfin, le parc, 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 sur 6 mois. En effet, alors que la mortalité de mise en élevage en 1997 et 1998 est de quelques %, celle de

1999 est de l'ordre de 15 – 20 % sur le plat et de 15 % sur table, dans les premiers 15 jours.....En soustrayant cette mortalité de mise en élevage à la mortalité finale, la mortalité globale sur 3 mois est de 6 % identique en 1999 à celle de 1997. Celle de l'année 1998 demeure supérieure durant le printemps et le début de l'été, et atteint 10 % fin juillet.

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

Le taux de mortalité sur le site 4 est le meilleurs en 1998. Il est le moins bon en 1999 du fait d'un envahissement du site par une variété de bigorneaux perceurs, affectant même les élevages sur table.

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 mauvaises 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 s'est fait sentir également sur les élevages en poche "à plat". Les performances des élevages sur tables à 25 cm ou 50 cm de hauteur sont très proches. Le résultat est meilleurs sur le site 3, sableux.

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" négatif de la vase sur croissance. De quelle façon se manifeste cet effet ? (e.g. effet de turbulence qui n'existe pas en "poche"? Déplétion alimentaire ?). 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 sur le site sableux et le site vaseux montre une meilleurs croissance en poids sec sur le site sableux que sur le site vaseux, alors que rien n'apparaît avec la croissance en coquille. Ainsi le sédiment vaseux produirait un effet inhibiteur 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 liée 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.

Les ostréiculteurs ne se trompe pas en privilégiant les sites sur tables par rapport à ceux à plat à une période d'appauvrissement du bassin en ressource trophique...

#### 4.5. Maturation et ponte

Les analyses biochimiques de chair permettent d'obtenir deux cycles différents entre 1997 et 1998. Le cycle de 1997 semble 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 une bonne synthèse de ce sucre par les huîtres. Ce résultat ne se retrouve pas en 1998 où la plus forte teneur en glycogène 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 spectaculaire. Elle atteint 20 % en début octobre. En 1998, les huîtres effectuent une première étape de lipogénèse 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 quelques cheptels, 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, tout les 2-3 jours de juin à début septembre. Un rapport d'effectifs de larves est réalisé avec l'année 1998, la plus faible 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 proviendrait des élevages en surélevé. La contribution des élevages à plats 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 0,42g , 0,41g et 0,73g en 1997, 98 et 99 reflètent-elles 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 en "post ponte" pour les 2 types d'élevage (plat et surélevé) les 3 années consécutives n'est probablement pas le fruit du hasard.

*Rq. méthodologie....Si les pêches expérimentales de larves de Crassostrea gigas durant le printemps –été à un pas de temps de 2-3 jours constituent un bon indicateur de la saisonnalité de ponte des cheptels dans le Bassin de Marennes Oléron , la fréquence des échantillonnages de biométrie doit être augmenté pour préciser les modalités de ponte sur un banc particulier.*

## 5. conclusion

### (1) Partie "résumé"

**Deux écueils importants apparaissent dans la mesure de la mortalité des élevages à plat :**

- (1) La mortalité d'élevage doit être dissociée de la mortalité "historique" et de la mortalité "d'acclimatation" des cheptels.**
- (2) La dispersion "micro spatiale" de la mortalité rend cette mesure très délicate.**
- (3) La solution d'avenir de la mesure de la mortalité des élevages à plat, est de maintenir l'utilisation des structures expérimentales en petits parcs de 0,5 m<sup>2</sup>.** (qui retiennent les coquilles mortes et dont la méthodologie de comptage empêche également l'enfouissement des coquilles).

### (2) Partie "prospective"

Mortalité "historique" et de "mise en élevage" sont indissociables dans l'analyse des mortalités étudiées en 1997, 98 et 99. Les conditions environnementales propres à l'année en cours, doivent avoir un poids sur la mortalité de mise en élevage. Lequel ? Ce poids pourrait être approché chaque année en considérant plusieurs qualités de cheptels simultanément sur un même site. En faisant ainsi varier la mortalité historique (résultat normalement attendu). Il serait ainsi possible d'apprécier la mortalité de mise en élevage, dépendant des conditions environnementales.

Ainsi, la mesure conjointe de la mortalité sur table et sur plat peut constituer un outil de diagnostic d'une mortalité anormale sévissant sur le plat.

### **Mortalité printanière et estivale de l'huître creuse (*Crassostrea gigas*) dans le Bassin de Marennes Oléron. Type de mortalité et type d'élevage.**

Les études sont conduites durant la période printanière et estivale sur le site atelier de Ronce – Perquis dans le sud du Bassin de Marennes Oléron (cote Atlantique – France) entre 1997 et 1999. Quatre sites de référence permettent de suivre la survie des huîtres dans des conditions traditionnelles d'élevage "à plat" et sur tables ostréicoles. Chaque année, les cheptels sont issus d'un lot homogène d'huîtres. Le suivi de la mortalité cumulée des élevages montre des cinétiques très différentes selon les années. Ainsi, durant une période d'acclimatation de quelques semaines, les taux de mortalité journaliers sont, en 1997, 1998 et 1999, de 0.12 , 0.36 , 0.56 % pour les élevages à plat et de 0.05 , 0.20 , 0.46 % pour les élevages sur tables. Ces résultats montrent comment la mortalité, cumulée sur 6 mois d'élevage, doit être dissociée en une mortalité de "mise en élevage", dont les causes sont inhérentes à l' "histoire" de l'individu et en une mortalité d'élevage "sensus sticto". En 1999, la mortalité "historique" est largement supérieure à la mortalité d'élevage proprement dite. La mortalité des élevages à plat est d'environ 40 % supérieure à celle des élevages sur tables en 1998 et 1999. Les causes sont discutées.

**Mesures de la mortalité de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans des conditions d'élevage traditionnel "à plat". Géodispersion de la mortalité et mise au point méthodologique.**

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la problématique de la mortalité printanière et estivale de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. Les études sont menées sur un banc ostréicole du sud du Bassin de Marennes Oléron (France) en période printanière et estivale. Les résultats obtenus au cours de 3 années d'études montrent la grande variabilité des mesures de mortalité sur des parcs de 10 à 50 m<sup>2</sup>, pouvant aller jusqu'à 20 % de différence entre les mesures. Les causes environnementales de la dispersion des réponses sont évoquées. La géodispersion de la mortalité est précisée en 1999 par des études systématiques sur des parcs expérimentaux (couverture spatiale complète de parcs de 12 m<sup>2</sup>). Les taux de "disparition" de cheptels durant la période expérimentale est de 7 – 8 %. Deux parcs mitoyens de 0,5 m<sup>2</sup> peuvent présenter des écarts extrêmes dans la mesure de mortalité, pouvant atteindre 20 %. La mise en place de parcs expérimentaux individualisés de 0,5 m<sup>2</sup>, réduit la dispersion des mesures à 3 – 4 % et évite la perte de cheptels.



## 6. Références

- Beattie J.H., Chew K.K., 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., 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., Lombas I & 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.
- 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.
- Gross F., 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., 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.

- Lodato M., 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 pour le diplôme d'Etat de Docteur Vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes : 127 pp.
- Mackin J.G., 1961. Mortalities of oysters, Proc. Nat. Shellfish Ass. 50 : 40-51.
- Mann R., 1979. Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevated temperatures, J. Mar. Biol. As. U.K 59 95-110.
- Martin J.L., Sornin J.M., Delmas D., El Sayed M., 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*, 11 : 227-38.
- Perdue J., Beattie J.H., Chew K.K., 1981. Some relationship between gametogenic cycle and summer mortality phenomenon in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in Washington state, J. Shellfish. Res. 1 : 9-16.
- Razet D., Faury N., Geairon P., Soletchnik P. & 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., Geairon P., Razet D. & Gouletquer P., 1996. Physiologie de la maturation et de la ponte chez l'huître creuse, *Crassostrea gigas*. RI DRV-96-05-RA/La Tremblade : 27 p.
- Soletchnik P., Razet D., Geairon P., Faury N. & 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., 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., Olivier Le Moine, Nicole Faury, Daniel Razet, Philippe Geairon, Philippe Gouletquer. 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. & 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., Suppl.*, 12 : 185-197.

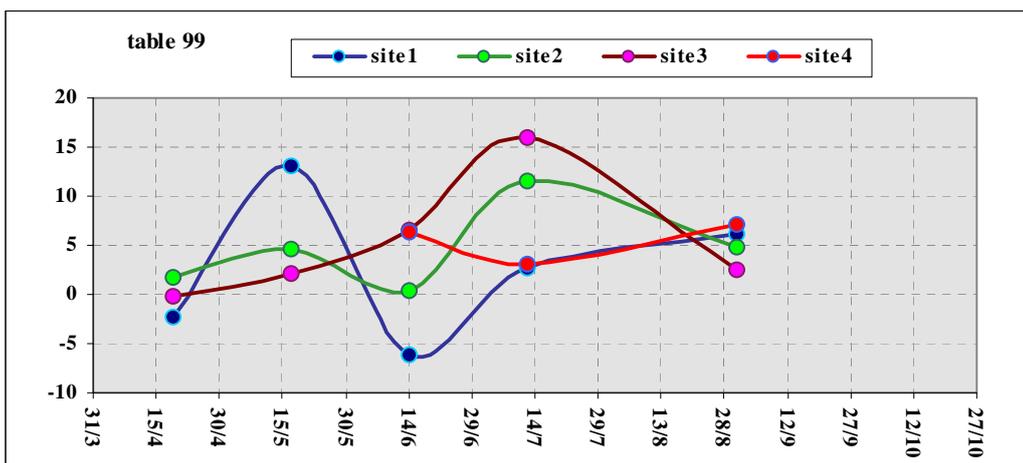
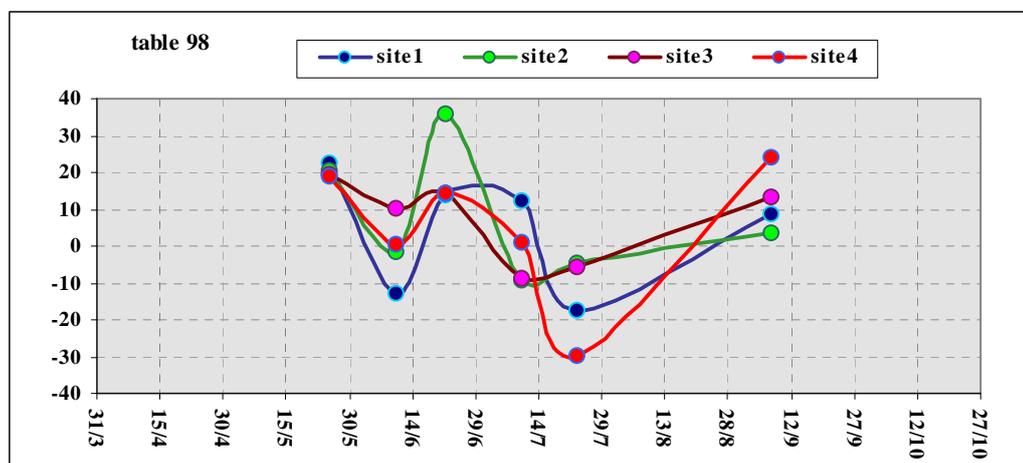
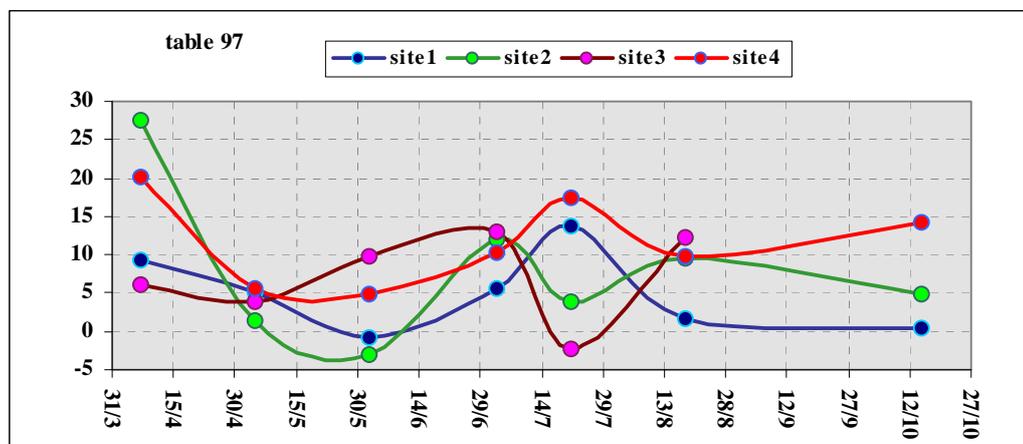
URAPC, 1995. Bilan des mortalités d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* en 1995 en Charente-Maritime. Rapport de laboratoire. 9 p. + annexes.

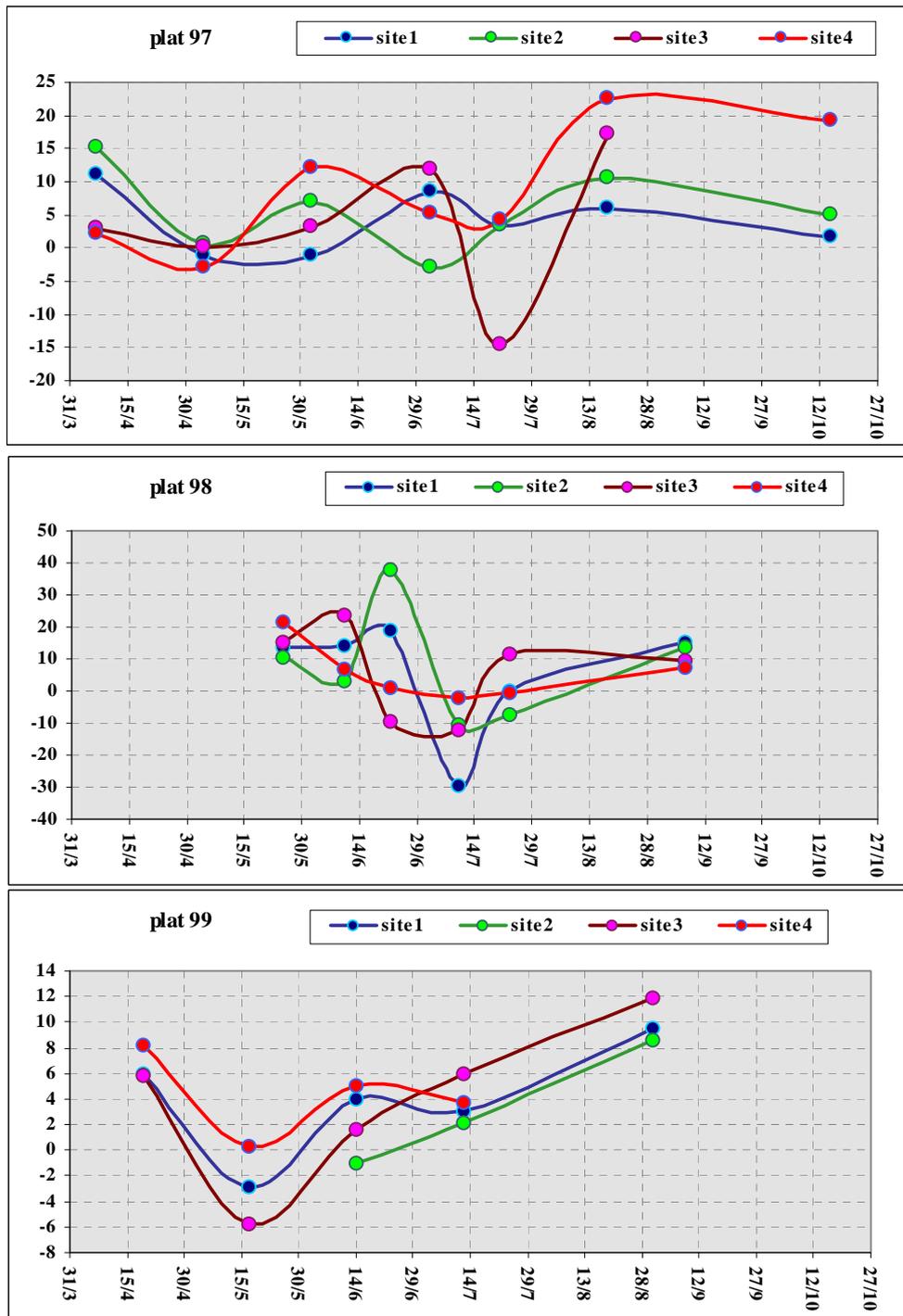


## 7. Annexes

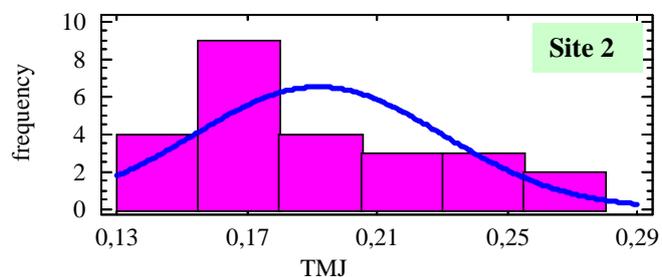
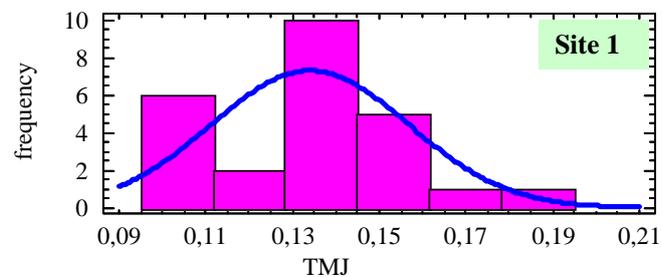
<b>Annexe I. Taux de croissance journalier en poids de coquille des élevages à plat et sur table en 1997, 1998 et 1999.</b> .....	69
<b>Annexe II. Qualité de la distribution des mesures de mortalité sur les parcs 1 et 2 en 1999 (manip "marquage").</b> .....	71
<b>Annexe III. Dispersion des sous populations d'huîtres dans les parcs de 12,5 m<sup>2</sup>.</b> .....	72
<b>Annexe IV. Mortalité de <i>Crassostrea gigas</i>, 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.</b> .....	73
<b>Annexe V. Mortalité de <i>Crassostrea gigas</i>, 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.</b> .....	74
<b>Annexe VI. Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Donnés "brutes"</b> .....	75
<b>Annexe VII. Qualité initiale des cheptels</b> .....	76

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





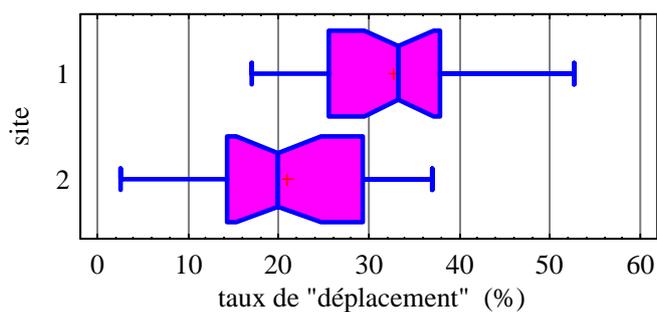
**Annexe II. Qualité de la distribution des mesures de mortalité sur les parcs 1 et 2 en 1999 (manip "marquage").**



### Annexe III. Dispersion des sous populations d'huîtres dans les parcs de 12,5 m<sup>2</sup>.

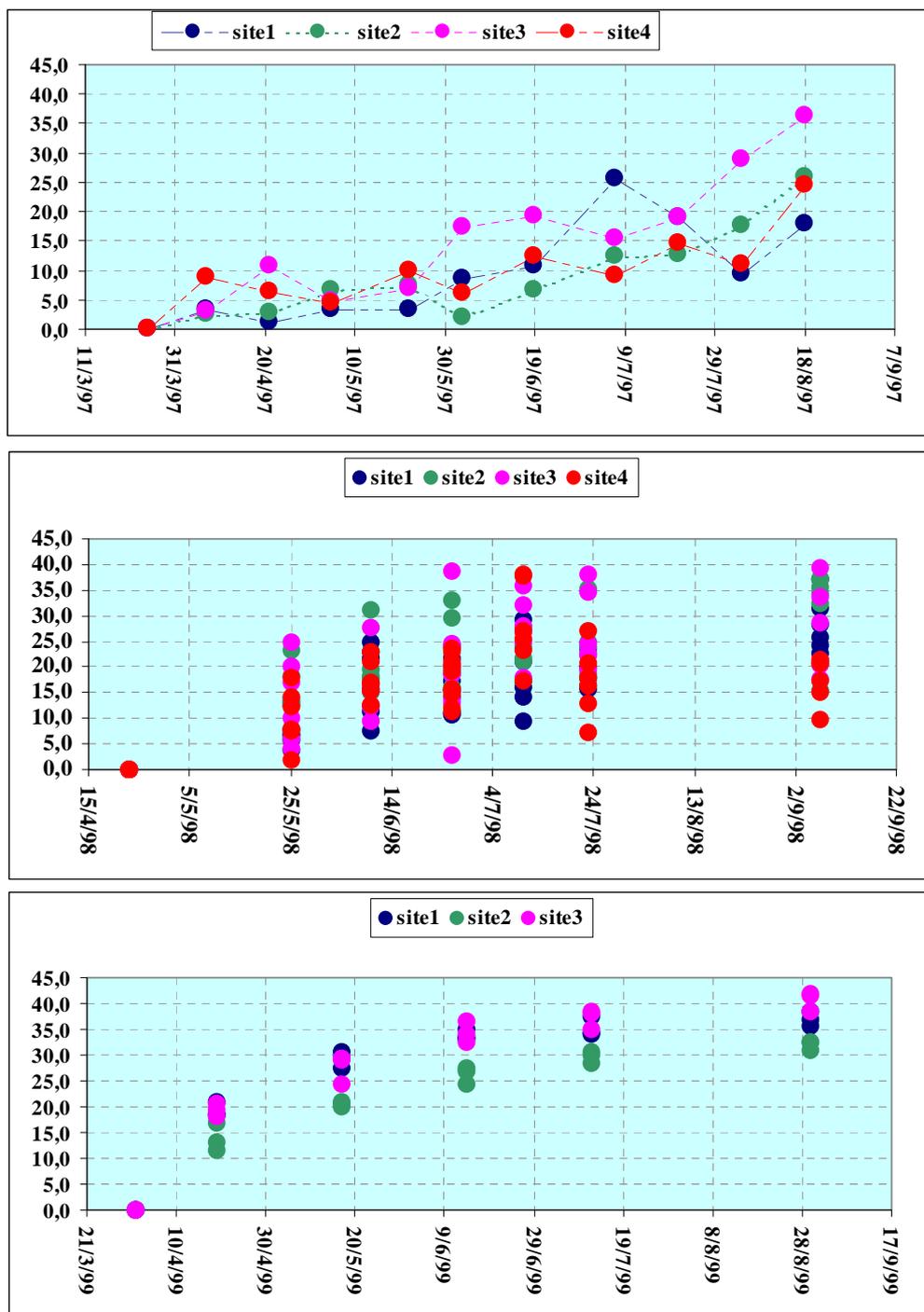
Taux de "déplacement" des sous population d'huîtres par rapport à leur site d'origine en 6 mois d'élevage (%).

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	

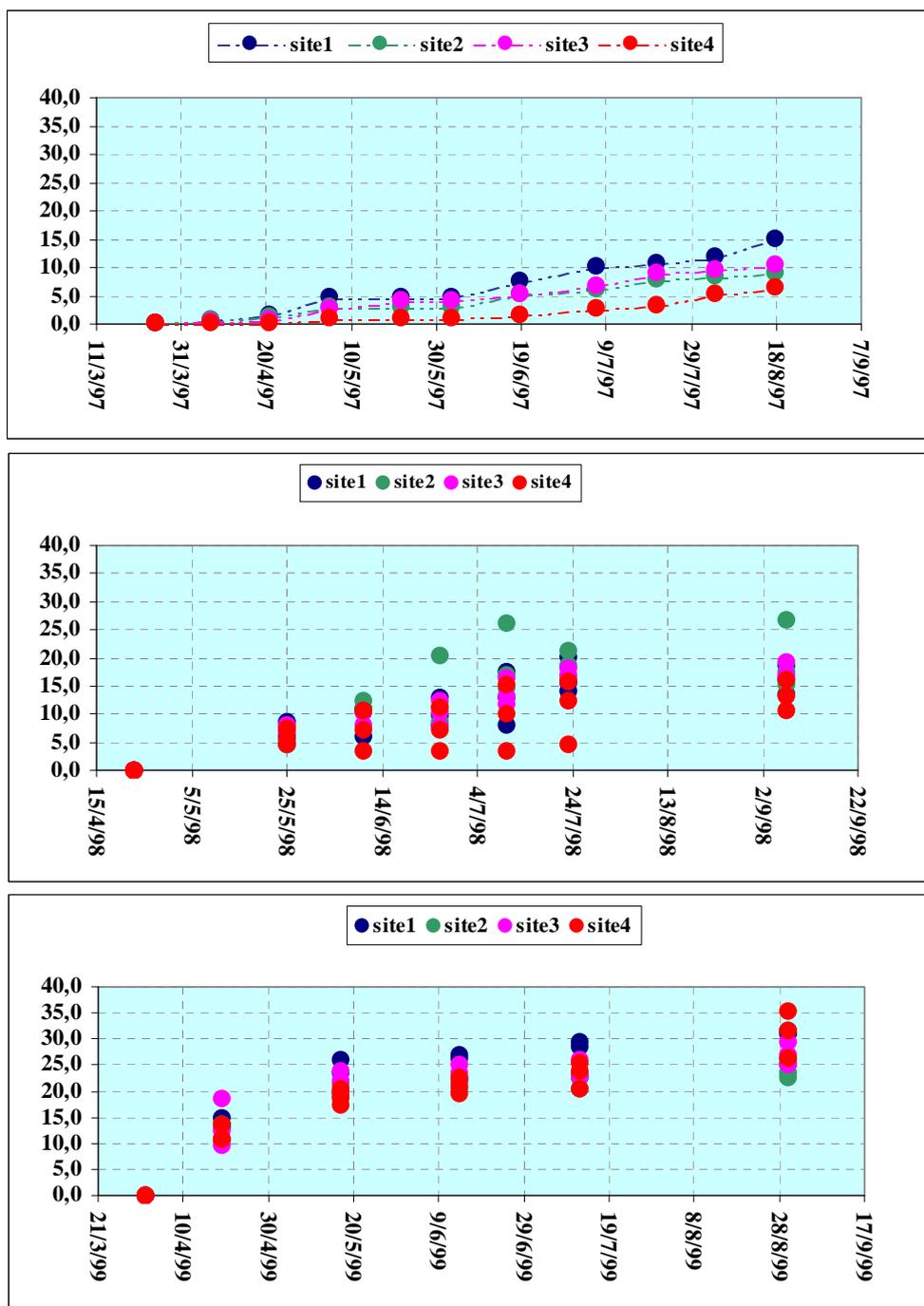


Variabilité dans le taux de "déplacement" des cheptels durant les 6 mois d'élevage entre un site "dur" (1) et un site "mou" (2).

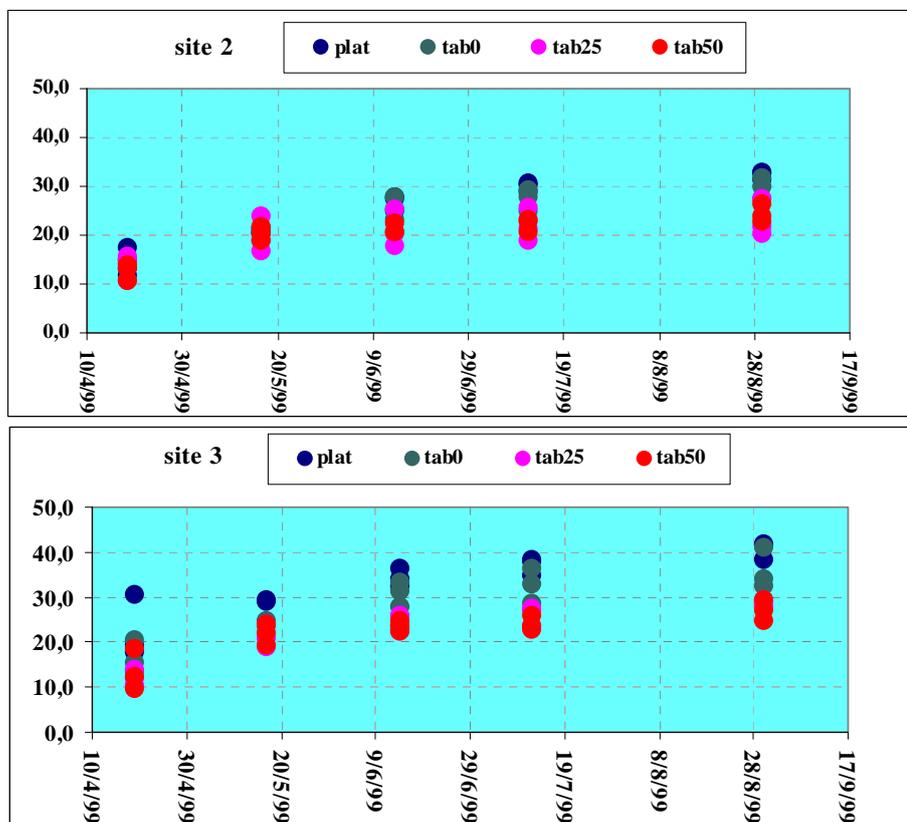
**Annexe IV. Mortalité de *Crassostrea gigas*, à plat, en 1997, 1998 et 1999 sur 4 sites de référence sur le banc ostréicole de Ronce – Perquis dans le sud du Bassin de Marennes Oléron**



**Annexe V. Mortalité de *Crassostrea gigas*, 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. Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3.**  
**Donnés "brutes"**

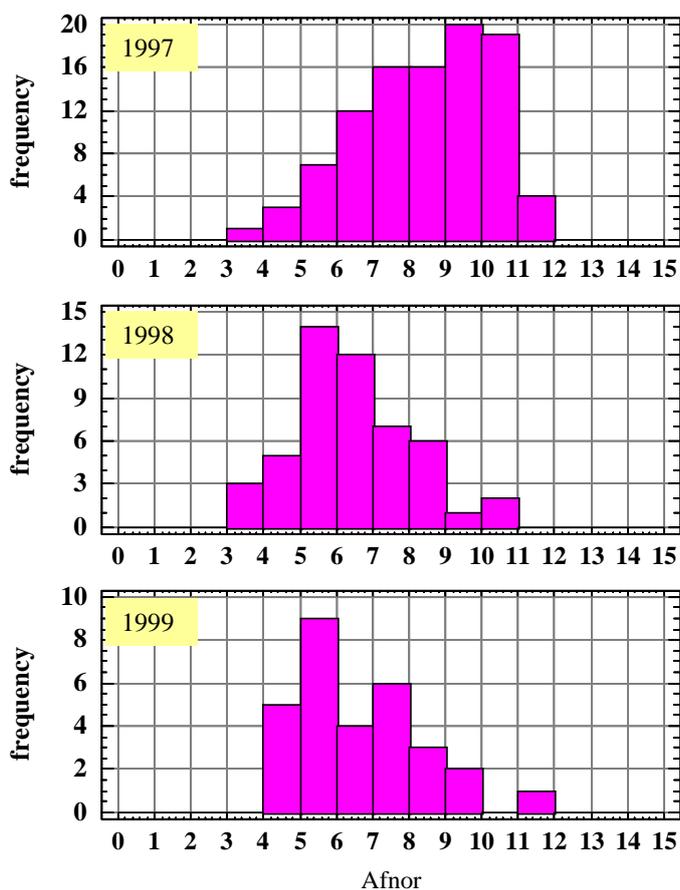


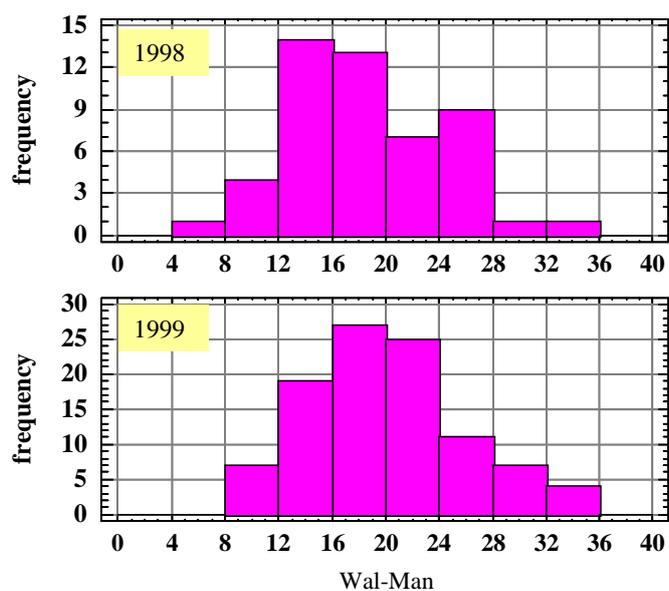
## Annexe VII. Qualité initiale des cheptels

Tableau 26. Effectif 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 .....	4
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.....	8
Figure 3. Sites expérimentaux en 1997, 1998 et 1999 sur les parcs ostréicoles de Ronce – Perquis dans le sud du Bassin de Marennes Oléron.....	9
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. Performance 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 et al., 1998). .....	25
Figure 12 Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipide 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 <b>1997</b> .....	26
Figure 13 Evolution de la teneur en glucides, glycogène et lipide 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 <b>1998</b> .....	27
Figure 14. Teneur en glycogène de <i>Crassostrea gigas</i> en 1997 et 1998 (valeurs moyennes)..	28
Figure 15. 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). .....	29
Figure 16. Evolution du poids de coquille pour les différents élevages (sites 2 et 3).....	32
Figure 17. Evolution du poids sec pour les différents élevages (sites 2 et 3) .....	32
Figure 18. Interaction des descripteurs "site" et "type d'élevage" sur la croissance en poids sec .....	33
Figure 19 Conceptualisation de l'évolution des sous populations d'huîtres dans les parcelles.	35
Figure 20. Taux de mortalité "globale" .....	36
Figure 21. Taux de mortalité journaliers pour les élevages à plat en 1999 sur les sites 1 et 2 du banc de Ronce – Perquis. ....	37
Figure 22. 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. ....	39
Figure 23. Mortalité (%) de <i>Crassostrea gigas</i> en élevage à plat sur le banc de Ronce – Perquis entre 1997 et 1999. ....	40
Figure 24. Taux de mortalité journalier pour les élevages à plat en 1997, 1998 et 1999 sur le banc de Ronce – Perquis. ....	41

Figure 25. Taux de mortalité journalier des élevages à plat en 1997, 1998 et 1999 sur les sites 1 et 2 du banc de Ronce – Perquis. (" <i>1999marq</i> " correspond à l'échantillonnage de 25 cadrats par site). .....	42
Figure 26. Mortalité cumulée des élevages sur tables en 1997, 1998 et 1999.....	44
Figure 27. Taux de mortalité cumulé (fin d'élevage) des cheptels de <i>Crassostrea gigas</i> en surélevé Mortalité "totale" ("historique" + élevage). .....	45
Figure 28. Taux de mortalité cumulée théorique des élevages sur table sans la mortalité de mise en élevage. ....	46
Figure 29 Taux de mortalité cumulé (fin d'élevage) des cheptels de <i>Crassostrea gigas</i> en surélevé. Mortalité "d'élevage". .....	46
Figure 30. Taux de mortalité cumulés (%). Comparaison "plat – table". .....	49
Figure 31. Densité finale (moyenne et intervalle de confiance) sur les 4 sites expérimentaux de 1998.....	50
Figure 32. Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Moyennes des 3 poches par site. Mortalité "brute". .....	52
Figure 33. Mortalité cumulée "selon Z" sur les sites 2 et 3. Moyennes des 3 poches par site. Mortalité d' "élevage". .....	53



## Liste des tableaux

Tableau 1. Mortalités de l'huître <i>Crassostrea gigas</i> sur le banc de Ronce les Bains entre 1983 et 1996.....	5
Tableau 2. Rapports et publications du L.C.P.C sur la problématique de la mortalité estivale de <i>C. gigas</i> .....	7
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).....	9
Tableau 4. Les sites expérimentaux du banc de Ronce; altitude ( <i>I</i> ), temps d'émersion et caractéristiques sédimentaires.....	10
Tableau 5. Effectifs marqués d'une lettre alphabétique sur chacune des parcelles (sites 1 et 2). .....	11
Tableau 6. Périodes et dates d'échantillonnage sur les sites d'élevages 1 – 4 sur le banc de Ronce – 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 Ronce – 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 Ronce – 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 larves d'huîtres (1-4 jours) dans le Bassin de Marennes Oléron (1) avec les périodes d'échantillonnage des cheptels d'huîtres.....	29
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 Ronce – Perquis en 1999, selon 4 types d'élevage.....	31
Tableau 16. Mortalité sur les sites 1 et 2.....	36
Tableau 17 Bilan de mortalité enregistrée sur les sites sans tenir compte de l'origine de la population (marquée ou non marquée). ....	36
Tableau 18. Mortalité de <i>Crassostrea gigas</i> sur les élevages à plat du banc de Ronce – Perquis. ....	37
Tableau 19. Mortalité de <i>Crassostrea gigas</i> sur les élevages à plat du banc de Ronce – Perquis.....	41
Tableau 20. Taux de mortalité journaliers de <i>Crassostrea gigas</i> sur les élevages à plat des sites 1 et 2 du banc de Ronce – Perquis. ....	42
Tableau 21. Mortalité de mise en élevage des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> en surélevé .....	47
Tableau 22. Mortalité de "mise en élevage" des huîtres <i>Crassostrea gigas</i> en élevage à "plat" et sur tables.....	55
Tableau 23. Mesures extrêmes de mortalité effectuées en fin d'expérimentation sur les parcs à plat. Comparaison avec la nouvelle méthodologie de 1999 et les mesures en surélevé..	57

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. ....	59
Tableau 25. Comparaison entre l'abondance des larves (1) et la perte de poids sec des cheptels en élevage sur tables.....	61
Tableau 26. Effectif échantillonnés pour permettre le calcul des deux indices : Afnor (1) et Wal-Man (2).....	76

