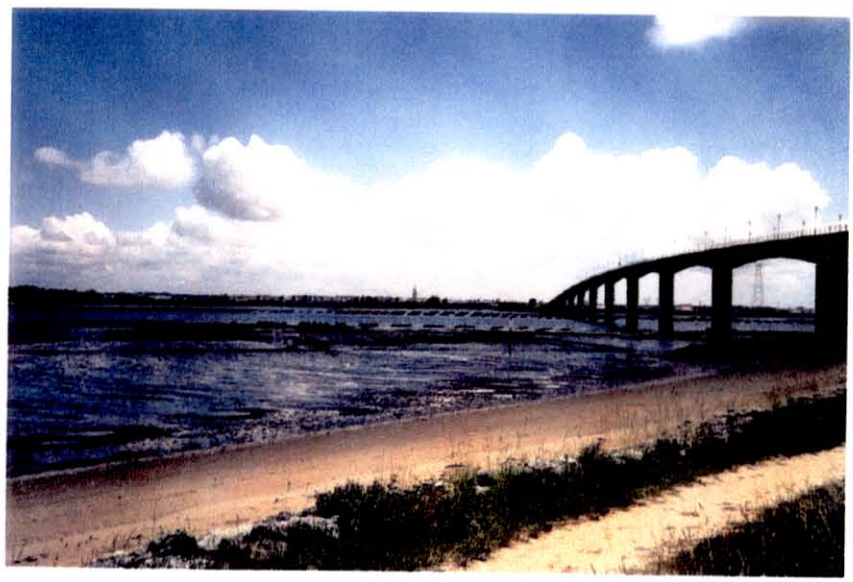
DRV / RA
LCPC La Tremblade

Le Moine O., Geairon P., Soletchnik P., Faury N., Goulletquer P., Robert S., Razet D., Heurtebise S.

R.INT.DRV/RA/LCPC 2000-02...

IFREMER
BIBLIOTHEQUE
LA TREMBLADE

Réseau de surveillance de la croissance et production de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron : bilan de 12 années de suivi (1986-1998).



Numéro d'identification du rapport : DIR/RST//2000/02 **Diffusion** : libre **X** restreinte ☐ interdite ☐ **Validé par** : **Version du document** :	**date de publication** 04 -2000 **nombre de pages** 46 **bibliographie** (Oui) **illustration(s)** (Oui) **langue du rapport** Francais

Titre et sous-titre du rapport :

Réseau de surveillance de la croissance de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron : bilan de 12 années de suivi (1986 – 1998).

Titre traduit :

Monitoring network of the Pacific cupped oyster *Crassostrea gigas* in the Bay of Marennes Oleron : analysis of the 12 years' data set (1986-1998).

Auteur(s) principal(aux) : nom, prénom	**Organisme / Direction / Service, laboratoire**
Le Moine Olivier, Geairon Philippe, Soletchnik Patrick, Faury Nicole, Goulletquer Philippe, Robert Stéphane, Razet Daniel, Heurtebise Serge et Taillade Sylvie.	IFREMER/ RA / LCPC
Collaborateur(s) : nom, prénom	Organisme / Direction / Service, laboratoire

Travaux universitaires :
diplôme : discipline :
établissement de soutenance : année de soutenance :

Titre du contrat de recherche :	n° de contrat IFREMER

Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse

Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s)

Responsable scientifique :

Cadre de la recherche :
Programme : Convention :

Projet : Autres (préciser) :

Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)

Résumé :

Ce rapport présente le résultat de 12 années d'étude sur la croissance de l'huître creuse dans le Bassin de Marennes Oléron. En 12 ans, il n'apparaît pas de tendance à la baisse des performances de croissance, mais bien des fluctuations inter annuelles qui seront à corréler avec les conditions environnementales des élevages. Les variations inter annuelles de croissance au cours des 12 années d'étude sont de plus grande amplitude que celles résultant de la localisation des sites expérimentaux (exception faite de la station de Ronce). Le site de Ronce, dans la partie Sud – Ouest du Bassin de Marennes Oléron est un site "privilégié" de croissance de *Crassostrea gigas* depuis 1989. La variabilité inter annuelle de la croissance en coquille est supérieure à celle du poids sec. Les années 1990 et 1991 apparaissent comme les deux meilleures années de croissance de la dernière décennie. Les classements des performances de croissance en poids de coquille et en poids sec ne sont pas toujours corrélés d'une année sur l'autre. La "reprise" de croissance pondérale automnale (après la ponte) est essentiellement due à la pousse en coquille. En 10 ans, seulement 25 % des sites ont pu montrer une légère reprise de croissance en poids sec. Une chute de la teneur en lipides de 4 - 6 % accompagne la libération des gamètes en été. L'évolution de la teneur en sucres de la chair ne laisse pas apparaître de cycles bien marqués lors des premières années de mesures. La forte teneur en protéines et le pourcentage expliqué de la chair de l'huître par les teneurs biochimiques (Protéines, glucides, sucres) semblent corrélés aux performances de croissance élevées.

Abstract :

This report aims to study the oyster *Crassostrea gigas* growth and production over a 12 years time' s span in the bay of Marennes-Oleron. Results of 12 years of oyster growth did not show any significant oyster biological productivity decrease, nor trend. In contrast, annual growth showed a large variability, which will be correlated with environmental conditions. Moreover, annual growth variability was greater than the variability due to site location, besides the Ronce experimental site. The later, located in the south west part of the bay of Marennes-Oleron, has been the leading oyster growth site since 1989. The annual shell growth variability was greater than oyster dry meat weight fluctuation. Both 1990 and 1991 years were characterized by the largest growth rates over the last decade. Site ranking from one year to another was variable with regard to shell weight and dry meat weight. The oyster growth observed during the fall was mostly correlated to a shell weight increase. During the last decade, only 25% of experimental sites were characterized by a fall and, although limited, oyster meat growth. A significant 4-6% lipids concentration decrease was correlated with the summer spawning event. The carbohydrates concentration did not show any significant trend over the early monitoring development. High protein concentrations as well as the proteins-carbohydrates-lipids sum of concentrations are correlated with high oyster growth rates.

Mots-clés :

Réseau de surveillance, croissance, composition biochimique, mortalité, *Crassostrea gigas*, Bassin de Marennes Oléron .

Keywords :

Monitoring network, growth, biochemical composition, mortality rate, *Crassostrea gigas*, Bay of Marennes Oleron.

Commentaire :

avril 2000 IFREMER *Copyright*

SOMMAIRE

RESUME 3

1 INTRODUCTION 5

1.1. Ostréiculture dans le bassin de Marennes-Oléron 5
1.2. Historique de la succession des espèces dans le bassin de Marennes-Oléron 5
1.3. Ressource trophique et capacité trophique du bassin de Marennes-Oléron 6
1.4. Réseau de croissance 6

2. MATERIEL ET METHODES 7

2.1. Sites d'élevage dans le bassin de Marennes-Oléron 7
2.2. Cycles annuels de croissance 9
2.3. Mesures et analyses 10
2.4. Choix des descripteurs de biométrie 11
2.5. Stratégie d'analyse 12
2.6. Traitements statistiques 13

3. RESULTATS 14

3.1. Séries chronologiques de croissance 14
3.2. Effort de ponte 15
3.3. Saisonnalité de la croissance 16

☞ Croissance en coquille 16
☞ Croissance en poids sec de chair 18

3.4. Bilan de croissance (poids sec et poids de coquille) 20

☞ Variations saisonnières et annuelles 20
☞ Comparaison des différentes stations 23

3.5. Evolution de la composition biochimique de la chair des huîtres 25

☞ Relation entre la chute de la teneur en lipides et la saison de ponte des huîtres 25
☞ Teneur en sucres de la chair des huîtres 26

☞ Relation entre la teneur en sucre et en glycogène dans l'huître 27
☞ Somme des constituants biochimiques de la chair des huîtres 29
☞ Variabilité spatio-temporelle de la composition biochimique de la chair des huîtres 31
☞ Analyse en séries chronologique des descripteurs de biométrie et de composition biohimique de la chair de *Crassostrea gigas* 31

4. **DISCUSSION** 35

☞ Stratégie spatiale de l'étude 35
☞ Croissance et bathymétrie 35
☞ Capacité trophique 36
☞ Les variations inter annuelles de croissance laissent–elles supposer une diminution des ressources trophiques au cours de ces 10 dernières années ? 37
☞ Les variations inter annuelles de croissance traduisent–elles une dégradation de l'environnement des élevages au cours de ces 10 dernières années ? 38

5. CONCLUSIONS 40

6. REFERENCES 41

Remerciements 45

ANNEXES 46

RESUME

La station de Ronce les Bains dans le sud du bassin de Marennes-Oléron connaît depuis 1989 une croissance en coquille et en poids sec significativement plus forte que les autres stations, en particulier durant l'automne.

La variabilité inter annuelle de la croissance en coquille est prépondérante. Les années 1990 et 1991 apparaissent comme les deux meilleures années de croissance de la dernière décennie. Certaines années, des différences de croissance importantes apparaissent également entre les stations.

Durant les années 1990, 1991 et 1997, les taux de croissance en chair des huîtres sur le site ostréicole de Ronce, sont 3 à 4 fois supérieurs aux valeurs des autres stations du réseau croissance.

La "reprise" de poids automnale (après la ponte) est essentiellement due à la pousse en coquille. En 10 ans, seulement 25 % des sites ont pu montrer une légère reprise de croissance en poids sec.

Au cours des 12 années de mesure de croissance dans le bassin de Marennes-Oléron, les 3 années 1986, 87 et 88 ont présenté les plus faibles rendements, tandis que 1990 et 1991 présentaient les plus élevés.

Les classements des performances de croissance en poids de coquille et en poids sec ne sont pas toujours corrélés d'une année sur l'autre.

Un classement relatif des performances de croissance fait apparaître le site de Ronce, dans le sud du bassin, comme le plus favorable à la croissance de *C. gigas*. Viennent ensuite les sites de la Mortane et d'Agnas au centre du bassin. Enfin, les deux sites les moins performants, sont ceux des Doux, dans le nord du bassin, et le site de Bourgeois dans le sud–est du bassin.

Une chute de la teneur en lipides de 4 à 6 % accompagne la libération gamètes en été.

L'évolution de la teneur en sucres de la chair ne laisse pas apparaître de cycle bien marqué lors des premières années de mesures. Cette teneur en sucres est probablement associée aux conditions environnementales des élevages.

La teneur en glycogène (sucre énergétique de réserve) chez l'huître, augmente proportionnellement avec la quantité de sucres totaux dans la chair selon une relation logarithmique.

La forte teneur en protéines et en PLG de la chair de l'huître, est corrélée aux performances de croissance élevées des sites de Ronce et le la Mortane, ainsi qu'aux années les plus performantes (e.g., 1990, 91 et 92).

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de la gestion des bassins conchylicoles, la constitution de base de données afférentes à la surveillance de la bande côtière et au suivi de la ressource est un enjeu majeur pour les Laboratoires Conchylicoles de l'IFREMER. Ces bases de données forment un référentiel nécessaire à l'évaluation du milieu comme de la ressource conchylicole. Les connaissances relatives à la variabilité spatio-temporelle des croissances et des rendements de production permettent d'évaluer les tendances au niveau des cheptels, de développer de nouveaux programmes de recherche, et de soutenir les actions de recherche de laboratoires thématiques ainsi que les avis émis par le laboratoire.

Le Laboratoire Conchylicole de Poitou-Charentes (LCPC) de La Tremblade, couvre géographiquement l'ensemble des Pertuis Charentais depuis le sud de la Vendée jusqu'à l'estuaire de la Gironde, englobant ainsi le bassin de Marennes-Oléron. Le présent rapport constitue une première analyse du réseau de croissance développé sur le bassin de Marennes-Oléron de 1986 à 1998 sur l'huître creuse *C. gigas*, et constitue la base pour l'extension du réseau "huître creuse" sur l'ensemble des Pertuis et le développement d'un réseau similaire sur la moule *Mytilus edulis*.

1.1. Ostréiculture dans le bassin de Marennes-Oléron

Le bassin de Marennes-Oléron (figure 1), situé entre l'île d'Oléron et la partie continentale, représente le premier bassin de production ostréicole en Europe avec près de 40 000 tonnes d'huîtres produites annuellement. Ses 150 km^2 de superficie sont limités au nord par le Pertuis d'Antioche, et au sud par celui de Maumusson. Avec une hauteur d'eau moyenne de 3,19 m, le bassin est alimenté en eaux douces et éléments nutritifs principalement au nord par l'estuaire de la Charente (débit de 10 à 400 $m^3\ s^{-1}$) et secondairement au sud par la Seudre (débit de 0 à 40 $m^3\ s^{-1}$) (Soletchnik *et al.*, 1998).

1.2. Historique de la succession des espèces dans le bassin de Marennes-Oléron

L'élevage de l'huître creuse *Crassostrea gigas* est pratiqué dans le bassin de Marennes-Oléron depuis les années 1970 pour pallier la disparition de l'huître portugaise *Crassostrea angulata* décimée par des maladies virales (Héral, 1989). Les importations, effectuées de 1971 à 1975, concernent des géniteurs provenant de Colombie Britannique (Canada) et du naissain en provenance du Japon. De bonnes performances de croissance et le succès du captage sur la côte atlantique française (depuis 1972) traduisent la réussite de l'implantation de cette espèce en France dont la production atteint 80 000 tonnes en 1976 (Grizel et Héral, 1991), et le pratiquement le double, vingt ans plus tard (Héral et Goulletquer, 1995).
Actuellement premier bassin ostréicole européen d'huîtres *Crassostrea gigas,* le bassin de Marennes-Oléron dispose d'un stock en élevage de l'ordre de 100 000 tonnes pour une production annuelle de 30 000 à 40 000 tonnes, soit 25 % de la production nationale. Le tonnage affiné et commercialisé peut atteindre 50 000 tonnes, soit 40 % de la production française. Site de captage naturel de naissains et de demi élevage pour l'ensemble des bassins conchylicoles français, la valeur ajoutée à chaque stade de production représente également une donnée économique non négligeable.

Si la croissance de *Crassostrea gigas* peut être très rapide dans un environnement adéquat (Héral, 1989 ; Walne et Spencer, 1971 ; Spencer *et al.*, 1978), les performances au niveau du bassin de Marennes-Oléron sont actuellement limitées en comparaison avec les autres bassins français, comme l'indique le réseau de suivi IFREMER national REMORA (Fleury *et al.*, 1999).

1.3. Ressource trophique et capacité trophique du bassin de Marennes-Oléron

Le bassin de Marennes-Oléron a connu une forte évolution de sa biomasse en filtreurs depuis 20 ans, toutes espèces confondues. Le concept de "capacité trophique limitée" dans le bassin de Marennes-Oléron liée à une surcharge des cheptels en élevage est mis en évidence dès 1985 par Héral *et al.* (1986). Le modèle global de productivité du bassin de Marennes-Oléron limitant la production annuelle d'huîtres à 40 000 tonnes est élaboré à cette période. En 1971, la biomasse de filtreurs ne dépasse pas quelques milliers de tonnes. En 1984-1985, elle est estimée à plus de 86 000 tonnes. Enfin, sur une troisième période (1993-1995), l'estimation de la biomasse est supérieure à 124 000 tonnes par l'incorporation des filtreurs compétiteurs de l'huître d'élevage (Sauriau, 1992 ; Héral, 1989 ; Prou *et al.*, 1995). Le concept de "biomasse filtrante" est alors associé à la notion de productivité du bassin.

Depuis 1986, le bassin de Marennes-Oléron constitue le site pilote pour le développement d'un modèle analytique permettant des simulations et prédictions basées sur le couplage de modèles trophiques, physiologiques et hydrodynamiques. Ainsi Bacher (1989) et Raillard (1991) modélisent la ressource trophique dans le bassin de Marennes-Oléron. Menesguen (1989) et Ravail (1993) étudient la production primaire à l'embouchure de la Charente. Essentiellement localisée dans la partie nord du bassin, la production primaire est limitée dans celui-ci du fait de la forte turbidité dans la colonne d'eau affectant l'activité photosynthétique. Toutefois, le rapide taux de renouvellement des masses d'eau induit une grande richesse trophique dont bénéficient les filtreurs (Ravail, 1993). Seule la production primaire phytobenthique sur les vasières constitue une source trophique potentiellement disponible en fonction des conditions hydrodynamiques (Guarini, 1998).

1.4. Réseau de croissance

Le réseau de suivi de croissance et production de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron est initié en 1986 par le laboratoire des invertébrés marins de la Tremblade. Il fait suite aux baisses des rendements observées dans le bassin de Marennes-Oléron au cours des années 1980. Ses objectifs sont :

- Etablir une "veille zootechnique" pour l'administration et les professionnels (mission d'avis),
- Suivre l'évolution de la croissance et de la qualité des huîtres (en baisse apparente depuis l'augmentation rapide des stocks dans le bassin de Marennes-Oléron (Deslous-Paoli, 1982, Héral *et al.*, 1986),
- Valider les modèles biologiques de croissance (Bacher, 1991).

Deux sites sont d'abord choisis sur les bancs ostréicoles des Doux et d'Agnas au centre du bassin (figure 1). Dès 1987, le réseau s'enrichit de 2 autres stations dans le sud du bassin sur les parcs ostréicoles de Bourgeois et Ronce. La Mortane apparaît en 1990 et Fouras en 1996

(annexe 1). Tous ces sites sont utilisés par les professionnels à des fins de demi élevage, hormis Ronce et Les Doux qui sont des sites d'élevage.

Le suivi est basé sur la calibration d'une population homogène d'huîtres de 2 ans, élevée préalablement à Marennes-Oléron puis distribuée sur l'ensemble des sites chaque année à la même période et selon une zootechnie similaire et standardisée. L'échantillonnage est effectué sur 10 huîtres de 1986 à 1990, sur 20 entre 1991 et 1993, et sur 30 huîtres depuis 1993.

En 1993, le réseau REMORA est mis en place à l'échelle nationale afin de suivre les croissances, rendements et qualité de *Crassostrea gigas* dans l'ensemble des bassins de production français avec des cheptels originaires d'Arcachon et prégrossis en Bretagne. Deux années d'étude en 1997 et 1998 permettent une intercalibration des deux réseaux qui ont fusionné en 1999. Un recalibrage des caractéristiques biochimiques des cheptels est effectué selon une fréquence mensuelle en 1999, sur le site ostréicole d'Agnas. Il intervient 20 ans après le premier cycle d'analyses biochimiques des huîtres en élevage réalisé de 1979 à 1982 (Deslous-Paoli et Héral, 1988).

L'étude ci-dessous présente les principaux résultats du réseau de croissance de l'huître creuse dans le bassin de Marennes-Oléron obtenus entre 1987 et 1998. Les objectifs sont doubles :

(1) Evaluer la cohérence de la stratégie spatiale de l'étude. La variabilité spatio-temporelle de la croissance mise en évidence sur ces sites représente-elle bien la variabilité du potentiel trophique du bassin ?
(2) Etudier les fluctuations inter annuelles de croissance et détecter d'éventuelles tendances.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Sites d'élevage dans le bassin de Marennes-Oléron

Les sites choisis se répartissent sur l'emprise géographique globale du bassin, (figure 1). Les concessions occupées sont attribuées directement à l'IFREMER, ou appartiennent à des professionnels partenaires du réseau. Les stations sont celles de Fouras (FO) dans l'estuaire externe de la Charente, les Doux (DO) dans le nord du bassin, Agnas (AG) et la Mortane (MO), au nord du Chapus dans une zone plus centrale, et enfin les bancs ostréicoles de Bourgeois (BO) et de Ronce (RO) dans le sud du bassin.

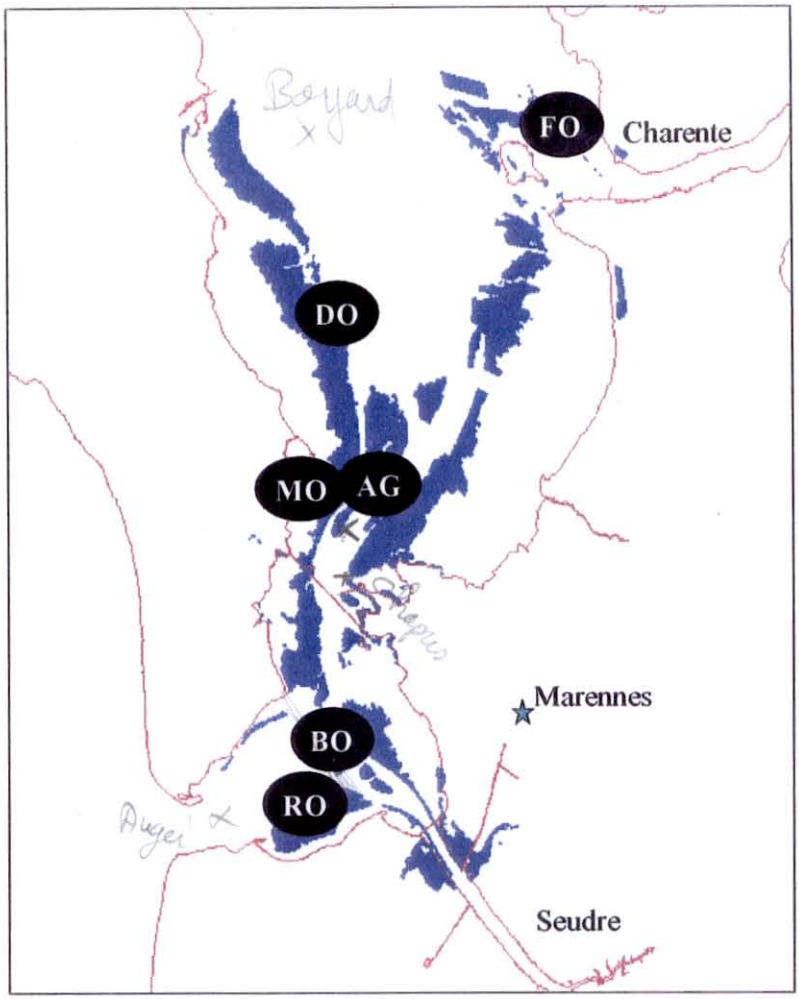


Figure 1 : Sites de suivi de croissance dans le bassin de Marennes-Oléron : FO = Fouras, DO = Les Doux, MO = La Mortane, AG = Agnas, BO = Bourgeois, RO = Ronce.

Chaque site est équipé d'une table ostréicole "standard". L'élevage a lieu en casier ostréicole jusqu'en 1998. Ce type de support d'élevage était couramment utilisé dans le bassin de Marennes-Oléron au démarrage du réseau. Les densités sont de 200 huîtres par casier.

Les sites sont initialement choisis selon leur côte altimétrique afin d'éviter tout biais sur la performance de croissance par le temps d'immersion des cheptels et donc le temps d'accès à la ressource trophique. Des études plus récentes montrent qu'aujourd'hui, l'égalité des côtes n'est pas respectée pour l'ensemble des sites, mais que l'intercalibration est réalisable (tableau 1).

Tableau 1 : Côtes bathymétriques des parcelles retenues (données DDE 17, 1996).

Site		Côte Bathymétrique (m)
Ronce les bains	RO	1,60
Bourgeois	BO	1,80
Agnas	AG	0,90
La Mortane	MO	0,90
Les Doux	DO	1,40
Fouras	FO	Pas de données

2.2. Cycles annuels de croissance

Les lots mis en place pour les suivis de croissance, proviennent de façon générale du bassin de Marennes-Oléron sauf pour les années 1993, 1994 et 1995 (Arcachon). Les huîtres, âgées de 18 mois en début de cycle, sont suivies pendant une année complète. L'élevage est effectué selon des conditions standard et traditionnelles du bassin de Marennes-Oléron, d'élevage en casiers ostréicoles, puis en poches après intercalibration, à des charges de 200 huîtres par unité.

Les cycles de croissance durent 10 à 12 mois et débutent entre février et juin selon les années (tableau 2).

Tableau 2 : Echantillonnages des cycles annuels de croissance.

cycles de croissance	début de cycle	nombre d'échantillons	fin de cycle
1986-1987	25 Juin 1986	8	14 Mai 1987
1987-1988	11 Juin 1987	5	14 Avril 1988
1988-1989	15 Juin 1988	5	30 Mars 1989
1989-1990	18 Mai 1989	7	27 Mars 1990
1990-1991	27 Mars 1990	11	28 Mars 1991
1991-1992	30 Avril 1991	10	7 Avril 1992
1992-1993	10 Avril 1992	9	21 Avril 1993
1993-1994	19 Avril 1993	8	15 Avril 1994
1994-1995	12 Avril 1994	6	21 Mars 1995
1995-1996	2 Mars 1995	6	20 Février 1996
1996-1997	20 Février 1996	6	12 Mars 1997
1997-1998	23 Mars 1997	6	25 Février 1998
1998-1999	02 Mars 1998	4	15 Février 1999

2.3. Mesures et analyses

Les paramètres mesurés concernent : le poids total, le poids de coquille sèche, le poids de chair égouttée et le poids de chair sèche (tableau 3). Les coquilles sont séchées par mise à l'étuve 60° pendant 24 heures et les échantillons de chair, congelés puis déshydratés par lyophilisation pendant 36 h.

Tableau 3 : Les descripteurs de l'étude.

descripteurs	unités	abréviation
poids total	(g)	ptot
poids de chair égouttée	(g)	pfra
poids de chair sèche	(g)	psec
poids de coquille	(g)	pcoq
teneur en protéines de la chair	(%)	prot
teneur en lipides de la chair	(%)	lip
teneur en glucides de la chair	(%)	glu
teneur en glycogène de la chair	(%)	gly
indice Afnor	(%)	afnor
indice de Walne et Mann	(‰)	walman
taux de croissance journaliers en :		
poids total	(%)	TCJptot
poids de chair sèche	(%)	TCJpsec
poids de coquille	(%)	TCJpcoq
fréquence de pêches de larves dans le BMO *	(%)	larv

* BMO = Bassin de Marennes-Oléron.

Différents indices physiologiques sont calculés à partir de ces paramètres afin de caractériser l'état d'engraissement et la qualité de la chair des huîtres. L'indice Afnor (Afnor, 1985) est calculé selon la formule suivante :

$$100 \times pfra / ptot$$

L'indice de qualité de Walne et Mann (1975) est calculé comme suit :

$$1000 \times psec / pcoq$$

Les taux de croissance journalier TCJ en pourcentage du poids initial sont calculés selon la formule suivante :

$$TCJ = 100 \times [(Pf-Pi)/Pi] / n$$

où "n" représente le nombre de jours séparant deux échantillonnages, et Pf et Pi, le poids final et le poids initial des échantillons. Les taux de croissance concernent, soit l'ensemble de la période d'élevage, soit une saison (printemps, été automne ou hiver). Les dates d'échantillonnage (annexe 2) ne permettent pas toujours de calculer systématiquement un taux de croissance en poids sec et en coquille pour les 4 saisons (tableau 4).

Tableau 4 : Dates d'échantillonnage prises en compte pour le calcul des taux de croissance journaliers saisonniers.

cycle élevage	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
		18/5/89	27/3/90	30/4/91	10/4/92	19/4/93	12/4/94	2/3/95		26/3/97
printemps	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui
	15/6/88	21/6/89	21/6/90	25/6/91	3/7/92	5/7/93	25/6/94	15/6/95		20/6/97
été	oui	non	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	oui
	26/9/88	12/10/89	20/9/90	23/9/91	15/10/92	29/9/93	21/9/94		17/9/96	16/9/97
automne	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui	oui
	8/12/88	25/11/89	7/12/90	25/11/91	8/12/92	30/11/93	1/12/94		26/11/96	3/12/97
hiver	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui	oui
	30/3/89	1/3/90	28/3/91	4/3/92	23/3/93	15/3/94	21/3/95		12/3/97	25/2/98

L'effort de ponte est estimé par la perte de poids sec survenant au cours de l'été entre juillet et août. Cet effort est mesuré sur la période 1989 – 1993 au cours de laquelle les échantillonnages présentent une fréquence élevée (annexe 2), et sur les stations le permettant (annexe 3).

Les pêches de larves d'huîtres sont effectuées tous les 2 à 3 jours entre le mois de juin et le mois de septembre sur 6 stations dans le bassin de Marennes-Oléron (Arnaud *et al.* 1999). Les fréquences d'abondance des larves âgées de 1-4 jours sont calculées pour chaque année entre 1986 et 1997 afin d'estimer la saisonnalité de ponte.

Les analyses biochimiques de la chair sont effectuées sur des aliquotes provenant de pools effectués lors du broyage : les teneurs en protéines, lipides, carbohydrates et glycogène sont estimées selon les protocoles en vigueur présentés par Deslous-Paoli et Héral (1988) avec l'amélioration de la précision des teneurs en carbohydrates et en glycogène par l'analyse d'échantillons séparés (Razet *et al.*, 1996).

2.4. Choix des descripteurs de biométrie

Bien que le "poids total" constitue un descripteur de référence dans le secteur professionnel ostréicole, son estimation reste peu précise et directement dépendante des conditions environnementales liées à l'échantillonnage et aux mesures. En effet, la variation de la teneur en eau inter valvaire est une source de variation importante dans les mesures. L'indice Afnor individuel (poids frais / poids total x 1000) est également présenté par souci de référence au milieu professionnel.

Les deux descripteurs : poids sec (après lyophilisation) et poids de coquille (après séchage à l'étuve) constituent deux mesures précises et complémentaires qui seront étudiées conjointement dans cette étude. Les taux de croissance journaliers (TCJ) sont calculés afin de

permettre une comparaison de croissance inter annuelle des huîtres, dont les poids initiaux sont compris entre 30 et 40 g en fonction des années.

2.5. Stratégie d'analyse

La nature et la qualité des données (figure 2, annexes 1, 2) suggèrent différentes possibilités d'analyse des données de biométrie :

- une étude sur une série chronologique de 12 ans, avec 3 stations (Doux, Bourgeois et Ronce),
- une étude sur une série de 9 ans et 4 stations (Doux, Bourgeois, Ronce et la Mortane),
- une étude sur une série de 6 ans et 5 stations (Doux, Bourgeois, Ronce, la Mortane et Agnas).

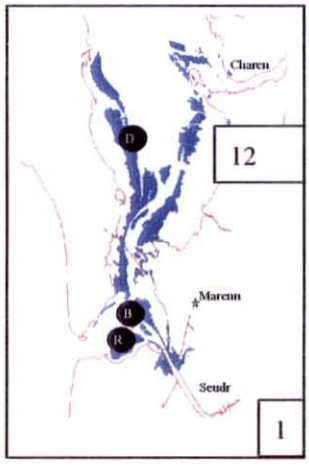
La station de Fouras (figure 1) n'apparaît qu'au cours des années 1996-98, et ne sera pas prise en compte dans l'étude comparative inter sites.

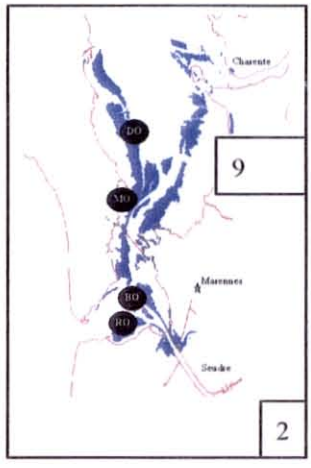
L'échantillonnage croît progressivement de 10 individus (de 1986 à 1990) à 20 individus à partir de 1991 et enfin à 30 individus à partir de 1993. La précision des mesures biométriques s'améliore significativement de la "stratégie" 1 à la "stratégie" 3 (figure 2).

dat	F	D	A	M	B	R
198	0	1	1	0	0	0
198	0	1	1	0	1	1
198	0	1	1	0	1	1
198	0	1	1	0	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1

dat	F	D	A	M	B	R
198	0	1	1	0	0	0
198	0	1	1	0	1	1
198	0	1	1	0	1	1
198	0	1	1	0	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1

dat	F	D	A	M	B	R
198	0	1	1	0	0	0
198	0	1	1	0	1	1
198	0	1	1	0	1	1
198	0	1	1	0	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	0	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	0	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1
199	1	1	1	1	1	1





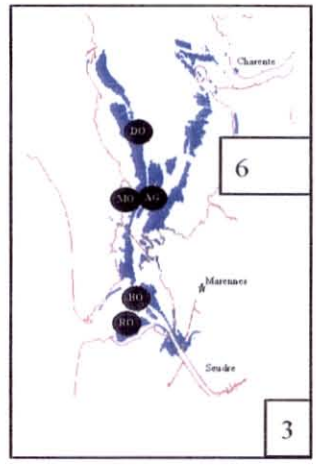


Figure 2 : Les stratégies d'analyse de la croissance; (1) présence absence (0) de données selon les sites ("F", Fouras ; "D", Doux ; "A", D'Agnas ; "M", La Mortane ; "B", Bourgeois ; "R", Ronce).

2.6. Traitements statistiques

Les traitements statistiques sont effectués au moyen du logiciel "Statgraphics V 3,1" via les modules d'analyse de variance, les tests non paramétriques de Kruskal – Wallis. Le modèle de décomposition saisonnière de type Census II est appliqué aux séries chronologiques repris dans le logiciel "Statgraphics" version 3 (Bethoux *et al.*, 1980) :

Descripteur = (Indice saisonnier) x (Tendance) x (Résidu)

3. RESULTATS

3.1. Séries chronologiques de croissance

Le poids moyen de coquille de 12 à 20 g en début de cycle de croissance, ne dépasse pas les 30 g en 1986, 91, 92 et 98 à l'exception du site de Ronce (R) (figure 3). En 1989, 90, 94 et 95, la croissance en coquille atteint et dépasse les 40 g pour l'ensemble des stations. Les huîtres en élevage sur le site de Ronce dépassent alors les 50 g de poids moyen de coquille.

Le poids sec oscille entre 0,5 g et plus de 2 g selon les élevages (figure 3). Le poids sec décroît durant l'été du fait de l'émission des gamètes lors de la ponte. Après l'été, le poids sec moyen se stabilise, ou décline au cours de l'hiver pour les stations A, B, D, M. Pour le site de Ronce, situé le plus au sud du bassin de Marennes-Oléron, une reprise de croissance très significative apparaît en 1989, 90, 94 et 97. Quelle que soit l'année, le poids sec moyen sur ce site reste significativement supérieur à celui des autres sites. Le site de Fouras, étudié seulement à partir de 1996, présente des performances de croissance égales (1998) ou supérieures (1996, 97) à celles du site de Ronce.

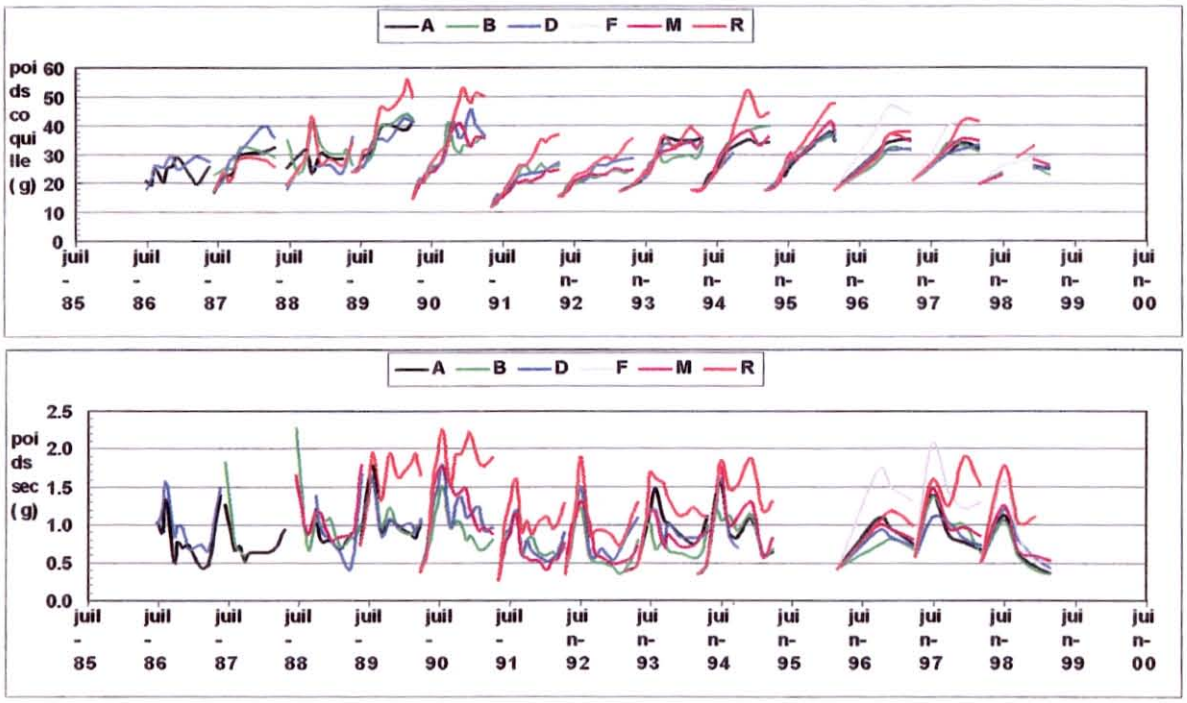


Figure 3 : Croissance en poids de coquille et en poids sec sur les sites d'Agnas (A), de Bourgeois (B), des Doux (D), de Fouras (F), de la Mortane (M) de Ronce (R) de 1986 à 1998.

La station de Ronce les Bains dans le sud du bassin de Marennes-Oléron connaît depuis 1989 une croissance en coquille et en poids sec significativement plus forte que les autres stations, en particulier durant l'automne.

L'évolution chronologique de l'indice Afnor (Afnor, 1985) et de l'indice de qualité de Walne et Mann (1975) entre 1987 et 1998, est présentée pour les 3 stations des Doux, de Bourgeois et de Ronce (figure 4).

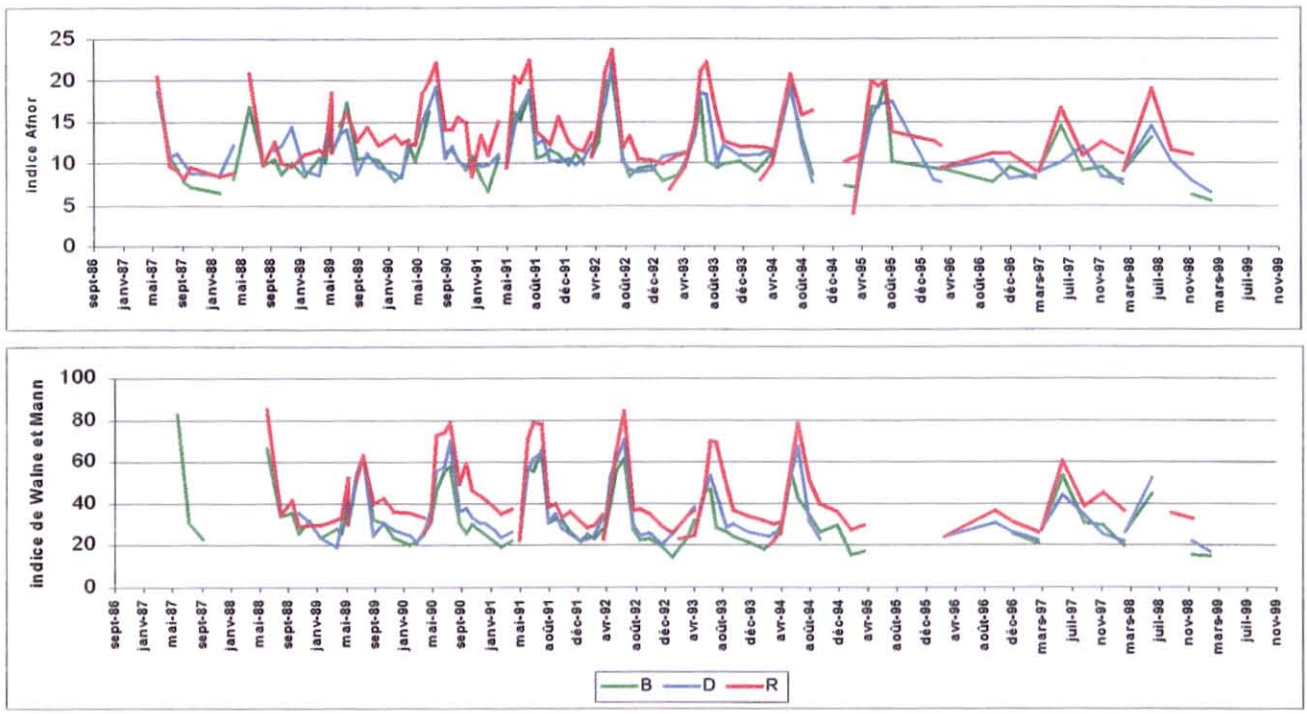


Figure 4 : Evolution de l'indice Afnor (100 x poids frais / poids total) et de l'indice de qualité Walne et Mann (1000 x poids sec / poids coquille) entre 1987 et 1998 sur les parcs ostréicoles de Bourgeois (B), les Doux (D) et Ronce (R) dans le bassin de Marennes-Oléron.

3.2. Effort de ponte

L'effort de ponte est estimé à partir de la perte de poids sec entre deux échantillonnages en été, entre juillet et fin août (tableau 5). La perte de poids sec est comprise entre 0,14 et 1,03 g. Dans le cadre de cette étude, pour l'ensemble des cycles annuels étudiés, aucune différence significative d'effort de ponte n'a été observée entre les stations d'échantillonnage (test de rang de Kruskal – Wallis, $p = 0,23$). Cycle par cycle, des différences existent entre les stations. La station de la Mortane est généralement moins productive en gamètes que les stations des Doux ou de Ronce. En 93-94, l'effort de ponte sur le site de Ronce ne représente que 14 % du poids sec quand il est compris entre 64 et 103 % les autres années.

Tableau 5 : Estimation de l'effort de ponte (g) à partir de la perte de poids sec de 1989 à 1993 sur 4 sites ostréicoles du bassin de Marennes-Oléron.

			stations			
Cycle Elevage	Période		DO	MO	BO	RO
89-90	18/07	30/08	0,76		0,66	0,64
90-91	18/07	24/08	0,79	0,24	0,53	0;70
91-92	30/07	27/08	0,53	0,52	0,57	0,70
92-93	03/07	13/08	0,87	0,27	0,65	1,03
93-94	25/06	31/08	0,37	0,44	0,35	0,14

L'effort de ponte représenté en pourcentage du poids sec initial (figure 5), est compris entre 13 et 58 %. La moyenne est estimée à 38 % pour une médiane de 42 %.

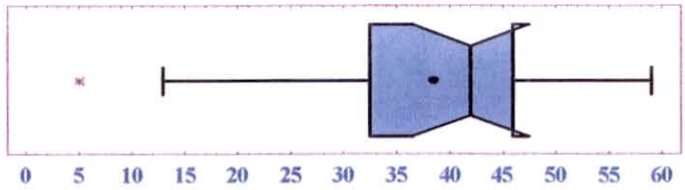


Figure 5 : Effort de ponte estimé à partir de la perte de poids sec (%) sur 4 sites ostréicoles entre 1989 et 1993.

3.3. Saisonnalité de la croissance

☞ Croissance en coquille

Au printemps, les taux de croissance saisonniers en poids de coquille sont positifs et compris entre 0,1 et 1% par jour (figure 6). La variabilité inter site pour une même année atteint un taux de croissance maximum de 0,3 %. La variabilité inter annuelle peut être plus importante, atteignant 0,6 % entre 1990 et 1995 par exemple. La décroissance régulière des taux de 1990 à 1993 se "stabilise" entre 1995 et 1997. Les différences inter annuelles sont moins marquées pour les 3 autres saisons. La variabilité inter site est élevée en été 88 et 90, en automne 90 et en hiver 90 (figure 6).

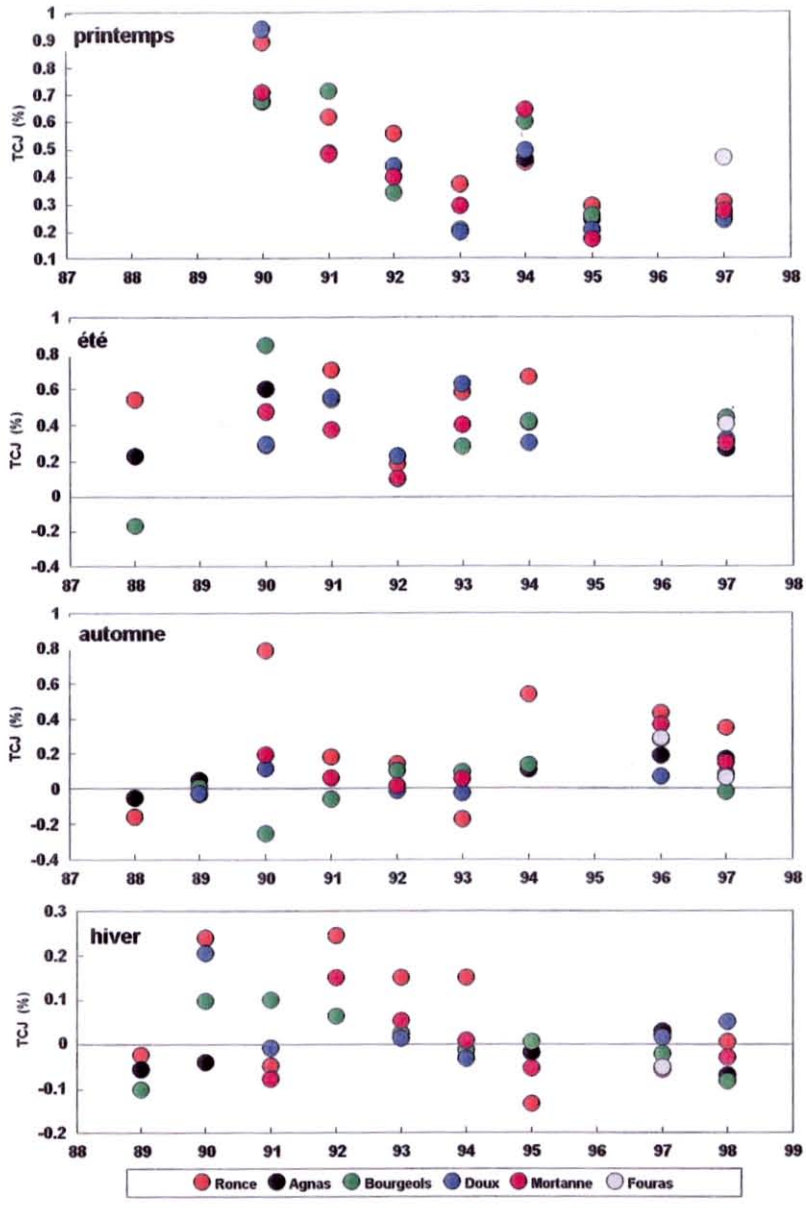


Figure 6 : Taux de croissance journaliers et saisonniers (TCJpcoq) en **poids de coquille** sur les sites de Ronce (R) d'Agnas (A), de Bourgeois (B), des Doux (D), de la Mortane (M) et de Fouras (F), de 1986 à 1998.

Comparé au printemps, le taux de croissance en coquille est plus faible en période estivale. Les taux de croissance journaliers sont compris entre 0,2 et 0,7%. Les taux de croissance en coquille sont exceptionnellement négatifs en été (été 88 sur Bourgeois) et le sont plus souvent en automne, en particulier pour les sites de Bourgeois et de Ronce, et très souvent en hiver. Cette perte de poids peut être expliquée par les conditions hydrodynamiques plus violentes (coups de vent, tempêtes) qui érodent les coquilles en période hivernale. Les automnes 94 et 96 ainsi que l'hiver 92, présentent des croissances de coquille positives pour toutes les stations étudiées.

En considérant un cycle "annuel" de croissance (figure 7), les taux de croissance journaliers permettent une description des variations inter annuelles rencontrées. Les stations des Doux, de la Mortane et de Bourgeois présentent une homogénéité de réponse vis à vis de la croissance en coquille entre 1990 et 1998. Pour les trois cycles antérieurs à 1989, les huîtres sur la station des Doux présentent une croissance supérieure aux autres stations.

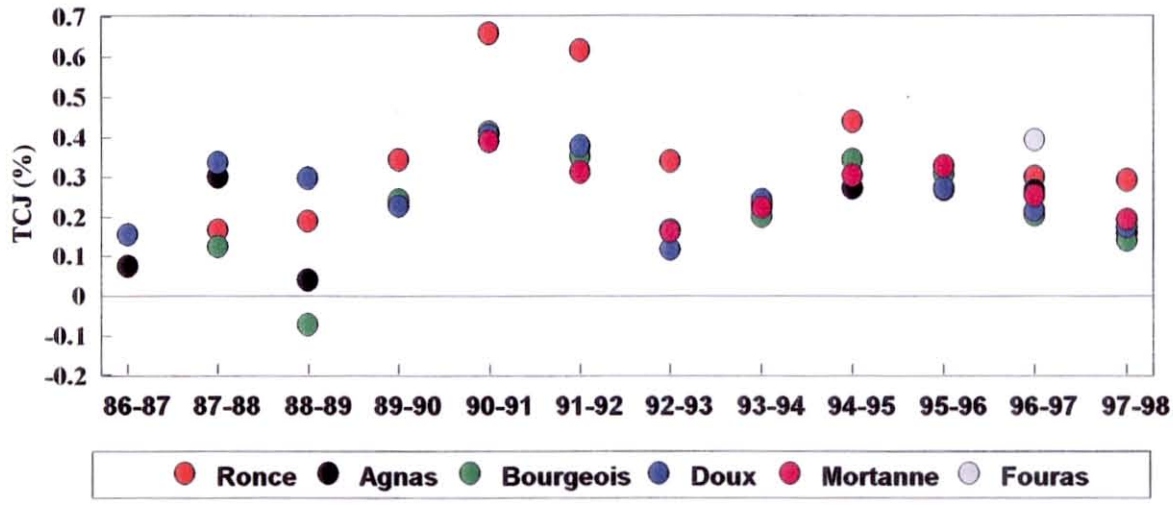


Figure 7 : Taux de croissance journalier (TCJpcoq) en **poids de coquille** sur les sites de Ronce (R) d'Agnas (A), de Bourgeois (B), des Doux (D), de la Mortane (M) et de Fouras (F), de 1986 à 1998.

La variabilité inter annuelle de la croissance en coquille est prépondérante. 1990 et 1991 apparaissent comme les deux meilleures années de croissance de la dernière décennie. Des différences de croissance importantes existent également entre les stations certaines années (e.g., 88-89).

☞ Croissance en poids sec de chair

La croissance en poids sec est positive au printemps avec des valeurs de 1 à 7 % de taux journalier (figure 8). La moyenne à 3,15 % de taux de croissance journalier correspond à la prise de poids liée à la maturation sexuelle. En été, l'amaigrissement (-0,31 % en moyenne) est lié à l'effort de ponte qui survient entre juillet et août. La perte de poids sec est comprise entre 0 et 0,65 % de taux journalier. En automne et en hiver, les taux de croissance moyens sont négatifs, respectivement de - 0,13 % en automne et de – 0,05 % en hiver. Dans certains cas (e.g., Ronce : automne 1990, 96, 97, ainsi tous les hivers sauf 1995 et 98), la croissance automnale et / ou hivernale en poids sec peut être positive. Les taux de croissance sont également positifs sur toutes les stations en hiver 1993 et en automne 1994.

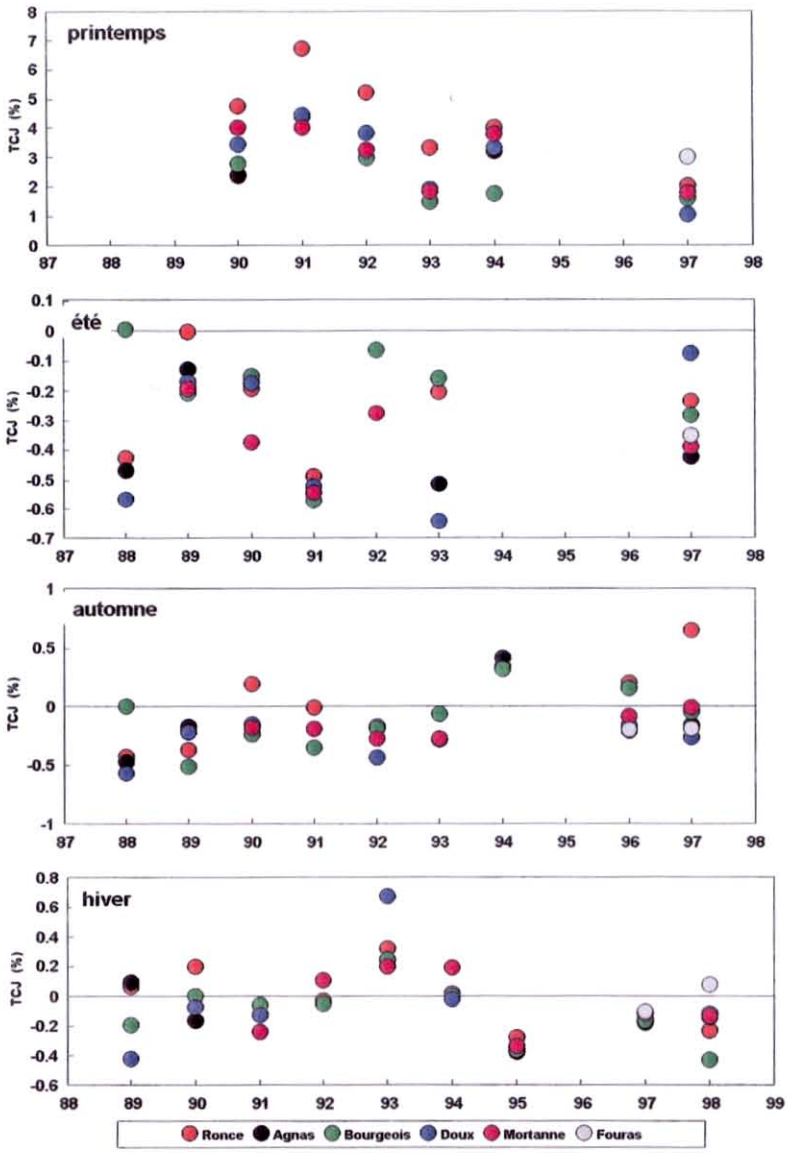


Figure 8 : Taux de croissance journaliers et saisonniers (TCJpsec) en **poids sec** sur les sites de Ronce (R) d'Agnas (A), de Bourgeois (B), des Doux (D), de la Mortane (M) et de Fouras (F), de 1986 à 1998.

Comme pour la croissance en coquille, du nord au sud du bassin, les stations de la Mortane et de Bourgeois présentent une homogénéité de réponse de croissance en poids de chair sur un cycle annuel (figure 9). L'essentiel de la variabilité inter stations dans la croissance résulte de la station des Doux dont la croissance est sensiblement supérieure aux autres, au cours des cycles 87-88, 88-89 et 91-92, mais surtout par celle de Ronce qui présente des résultats encore supérieurs, de 1989 à 1992, en 94-95 et 97-98. Les taux de croissance journaliers en poids de chair, atteignent des valeurs de 0,9 à 1,1 % au cours des cycles 90-91, 91-92 et 97-98. Ces taux sont alors 3 à 4 fois supérieurs à ceux des autres stations du réseau.

La variabilité inter annuelle de croissance en poids sec est très élevée, variant de valeurs négatives (1987-88) à des valeurs de 0,4 à 1,1 (1991-92) (figure 9). Les 4 premières années de cette étude (1986–1989), sont celles qui présentent les moins bonnes performances. Elles sont suivies entre 1990 et 1992 par les 3 meilleures années de croissance en chair sèche de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron.

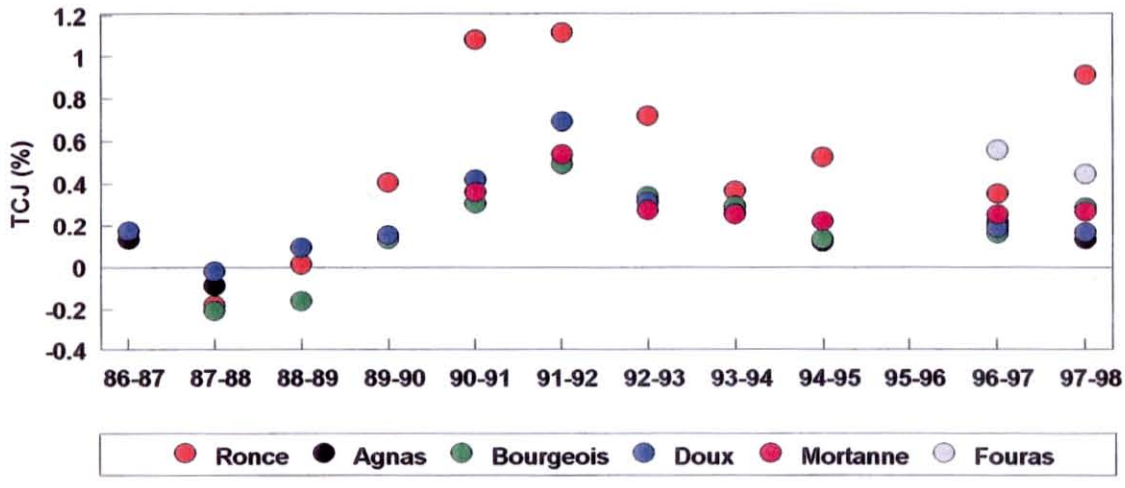


Figure 9 : Taux de croissance journaliers (TCJpsec) en **poids sec** sur les sites de Ronce (R) d'Agnas (A), de Bourgeois (B), des Doux (D), de la Mortane (M) et de Fouras (F), de 1986 à 1998.

Durant les années 1990, 1991 et 1997, les taux de croissance en chair des huîtres sur le site ostréicole de Ronce, sont 3 à 4 fois supérieurs aux valeurs des autres stations du réseau croissance.

3.4. Bilan de croissance (poids sec et poids de coquille)

☞ Variations saisonnières et annuelles

La croissance en chair et en coquille est saisonnière, avec des valeurs systématiquement positives au printemps et en été pour la coquille, et au printemps pour la chair. En été, la perte de poids sec liée à la ponte induit une quasi absence de croissance (0%) au niveau de la chair. Ces taux passent à 72 % et 50 % pour la coquille respectivement en automne et hiver, décrivant ainsi la dégradation des caractéristiques biométriques durant ces saisons en raison de l'hydrodynamisme. Au niveau de la croissance en chair, seulement 23 % des "années - sites" sont positifs en automne, et 34 % en hiver. Ainsi, les conditions de "reprise" de croissance automnale (ou hivernale) ne se réalisent que dans un peu plus de 25 % des cas dans le bassin

de Marennes-Oléron sur une période de 10 ans (figure 10). La valeur modale de distribution (30 % de fréquence) est à – 0,1 % de taux de croissance journalier de poids sec.

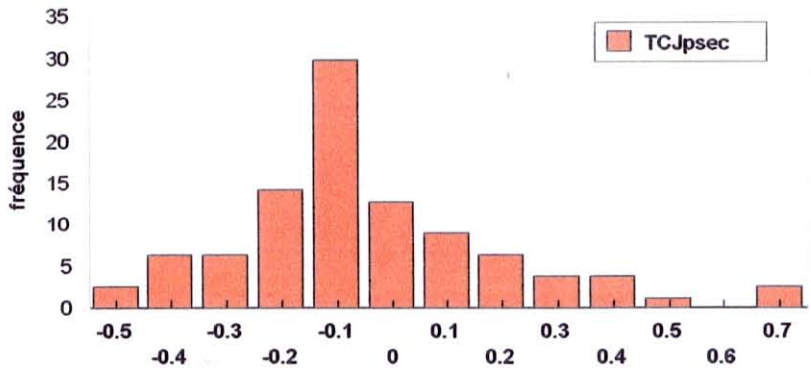


Figure 10 : Distribution de fréquence des taux de croissance journaliers en poids sec de *Crassostrea gigas* au cours des saisons automne – hiver pour les 5 stations du bassin de Marennes-Oléron entre 1988 et 1998 (n = 77).

Les classements des performances de croissance en poids de coquille et en poids sec ne sont pas systématiquement corrélés d'une année sur l'autre.

La "reprise" de croissance pondérale automnale (après la ponte) est essentiellement due à la pousse en coquille. En 10 ans, seulement 25 % des sites ont pu montrer une légère reprise de croissance en poids sec.

Les cycles de croissance en coquille et poids sec les plus performants sont observés en 90-91 et 91-92 (tableau 6, figure 11). Par opposition, les plus faibles performances en poids sec sont observées de 1986 à 1989. Si les cycles 86-87 et 88-89 sont parmi les 4 plus faibles, ceux des années 92-93 et 97-98 sont également notables.

Tableau 6 : Classement des cycles d'élevage entre 1986 et 1998 selon les performances de croissance (sur 11 rangs).

cycle	poids total	poids coquille	Poids Sec
86-87	11	11	9
87-88	7	7	11
88-89	11	11	10
89-90	6	5	8
90-91	1	1	2
91-92	2	2	1
92-93	10	9	3
93-94	7	7	5
94-95	4	3	7
95-96	3	4	
96-97	5	5	5
97-98	7	9	4

Pour 6 années sur 11, les performances de croissance en chair et en coquille sont au plus à 2 rangs de classement d'écart (figure 11). Pour 3 cycles 87-88, 89-90 et 94-95, les performances de croissance en poids de chair sont supérieures à celles obtenues en poids de coquille. La situation est inverse pour les cycles 92-93 et 97-98.

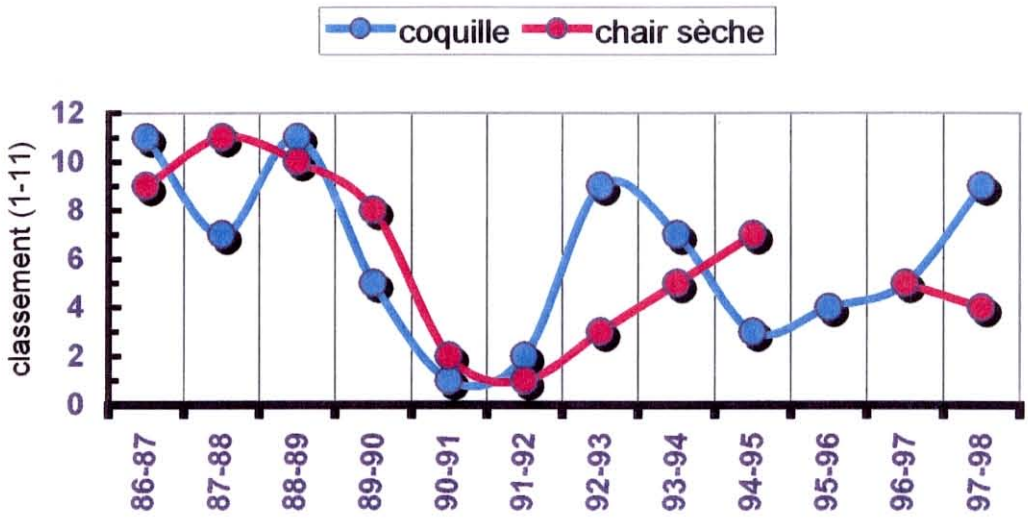


Figure 11 : Performances de croissance en coquille et en poids de chair sèche depuis 1986 dans le bassin de Marennes-Oléron

Sur 12 années de mesures de croissance dans le bassin de Marennes-Oléron, les 3 années 1986, 87 et 88 ont été les plus faibles, et les deux années 1990 et 1991, les plus élevées.

☞ Comparaison des différentes stations

L'analyse des résultats a lieu selon la stratégie "3" (figure 2). Les performances de croissance de *Crassostrea gigas* sont étudiées sur 5 stations (Doux, Agnas, Bourgeois, Mortane et Ronce) pendant 6 années (1993 à 1998). Des analyses de variances sont effectuées chaque année sur le poids de coquille (tableau 7) et le poids sec (tableau 8) au bout de 250 à 330 jours d'élevage. En 6 ans, les résultats classent le site de Ronce en première place, suivi de la Mortane et d'Agnas, respectivement en 2ème et 3ème place. Bourgeois et les Doux sont classés en dernière position (4ème place) (tableau 7). Le classement est le même pour la croissance en poids sec, exception faite du site de Bourgeois, en 5ème position derrière les Doux.

Tableau 7 : Performances de croissance en coquille sur 5 sites du bassin de Marennes-Oléron. *Classement par le test LSD de l'analyse de variance (Statgraphics V3.2).*
(*) probabilité associée à l'analyse de variance du poids de coquille en fin d'élevage.

					Stations				
Année	**"début"**	**"fin"**	**jours**	**p (*)**	**DO**	**AG**	**MO**	**BO**	**RO**
1993	20/02/93	30/11/93	283	0,027	1	1	1-2	2	1
1994	25/02/94	10/08/94	166	0,041	2	1-2	1	1	1-2
1995	02/03/95	24/01/95	328	0,000	3	2-3	2	3	1
1996	20/02/96	26/11/96	280	0,003	2	1-2	1	2	1
1997	26/03/97	03/12/97	252	0,000	2	2	2	2	1
1998	02/03/98	03/12/98	276	0,000	3	2-3	2	3	1
classement (somme des classements sur 6 ans)					**13**	**11**	**9,5**	**13**	**6,5**
classement "général"					**4**	**3**	**2**	**4**	**1**

Tableau 8 : Performances de croissance en poids sec sur 5 sites du bassin de Marennes-Oléron. *Classements par le test LSD de l'analyse de variance (Statgraphics V3.2).*
(*) probabilité associée à l'analyse de variance du poids sec en fin d'élevage.

				stations				
Année	**début**	**fin**	**p (*)**	**DO**	**AG**	**MO**	**BO**	**RO**
1993	19/04/93	15/04/94	0,000	3	2	3	4	1
1994	12/04/94	10/08/94	0,000	3-4	3	2	5	1
1996	20/02/96	12/03/97	0,000	3	2	2	4	1
1997	26/03/97	25/02/98	0,000	5	3-4	2	2-3	1
1998	02/03/98	03/12/98	0,000	2	3	2	3	1
classement (somme des classements sur 6 ans)				**16,5**	**13,5**	**11**	**18,5**	**5**
classement "général"				**4**	**3**	**2**	**5**	**1**

Un classement "global relatif", par rapport à la valeur du classement du site le plus performant de Ronce montre que les écarts de classement entre les sites sont plus importants avec le poids de chair (facteur 1 à 3,7) qu'avec le poids de coquille (facteur 1 à 2) (figure 12). Le site de Ronce présente systématiquement les performances de croissance les plus élevées,

tant pour la croissance en chair que pour celle en coquille. Le banc ostréicole de Bourgeois semble le moins performant des sites retenus pour les mesures de croissance de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron.

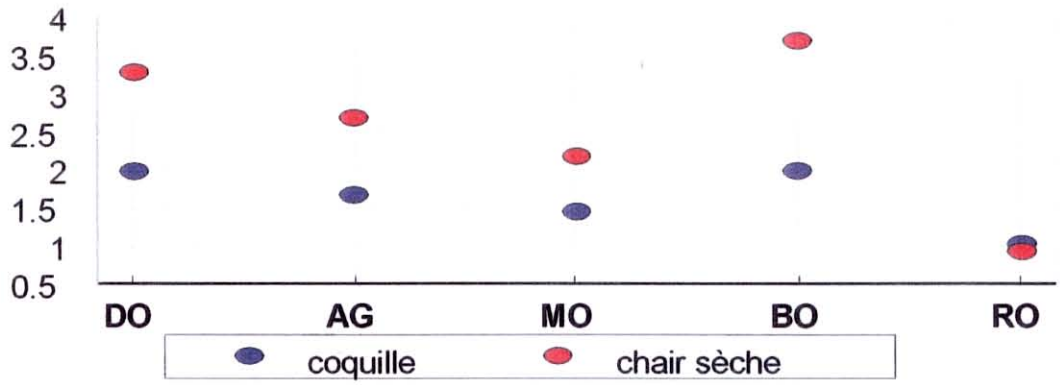


Figure 12 : Classement relatif des performances de croissance de *Crassostrea gigas* en coquille et en chair, sur 5 bancs ostréicoles du bassin de Marennes-Oléron, de 1993 à 1998.

Un classement relatif des performances de croissance fait apparaître le site de Ronce, dans le sud du bassin, comme le plus favorable à la croissance de *C gigas*. Viennent ensuite les sites de la Mortane et d'Agnas. Enfin, les deux sites les moins performants, sont ceux des Doux, dans le nord, et le site de Bourgeois dans le sud–est du bassin.

3.5. Evolution de la composition biochimique de la chair des huîtres

➢ Relation entre la chute de la teneur en lipides et la saison de ponte des huîtres

La teneur en lipides de la chair de *Crassostrea gigas* est comprise entre 5 et 16 % (figure 13). La teneur augmente au cours du printemps de 6 - 9 % à 12 - 16 %. La phase printanière et estivale d'augmentation des réserves lipidiques caractérise la période de maturation sexuelle. Le taux de lipides varie selon les sites et les années de 14 à 16 % du poids de chair sèche au pic estival. Une légère reprise automnale et hivernale est sensible en 1992 et 1993. Ces valeurs décroissent ensuite à 7 à 9 % entre le 20 septembre et le 20 octobre (début d'automne). C'est la partie du cycle la plus homogène malgré la variabilité inter annuelle. Cette chute de lipides marque la libération estivale de gamètes, riches en lipides.

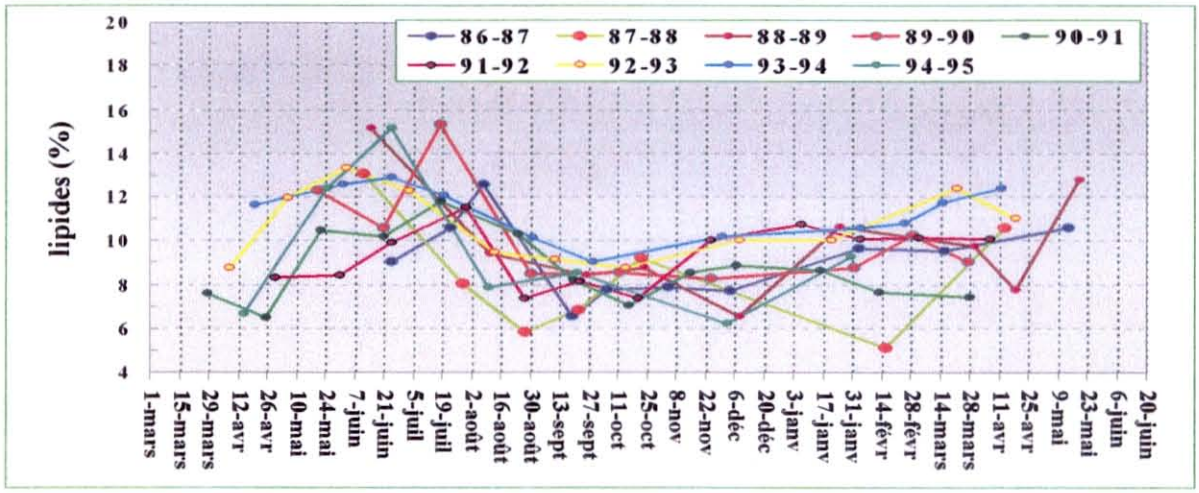


Figure 13 : Teneur en lipides de la chair des huîtres : cycles annuels de 1986 à 1995.

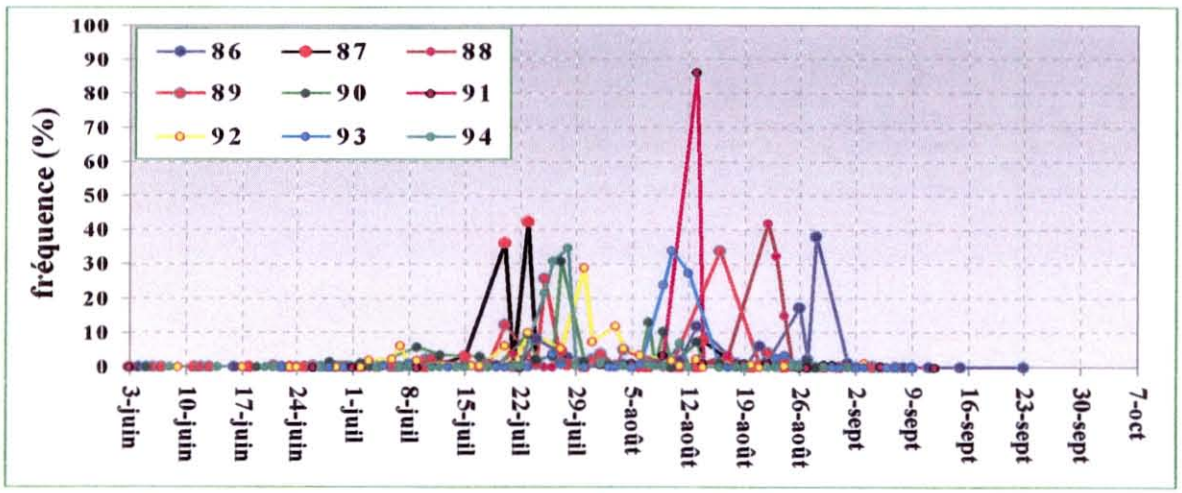


Figure 14 : Fréquence d'apparition des larves de *Crassostrea gigas* dans le bassin du Marennes-Oléron entre 1986 et 1994.

La variabilité inter annuelle de la chute de lipides sur les sites expérimentaux est directement corrélée avec la saisonnalité d'apparition des larves âgées de 1 à 4 jours dans le bassin de Marennes-Oléron (figure 14).

Ce résultat démontre la cohérence de l'information fournie par les 2 réseaux (larves et croissance). A partir de cette observation, une étude spatiale pourrait être envisagée prenant en compte les différents secteurs du bassin de Marennes-Oléron.

➢ Teneur en sucres de la chair des huîtres

La teneur en glucides de la chair d'huîtres présente une large variabilité, comprise entre 1 et 15 % (figure 15). Des chutes de 11-13 % à 3-5 % de la teneur en glucides peuvent s'observer certaines années au cours du printemps (1987 - 1988). Des fortes teneurs (12 à 15 %) apparaissent au début du printemps et à la fin de l'été 93. La variabilité inter annuelle est cependant importante. Certains "cycles" se réalisent totalement en deçà d'une teneur de 5 % (e.g., 91-92), et d'autres, au delà (e.g., 94-95).

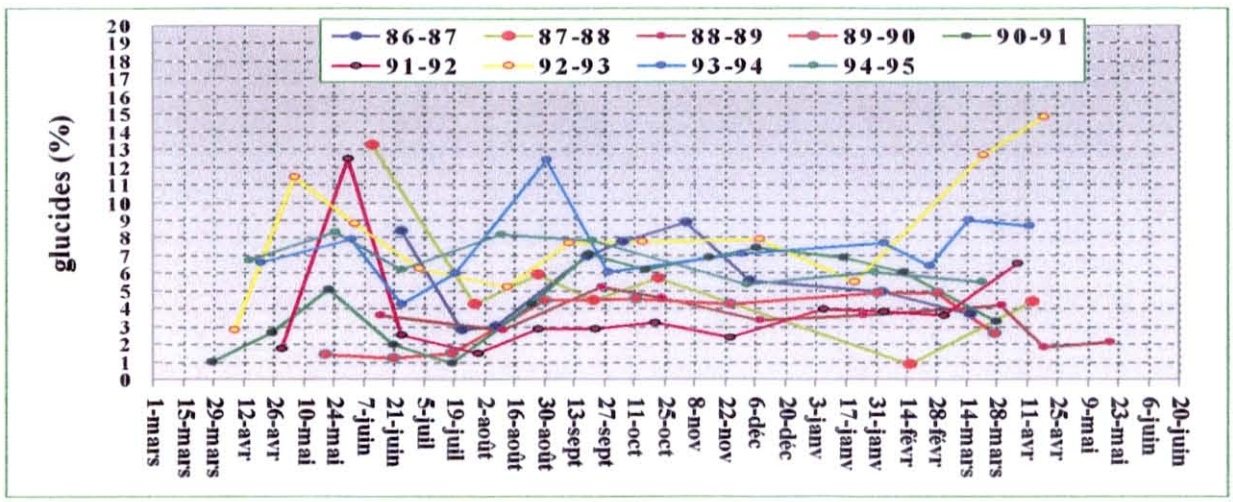


Figure 15 : Teneur en glucides de la chair des huîtres au cours des cycles annuels de 1986 à 1995.

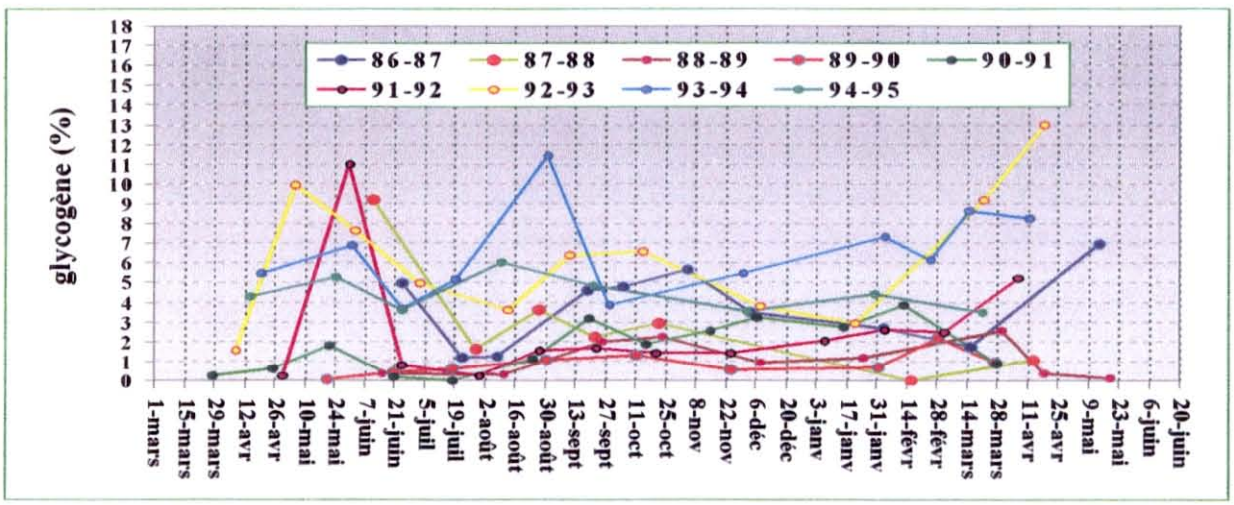


Figure 16 : Teneur en glycogène de la chair des huîtres au cours des cycles annuels de 1986 à 1995.

Les sucres totaux et le glycogène évoluent de façon similaire pour les sites et les années, dans une gamme de 1,76 à 19,05 % du poids sec en sucres totaux, et de 0,72 à 16,74

% en glycogène. Après un accroissement printanier jusqu'au jour 150-175 (fin mai-mi juin), une période de consommation de ces réserves suit, alors que les concentrations en lipides croissent jusqu'à la ponte (juillet août). Les minima de réserves en sucres totaux et glycogène sont atteints avant celui des lipides. Après cette période de consommation, les réserves recommencent à se reconstituer lentement tout au long de l'automne et en début d'hiver. Une consommation plus ou moins importante suit ensuite au cours de l'hiver. Celle-ci est probablement corrélée aux conditions météorologiques de l'année.

Le coefficient de variation de la teneur en glucides, est 5 à 8 fois supérieur à celui lié aux mesures de protéines et de lipides (variabilité au sein d'une même population). La teneur en glucides est un indicateur biologique sensible pour *Crassostrea gigas* (Razet *et al.*, 1996).

La teneur en glycogène de la chair, est comprise entre 0 et 13 % (figure 16). Elle "chute" à (0 - 1) % au cours de l'été des années 88, 89, 90 et 91. Elle reste comprise entre 3 et 13 % de mai 1992 à fin 1995.

La méthodologie d'analyse des "sucres et glycogène" a évolué en 1996 (Razet *et al.*, 1996). La nouvelle méthode d'extraction mise en œuvre révèle environ 4 % de glucides en plus par rapport à l'ancienne méthode. Ainsi, même si toutes les analyses présentées dans l'étude sont cohérentes, il est justifié de penser que les résultats de cette étude sont sous-estimés d'environ 4 % de sucres totaux.

➢ Relation entre la teneur en sucre et en glycogène dans l'huître

A moins de 2% de sucre dans la chair, la teneur en glycogène reste inférieure à 40 % (figure 17). Quand la teneur en sucre dépasse les 8 %, le taux de glycogène dépasse les 60 % et peut atteindre 95 %. La relation empirique est établie avec l'ensemble des valeurs (n = 344) des élevages effectués entre 1986 et 1995 :

$$Y = 0{,}107 + 0{,}268\ (\ln X)$$

avec $R^2 = 46{,}0$

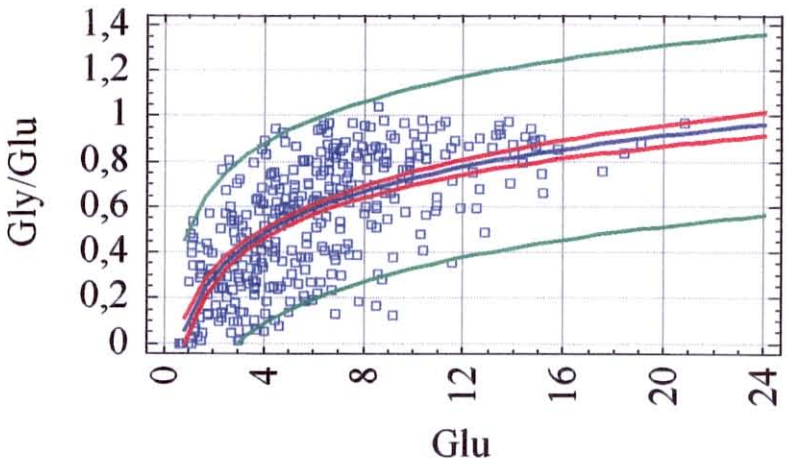


Figure 17 : Relation entre le taux de glycogène des sucres totaux et la teneur en sucre de la chair des huîtres.

La teneur en sucre de la chair des huîtres est supérieure à 12 % à seulement 8 dates (tableau 9, figure 18), réparties sur 5 années (*vs* 13 années) au cours des printemps 87, 91, 92 et 93 ; en été 93 et 97, et en automne 97.

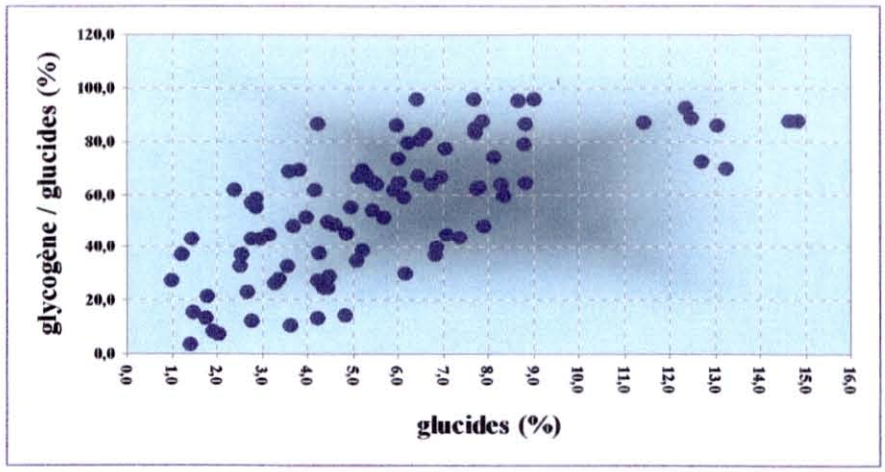


Figure 18 : Teneur en glycogène dans les sucres totaux de la chair d'huîtres de 1986 à 1995.

Tableau 9 : Huit dates (périodes) au cours desquelles la teneur en sucres est supérieure à 12 %.

Date	glucides (%)
11/6/87	13,2
31/5/91	12,5
6/5/92	11,4
22/3/93	12,7
19/4/93	14,8
31/8/93	12,4
16/9/97	14,6
3/12/97	13,0

➢ Somme des constituants biochimiques de la chair des huîtres

La somme des protéines, lipides et glucides de la chair sèche explique entre 40 – 45 % et 60 – 65 % du poids sec de chair durant les 4 saisons et les 9 cycles étudiés (figure 19). Durant la période comprise entre le 15 septembre et fin octobre, l'intervalle des valeurs se réduit à 43 - 53 %. Ainsi, cette période de post ponte est bien la période de variabilité minimale au niveau des caractéristiques biochimiques de la chair des huîtres. Le taix d'explication PLG de la chair est cependant minimal à cette période. Ceci s'explique par la non prise en considération de l'analyse des protéines de structure par la méthode de Lowry. Seules les substances de réserve mobilisables sont en fait expliquées par ces analyses biochimiques.

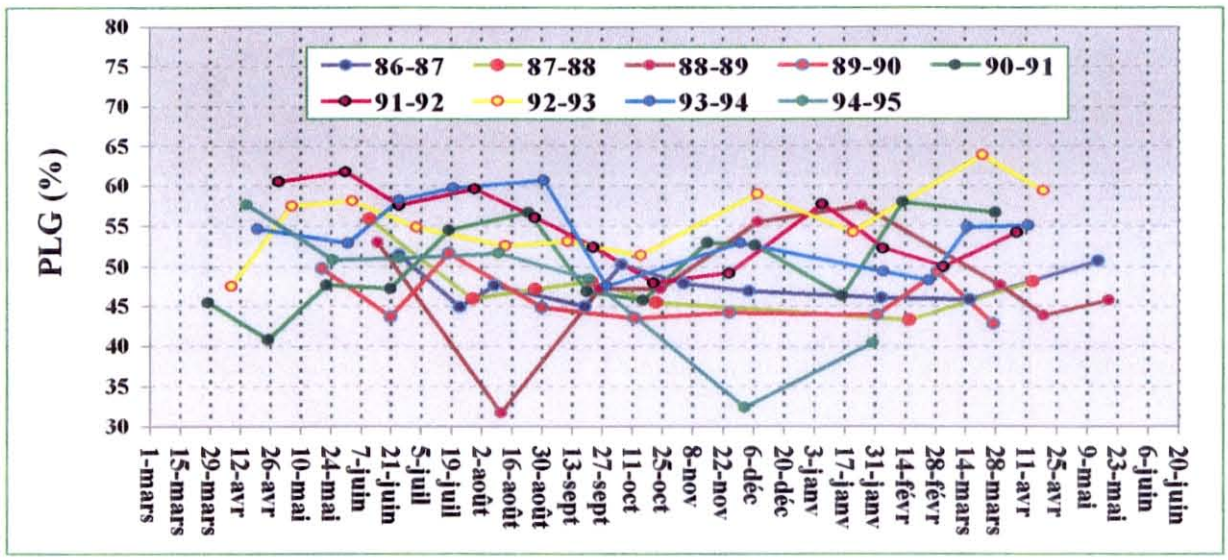


Figure 19 : Teneur en PLG de la chair des huîtres au cours des cycles annuels de 1986 à 1995.

➢ Variabilité spatio-temporelle de la composition biochimique de la chair des huîtres

La variabilité spatiale des teneurs en protéines, lipides et glucides de la chair des huîtres en élevage sur les différents sites du bassin est significative au seuil de 5 %. Les valeurs de probabilité (test de rang de Kruskal – Wallis) sont respectivement de 0,025, 0,036 et 0,013 pour les 3 composants. En protéines, Agnas présente une médiane à 32 % quand les médianes des autres sites sont supérieures à 35 % (figure 20). En glucides, la station de Bourgeois présente une médiane inférieure à 5 % quand les autres sont supérieures à 6 %. Les deux stations les mieux classées en croissance, Ronce et la Mortane, ont une teneur en lipides supérieure d'environ 1% par rapport aux autres stations. Les huîtres en élevage sur ces 2 stations ont une teneur en PLG d'environ 3 % supérieure aux 3 autres stations (~ 53 % contre 50 %). Cette différence confirme la différence de qualité des sites.

La variabilité inter annuelle de composition biochimique de la chair des huîtres est significativement plus élevée que la variabilité inter site (figure 21). Une nouvelle fois, une corrélation peut être établie entre la teneur en protéines de la chair et les performances de

croissance. Ainsi les 3 années, 1991, 92 et 93 dont les valeurs de médiane sont les plus fortes (entre 37 et 43 %), correspondent également aux 3 meilleures années de croissance de *Crassostrea gigas* (tableau 6). En ce qui concerne les autres descripteurs (glucides, lipides et glycogène), les variations inter annuelles sont à corréler avec les taux de mortalité (e.g., glycogène), ainsi qu'avec l'effort de ponte (cf. abondance larvaire).

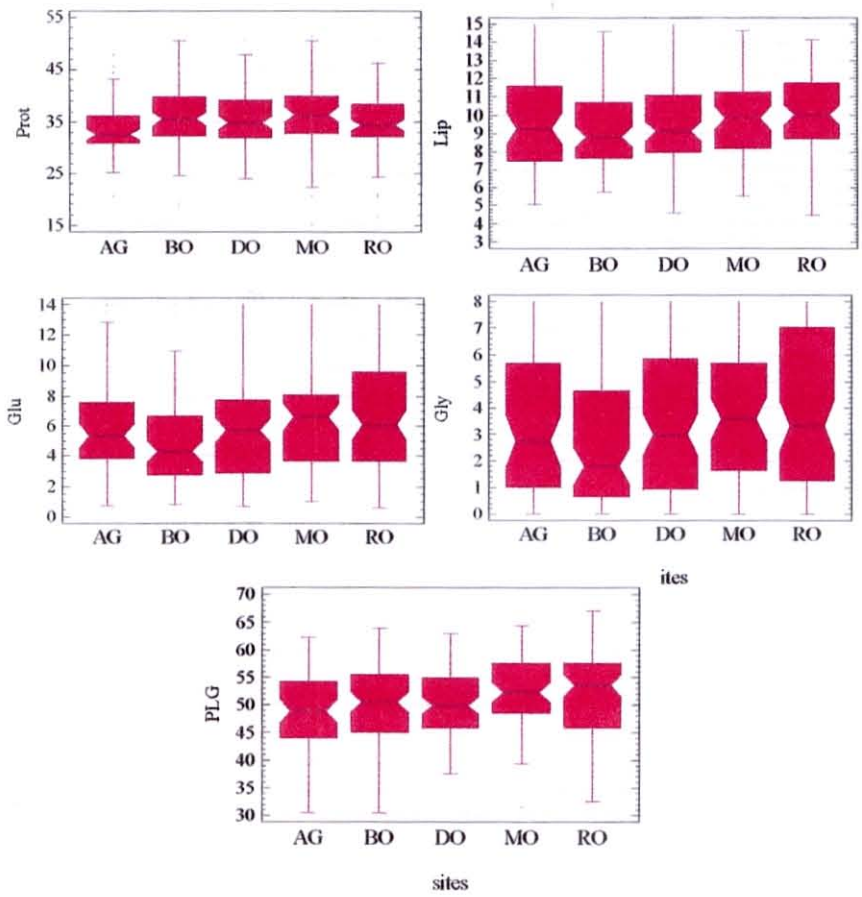


Figure 20 : Variabilité spatiale de la composition biochimique de la chair des huîtres.

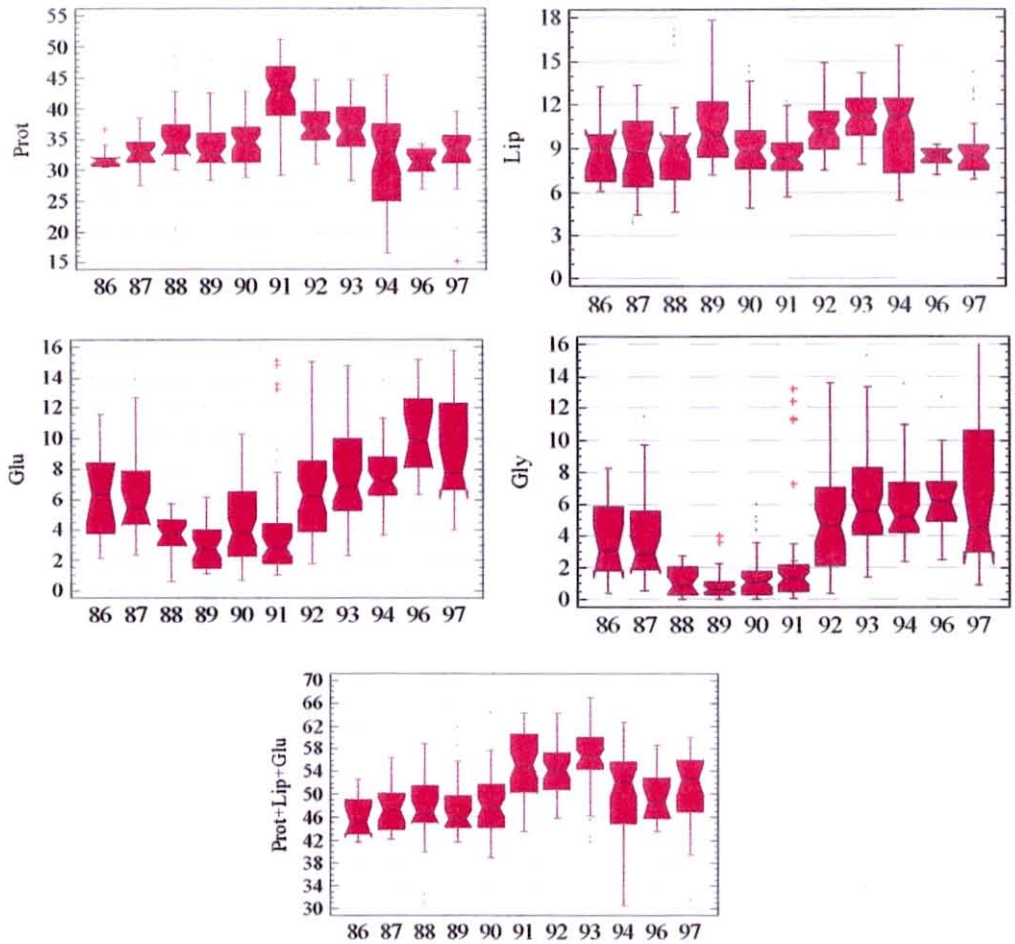


Figure 21 : Variabilité temporelle des composants biochimiques de la chair des huîtres.

➢ Analyse en séries chronologiques des descripteurs de biométrie et de composition biochimique de la chair de *Crassostrea gigas*.

L'objectif de cette analyse est de rechercher une "saisonnalité", puis de l'extraire afin d'étudier la "tendance" et la "partie aléatoire" du modèle.

Descripteur = tendance x saisonnalité x aléatoire

L'étude est effectuée à partir des valeurs moyennes des descripteurs de biométrie (poids total, poids de coquille et poids sec) et des composants biochimiques de la chair des huîtres (protéines, lipides, glucides et glycogène). Pour chacun de ces descripteurs, une série chronologique est constituée sur 12 années (1986-1997) et 4 saisons par année.

La saisonnalité est significative pour tous les descripteurs de biométrie et pour la teneur en lipides de la chair (figure 22). La chute du poids sec entre le printemps et l'été – automne, s'accompagne de la chute des lipides dans la chair. La teneur en lipides se stabilise en hiver, quand le poids sec a tendance à diminuer à nouveau. La croissance en poids total s'effectue du

printemps à l'automne. La perte de poids durant l'hiver est consécutive au mauvais temps qui érode les coquilles. Les teneurs en sucres ou protéines ne présentent pas de saisonnalité marquée.

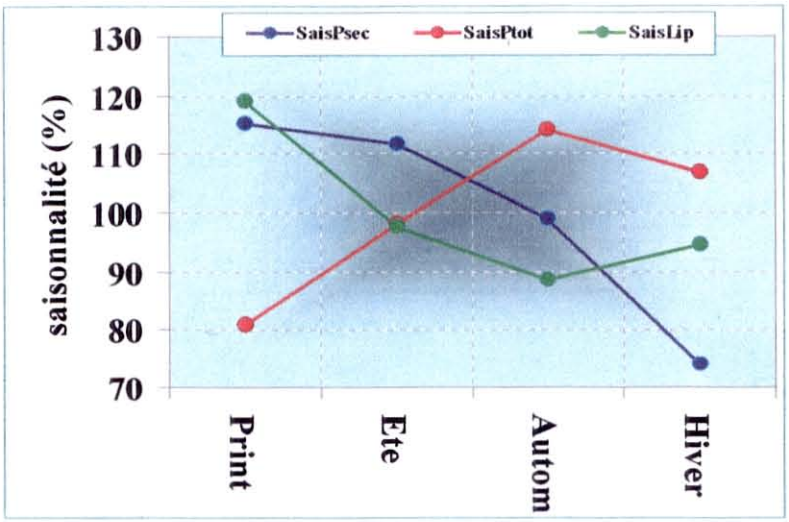


Figure 22 : Indices de saisonnalité du poids sec, poids total et teneur en lipides de la chair.

L'analyse de la tendance du poids total et du poids sec suit une évolution parallèle (figure 23). La tendance reflète la variabilité des cheptels utilisés au cours des différentes années entre 1986 et 1997. Ainsi, la tendance du poids moyen des cheptels passe de 40 à 55g entre 1986 et 1990. Elle décroît à 40 g en 1991 et 1992 pour atteindre à nouveau 50-55g entre 1993 et 1996. L'intérêt de cette analyse est de visualiser un descripteur de qualité des cheptels.

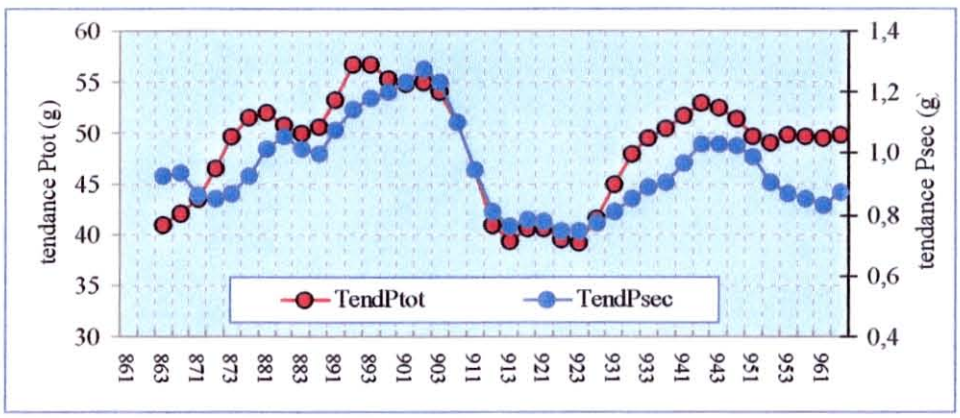


Figure 23 : Valeurs des tendances du poids total et poids sec de *Crassostrea gigas*.

La tendance en lipides présente une allure "cyclique" avec 3 valeurs "basses" (~ 8,5 %) en automne 87, printemps 91 et hiver 95, à intervalles de 3,5 ans, et 3 valeurs "hautes" comprises entre 9,5 et 11, en automne 1986, printemps 89 et été 93 (figure 24).

L'analyse du 3ème terme "résiduel" du modèle, permet de dégager des périodes plus ou moins favorables à la croissance, et correspond à une analyse "descriptive" préliminaire à une analyse en relation avec l'environnement des élevages (annexe 5).

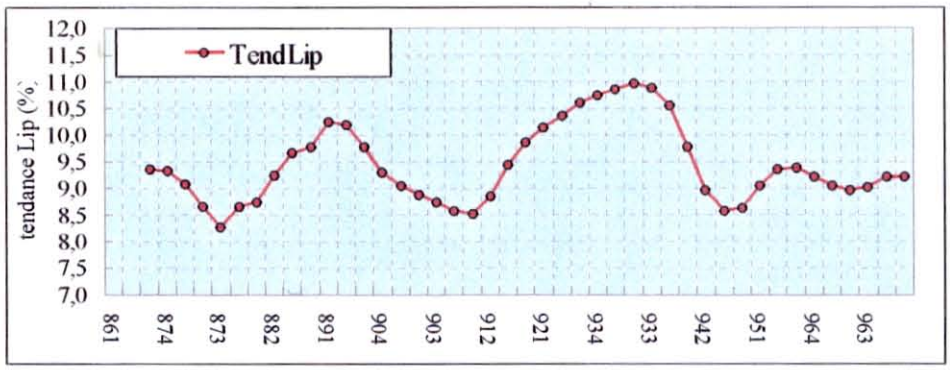


Figure 24 : Valeurs des tendances de la teneur en lipides de la chair de *Crassostrea gigas*.

L'évolution de la teneur en sucres de la chair ne laisse pas apparaître de cycle marqué au cours des 12 années de mesures. Cette teneur en sucres semble plus corrélée aux conditions environnementales des élevages. Il est intéressant de noter que la production de gamètes se réalise quelles que soient les conditions environnementales. Ainsi, chaque année en période de maturation, la teneur en lipides de la chair atteint une valeur maximale à la différence des glucides. La comparaison des cycles biochimiques des années 1997, 1998 et 1999 sur les bancs de Ronce – Perquis (Soletchnik *et al.*, sous presse) sont caractéristiques : en 1997 et 1999, les profils "PLG" sont similaires ; des teneurs en sucres, déjà élevées en début de printemps permettent la constitution de réserves en glycogène - les sucres sont ensuite utilisés au cours de la gamétogénèse (processus de vitellogénèse). L'année 1998 "contraste" par rapport aux 2 années 1997 et 1999 : en absence de réserve en sucres en période printanière, la vitellogénèse s'effectue directement à partir de la ressource trophique disponible au printemps, sans que les teneurs en glucides totaux, et encore moins en glycogène, n'atteignent des valeurs élevées. Cette diversité de réponse se traduit dans la grande variabilité inter annuelle des mesures de glucides pour une même saison.

Une chute de la teneur en lipides de 4 à 6 % accompagne la libération des gamètes en été.

L'évolution de la teneur en sucres de la chair ne laisse pas apparaître de cycle marqué au cours des 12 années de mesures. Cette teneur en sucres est probablement corrélée aux conditions environnementales des élevages.

La proportion de glycogène (sucre de réserve) dans l'huître, augmente avec la quantité de sucres totaux dans la chair selon une relation logarithmique.

La forte teneur en protéines et en PLG de la chair de l'huître, est corrélée aux performances de croissance élevées des sites de Ronce et le la Mortane, ainsi qu'aux années les plus performantes (e.g., 1990, 91 et 92).

4. DISCUSSION

☞ Stratégie spatiale de l'étude

De 1990 et 1998, l'évolution des taux de croissance annuels (coquilles et en poids sec), laisse apparaître une homogénéité de réponse pour les stations des Doux, de la Mortane et de Bourgeois, du nord au sud du bassin. Le site de Ronce présente certaines années des taux de croissance journaliers 3 à 4 fois supérieurs aux autres sites. Une stratégie d'analyse plus fine, visant à comparer 5 stations sur 6 années (1993 – 1998) confirme le classement en numéro 1 du site de Ronce. Cette analyse classe les sites de La Mortane et d'Agnas en deuxième position et les sites des Doux et Bourgeois en troisième. Les sites de Mortane et d'Agnas sont très proches en position géographique centrale. Cette situation voisine peut expliquer ces résultats similaires. La situation "moyenne" du potentiel de croissance de *Crassostrea gigas,* liée aux capacités trophiques du bassin de Marennes-Oléron, peut être mesurée sur un de ces deux sites (choix de stratégie d'échantillonnage). Compte tenu de l'antériorité du testage sur le site de d'Agnas, celui-ci semble le plus qualifié pour être pérennisé. La situation est plus contrastée dans le sud du bassin où la charge en huîtres est 3,5 fois supérieure à celle du nord par rapport au volume d'eau disponible (Soletchnik *et al.*, 1998). A ce niveau, les deux sites de Ronce et de Bourgeois, distants seulement de quelques centaines de mètres, séparés par la Seudre, présentent depuis près de 10 ans des résultats opposés de croissance. Ces différences semblent être explicables par l'influence des entrées d'eau océanique au niveau du Pertuis de Maumusson, et la différence de productivité par secteur qui en découle. On doit noter que le site expérimental le plus nord, le banc ostréicole des Doux, ne présente pas de résultats différant significativement des autres stations.

☞ Croissance et Bathymétrie

En absence de connaissances très précises de la cote altimétrique actuelle des stations (tableau 1), et avec la certitude que cette cote a considérablement évolué sur certains sites lors des 10 dernières années (données DDE, Soletchnik *et al.*, 1998), le tableau ci-dessous met en relation le classement des performances de croissance sur les différents sites et le classement d'immersion des sites (de 1, plus profond à 4, moins profond).

stations	BO	RO	DO	AG	MO
classement croissance	4,5	1	4	3	2
classement immersion	4	3	2	1	1

Hormis le site de Ronce, une "corrélation" apparaît dans le sens d'une meilleure performance de croissance avec des temps d'immersion supérieurs. Ce résultat pourrait sembler satisfaisant sans le site de Ronce, situé très haut sur l'estran (1,6 m) et qui présente pourtant les meilleures performances de croissance de l'ensemble du bassin. Ce paradoxe peut être à

nouveau expliqué par la proximité du Pertuis de Maumusson et des entrées d'eaux océaniques et estuariennes (Gironde et Seudre) à ce niveau.

Ce site de Ronce a par ailleurs été choisi comme "site atelier" d'étude de la problématique de la mortalité estivale depuis 1996 (Lodato, 1997 ; Forest 1997 ; Soletchnik *et al.*, 1998b). Des études de croissance selon une maille géographique "fine" (quelques centaines de mètres) ont été conduites sur celui-ci. Elles démontrent que la croissance en poids de chair n'est pas directement corrélée avec la profondeur des sites, mais avec leur situation géographique (et donc en relation avec la colonne d'eau) (Soletchnik *et al.*, 1999). Des études sont conduites en 1999 afin de préciser la relation entre les performances de croissance et la ressource trophique selon un axe N-S de ce banc ostréicole.

☞ Capacité trophique

Les résultats obtenus dans le sud du bassin peuvent être corrélés avec l'étude hydrobiologique menée dans le bassin de Marennes-Oléron depuis près de 20 ans (Soletchnik *et al.*, 1998a). Cette étude démontre comment le sud-est et le sud-ouest du bassin "s'opposent" dans l'analyse. L'est (station hydrologique du Saut de Barrat à l'embouchure de la Seudre) est qualifié de zone potentiellement dystrophique par l'analyse des tendances en oxygène et des sels nutritifs. La partie S-W du bassin (référence sur la bouée d'Auger proche du pertuis de Maumusson) apparaît comme la zone la plus productive du bassin, particulièrement en été et automne (Soletchnik *et al.*, 1998a). Cette différence peut s'expliquer par la situation géographique des bancs (figure 1). Les apports exogènes de sels nutritifs dans le bassin de Marennes-Oléron se font majoritairement par la Charente, et avec un impact spatial plus limité, par le Pertuis de Maumusson (Faury *et al.*, 1999 ; Soletchnik *et al.*, 1998a). La production primaire se développe à proximité de ces zones. Le courant global du bassin circule du nord au sud (Dechambenoy *et al.*, 1977 ; LCHF, 1975). Le Pertuis de Maumusson voit donc sortir plus d'eau qu'il n'en rentre. A ce titre, les zones centrales et sud du bassin sont défavorisées. La déplétion phytoplanctonique, résultant de l'activité des cheptels, le long de l'axe N-S est importante. Cependant, l'apport du Pertuis de Maumusson confère au banc de Ronce les Bains des capacités de production particulières (Castaing, 1981). De plus, les études 1999 semblent montrer qu'une production primaire se développe au sud du bassin, au bénéfice prioritaire du banc de Ronce en période de jusant (Le Moine *et al.*, 1999).

Au regard des résultats de croissance, la capacité trophique du bassin de Marennes-Oléron semble limitée en automne et en hiver. La ressource alimentaire est insuffisante durant cette période pour assurer une prise de poids de chair significative. Les animaux continuent à maigrir, épuisant leurs réserves au lieu d'en constituer. La moyenne des indices hivernaux est de – 0,05 % par jour, donc faiblement négative. Seule l'année 1993 se distingue, avec un indice hivernal positif de 0,36 % par jour, traduisant probablement des conditions environnementales hivernales propices à la production primaire.

☞ Les variations inter annuelles de croissance laissent–elles supposer une diminution des ressources trophiques au cours de ces 10 dernières années ?

Les moyennes annuelles des taux de croissance journaliers en coquille peuvent varier du simple au double ou du simple au quintuple (e.g., entre 1986 et 1990). Il en est de même des taux de croissance en poids de chair qui, négatifs en 1987, peuvent également varier du simple au double les autres années. En 12 ans, les plus faibles années de croissance sont les années 1986 – 1988 et les plus élevées en 1990 et 1991. Si un doute subsiste sur la précision des résultats des 3 premières années de l'étude, du fait du nombre de stations (2, puis 4), et seulement 10 huîtres échantillonnées, aucun doute n'est permis sur la période 90–91. Cette dernière correspond bien aux deux années les plus favorables de cette période de 12 ans. L'explication de ces résultats est à rechercher dans la qualité environnementale (météorologique, et hydrologique) que subissent les élevages, et également dans les conditions de gestion du bassin de Marennes-Oléron dont les résultats sont fonction d'une relation stocks en élevage - capacité trophique. En effet, la capacité trophique de ce type de bassin est limitée (Héral et al, 1983 ; Barillé, 1996). Sa productivité annuelle a été estimée à 40 000 tonnes (Héral, 1989). En fait, si la biomasse des élevages filtreurs est d'environ 86 000 tonnes en 1984-1985, elle atteint des valeurs supérieures à 100 000 tonnes à la fin des années 1980, pour décroître légèrement en 1992 (Bodoy *et al.*, 1986). Cependant l'estimation totale des filtreurs dans le bassin de Marennes-Oléron (élevages et naturels) est estimée à plus de 124 000 tonnes en 1993-1995 (d'après Sauriau, 1992 ; Héral, 1989 ; Prou *et al.*, 1994). Ce constat a amené des prises de décision significatives en matière d'aménagement, en particulier avec le soutien du Conseil Général : la destruction de compétiteurs (e.g., crépidules, huîtres sauvages), ainsi qu'à des restructurations du Domaine Public Maritime, favorisant ainsi la diminution des stocks présents dans le bassin de Marennes-Oléron. Ainsi, près de 400 ha ont fait l'objet de nettoyage et de restructurations de 1995 à 1998. Par ailleurs, les pratiques professionnelles ont évolué vers une diminution des surfaces exploitées dans le bassin de Marennes-Oléron vers la fin des années 1980. Ces fluctuations de biomasse contribuent à expliquer la baisse de performance des taux de croissance journaliers de 1986 à 1988, et le début d'amélioration notée depuis.

Cependant, les fluctuations annuelles de l'environnement influent sur les performances de croissance de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron. Les "qualité" et "quantité" de la production primaire au printemps sont sous la dépendance directe du régime de précipitations de la période automne - hiver et du niveau d'ensoleillement au printemps. Les conditions environnementales nécessaires à l'obtention de blooms automnaux sont rarement atteintes (Soletchnik *et al.*, 1998). Selon la température hivernale, la dépense d'énergie de l'huître est plus ou moins importante et la reprise de croissance printanière plus ou moins précoce. Les huîtres de 50 g de poids total perdent environ 40 % de leur poids de chair en gamètes en période estivale. Cet effort de ponte est également fonction des conditions environnementales.

Ainsi, les résultats de croissance de cette étude, et l'évolution d'indicateurs de la ressource trophique (e.g., chlorophylle a) de ces 20 dernières années, ne laissent pas apparaître de baisse significative de la productivité primaire (d'un point de vue teneurs instantanées et non des flux) du bassin de Marennes-Oléron depuis 10 ans (croissance) ou 18 ans (environnement) (Soletchnik *et al.*, 1998 ; Faury *et al.*, 1999). Cependant, l'hypothèse de déséquilibres ponctuels résultant d'effets seuils reste possible dans l'explication d'années à faibles rendements de production.

☞ Les variations inter annuelles de croissance traduisent-elles une dégradation de l'environnement des élevages au cours de ces 10 dernières années ?

Les performances de croissance sont sous la dépendance de la production primaire endogène au bassin et des apports extérieurs (e.g., panache de la Gironde) (Castaing, 1981). Cette production annuelle est pour une bonne part dépendante des flux de nutriments, essentiellement hivernaux, en provenance de la Charente. Ainsi, une gestion optimale des usages de l'eau, notamment en période estivale limitante, répartie entre les agriculteurs et les ostréiculteurs constitue une nécessité pour la pérennité de la conchyliculture en zone côtière. Les débits d'eau en Charente ont été considérablement modifiés depuis les années 80, principalement en période estivale (Faury *et al.*, 1999). Les conditions thermiques évoluent également globalement depuis 20 ans dans le sens d'un réchauffement de l'eau du bassin de Marennes-Oléron selon un axe général NW-SE (Soletchnik *et al.*, 1998). Cette évolution a des conséquences directes sur les élevages. L'augmentation de la température augmente le taux de filtration des organismes filtreurs, indépendamment de la ressource trophique. Les conditions hydrodynamiques ont également évolué au cours de la dernière décennie. Le déplacement de sédiments, sable dans le pertuis de Maumusson, et vase dans la partie sud du bassin de Marennes-Oléron sont soumis à des cycles pluri-annuels (DDE ; Soletchnik *et al.*, 1998). De même, la circulation (e.g., trajet, vitesse) et les temps de résidence des masses d'eau déplaçant la ressource trophique au-dessus des bancs, s'en trouvent modifiés. Les biodépôts ainsi que les structures d'élevage, en ralentissant les courants, contribuent à envaser les sites et à modifier l'hydrodynamisme local (Tesson, 1973 ; Sornin, 1981).
Les résultats de cette étude sur les huîtres adultes ne montrent pas de tendance significative, à la "baisse" des performances de croissance de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron depuis 12 ans. Les sites testés sont parmi les moins "poussant" des sites du littoral français, retenus par le réseau de surveillance national de croissance (réseau "Remora"). Paradoxalement, la comparaison faite entre les résultats de cette étude et les données de croissance des années 70 (Héral, 1989) ne montre pas de différence importante même si les performances les plus faibles ont été observées à la fin des années 1980. Ceci tend à démontrer que le potentiel biologique de l'espèce n'a globalement pas évolué (figure 25). Les taux de croissance des années 70, 71, 73 et 75 compris entre 0,25 et 0,30 %, sont équivalents à ceux de années 93 à 96, pour des huîtres "adultes" (2 ans). L'année 1990 montre une croissance forte (0,42 %) et peut être comparée à l'année 1974 (0,45 %). Par contre, les années 86 à 89, ainsi que les années 1992 et 1997, sont des années caractérisées par de plus faibles croissances (0,09 à 0,17 %).

Toutefois, l'effet de l'importance des stocks en élevage sur la productivité du bassin (Héral 1989), semble affecter de façon plus significative les rendements d'huîtres lors de la première année de l'élevage (REMORA, 1997, 1998, 1999 ; Héral, 1989). Alors que le naissain pouvait atteindre 40 à 50 g en un an dans les années 1970-71, il n'atteint plus que 15 à 20 g depuis les années 1980. Deux observations complètent cette hypothèse : 1) l'absence de corrélation entre le classement de rang des sites vis à vis des adultes et des juvéniles dans le cadre du réseau REMORA, qui suggère une différence de "qualité trophique" par site en fonction de la classe d'âge et 2) les déséquilibres dans les biomasses par classe d'âge et la surcharge biologique notable sur le demi-élevage.

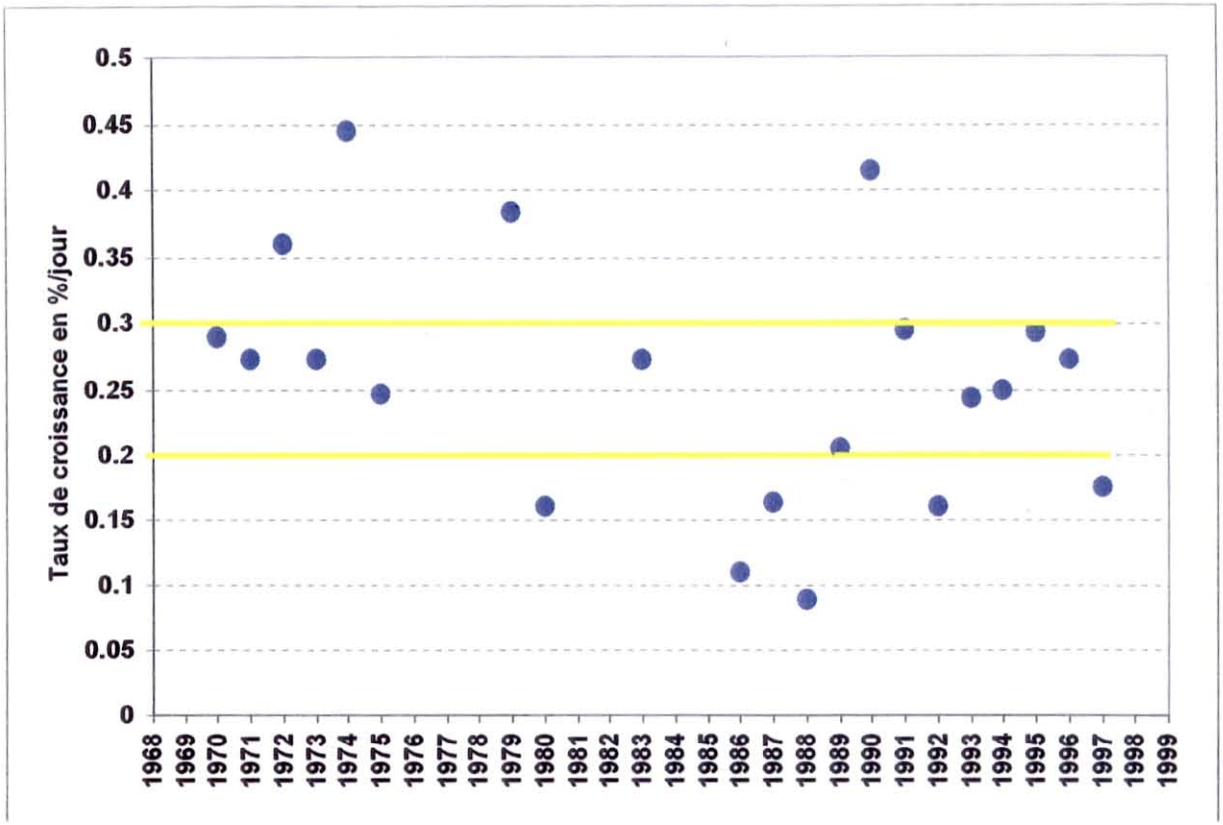


Figure 25 : Taux de croissance (poids total) journaliers (%) des élevages de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron. *de 1970 à 1979 : d'après Héral, 1989 ; 1979 : d'après Deslous-Paoli, 1982 ; 1980 : d'après Berthomé et al., 1986 ; de 1986 à 1997 : cette étude.*

5. CONCLUSIONS

A partir de cette étude, une évolution de la stratégie d'échantillonnage spatiale est suggérée : les 4 sites (bancs ostréicoles) des Doux, Bourgeois, la Mortane ou d'Agnas peuvent être utilisés comme des stations "pérennes" de suivi de la croissance de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron, avec cependant un choix possible entre les deux dernières stations. Le remplacement de la station de La Mortane par une station d'élevage située au nord (e.g., Lamouroux) permettrait une meilleure évaluation spatiale des rendements de production du bassin, en particulier vis à vis de la production primaire résultant des apports de la Charente. Ceci est d'autant plus important que les fluctuations inter annuelles au niveau de cet estuaire peuvent être hautement significatives.

Le site de Ronce est un site "privilégié" pour la croissance de *Crassostrea gigas.* Il est nécessaire d' expliquer ce phénomène, notamment vis à vis des entrées de masses d'eau au niveau du Pertuis de Maumusson. Cet aspect est abordé dans le cadre de l'étude des mortalités estivales sur le site pilote de Ronce les Bains-Perquis.

Les variations inter annuelles de croissance au cours des 12 années d'étude sont de plus grande amplitude que celles résultant de la localisation des sites expérimentaux entre eux, (exception faite de la station de Ronce). Les causes de ces fluctuations seront à rechercher dans les variations inter annuelles des conditions environnementales, météorologiques et hydrologiques du bassin de Marennes-Oléron.

En 12 ans, il n'apparaît pas de tendance à la baisse des performances de croissance, mais bien des fluctuations inter annuelles qui sont à corréler à la fois aux conditions environnementales des élevages et à la biomasse de filtreurs présente dans le bassin de Marennes-Oléron. La "capacité biologique" de l'espèce reste inchangée à la vue des résultats de production sur 12 ans.

Les corrélations avec l'environnement météorologique et hydrobiologique seront présentées dans un deuxième rapport, enrichi également par la prise en compte de données complémentaires de croissance en provenance du bassin de Marennes-Oléron (source REMORA et problématique "Mortalité estivale").

6. REFERENCES

AFNOR, 1985. Norme française huîtres creuses. Dénomination et classification. NF V 45-056, 5 p.

Arnaud C., Faury N. et Bouquet J.P., 1999. Etude du secteur de Marennes-Oléron : suivi de la reproduction de l'huître creuse *Crassostrea gigas* en 1999. Bilan de 3 années d'observation de 1997 à 1999, 44 p.

Bacher C., 1989. Capacité trophique du bassin de Marennes-Oléron : couplage d'un modèle de transport particulaire et d'un modèle de croissance de l'huître *Crassostrea gigas*. *Aquat. Living. Resour.*, 2 : 199-214.

Bacher C., 1991. An energy model of the growth oyster (*Crassostrea gigas*) in the Bay of Marennes-Oléron. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48 : 391-404.

Barillé A. L., 1996. Contribution à l'étude des potentialités conchylicoles du Pertuis Breton. Thèse, Université d'Aix-Marseille II, 311 p.

Berthomé J.P., Prou J. et Bodoy A., 1986. Performances de croissance de l'huître creuse, *Crassostrea gigas* (Thunberg) dans le bassin d'élevage de Marennes-Oléron entre 1979 et 1982. *Haliotis*, 15 : 183-192

Bethoux, N., Etiénne M., Ibanez F. et Repaire J.L., 1980. Spécificité hydrologique des zones littorales. Analyse chronologique par la méthode census II et estimation des échanges océan - atmosphère appliquées à la baie de Villefranche - sur - Mer. *Ann. Inst. Océanogr.*, Paris. 56 : 82-95.

Bodoy A., Prou J. et Berthomé J.P., 1986. Etude comparative de différents indices de condition chez l'huître creuse *(Crassostrea gigas). Haliotis*, 15 : 1-17.

Castaing P., 1981. Le transfert à l'océan des suspensions estuariennes. Cas de la Gironde. Thèse, Université de Bordeaux I, 450 p.

Dechambenoy C., Pontier L., Sirou F., et Vouve J., 1977. Apport de la thermographie infrarouge aéroportée à la connaissance de la dynamique superficielle des estuaires (système Charente, Seudre, Anse de l'Aiguillon). *C.r Acad. Sci.*, Paris, 184 : 1269-1272.

Division Départementale de l'Equipement de Charente-Maritime, (DDE 17), 1997. Baie de Marennes-Oléron : étude hydrographique.

Deslous-Paoli J.M., 1982. Croissance et qualité de l'huître *Crassostrea gigas* Thunberg en élevage dans le bassin de Marennes-Oléron. *Tethys*, 10 (4) : 365-371.

Deslous-Paoli J.M. and Héral M., 1988. Biochemical composition and energy value of *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultured in the Bay of Marennes-Oléron. *Aquat. Living Res.*, 1 : 239-249.

Faury N., Razet D., Soletchnik P., Goulletquer P., Ratiskol J. et Garnier J., 1999. Hydrologie du bassin de Marennes-Oléron. Analyse de la base de données "RAZLEC" 1977 – 1995. RIDRV/RA/RST/ 99.12, La Tremblade, 52 p.

Fleury P. G., Ruelle F., Claude S., Palvadeau H., Robert S., d'Amico F., Vercelli C. et Chabirand J.M., 1999. REMORA : Résultats de suivi de la croissance de l'huître creuse sur les côtes françaises. Rapport DRV/RA/RST/99-03, 43p.

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.

Grizel H. and Héral M., 1991. Introduction into France of Japanese oyster (*Crassostrea gigas*). *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 47 : 399-403.

Guarini J.M., 1998. Modélisation de la dynamique du microphytobenthos des vasières intertidales du bassin de Marennes-Oléron. Thèse, Université Pierre et Marie Curie (Paris 6), 177p.

Héral M., 1986. Evolution et état du cheptel ostréicole dans le bassin de Marennes-Oléron : intérêt d'une régulation. RI-DRV 86.06-RA La Tremblade, 35p.

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., Razet D., Deslous-Paoli J.M., Berthomé J.P. et Garnier J., 1983. Caractéristiques saisonnières du complexe estuarien de Marennes-Oléron. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 46 : 97-119.

Héral M., Deslous-Paoli J. M. et Prou J., 1986. Dynamique des productions et des biomasses des huîtres creuses cultivées (*Crassostrea angulata* et *Crassostrea gigas*) dans le bassin de Marennes-Oléron depuis un siècle. *ICES,* C.M. : F, 41 p.

Héral M. et Goulletquer P., 1995

Laboratoire Central d'Hydraulique de France (LCHF), 1973. Etude des phénomènes régissant le bassin ostréicole de Marennes-Oléron. Campagne d'étude complémentaire. 1972-1973. Rapport d'étude LCHF - DDE Charente-Maritime, Maison Alfort, 3 tomes.

Laboratoire Central d'Hydraulique de France (LCHF), 1975. Etude sur modèle réduit des phénomènes hydrauliques régissant le bassin ostréicole de Marennes-Oléron. Rapport d'étude LCHF - DDE Charente-Maritime, Maison Alfort, 108 p.

Le Moine O., Razet D., Dufourg C., Soletchnik P. Faury N., Goulletquer P. Geairon P. et Robert S., 1999. Développement d'une méthodologie de cartographie spatiale des paramètres hydrobiologiques des élevages côtiers d'huîtres, à l'aide d'un Système d'Information Géographique. *Actes de colloque* Coastgis 99, 10 p.

Lodato M. I., 1997. Mortalité estivale de l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, sur les bancs ostréicoles de Perquis et Ronce (bassin de Marennes-Oléron) : étude des pratiques

culturales et des caractéristiques biologiques et spatiales des élevages. Thèse, Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, 127 p.

Menesguen A., 1989. Modélisation de la production primaire dans le bassin conchylicole de Marennes-Oléron (France). *Int. Conc. Expl. Sea, EMEM* / N 60 p.

Prou J., Pouvreau S., Héral M. et Renaud V., 1994. Estimation de la biomasse d'huîtres non cultivées dans le Bassin de Marennes-Oléron. RI-DRV-94.06-RA La Tremblade, 26p.

Raillard O., 1991. Etude des interactions entre les processus physiques et biologiques intervenant dans la production de l'huître *Crassostrea gigas* (Thunberg) du bassin de Marennes-Oléron : essai de modélisation. Thèse de l'Université de Paris VI, 212 p.

Ravail-Legrand B., 1993. Incidence du débit de la Charente sur la capacité biotique du bassin ostréicole de Marennes-Oléron. Thèse, Université de Nantes, 171 p.

Razet D., Faury N., Geairon P., Soletchnik P. et Goulletquer P. (1996). Les notes techniques de l'URAPC: les analyses biochimiques de protéines, lipides, et glucides sur l'huître creuse *C. gigas*: amélioration des méthodes d'analyse. RIDRV RA 96.11, La tremblade, 40 p.

Sauriau P.G., 1992. Les mollusques benthiques dans le bassin de Marennes-Oléron : estimation et cartographie des stocks non cultivés, compétition spatiale et trophique, dynamique des populations de *Cerastoderma edule* (L.). Thèse de l'Université de Bretagne Occidentale, 309 p.

Soletchnik P., Faury N., Razet D. and Goulletquer P, 1998a. Hydrobiology of the Marennes-Oléron bay. Seasonal indices and analysis of trends from 1978 to 1995. *Hydrobiologia*, 86 : 131 – 146.

Soletchnik P., Le Moine O., Faury N., Razet D., Geairon P., Goulletquer P. et Forest G., 1998b. Mortalités printanières et estivales de l'huître creuse *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron : étude des élevages situés sur les bancs ostréicoles de Ronce et Perquis. RIDRV/RA/RST/98-02/La Tremblade, 56 p.

Soletchnik P., Le Moine O., Faury N., Razet D., Geairon P. et Goulletquer P., 1999. Mortalité de l'huître *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron. Etude de la variabilité spatiale de son environnement et de sa biologie par un système d'information géographique (SIG). *Aquat. Living Resour.*, 12 (2) :131-143.

Soletchnik et al, sous presse (bioch 97/99)

Sornin J.M., 1981. Processus sédimentaires et bio-déposition liés à différents modes de conchyliculture. Thèse de l'Université de Nantes, 188 p.

Spencer B.E. , Key D. , Millican P.F. , Thomas M.J., 1978. The effect of intertidal exposure on the growth and survival of hatchery reared Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg) kept in trays during their first ongrowing season. *Aquaculture*, 13: 191-203.

Tesson, M., 1973. Aspects dynamiques de la sédimentation dans la baie de Marennes-Oléron. Thèse, Université de Bordeaux I , 138 p.

Walne P.R. and Mann R., 1975. Growth and biochemical composition in *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas*. Proc. 9th EMBS Aberdeen, H. Barnes Ed., 587-607.

Walne P.R. and Spencer B.E., 1971. The introduction of the Pacific oyster *C. gigas* into the U.K. shellf. Infor. Leaflet. Min. Agric. Fish Food, 21: 8p.

Remerciements

L' Ifremer tient à remercier le milieu professionnel ostréicole pour son concours dans cette étude, en particulier les ostréiculteurs partenaires chez lesquels sont placés les cheptels étudiés, et également la Section Régionale de Marennes-Oléron pour le soutien qu'elle porte dans la réalisation des programmes du LCPC.

ANNEXES

Annexe 1. Cycles annuels de croissance de *Crassostrea gigas* (portion noire des diagrammes) sur les bancs ostréicoles du bassin de Marennes-Oléron ; A. Agnas, B. Bourgeois, D. Doux, F. Fouras, M. Mortane et R. Ronce.

Annexe 2. Dates d'échantillonnage des populations d'huîtres.

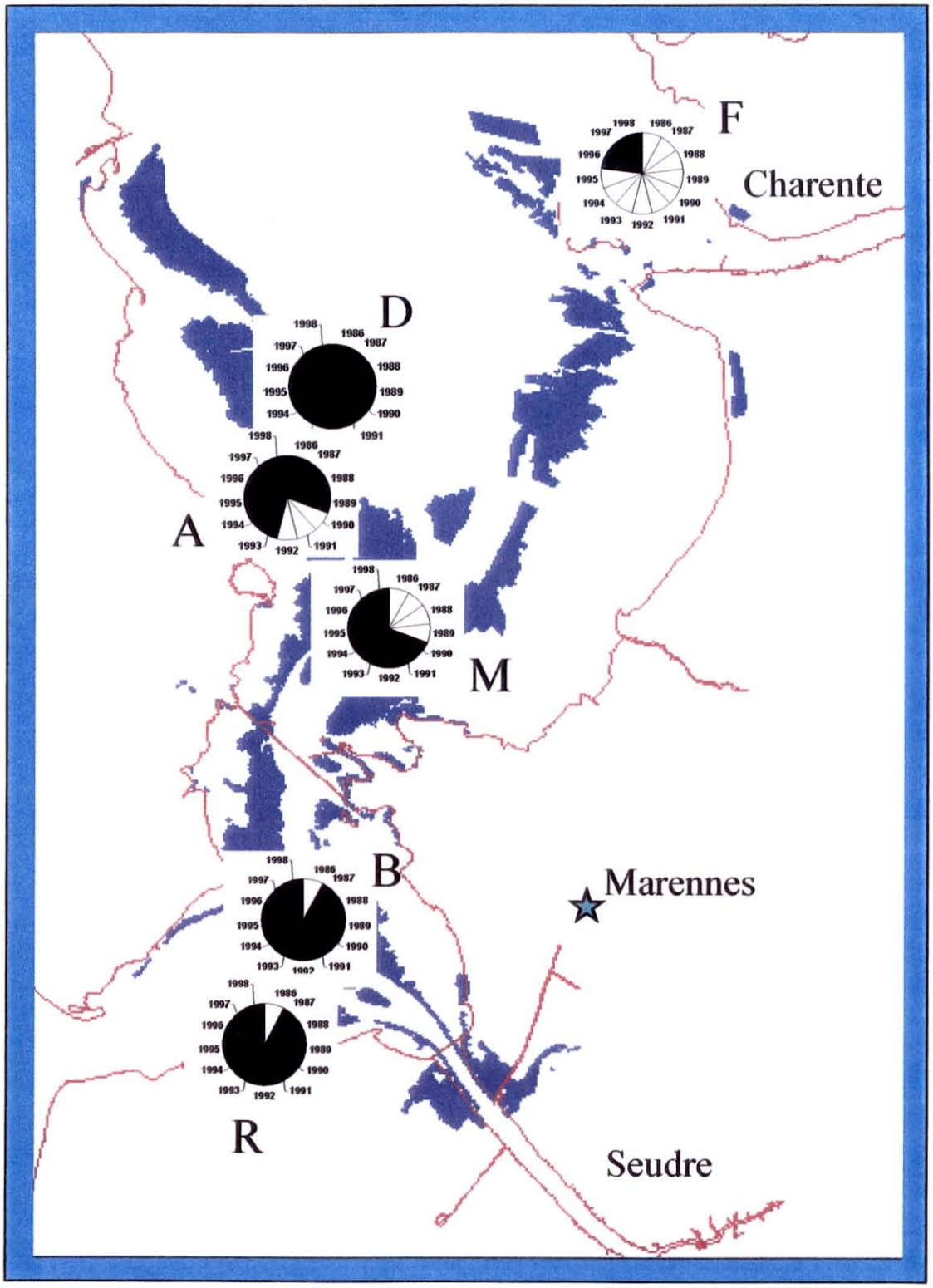
Annexe 3. Qualité des données du réseau croissance. Mesures en poids total, poids de coquille, poids sec et effectifs échantillonnés sur les bancs ostréicoles de Ronce (R) d'Agnas (A), de Bourgeois (B), des Doux (D), de la Mortane (M) et de Fouras (F).

Annexe 4. Les relations allométriques des composants biochimiques de la chair d'huîtres.

Annexe 5. Composante aléatoire des modèles de décomposition des séries chronologiques. Poids total, poids sec et teneur en lipides.

Annexe 6. Intercalibration des mesures de biométrie entre le réseau croissance et le réseau Rémora.

Annexe 1. cycles annuels de croissance (portion noire des diagrammes) de *Crassostrea gigas* sur les bancs ostréicoles du bassin de Marennes-Oléron ; A Agnas, B Bourgeois, D Doux, F Fouras, M Mortane et R Ronce.



Annexe 2. Dates d'échantillonnage des populations d'huîtres

1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
25/06/86	11/06/87	15/06/88	18/05/89	27/03/90	30/04/91	10/04/92	20/02/93	25/02/94	02/03/95	20/02/96	26/03/97	01/06/98
23/07/86	29/07/87	11/08/88	21/06/89	25/04/90	31/05/91	06/05/92	19/04/93	12/04/94	14/04/95	17/09/96	20/06/97	01/09/98
08/08/86	27/08/87	26/09/88	18/07/89	22/05/90	25/06/91	03/06/92	01/06/93	25/05/94	16/05/95	26/11/96	16/09/97	01/12/98
19/09/86	22/09/87	24/10/88	30/08/89	21/06/90	30/07/91	03/07/92	25/06/93	25/06/94	15/06/95	12/03/97	03/12/97	01/02/99
08/10/86	22/10/87	08/12/88	12/10/89	18/07/90	27/08/91	13/08/92	20/07/93	10/08/94	13/07/95		25/02/98	
04/11/86	16/02/88	25/01/89	25/11/89	24/08/90	23/09/91	11/09/92	31/08/93	21/09/94	10/08/95			
04/12/86	14/04/88	30/03/89	01/02/90	20/09/90	21/10/91	15/10/92	29/09/93	02/12/94	24/01/96			
04/02/87		19/04/89	01/03/90	16/10/90	25/11/91	08/12/92	30/11/93	30/01/95	20/02/96			
16/03/87		19/05/89	27/03/90	15/11/90	07/01/92	21/01/93	04/02/94	21/03/95				
14/05/87				07/12/90	04/02/92	22/03/93	25/02/94					
				16/01/91	04/03/92	21/04/93	15/03/94					
				13/02/91	07/04/92		15/04/94					
				28/03/91			15/04/94					

Annexe 4. Les relations allométriques des composants biochimiques de la chair d'huîtres

Les descripteurs étudiés sont les suivants : poids total, poids de coquille, poids sec, teneur en protéines, lipides, glucides et glycogène. Les relations allométriques décrites sont du type :

$$Y = a + b / X$$

dont les paramètres sont précisés dans le tableau A. Les seules relations significatives au seuil de 1 % ($p < 0,01$) et dont le coefficient de corrélation est supérieur à 10 % sont les relations d'allométrie entre la teneur en protéine et le poids de coquille en été et en automne, et le teneur en glucides et le poids de coquille en été (tableau A). Les relations avec les autres descripteurs biométriques sont moins significatives. Ainsi, la teneur en protéines diminue quand le poids de coquille augmente. Le processus est inverse avec la teneur en glucides.

Tableau A : Relations allométriques des constituants biochimiques de la chair, avec le poids de coquille.

Y	a	B	X	R^2	n	p	saison
% prot	23,6	324,9	Pcoq	15,6	93	0,0001	été
% prot	25,5	265,6	Pcoq	12,3	66	0,0039	automne
% glu	12,9	- 188,8	Pcoq	16,4	94	0,0000	été

Au cours de la maturation sexuelle estivale, une relation est établie entre l'augmentation du taux de lipides dans la chair et le poids de chair sèche (n = 90) :

$$Y = 4,69 + 4,48 (X)$$

(figure A), avec $R^2 = 48,8$

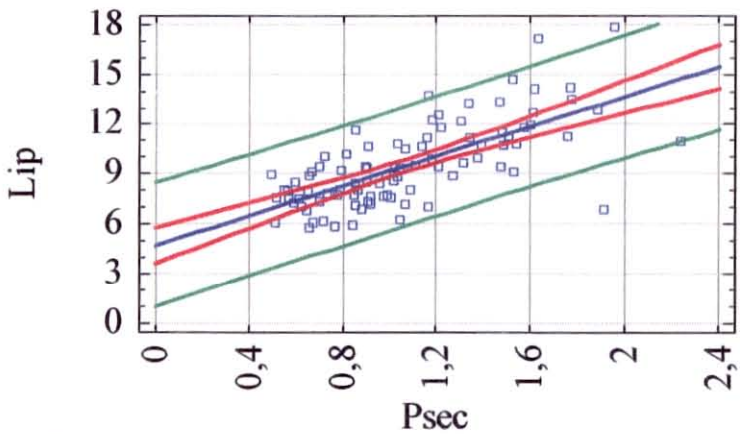


Figure A. Relation linéaire entre l'augmentation du poids sec et de la teneur en lipides (%) de la chair d'huîtres en période estivale.

Cette relation significative en été correspond au développement de la vitellogène et la prise de poids qui l'accompagne. L'absence de relation allométrique au printemps et en été, entre la teneur en lipides et le poids de coquille suggère que les individus les plus "gros" ne sont pas meilleurs reproducteurs que les petits individus.

Annexe 5. Composante aléatoire des modèles de décomposition des séries chronologiques. Poids total, poids sec et teneur en lipides.

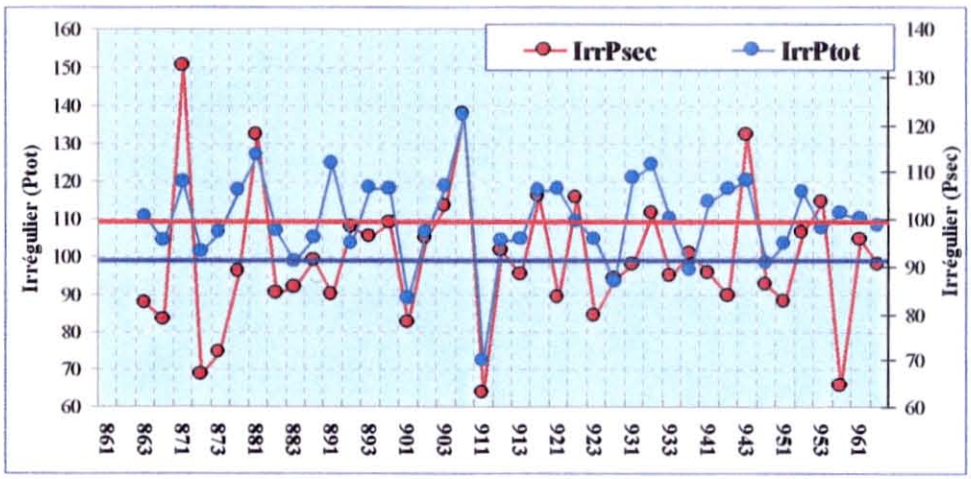


Figure A : Contribution aléatoire du modèle de décomposition chronologique du poids sec et du poids total de *Crassostrea gigas*

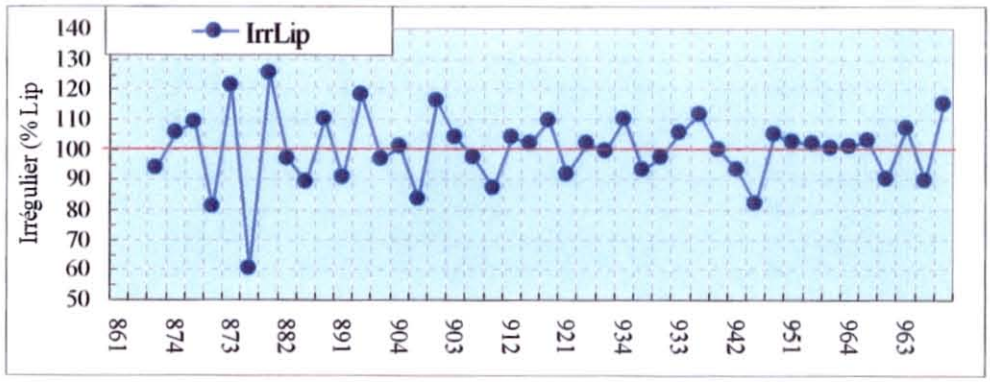


Figure B : Contribution aléatoire du modèle de décomposition chronologique de la teneur en lipides de la chair de *Crassostrea gigas*.

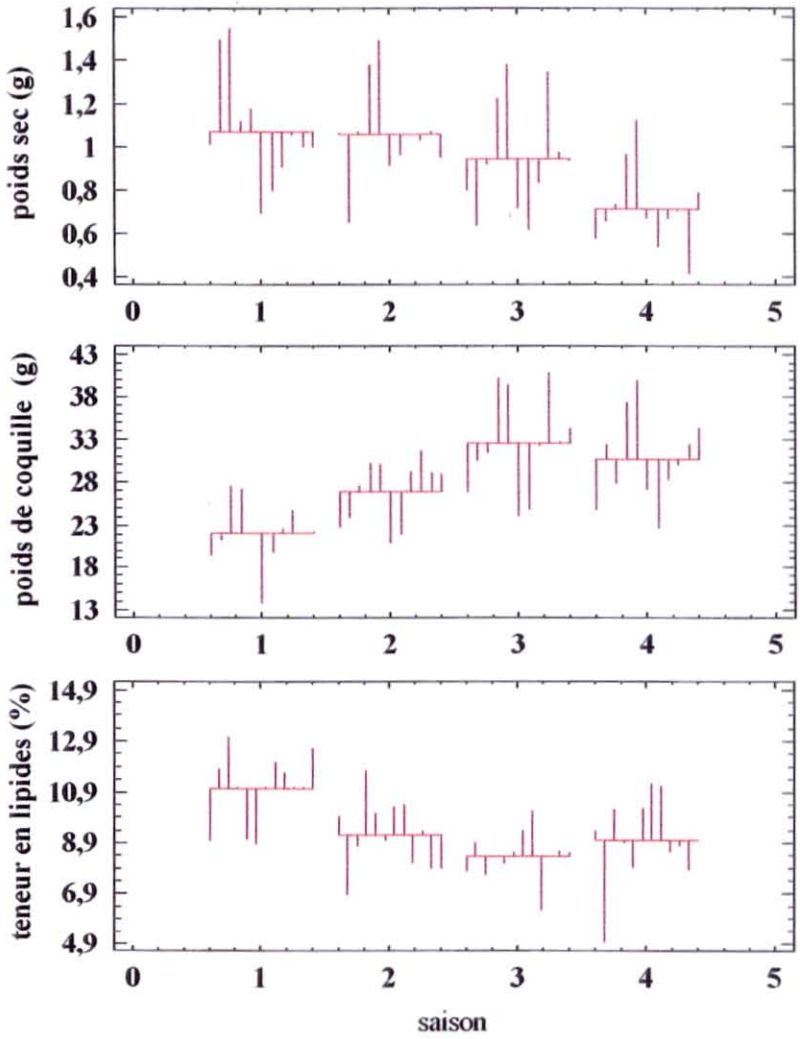


Figure C : Variations saisonnières autour de la moyenne du poids sec, poids de coquille et teneur en lipides entre 1986 et 1996 (une barre verticale par année).

Annexe 6. Intercalibration des mesures de biométrie entre le réseau croissance et le réseau Remora.

➢ Introduction

Le réseau "Croissance" est un réseau de suivi de croissance de *Crassostrea gigas* développé au sein du bassin de Marennes-Oléron avec des cheptels d'huîtres élevés dans ce secteur, et donc représentatif de la situation des cheptels professionnels. Il fournit des informations depuis 1987. Le réseau Remora est le réseau de suivi national de la croissance de *Crassostrea gigas* sur une cinquantaine de sites du littoral français. En place depuis 1994, il est basé sur des cheptels calibrés originaires d'Arcachon et prégrossis en Bretagne.

La structure d'élevage du réseau croissance est le casier par opposition à la poche utilisée par le réseau Remora.

L'objectif de cette étude est de juger de l'origine et du mode d'élevage de l'huître *Crassostrea gigas*, sur ses performances de croissance. L'effet du premier terme ne peut être considéré dans son ensemble du fait de plusieurs sources de variabilité, d'ailleurs peut être auto-corrélées : on peut considérer sous le terme "origine", l'état physiologique des cheptels (e.g., engraissement, indice de condition) et le passé zootechnique subit par la population calibrée. Par ailleurs, les caractéristiques génétiques liées à l'origine géographique et au processus de calibration sont une autre source de variabilité. On notera que le processus de calibration n'a *a priori* pas le même effet d'une année sur l'autre sur la population du fait de la variabiltié interannuelle de croissance (cf. Soletchnik et al., 1999 - étude "mortalités-croissance). Le support génétique par rapport aux caractéristiques physiologiques et de croissance est étudié dans le cadre du programme eurropéen GENEPHYS (Gérard et al., 1998). Toutefois, il est nécessaire de rappeler que l'ATP génétique (Bougrier et al., 1984) sur *C. gigas* avait permis de démontrer que l'effet site était fortement prépondérant sur l'effet origine (effet négligeable) lors de comparaison selon un plan factoriel de différentes populations d'huîtres testés dans les principaux bassins de production français. Sous le terme "origine", on considère donc dans notre cas, un état physiologique différent résultant d'un historique zootechnique différent sans pouvoir conclure sur l'effet des sources de variabilité. Par contre, on peut se demander quel est le poids de ces facteurs devant les deux autres facteurs que sont la date de mise en élevage et le site d'élevage ? Les informations, bien que partielles, doivent permettre d'évaluer l'ordre de grandeur des sources de variabilité afin de réduire l'effort zootechnique à moyen terme développé par les deux réseaux sur les mêmes sites ostréicoles.

➢ Matériels et méthodes

L'étude a été réalisée entre 1997 et 1998. Les sites ostréicoles étudiés sont les 6 sites du bassin de Marennes-Oléron (figure 1). La méthodologie d'analyse retenue est celle de la variance des mesures des descripteurs zootechniques : poids total, poids sec, poids de coquille (Annexe A). Les réponses de biométrie sont décrites en fonction du temps. Ce facteur "date" prévaut dans l'analyse. La réponse peut–être également variable selon les sites (facteur "site"). Les deux autres facteurs sont l'origine du lot ("lot") et le type d'élevage ("tyel").

Le protocole expérimental prévoyait de tester le lot (origine Arcachon ou Marennes) seulement en "poches" (et non pas en casiers). La comparaison des modes d'élevage (poches ou casiers) est réalisée uniquement à partir des huîtres de Marennes.
Les analyses de variance sont effectuées selon 3 facteurs; ("date", "site" et "tyel") ou ("date", "site" et "lot") (tableaux A et B). Au cours des 8 analyses, les facteurs "date", "site" et l'interaction de ces deux facteurs, sont toujours très significatifs ($p < 0,001$). L'effet des facteurs "tyel" et "lot" sont variables selon les analyses (tableau A).

Tableau A : Analyse de la variance du poids total (pdtot), poids de coquille (pdcoq) et poids sec (pdsec), selon la date, le site et le type d'élevage (poche ou casier). Probabilité associée aux facteurs et à leurs interactions.

		date	Site	Tyel	lot					
		A	B	C	D	AB	AC	BC	AD	BD
1997	Pcoq	0,000	0,000	0,055		0,000	0,959	0,481		
1997	Psec	0,000	0,000	0,866		0,000	0,562	0,001		
1998	Ptot	0,000	0,000	0,786		0,000	0,828	0,104		
1998	Psec	0,000	0,000	0,000		0,000	0,001	0,018		
1997	Ptot	0,000	0,000		0,665	0,000			0,000	0,038
1997	Pcoq	0,000	0,000		0,002	0,000			0,000	0,014
1998	Ptot	0,000	0,000		0,001	0,001			0,000	0,002
1998	Psec	0,000	0,000		0,675	0,002			0,779	0,017

Les plus forts pourcentages de variance expliquée par les facteurs "lot" ou "type d'élevage" ne dépassent pas 5 % dans les analyses (tableau B). Sur les 8 analyses effectuées, le poids de la variance expliquée par les facteurs "date", "site" et leur interaction représentent respectivement 32,3 ; 12,3 et 5,0 %. L'ensemble représente 49,6 %. Le poids de la variance non expliquée par les facteurs et leurs interactions est de 48,4 %. La part de la variance expliquée par le facteur "type d'élevage" est de 0,3 %; celle du facteur lot, de 1,8 %.

Tableau B : Analyse de la variance du poids total (pdtot), poids de coquille (pdcoq) et poids sec (pdsec), selon la date, le site et le type d'élevage (poche ou casier). Variance expliquée (%) par les facteurs et leurs interactions.

		date	Site	Tyel	lot						
		A	B	C	D	AB	AC	BC	AD	BD	*(1)*
1997	Pcoq	21,5	7,3	0,2		5,9	0,0	0,2			64,8
1997	Psec	11,9	34,4	0,0		10,1	0,1	0,6			42,7
1998	Ptot	38,6	4,0	0,0		3,8	0,0	0,3			54,0
1998	Psec	50,8	12,2	0,4		6,5	0,4	0,3			32,1
1997	Ptot	39,0	10,5		0,0	5,1			2,4	0,7	42,3
1997	Pcoq	41,8	8,3		0,5	4,8			4,7	0,8	38,9
1998	Ptot	17,4	4,8		1,0	2,4			1,7	1,6	70,8
1998	Psec	38,5	17,4		0,0	1,2			0,0	0,6	42,8

(1) Part de la variance du descripteur, non expliquée par l'analyse

➢ Discussion / Conclusion

Parmi les 4 "sources" de variabilité du suivi de croissance de *Crassostrea gigas* dans le bassin de Marennes-Oléron, l'effet de la date demeure prépondérant (32 % de la variabilité totale). Le site d'élevage est le deuxième facteur le plus important, puisqu'il représente plus de 12 % de la variabilité du modèle. Enfin le choix du lot (ici origine "Arcachon" ou origine "Marennes") explique 1,8 % de la variance et le type d'élevage (poche ou casier) 0,3 %. Ces résultats sont logiquement conformes à ceux de l'ATP Génétique (Bougrier, 1984).

Par conséquent, utiliser des poches ou des casiers d'élevage n'a quasiment pas d'influence sur les résultats de zootechnie. Comme la "poche" ostréicole est la structure d'élevage la plus communément employée sur le littoral, et qu'elle a été retenue pour le réseau national "Remora", le suivi en "casiers" dans le bassin de Marennes-Oléron ne se justifie plus.

La "qualité" des lots est un facteur à prendre en compte dans l'analyse des résultats de zootechnie. Cette "qualité" est associée à "l'historique" d'élevage du lot (histoire plus ou moins récente). L'effet de la "qualité" des cheptels sur les cycles d'élevage est très difficile à appréhender et à mesurer, car autocorrélée avec d'autres sources de variabilité. La qualité initiale d'un lot d'huîtres est estimée par un ensemble de descripteurs de type biométriques ou physiologiques qui ne sont pas toujours en accord avec les résultats de zootechnie (Solechnik et al., rapport Mortalité en cours). Au cours de cette étude de 2 ans sur estran, l'effet du "lot" explique 1,8 % de la variance totale. Cette variabilité expliquée est beaucoup plus faible que lors d'expérimentations d'affinage d'huîtres en claires ostréicoles (Soletchnik et al., sous presse ; Robert et al., 1998). Sur estran, et au cours du printemps – été, il est démontré que l'historique du lot en élevage affecte prioritairement les taux de mortalité. Cet effet peut être "rémanent" pendant une période allant jusqu'à 1,5 à 2,0 mois après la mise en élevage.

Dans le cadre de l'étude d'intercalibration des réseaux de croissance, l'effet du lot bien que significatif, ne représente que 1,8 % de la variance totale. Cette source de variabilité ne justifie pas de doubler les élevages en introduisant un deuxième lot dans le réseau de croissance sur le bassin de Marennes-Oléron.

Cette problématique justifierait par contre la réalisation d'expérimentations complémentaires :

- pour comprendre les relations qui existent entre "l'histoire" des lots et les réponses zootechniques (biométrie et mortalité).
- pour préciser la dimension temporelle de ces relations.
- Pour rechercher de meilleurs indicateurs de qualité des lots d'origine.

Par ailleurs, les protocoles génétiques en cours permettront d'apporter plus d'information sur la validité et les biais apportés par les protocoles de tri – calibrage effectués dans le cadre de ces réseaux.

Tableau C : Intercalibration des mesures de biométrie. Réseau croissance–Réseau Remora. Descripteurs utilisés dans les analyses de variance. 1997 et 1998.

1997						sites			
tyel	lot	Date	Descrip.	AG	BO	DO	FO	MO	RO
Casier	Maren	26/3	Ptot	30	30	29	30	30	30
Casier		26/3	Pcoq	30	30	28	30	30	30
Casier		26/3	Pfrais	30	30	23	30	30	30
Casier		26/3	Psec	30	30	29	30	30	30
Casier		20/6	Ptot	30	30	30	30	30	29
Casier		20/6	Pcoq	30	30	30	30	30	29
Casier		20/6	Pfrais	30	30	30	30	30	29
Casier		20/6	Psec	30	30	30	30	30	29
Casier		16/9	Ptot	30	30	29	30	30	30
Casier		16/9	Pcoq	30	30	29	30	30	30
Casier		16/9	Pfrais	30	30	29	30	30	30
Casier		16/9	Psec	30	30	29	30	30	30
Casier		3/12	Ptot	30	30	30	30	30	30
Casier		3/12	Pcoq	30	30	30		30	30
Casier		3/12	Pfrais	30	30	30	30	30	30
Casier		3/12	Psec	30	30	30	30	30	30
Poches	Arcach	26/3	Ptot	30	29	30	29	30	30
Poches		26/3	Pcoq	30	29	30	29	30	30
Poches		26/3	Pfrais	30	29	30	29	30	30
Poches		26/3	Psec						
Poches		20/6	Ptot	30	30		30	29	30
Poches		20/6	Pcoq	30	30		30	29	30
Poches		20/6	Pfrais	30	30		30	29	30
Poches		20/6	Psec						
Poches		16/9	Ptot	30	30	30	30	30	30
Poches		16/9	Pcoq	30	30	30	30	30	30
Poches		16/9	Pfrais	30	30	30	30	30	30
Poches		16/9	Psec	30	30	30	30	30	30
Poches	Maren	26/3	Ptot	30	30	30	30	30	29
Poches		26/3	Pcoq	30	30	30	30	30	29
Poches		26/3	Pfrais	30	30	30	30	30	29
Poches		26/3	Psec	30	30	30	30	30	29
Poches		20/6	Ptot	29	27	30	30	30	29
Poches		20/6	Pcoq	29	27	30	30	30	29
Poches		20/6	Pfrais	29	27	30	30	30	29
Poches		20/6	Psec	29	27	30	30	30	29
Poches		16/9	Ptot	30	30	30	29	30	30
Poches		16/9	Pcoq	30	30	30	29	30	30
Poches		16/9	Pfrais	30	30	30	29	30	30
Poches		16/9	Psec	30	30	30	29	30	30
Poches		3/12	Ptot	30	30	30	30	30	30
Poches		3/12	Pcoq	30	30	30		30	30
Poches		3/12	Pfrais	30	30	30	30	30	30
Poches		3/12	Psec	30	30	30	30	30	29

1998							Sites		
Tyel	lot	date	scripteu	AG	BO	DO	FO	MO	RO
casier	Marennes	2/3/98	Ptot	50	50	50	50	50	50
casier			Pfrais	50	50	50	50	50	50
casier			Psec	50	50	50	50	50	50
casier		22/6/98	Ptot	29	30	30	29	30	30
casier			Pfrais	29	30	30	29	30	30
casier			Psec	29	30	30	29	30	30
casier		9/9/98	Ptot	30	29	30	30	30	29
casier			Pfrais	30	29	30	30	30	29
casier			Psec	30	29	30	30	30	29
casier		3/12/98	Ptot	30	30	30	30	29	30
casier			Pfrais	29	30	30	30	29	30
casier			Psec	29	30	30	30	29	30
poches	Marennes	2/3/98	Ptot	50	50	50	50	50	50
poches			Pfrais	50	50	50	50	50	50
poches			Psec	50	50	50	50	50	50
poches		22/6/98	Ptot	30	30	30	30	27	30
poches			Pfrais	30	30	30	30	26	30
poches			Psec	30	30	30	30	26	29
poches		9/9/98	Ptot	30	26	30	30	30	30
poches			Pfrais	30	26	30	30	30	30
poches			Psec	30	26	30	30	30	30
poches		3/12/98	Ptot	30	30	30	30	29	30
poches			Pfrais	30	30	30	30	29	30
poches			Psec	30	30	30	30	29	30
poches	Arcachon	22/6/98	Ptot	30	30	30	30	30	30
poches			Pfrais	29	30	30	30	30	30
poches			Psec	29	30	30	30	30	30
poches		9/9/98	Ptot	30	30	30	30	30	30
poches			Pfrais	30	30	30	30	30	30
poches			Psec	30	30	30	30	30	30
poches		3/12/98	Ptot	30	30	30	30	30	30
poches			Pfrais	30	30	30	30	30	30
poches			Psec	30	30	30	30	30	30

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