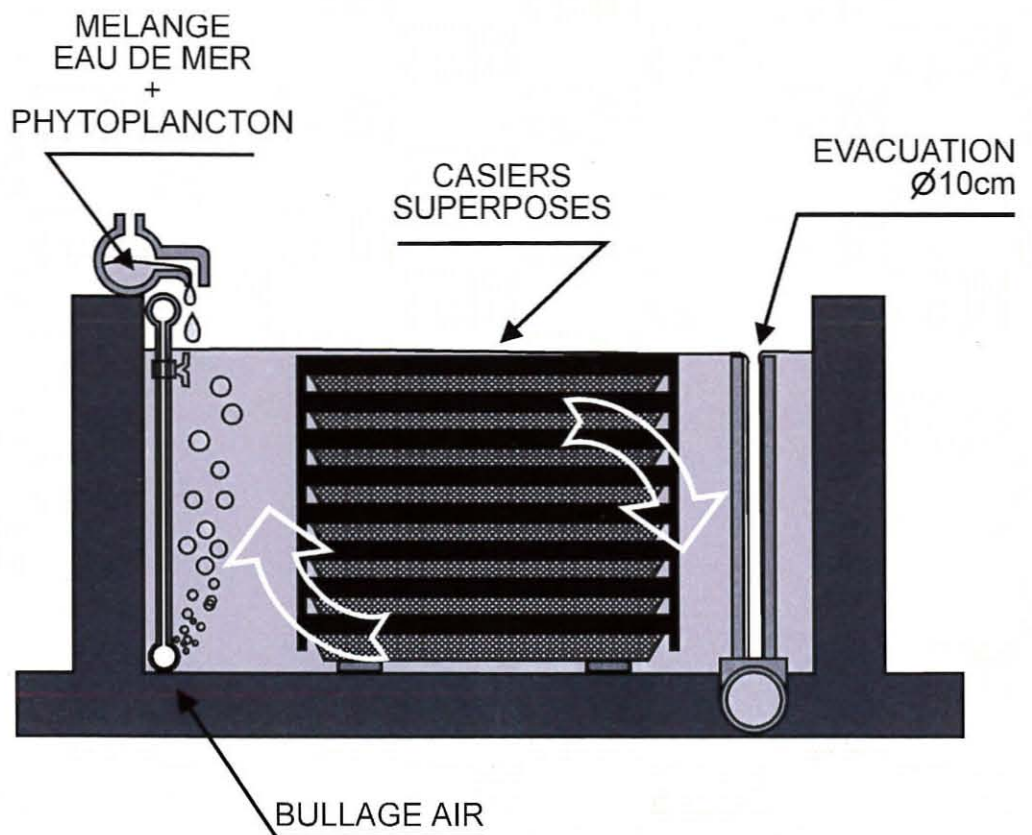


Mise en évidence du degré de tolérance de diverses populations d'huîtres *Crassostrea gigas* vis à vis de transferts multiples dans des écosystèmes de niveaux trophiques différents.



Résumé :

Le transfert d'huîtres d'un secteur de production à un autre, à différents stades de l'élevage est une pratique courante chez les professionnels. L'influence de ces transferts sur la croissance et la survie est actuellement inconnue. Ainsi, il est apparu opportun d'essayer de mettre en évidence le degré de tolérance de diverses populations d'huîtres creuses vis à vis de transferts multiples dans des écosystèmes à productivité différentes.

Cette étude a pris en compte la variabilité de deux paramètres (mortalité et croissance) de différentes familles d'huîtres creuses *C. gigas* soumises à des transferts plus ou moins fréquents entre deux milieux d'élevage dissemblables par la quantité de nourriture apportée (*Skeletonema costatum*).

L'un des deux bassins simulait un écosystème non limitant (Riche) grâce à l'apport de la diatomée *Skeletonema costatum* de quantité équivalente à une ration alimentaire de 2.10^9 cellules par huître et par jour. L'autre bassin était alimenté, quant à lui, par l'eau de mer naturelle sans complémentation en phytoplancton (Pauvre).

Le matériel biologique étudié est issu de 15 croisements monoparentaux d'huîtres *C. gigas*. Il provient de l'écloserie de l'Ifremer de Ronce les Bains.

Un lot de chaque famille a été distribué par parcours ou transfert. Dans chacun de ces lots, 30 animaux pris au hasard ont été numérotés. Les parcours d'élevage ou transferts suivant ont été testés :

- écosystème non limitant sans transfert,
- écosystème pauvre sans transfert,
- 2 transferts au cours de l'étude (d'un écosystème à l'autre),
- 5 transferts,
- 11 transferts.

Tous les 15 jours, 2250 animaux numérotés (15 familles * 5 transferts * 30 animaux) ont été pesés individuellement. Selon la même fréquence, les individus morts ont pu être dénombrés.

La somme des données recueillies sur la période expérimentale a permis de suivre l'évolution individuelle par famille de plein frères et par transferts en fonction des paramètres de croissance et de mortalité des familles. De la même manière les données ont été traitées, en regroupant les familles de plein-frères, à l'échelle des familles de demi-frères.

L'analyse des données de croissance montre des différences statistiques significatives en fonction des différents parcours d'élevage.

Il existe des différences statistiques au niveau des familles de demi-frères et certaines présentent de manière significative de mauvaises croissances quelque soit le parcours suivi.

Les mortalités cumulées sur six mois d'élevage traduisent également des différences significatives en fonction des différents parcours d'élevage. Le parcours « milieu riche » présente l'écosystème où les mortalités sont les plus élevées. De plus, le traitement qui apparaît le moins stressant est le parcours où les transferts ont été les plus fréquents (11 transferts). Les autres cas, offrent des valeurs intermédiaires qui ne peuvent être statistiquement dissociées.

L'étude semble montrer un effet direct du type de transfert sur les réactions de croissance et de survie des familles étudiées.

Mots-clés :

Crassostrea gigas, plasticité, écosystème, tolérance, transfert

Mise en évidence du degré de tolérance de diverses populations d'huîtres *Crassostrea gigas* vis à vis de transferts multiples dans des écosystèmes de niveaux trophiques différents.

J. Haure¹, B. Ernande², H. Palvadeau¹, M. Nourry¹, C. Penisson¹ et J.L.Y. Martin¹

¹ Laboratoire Conchylicole des Pays de la Loire, IFREMER, Polder des champs, 85230 Bouin, France ;

² CREMA, B.P. 5, 17137 L'Houmeau, France.

sommaire

1. Introduction	3
2. Matériels et méthodes.....	4
2.1. Matériel biologique.....	4
2.2. Le milieu d'élevage	5
2.3. Dispositif expérimental.....	5
2.4. Analyses statistiques	7
3. Résultats	7
3.1. Hydrologie.....	7
3.2. zootechnie.....	10
3.2.1. Croissance pondérale:	10
3.2.2. Mortalités.....	13
4. Discussion - Conclusion.....	19



1. Introduction

L'ostréiculture nationale est présente géographiquement sur tout le pourtour du littoral français. Le réseau Ifremer (REMORA) qui suit, depuis 1993 à l'échelle nationale, la croissance de l'huître creuse *Crassostrea gigas* a mis en évidence la grande variabilité spatiale de la productivité des différents bassins de production. Cette hétérogénéité de la capacité trophique est connue des ostréiculteurs et le transfert des huîtres creuses d'un secteur à un autre, à différents stades de l'élevage, est une pratique courante de la profession. Ainsi, dans la région Pays de la Loire, les études sur la qualité de l'huître creuse ont montré que 15 à 20% du cheptel de la baie de Bourgneuf provenait de sites différents de production tels que la Bretagne ou/et Normandie (Baud *et al.*, 1998a).

L'influence de ces transferts, en terme de croissance et de survie et par conséquent de rendement de l'entreprise, est inconnue des professionnels et des scientifiques. Devant le caractère et l'importance de cette pratique, il a semblé opportun d'essayer de mettre en évidence le degré de tolérance de diverses populations d'huîtres vis à vis de transferts multiples dans des écosystèmes à productivités différentes. Il est ainsi pertinent d'émettre l'hypothèse qu'il existe une base génétique de l'adaptabilité ou plasticité de l'espèce au changement de milieu d'élevage (Ernande *et al.*, 2000). Dans ce cas, il est nécessaire de quantifier le degré de variabilité de la plasticité (croissance et survie) en intra et inter population.

Actuellement, au plan génétique, seul le taux de croissance est facilement quantifiable et pourrait être retenu comme paramètre de sélection pour *C. gigas*. Cependant, de toute évidence, le potentiel de croissance ne semble pas être un facteur limitant pour l'ostréiculture actuelle, alors que les critères de survie et de "rusticité" apparaissent plus préoccupant pour la profession face aux nombreuses manipulations et agressions environnementales qu'intègre l'huître au cours de son élevage.

Dans cette problématique de recherche, des chocs thermiques standards ont été optimisés pour diversifier la panoplie d'outils de sélection de souches *C. gigas* plus résistantes que d'autres aux stress environnementaux (Catois *et al.*, 1999). De même, l'évaluation de la plasticité individuelle ou/et d'une population aux transferts multiples pourrait être un caractère à prendre en compte dans un futur plan de sélection de l'huître creuse. Cette démarche est très certainement plus lente que l'application de chocs thermiques standardisés (Catois *et al.*, 1999) et il faudra s'assurer qu'il existe une base génétique des caractères sélectionnés.



Pour la réalisation de ce projet, cette étude aura pour objectif de simuler deux écosystèmes de niveaux trophiques différents où seront mesurées la croissance et la survie de plusieurs populations d'huîtres creuses *C. gigas* obtenues en écloséries par croisement bi-parental.

2. Matériels et méthodes

L'étude s'est déroulée sur 6 mois, de mai à octobre 1999. Un suivi analytique et périodique a été réalisé sur le matériel biologique vivant et au sein du milieu d'élevage.

2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique étudié provient de l'éclosérie de l'Ifremer de Ronces les Bains. Il est issu de 15 croisements monoparentaux d'huîtres *Crassostrea gigas*.

Ces familles, de même âge, résultent d'un plan de croisement hiérarchisé par les mâles au nombre de 5 pour 15 femelles (tab. 1). Chaque mâle a été croisé avec 3 femelles donnant naissance à 15 familles de plein frères qui ont pu être regroupées en 5 familles de demi frères.

Tableau 1: Matrice de croisement pour l'obtention des 15 familles

		mâles				
		1	2	3	4	5
femelles	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					

2.2. Le milieu d'élevage

Des écosystèmes différents ont été créés dans deux bassins en béton de 7m³ alimentés en eau de mer maintenue à saturation d'oxygène.

L'un des bassins simulait un écosystème non limitant (milieu riche) grâce à l'apport de la diatomée *Skeletonema costatum* de quantité équivalente à une ration alimentaire de 2.10⁹ cellules de phytoplancton par huître et par jour (Haure *et al.*, 2001). L'autre bassin était, quant à lui, alimenté par l'eau de mer naturelle sans complémentation en phytoplancton (milieu pauvre).

Les paramètres physico-chimiques, telles que, la température, la salinité (WTW.LF 96) et la turbidité (HACH 2100A) ont été relevés, tous les jours, et dans la mesure du possible, à heure fixe (10 heures) dans les bassins d'élevage. La chlorophylle *a* a été mesurée par fluorimétrie (Yentsch et Menzel, 1963; Neveux, 1976), par extraction à l'acétone (90 %), au moyen d'un fluorimètre IC6800, deux fois par semaine.

2.3. Dispositif expérimental

Il a été constitué, au sein de chaque famille, cinq lots de 120 huîtres destinés à suivre cinq parcours ou transferts entre les deux bassins de capacités trophiques différentes (tab. 2).

- un parcours en milieu riche sans transfert,
- un parcours en milieu pauvre sans transfert,
- un parcours avec 2 transferts durant l'étude (d'un bassin à l'autre),
- un parcours avec 5 transferts,
- un parcours avec 11 transferts.

Parmi les 120 huîtres de chaque lot, 30 individus ont été prélevés au hasard puis numérotés. Tous les quinze jours, le poids individuel de ces 30 animaux a été mesuré (15 familles x 5 parcours x 30 animaux = 2250 huîtres) ainsi que la mortalité sur la totalité de chaque lot.

Les lots d'huîtres ont été réparties dans des casiers en plastiques ajourés de 0,5 m² et empilés par quatre (fig. 1).



Tableau 2: Parcours ou transferts effectués par les lots d'huîtres des 15 familles. (ER: Environnement Riche; EP: Environnement Pauvre).

	mai		juin		juillet		août		septembre		octobre	
	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30	1-15	15-30
0 transfert	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER
0 transfert	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP
2 transferts	ER	ER	ER	ER	EP	EP	EP	EP	ER	ER	ER	ER
5 transferts	ER	ER	EP	EP	ER	ER	EP	EP	ER	ER	EP	EP
11 transferts	ER	EP	ER	EP	ER	EP	ÉR	EP	ER	EP	ER	EP

La disposition des huîtres a été déterminée dans l'un ou l'autre des deux bassins en fonction des parcours prédéfinis. L'emplacement des lots dans les casiers a été tiré au hasard (fonction ALEA d'EXCEL) au rythme des suivis.

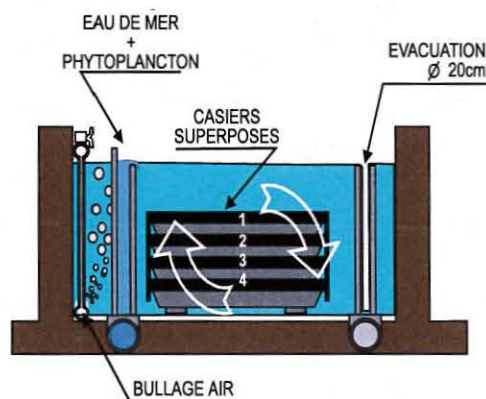


Figure 1: Coupe du bassin expérimental "milieu riche". Sans apport de phytoplancton pour le bassin "milieu pauvre".

2.4. Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques, y compris les essais de normalité, ont été effectués par analyse de variance en utilisant le logiciel Sigma Stat 32 (Gendel Scientific). Pour les cas où la normalité n'a pas été observée, les analyses de variance ont été calculées en utilisant le test de Kruskal-Wallis (Sokal and Rohlf, 1995). Les comparaisons multiples par paire ont été réalisées en appliquant le test de Student-Newman-Keuls (SNK) (Einot and Gabriel, 1975). Pour l'analyse statistique des pourcentages de mortalité, les valeurs ont été préalablement normalisées par transformation angulaire ($\text{ArcSin } \sqrt{X}$) (Sokal and Rohlf, 1995).

3. Résultats

3.1. Hydrologie

Température:

Au cours de l'expérimentation, la température maximale de l'eau des deux bassins a atteint 25,1 °C au début du mois d'août et un minimum a été relevé début octobre à 12,8 °C. La température moyenne a été de $19,7 \pm 0,6$ °C. (fig. 2).

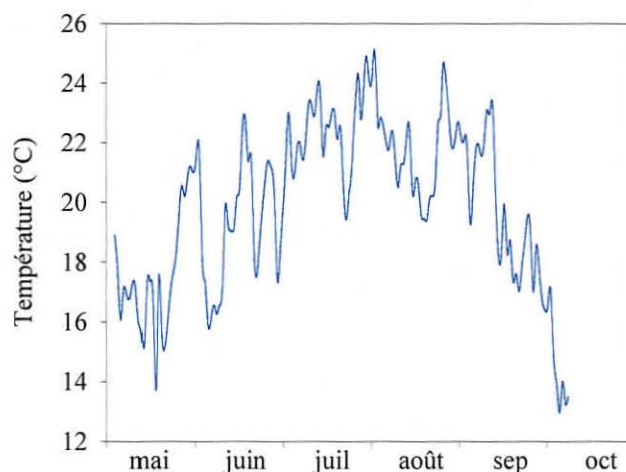


Figure 2: Evolution de la température de l'eau au cours de l'expérimentation.

Salinité:

La salinité a subi d'importantes variations au cours de l'étude. Si la moyenne a été de $33,1 \pm 0,3$ ‰, en revanche plusieurs chutes brutales ont été observées en mai (27,2 ‰), en septembre (24,3 ‰) et en octobre (25,2 ‰). Le maximum de la salinité est atteint en juillet à 33,1 ‰ (fig. 3).

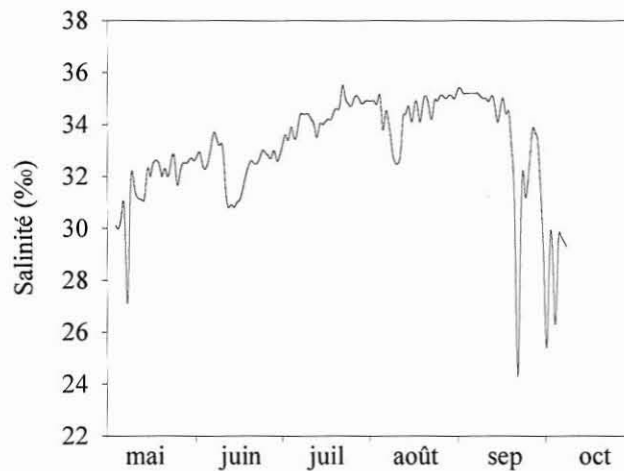


Figure 3: Evolution saisonnière de la salinité de l'eau.

Turbidité:

La turbidité (fig. 4), malgré une variabilité importante, a présentée une moyenne relativement basse ($8,3 \pm 1,8$ NTU) comparée à celle que l'on peut observer dans un écosystème naturel côtier tel que la baie de Bourgneuf (Haure et Baud, 1995) où les valeurs peuvent être supérieures à 200 NTU.

Chlorophylle:

La chlorophylle *a*, indicateur de la quantité de nourriture disponible dans l'eau, a été 5 fois plus importante en milieu riche qu'en milieu pauvre. Respectivement, les moyennes observées durant l'étude ont été de $33,0 \pm 3,8$ $\mu\text{g l}^{-1}$ et $6,1 \pm 1,3$ $\mu\text{g l}^{-1}$ (fig. 5). Chacun des écosystèmes a montré d'importantes variabilités de la chlorophylle. Le milieu naturel a présenté des valeurs particulièrement faibles de la biomasse phytoplanctonique pendant la période estivale.

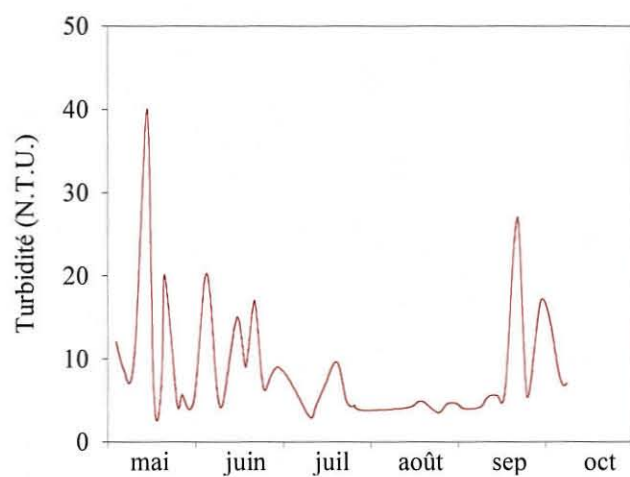


Figure 4: Evolution de la turbidité

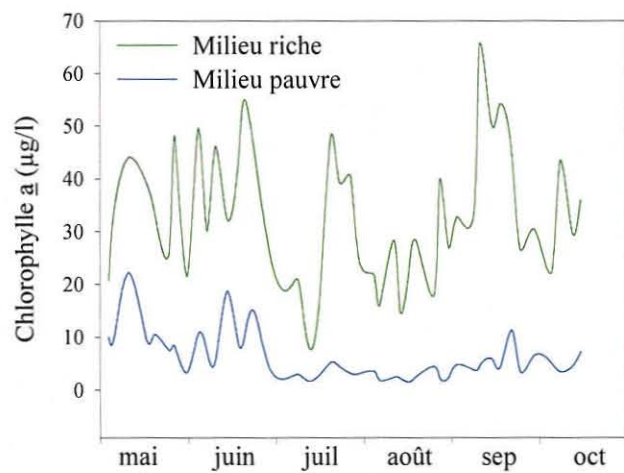


Figure 5: Evolution de la chlorophylle a dans chaque écosystème.

3.2. zootechnie

Les paramètres de croissance et de survie ont été traités et comparés par parcours et regroupés par familles de plein frères (15) ou demi frères (5). De plus, une analyse globale de ces paramètres a été réalisée pour l'ensemble des populations soumises aux transferts multiples entre écosystèmes différents.

3.2.1. Croissance pondérale:

Croissance globale par parcours:

La figure 6 présente la croissance pondérale moyenne de toutes les familles par type de parcours. Les cinétiques de croissance sont bien distinctes au regard des niveaux trophiques. Il apparaît, en fin de parcours une hiérarchisation bien nette en faveur du "milieu riche" ($42,4 \pm 2,0$ g), alors que le "milieu pauvre" présente les croissances les plus faibles ($16,4 \pm 0,9$). Les parcours intermédiaires à transferts multiples ne peuvent, quand à eux, se dissocier statistiquement les uns des autres avec respectivement pour les transferts "15 jours", "1 mois" et "2 mois", les valeurs $36,4 \pm 1,3$ g, $38,3 \pm 1,2$ g et $37,9 \pm 1,7$ g. Ainsi, l'analyse statistique des variances identifie trois groupes de croissance différents en fonction des parcours (tab. 3).

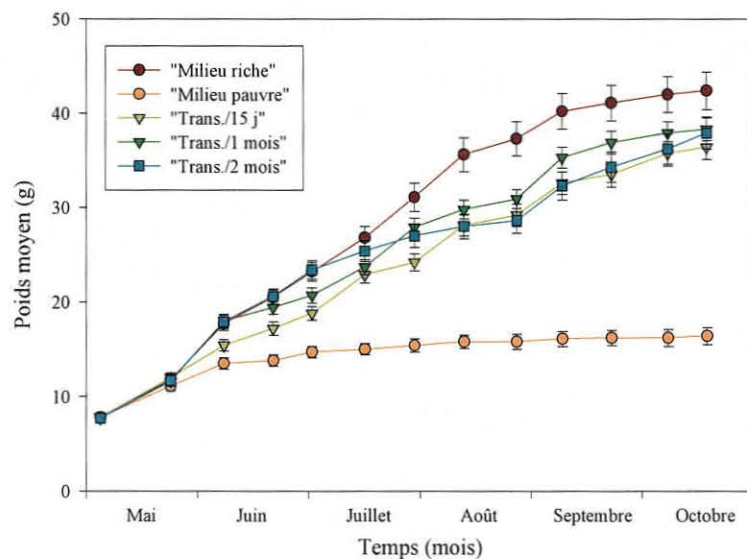


Figure 6: Représentation des cinétiques pondérales des populations d'huîtres *Crassostrea gigas* par type de parcours

Tableau 3: Analyse de variance des poids moyens par parcours obtenus en fin d'étude;

P = probabilité; S.N.K = hiérarchisation selon le test de Student Newman Keuls.

Parcours	Effectif	Moyenne (g)	Ecart type	P	S.N.K
Milieu riche	123	42,4	11,2		A
Milieu pauvre	184	16,4	6,3		B
Transfert 15 j	232	36,4	10,1	<0,001	C
Transfert 1 mois	206	38,3	8,7		C
Transfert 2 mois	185	37,9	11,6		C

Croissance pondérale par familles de plein frères et par parcours:

Les gains de croissances pondérales par familles de plein frères et par parcours sont représentés sur la figure 7.

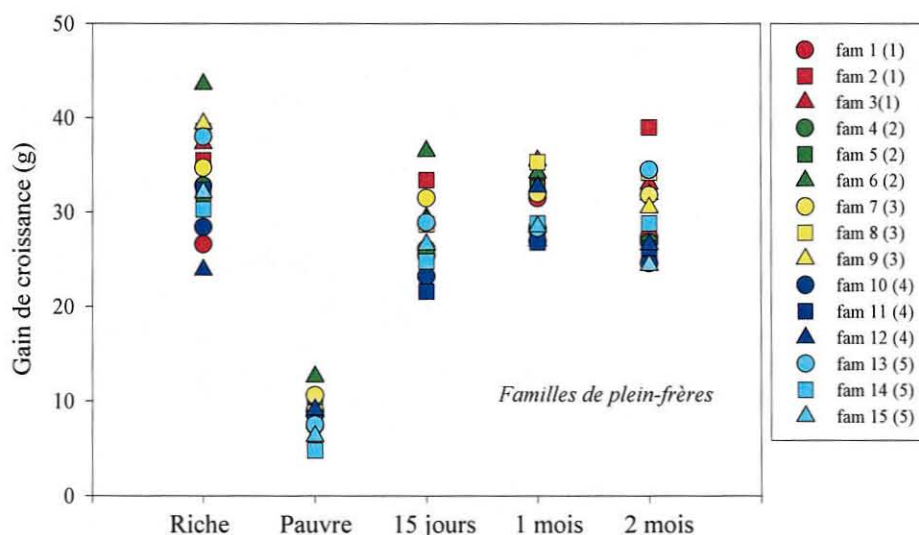


Figure 7: Gains de croissance des familles de plein frères par parcours.

() = numéro du mâle.

L'examen visuel montre que la hiérarchisation de certaines familles de plein frères est semblable selon le parcours considéré. On observe ainsi, par exemple, que la famille 6 se retrouve dans tous les cas en tête de lot.

Tableau 4: Analyse de variance des gains de poids moyens par famille de plein frères et par parcours. Ddl; degré de liberté, S.C.E; somme des carrés des écarts; C.M; carrés moyens.

Variation	Ddl	S.C.E	C.M	Test Fisher	Probabilité
Famille	14	6548,5	467,8	11,9	<0,001
Parcours	4	64227,7	16056,9	409,3	<0,001
Fam. x Parc.	56	4786,2	85,5	2,2	<0,001
Résiduelle	856	33583,9	39,2		
Total	930	120651,3	129,7		

Les résultats de l'analyse de variance (tab. 4) montrent qu'il existe des différences hautement significatives entre familles, parcours, mais aussi entre l'interaction famille x parcours. Les réponses aux différents parcours déterminent, comme précédemment observé, que les parcours "milieu riche", "milieu pauvre" et les parcours intermédiaires forment trois groupes homogènes indépendants. De plus, la famille 6 présente des performances de croissance significativement supérieures aux autres familles ($p < 0,001$) excepté pour les parcours "1 mois" et "2 mois" où elle ne peut être différenciée de la famille 2.

Croissance pondérale par familles de demi frères et par parcours:

L'analyse des croissances pondérales par familles de demi frères repose sur le comportement de 5 groupes d'individus définis par l'origine des mâles (M1, M2, M3, M4, M5) (tab. 1).

La figure 8 montre les gains de croissances des 5 familles de demi frères obtenus à l'issue de l'étude. Tout comme l'analyse des plein frères, l'examen visuel de ces résultats montre que certaines familles de demi frères se distinguent des autres. Ainsi, on peut constater que les individus issus de M1 appartiennent à un groupe à forte croissance alors que ceux de M4 présentent de faibles croissances.

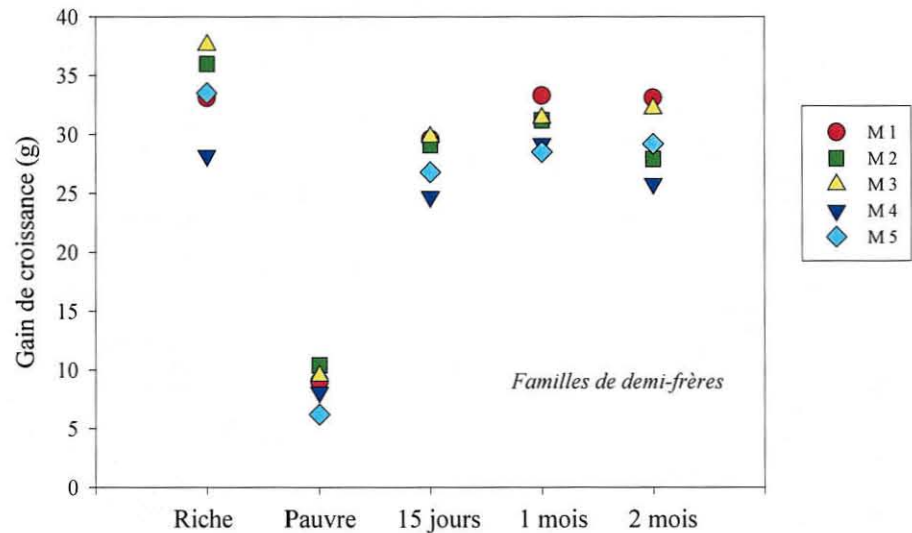


Figure 8: Gains de croissance des familles de demi frères par parcours.

Cette analyse est confirmée par l'analyse de la variance qui montre des différences significatives en fonction des géniteurs mâles ($p < 0,001$) des parcours ($p < 0,001$) et de l'interaction mâles x parcours ($p = 0,004$).

La hiérarchisation statistique par rapport au type de parcours donne, une fois de plus, des résultats identiques aux précédents ("milieu riche" $>$ 1 mois \geq 2 mois $>$ 15 j $>$ "milieu pauvre").

En fonction des familles de demi frères, la hiérarchisation statistique, selon le test de Student-Newman-Keuls (SNK), donne les résultats suivants: $M1 \geq M3 \geq M2 > M5 > M4$.

3.2.2. Mortalités

Mortalités globales par parcours:

La figure 9 fait état de l'évolution des mortalités de toutes les familles confondues en fonction des différents parcours.

Un gradient décroissant de la mortalité apparaît et traduit une augmentation de la survie avec l'intensification des transferts. Les parcours "milieu riche", 2 mois, 1 mois et 15 jours présentent,

respectivement, en fin d'étude, 72,7 %; 58,9 %; 54,2 % et 48,4 % de mortalité. Les mortalités du "milieu pauvre" étaient les plus faibles jusqu'au mois d'août mais l'apparition d'une forte infestation de *Polydora* en juillet a accéléré la perte des huîtres et la mortalité finale a été de 59,1%.

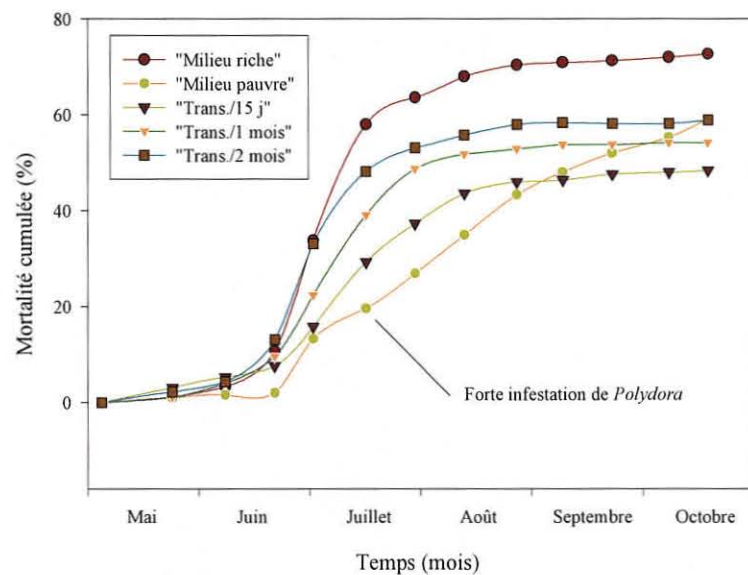


Figure 9: Représentation de l'évolution des mortalités des populations d'huîtres *Crassostrea gigas* par type de parcours

Mortalités par familles de plein frères et par parcours:

Au sein de chaque parcours, les mortalités des quinze familles s'étalent sur une large gamme. Elles sont de 45 à 95 % dans le "milieu riche", 35 à 75 % dans le "milieu pauvre", 19 à 65 % pour le parcours "15 jours", 20 à 80 % pour celui de 1 mois et enfin et 19 à 77% pour le parcours "2 mois" (fig. 10).

Les familles 1 et 2 semblent présenter les meilleures survies quelque soit le parcours considéré.



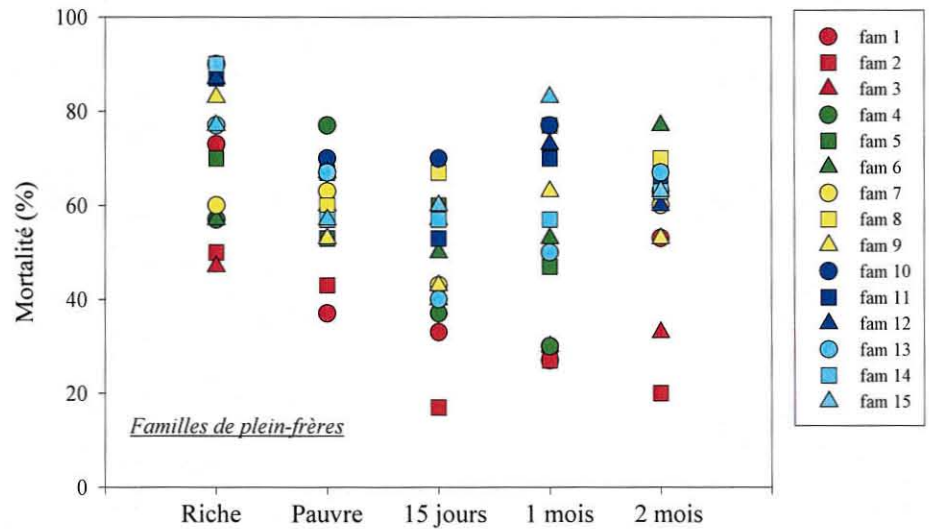


Figure 10: Présentation des mortalités finales de chaque famille étudiée en fonction des différents parcours.

Tableau 5: Analyse de variance des mortalités par famille de plein frères et par parcours. Ddl; degré de liberté, S.C.E; somme des carrés des écarts; C.M; carrés moyens.

Variation	Ddl	S.C.E	C.M	Test Fisher	Probabilité
Famille	14	1,152	0,0823	7,243	<0,001
Parcours	4	0,590	0,148	12,987	<0,001
Résiduelle	56	0,636	0,0114		
Total	74	2,378	0,0321		

L'analyse de la variance (tab. 5) montre qu'il existe des différences significatives entre les familles mais aussi entre les parcours. Les familles F1 et F2 se distinguent statistiquement des autres et confirment leur appartenance à un groupe de meilleure survie ($p < 0,001$).

Mortalités par familles de demi frères et par parcours:

L'analyse des mortalités regroupées par famille de demi frères donne une représentation plus claire des résultats. On confirme ainsi les résultats précédents en observant que les individus provenant du même géniteur M1 (familles 1, 2 et 3) présentent les meilleures survies (fig. 11) et que les descendants de M4 (familles 10, 11 et 12) subissent d'importantes mortalités de 90 à 60 % selon les parcours.

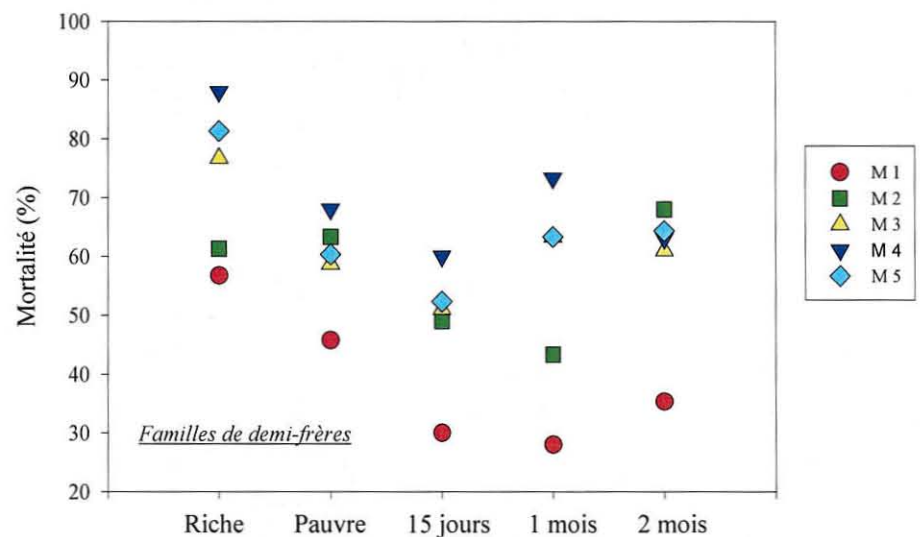


Figure 11: Présentation des mortalités finales de chaque famille de demi frères étudiée en fonction des différents parcours.

Les résultats de mortalité des familles de demi frères semblent, de façon globale, plus importants en "milieu riche" que dans les autres parcours. Le "milieu pauvre" présente des mortalités intermédiaires et plus homogènes mais les résultats ont été affectés par une infestation importante de *Polydora*.

Tableau 6: Analyse de variance des mortalités par famille de demi frères et par parcours. Ddl; degré de liberté, S.C.E; somme des carrés des écarts; C.M; carrés moyens.

Variation	Ddl	S.C.E	C.M	Test de Fisher	Probabilité
Famille	4	0,956	0,239	20,125	<0,001
Parcours	4	0,590	0,148	12,424	<0,001
Fam. x Parc.	16	0,238	0,0149	1,254	0,263
Résiduelle	50	0,594	0,0119		
Total	74	2,378	0,0321		

Les analyses statistiques (tab. 6) confirment les différences significatives qui ont pu être observées (fig. 11) au regard des facteurs "Famille" et "Parcours". En revanche, il n'existe pas d'interactions statistiquement fiables entre les familles et parcours étudiés.

Tableau 7: Groupement homogène des familles et des parcours selon le test de Student-Newman-Keuls.

Facteurs	Désignation	Moy. (% mort.)	S.N.K
Famille de plein frères	M4	70,5	M4: A
	M5	64,3	M5: A B
	M3	62,1	M3: A B
	M2	57,0	M2: B
	M1	39,1	M1: C
Parcours	Riche	72,8	Riche: A
	Pauvre	59,2	Pauvre: B
	2 mois	58,3	2 mois: B
	1 mois	54,2	1 mois: B C
	15 jours	48,5	15 j: C

Le tableau 7 synthétise les résultats de l'analyse statistique. Il apparaît que quelque soit le parcours considéré, la famille M1 (issue du mâle 1) présente de manière significative le taux de survie le plus élevé.

D'autre part, les animaux du milieu riche n'ayant jamais subi de transfert témoignent de la mortalité la plus importante (72,8 %) alors que les individus qui ont fait l'objet de transferts plus fréquents (15 jours) manifestent une sensibilité moindre aux stress (48,5 % de mortalité) bien que non différenciable statistiquement du transfert "1 mois".



4. Discussion - Conclusion

La variabilité temporelle du niveau de la ressource nutritive a mis en évidence une divergence du comportement de plusieurs familles d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* au plan de la croissance et de la survie.

La croissance a pu être clairement identifiée en fonction de deux milieux distincts: "le milieu riche" et "le milieu pauvre". De nos jours, l'effet de la disponibilité trophique sur la croissance est bien connu et ce résultat ne fait que renforcer les conclusions de nombreux travaux qui se sont attachés à définir quelles étaient les exigences nutritives de différents bivalves marins (Widdows, 1978; Bayne and Newell, 1983; Beiras *et al.*, 1994). Les parcours "15 jours", "1 mois" et "2 mois" n'ont pu être statistiquement différenciés et ont témoigné d'une croissance intermédiaire entre le "milieu riche" et le "milieu pauvre". Ces résultats sont en revanche originaux et la littérature ne semble pas faire état de ce type d'étude. Seule, la différence de niveau trophique est, ici, à l'origine de cette conséquence puisque les autres paramètres hydrologiques (température, salinité, turbidité) étaient identiques dans les deux bassins. Les animaux se sont comportés comme s'ils avaient la capacité de s'adapter à des rythmes de transfert et de profiter de périodes favorables pour accumuler des réserves qui leur auraient évité de souffrir d'une diminution de la croissance lors de leur séjour en "milieu pauvre". Ce constat peut se rapprocher des études réalisées sur l'affinage de l'huître creuse *C. gigas* en milieu trophique élevé (Baud *et al.*, 1998b; Méléder *et al.*, 2001) où l'animal a montré qu'il était capable d'accumuler énormément de réserves en très peu de temps puis de vivre durablement un jeûne (1 mois) sans que n'en pâtisse, vraisemblablement, leur condition physiologique (données non publiées).

Les analyses statistiques de la croissance par famille mettent en évidence que la richesse du milieu est déterminante de la croissance pondérale des individus, mais que les familles de plein frères (ainsi que de demi frères) possèdent également un potentiel de développement qui leur est propre et conservatif quelque soit l'environnement envisagé. Ces résultats confirment l'existence d'une base génétique de la croissance chez l'huître creuse *C. gigas*. Des résultats similaires ont été obtenus sur l'huître plate *Ostrea edulis* où il avait été définie une héritabilité de la croissance d'animaux issus de sélections divergentes de la croissance et à partir de 40 familles de plein frères (Toro and Newkirk, 1990). Une autre étude basée sur des comparaisons de la croissance de la même espèce débouche sur



l'existence d'une base génétique du potentiel d'accroissement (Baud *et al.*, 1997).

L'expression des mortalités est très sensible aux différents parcours qui ont été fait subir aux familles d'huîtres *Crassostrea gigas*. Il apparaît entre autre que la survie est la plus faible dans le milieu riche. Ce résultat peut s'expliquer par l'affaiblissement des individus résultant d'une activité métabolique intense induite par l'apport important de matière organique. Ainsi, les quantités trop importantes de nourriture fragiliseraient les animaux par une activité écophysiological exacerbée et les rendraient plus sensibles aux stress environnementaux. Le milieu pauvre a été à l'origine d'importantes mortalités qui sont très certainement le résultat de la forte infestation de *Polydora*. Ce parasite n'entraîne généralement pas la mort de l'animal lorsque la ressource nutritive lui permet de combattre sa prolifération par un nacrage permanent de la coquille (Catherine *et al.*, 1990). Dans le milieu pauvre, l'animal n'a pu trouver l'énergie nécessaire pour y survivre. Ainsi, on peut supposer, comme le laisse penser l'évolution de la courbe jusqu'en juillet, que la survie aurait été la plus importante dans le milieu pauvre, sans parasitisme. Les résultats des parcours intermédiaires montrent que plus la fréquence des transferts est importante moins la mortalité est grande. La littérature est semble-t-il sans exemple sur ce sujet. On ne peut justifier ce résultat que par des suppositions:

- adaptation progressive de l'animal a des variations brusques de l'environnement lui apportant un certain endurcissement,

ou/et

- amélioration de la résistance aux stress par des jeunes fréquents (tous les 15 jours) provoquant une diminution de l'activité métabolique (sans stopper, de manière significative, la croissance de l'animal).

Le traitement des mortalités par familles laisse supposer qu'il existe aussi une base génétique liée à ce caractère. De façon plus marquée que pour la croissance pondérable, les familles disposent d'un "potentiel" de survie qui évolue selon les conditions du milieu, mais qui est conservé lors de l'examen des données en inter familles (plein frères ou demi frères).

Cette étude a montré que la croissance et la survie de l'huître creuse *C. gigas* étaient des caractères dont on pouvait connaître l'héritabilité. Ces résultats pourraient déboucher à terme sur de futurs plans de sélection de *C. gigas*, pour améliorer la croissance ou/et la résistance du matériel biologique élevé par la profession.



Références bibliographiques

- Baud J.P., Gérard A., Naciri-Graven Y., 1997. Comparative growth and mortality of *Bonamia ostreae*-resistant and wild flat oysters, *Ostrea edulis*, in an intensive system. I. First year experiment. *Mar. Biol.* 9p.
- Baud J.P., Haure J., Nourry M., Palvadeau H., Penisson C., 1998. Programme qualité des huîtres en baie de Bourgneuf : 3^{ème} année (1997). *RIDRV/RA/RST/98-10*. 32p.
- Baud J.P., Mornet C., Palvadeau H., Haure J., 1998. Influence de la température sur l'affinage contrôlé de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. *RIDRV/RST/RA/LCPL-98-11*. 26p.
- Bayne B. L., Newell R. C., 1983. Physiological energetics of marine molluscs. in : K. M. Wilburg and A.S.M. Saleuddin editors, *The mollusca*, 4. *Academic Press London*, 407-415.
- Beiras R., Pérez Camacho A., Albentosa M., 1994. Comparison of the scope for growth with the growth performance of *Ostrea edulis* seed reared at different food concentrations in an open-flow system. *Mar. Biol* **119**, 227-233.
- Catherine M., Blateau D., Mazurié J., Le Bec C., 1990. Anomalies des coquilles d'huîtres creuses *Crassostrea gigas* observées sur le littoral français en mai-juin 1989 dues au ver *Polydora* et aux peintures antissalissures. *RIDRV/CSRU/RA/Nantes-La Trinité sur mer/90-22*, 106p.
- Catois S., Haure J., Martin J.L., Nourry M., Palvadeau H., Baud J.P., 1999. Optimisation d'une méthode standardisée de choc thermique sur des juvéniles de *Crassostrea gigas*: application à des populations d'écloseries. *RIDRV/RA/LCPL/98*. 42p.
- Einot I., Gabriel K., 1975. A study of the powers of several methods of multiple comparaisons. *Journal of the American Statistical Association*, **70**, 351p.
- Ernande B., Boudry P., Heurtebise S., Haure J., Martin J.L., 2000. Genetic basis of growth, survival and their plasticity in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *E.A.S.* **28**, 202.
- Haure J., Baud J. P., 1995. Approche de la capacité trophique dans un bassin ostreicole (Baie de Bourgneuf). *RIDRV-95-16/RA-Bouin*. 104p.
- Haure J., Huvet A., Palvadeau H., Nourry M., Penisson C., Boudry P., Martin J. L. Y., 2001. Etude de la croissance et de l'activité



écophysiologique des huîtres creuses *Crassostrea gigas* et *Crassostrea angulata* et de leurs hybrides en système contrôlé. *RIDRV/RST/RA/LCPL/2001-09*. 39p.

Méléder V., Barillé-Boyer A.L., Baud J.P., Barillé L., Cognie B., Rosa P., 2001. Modélisation de l'affinage de l'huître *Crassostrea gigas* alimentée avec la diatomée *Skeletonema costatum*. *Aquat. Living Ressour.*, **14**, 49-64.

Neveux, J., 1976. Dosage de la chlorophylle *a* et de la phéophitine *a* par fluorimétrie. *Ann. Inst. Océanogr.* **52**, 165-174.

Toro J.E., Newkirk G.F., 1990. Divergent selection for growth rate in the European oyster *Ostrea edulis*: response to selection and estimation for genetic parameters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **62**, pp 219-227.

Sokal R.R., Rohlf F.J., 1995. *Biometry*. 3rd ed. Freeman & Co., New York.

Widdows J., 1978. Combined effect of body size, food concentration and season on the physiology of *Mytilus edulis*. *J. Mar. Biol. Assoc. UK*, **58**, 109-124

Yentsch C. S., Menzel D. W., 1963. A method for determination of phytoplankton chlorophyll and pheophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.* **10**, 221-231.

