

Direction des Ressources Vivantes  
Laboratoire d'Aquaculture Tropicale

Gilles Le Moullac, Herlé Goraguer, Mayalen Maihota, Hinano Tessier, Jérôme Tiapari, Auguste Bennett, Claude Soyez

Juin 2003 - R.INT.DRV/Laboratoire Aquaculture Tropicale/ 2003-04

ifremer

---

## Conditionnement de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en laboratoire :

première approche descriptive de  
la croissance en bassins contrôlés

## Sommaire

I - INTRODUCTION .....	2
II - MATERIEL ET METHODES .....	3
II.1 – Matériel biologique.....	3
II.2 - Enceintes d'élevages en laboratoire.....	3
II.3 - Plan d'expérience.....	4
II.4 - Ration d'algues en laboratoire.....	4
II.5 - Mesure de la température.....	4
II.6 - Variables biométriques.....	4
II.7 – Mesure de la respiration.....	5
III - RESULTATS .....	6
III.1 - Température Raceway/Lagon.....	6
III.3 - Alimentation des huîtres en raceway.....	7
III.4 - Croissance coquillière.....	7
III.5 - Croissance pondérale.....	9
III.6 - Croissance somatique .....	10
III.7 - Indices de condition .....	12
III.8 - Quelques aspects énergétiques.....	13
III.8.1 – Evaluation de la consommation d'oxygène des huîtres conditionnées .....	13
III.8.2 – Quelques éléments du bilan énergétique des huîtres conditionnées .....	13
III.9 - Impact de l'élevage en laboratoire sur la qualité de la nacre.....	14
IV - DISCUSSION .....	15
V - BIBLIOGRAPHIE .....	18

## I - Introduction

Dans le cadre du programme Reproduction de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*, dont l'objectif est la maîtrise des croisements, le conditionnement en laboratoire des reproducteurs est une étape nécessaire pour espérer contrôler et synchroniser la maturation de ces reproducteurs. Les facteurs présumés qui permettront de contrôler la maturation sont d'ordre environnemental : l'alimentation et la température. Cependant avant d'espérer établir la relation entre la fonction physiologique et les facteurs qui contrôlent cette fonction, il est indispensable de mettre en œuvre une zootechnie adaptée aux besoins vitaux de façon à assurer la survie et une bonne croissance.

Cette étude a pour objectif de tester la survie et la croissance des huîtres perlières dans une enceinte expérimentale que nous cherchons à valider. L'enceinte testée est un raceway où les conditions hydrodynamiques satisfont les besoins environnementaux des huîtres. L'expérience consiste à mettre en élevage pendant une période de 3 mois des huîtres de petite taille d'environ 5 cm de hauteur extérieure, à les alimenter avec des algues et à observer la croissance par une approche biométrique. Un échantillonnage hebdomadaire est fait pour déterminer la croissance coquillière et somatique. Le lot mis en élevage en laboratoire est comparé avec un autre lot de même origine placé dans le lagon.

Un autre aspect de l'objectif de cette étude qui est un préliminaire au Projet Conditionnement est d'obtenir des informations d'ordres statistiques sur la variabilité de la réponse. Les plans expérimentaux à venir seront conçus en fonction de la variabilité obtenue, permettant ainsi d'optimiser les cheptels en expérimentation.

Cette expérimentation a duré 3 mois. Les animaux ont été fournis par l'antenne du service de la perliculture de Takapoto. Pour des raisons pratiques, nous avons choisi de travailler avec des petites huîtres puisque la consommation alimentaire est moins importante que celles des grandes, et surtout pour la plus forte amplitude de croissance.

## II - Matériel et méthodes

### II.1 – Matériel biologique

500 huîtres dont la hauteur moyenne est de 50 mm sont fournies par l'antenne du service de la perliculture de Takapoto. Les animaux ont été transférés en avion le 27/02/2003 (autorisation de transfert n° 1259/PR/PRL/AST-rr).

### II.2 - Enceintes d'élevages en laboratoire

Les enceintes expérimentales au nombre de 8 sont des raceways de 2 mètres de longueur réalisés dans un tube de PVC de section 250 mm. Ils sont alimentés par de l'eau brute du lagon. La hauteur d'eau dans chaque raceway d'environ 15 cm est déterminée par la hauteur de la surverse.

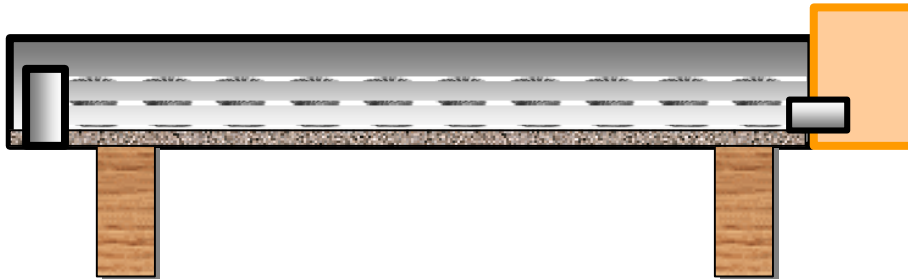


Figure 1 : coupe d'un raceway

Les conditions hydrodynamiques sont les suivantes : apport d'eau brute non filtrée à un débit de renouvellement est de 500 L/h générant une vitesse de courant de 0,5 cm/s.



Figure 2 : vue du dispositif d'élevage

### ***II.3 - Plan d'expérience***

La comparaison porte sur la croissance des huîtres maintenues en laboratoire avec des huîtres placées en chapelets dans le lagon. La croissance est contrôlée chaque semaines chez 20 huîtres de chaque origine. En lagon les animaux conditionnées en chapelets de 20 individus sont placées sur une filière. Chaque semaine un chapelet est ramené pour l'analyse biométrique. En laboratoire, les huîtres sont placées dans 8 raceways à raison de 30 par raceway. Chaque semaine, 20 huîtres sont extraites d'un raceway pour l'analyse biométrique. Les huîtres des 2 origines sont disséquées le même jour.

### ***II.4 - Ration d'algues en laboratoire***

Les huîtres placées en raceways reçoivent une alimentation à base d'algues unicellulaires constituée d'un cocktail d'*Isochrysis* et de *Chaetoceros*. Chacune de ces algues est produite à raison de 300 litres par jour. Le mélange de 600 litres est placé dans une cuve où il est complété à 1,2 m<sup>3</sup> avec de l'eau de mer. Ce mélange est envoyé dans un circuit de distribution en boucle où la quantité nécessaire est prélevée et contrôlée à l'aide d'un débit mètre. Le reste retourne dans la cuve.

### ***II.5 - Mesure de la température***

La température est mesurée à l'aide de capteurs électroniques. Un capteur est placé sur la filière en lagon et l'autre dans un raceway.

### ***II.6 - Variables biométriques***

(Analyses biométriques selon Chabirand et Tiapari, 1993).

- hauteur extérieure : elle est mesurée à la règle métallique souple épousant la forme de la valve droite de la coquille, de la face dorsale (bord de la charnière) à la face ventrale (base des barbes de croissance)
- largeur extérieure : elle est mesurée de la même façon sur la même valve de l'avant à l'arrière de l'huître à l'endroit le plus long.
- épaisseur : elle est mesurée au pied à coulisse. C'est la distance maximum entre les côtés extérieurs des 2 valves. Cette mesure est faite avant l'ouverture des valves.
- poids total : avant la pesée, les huîtres sont nettoyées pour éliminer les salissures fixées à la coquille.

- poids de coquille humide : après ouverture, la chair est séparée de la coquille, la coquille est essuyée avec du papier, puis pesée.
- poids de chair humide : la chair de chaque huître est pesée après égouttage sur papier.
- poids de chair sèche : afin d'obtenir le poids sec des organes (muscle, masse viscérale et manteau) ceux-ci sont congelés à  $-20^{\circ}\text{C}$  puis lyophilisés pendant 70 heures.
- indices de condition :

indice de condition humide = poids de chair humide/poids total

indice de condition sec = poids de chair sèche/(poids de la coquille + poids de chair sèche)

### ***II.7 – Mesure de la respiration***

La respirométrie est la mesure de la consommation d'oxygène. Cette mesure réalisée à l'aide d'un respiromètre permet de déterminer le niveau métabolique de l'animal et de préciser le niveau de la dépense énergétique de maintenance. Les mesures sont réalisées en condition d'oxygénation constante à l'aide d'un dispositif fonctionnant en circuit ouvert. L'animal est enfermé dans une chambre sphérique en Altuglas transparent. Le système est décrit par Bontemps (2002) et Caster (2003). Une électrode à oxygène (*WTW CellOx 325*) commande, par l'intermédiaire d'un comparateur de niveau à point de consigne (*Fluke*) et d'une pompe péristaltique (*Ismatec*), l'admission discontinue dans la chambre métabolique d'une eau de mer équilibrée provenant d'une réserve tampon. La perte en eau engendrée dans la réserve est immédiatement compensée par un flotteur électronique. Une aération permanente maintient la saturation en oxygène de l'eau de la réserve à une concentration d'oxygène à peine supérieure au point de consigne. L'admission de cette eau dans la chambre est automatiquement stoppée sitôt que la valeur consigne est à nouveau atteinte. Chambre métabolique et réserve d'eau sont placées dans un bain d'eau douce dont le niveau de température peut être régulé en fonction des expériences à l'aide d'un contrôleur (*Variostat*). Toutes les expériences ont été réalisées à une température de  $28^{\circ}\text{C}$  et une salinité de 36‰. La consommation d'oxygène,  $M_{O_2}$ , est calculée en faisant le produit du débit d'eau admis dans le respiromètre par la différence de concentration d'oxygène entre l'eau équilibrée de la réserve et l'eau sortant du respiromètre, cette dernière par le jeu de la régulation est pratiquement égale au point de consigne choisi.

### III - Résultats

#### III.1 - Température Raceway/Lagon

Les températures moyennes de 29,5°C sont similaires pour les 2 conditions. L'amplitude thermique durant la période considérée est de 1,7°C. Le début de l'expérimentation s'est déroulé lors d'une période particulièrement chaude. La température du lagon s'est élevée de plus de 1°C en moins de 2 semaines. Puis une baisse est enregistrée jusqu'à une stabilisation pendant le dernier mois. Le maximum enregistré en lagon est de 30,4°C alors qu'il n'est que de 30° (en raceway). Le minimum enregistré en lagon est de 28,7°C et en raceway de 28,8°C.

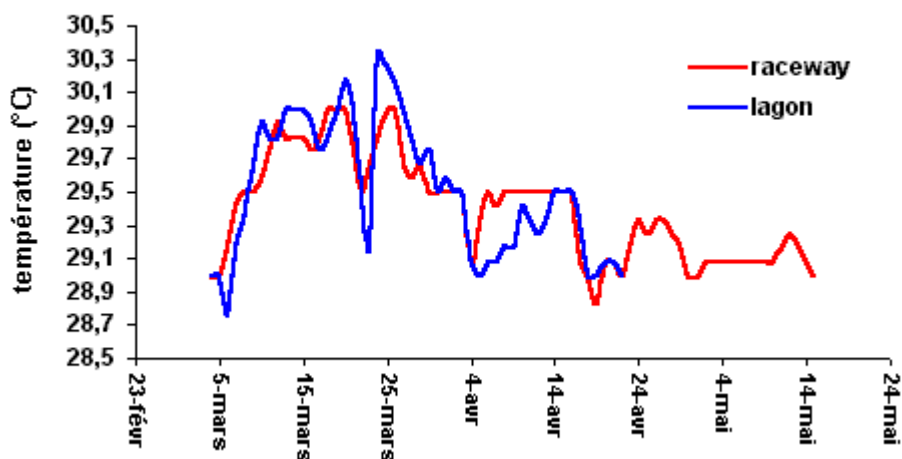


Figure 3 : variations de la température lors de l'expérimentation de suivi de la croissance en laboratoire (raceway) et en lagon.

#### III.2 - Production de la salle d'algues

Pour les besoins de l'expérimentation, 300 litres d'Isochrysis et 300 litres de Chaetoceros ont été produits chaque jour. La concentration moyenne en Isochrysis est de  $4,11 \cdot 10^6$  cell/mL et en Chaetoceros de  $2,10 \cdot 10^6$  cell/mL. Cependant cette production a subi des variations importantes (fig. 3).

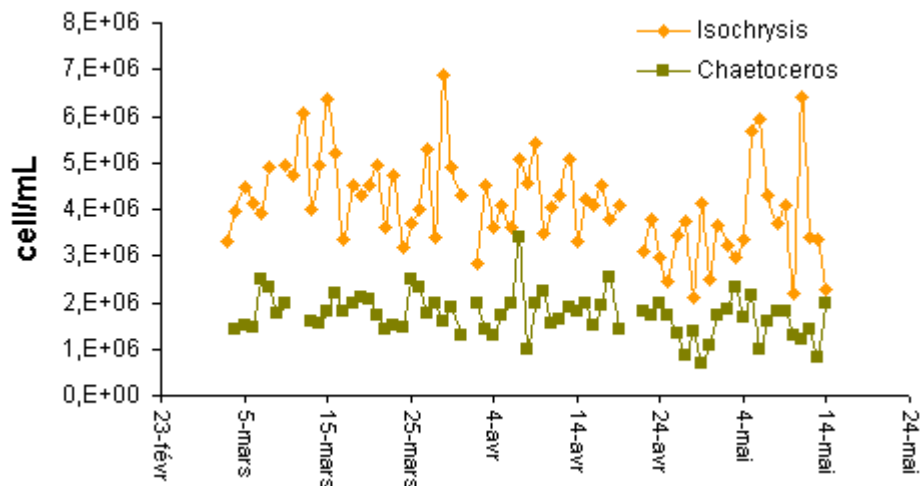


Figure 4 : concentrations des algues après 3 jours de culture en bac de 300 litres.

### III.3 - Alimentation des huîtres en raceway

Les concentrations moyenne en l'entrée et en sortie des raceways ont été respectivement de  $36100 \pm 9660$  cell/mL et de  $13400 \pm 5620$  cell/mL. Les huîtres consommant en moyenne  $63.3 \pm 12$  % de la ration. Ceci a correspond à une consommation de  $363.10^6 \pm 108 10^6$  cellules/heure par huître. D'après la mesure des concentrations d'algues en entrée et en sortie et tenant compte de la quantité moyenne d'algues ingérées par les huîtres, on peut calculer un taux de filtration des huîtres placées en entrée du raceway et en sortie. Les résultats montrent que le taux de filtration théorique moyen des huîtres placées à l'entrée est de  $10,1 \pm 1,99$  L/h alors qu'il atteint  $28,7 \pm 13,8$  L/h chez les huîtres placées en sortie du raceway.

### III.4 - Croissance coquillière

En trois mois d'élevage, l'accroissement moyen en hauteur extérieure de la valve droite est de 17,25 mm chez les huîtres élevées en laboratoire et 9,15 mm pour celles élevées en lagon (fig. 5a). Cette différence de croissance hautement significative ( $p < 1\%$ ) se manifeste très tôt puisque dès la fin du premier mois l'écart est déjà en faveur du lot en laboratoire. Cet écart va en s'amplifiant. Concernant la largeur, bien que les huîtres élevées en laboratoire soient plus larges, le gain de 11,72 mm n'est pas significativement différent de celui des huîtres en lagon (8,72 mm) (fig. 5b).



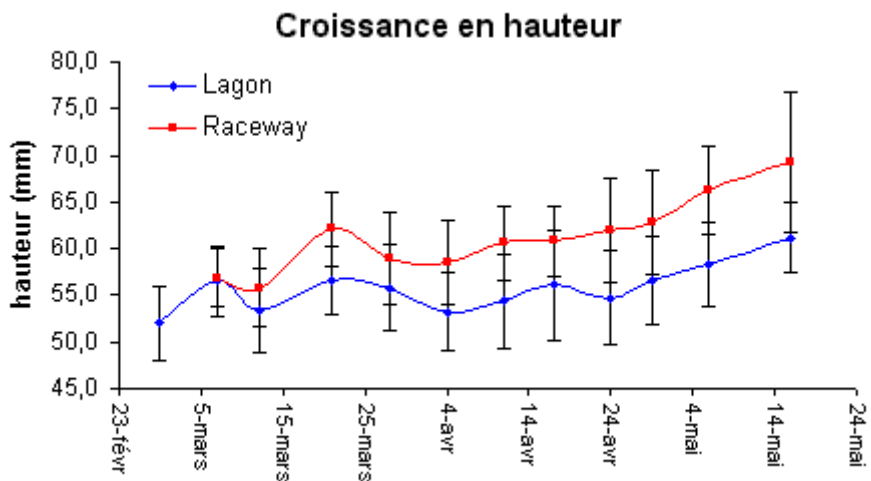


Figure 5a : croissance en hauteur de la coquille, comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type

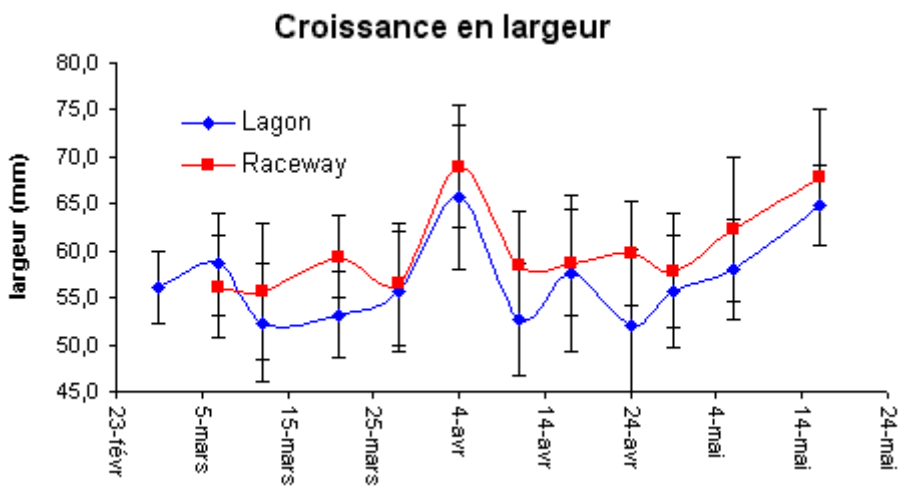


Figure 5b : croissance en largeur de la coquille, comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type



Figure 6 : aspect d'un échantillon de coquilles des huîtres élevées en lagon (groupe de droite) et des huîtres élevées en laboratoire (groupe de

gauche) après 3 mois d'élevage.

Les huîtres élevées en laboratoire ont des barbes de croissance très longues alors que celles élevées en lagon sont plutôt courtes (fig. 6).

En trois mois l'accroissement moyen de l'épaisseur des huîtres en laboratoire de 3,39 mm est significativement supérieur à celui des huîtres en lagon qui est de 2,29 mm (fig. 7).

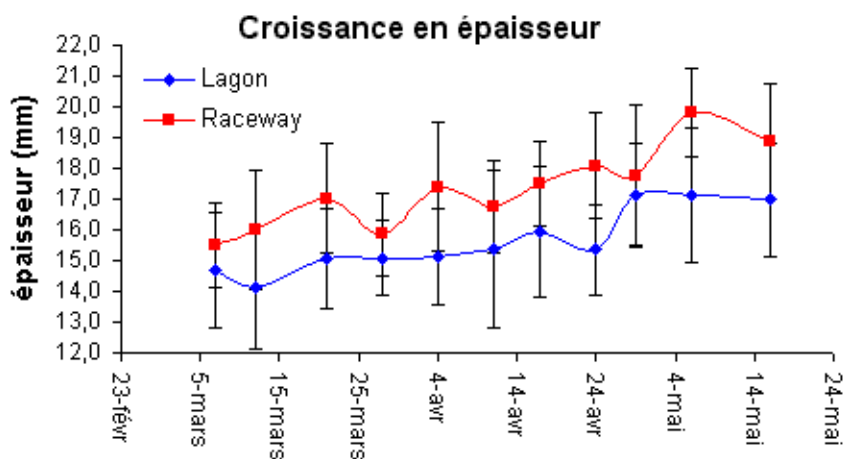


Figure 7 : croissance en épaisseur de la coquille, comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type

### III.5 - Croissance pondérale

La croissance des huîtres en laboratoire est significativement plus importante puisque en 3 mois, le poids total augmente de 11 g alors que dans le même temps, les huîtres du lagon ne prennent que 1,20 g (fig. 8a). Le gain de croissance est de 49,3% pour les huîtres en raceway et seulement de 5% pour les huîtres en lagon.

Le poids moyen des coquilles des huîtres en laboratoire augmente de 8,93 g et celui des huîtres en lagon de 4,74 g (fig. 8b). La différence de croissance est très significative ( $p < 1\%$ ).

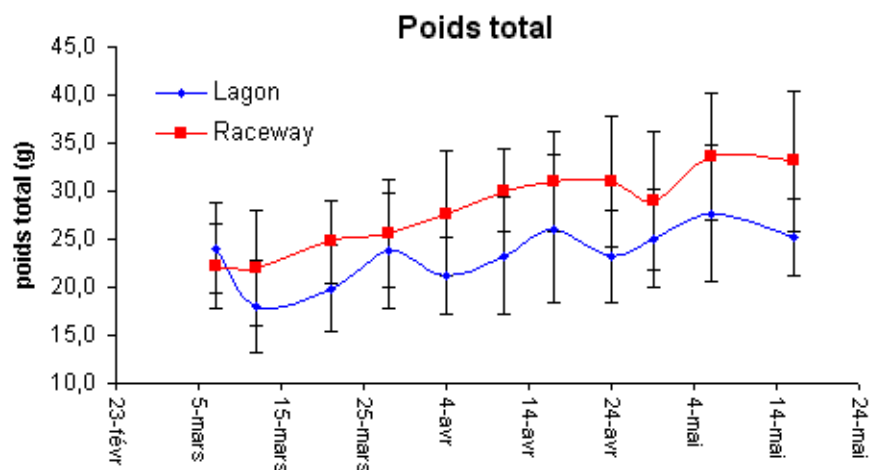


Figure 8a : poids total des huîtres, comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type

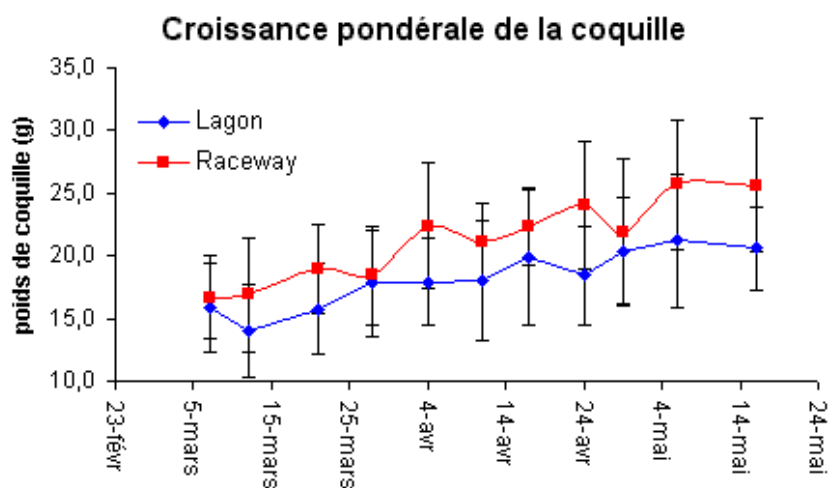


Figure 8b : poids de la coquille, comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type

### III.6 - Croissance somatique

En terme de croissance des tissus, les huîtres en lagon n'ont pas grossi, alors qu'en laboratoire le gain de poids est de 2,04 g (fig. 9a). Exprimé en poids sec, la croissance tissulaire est 0,72 g pour les huîtres en laboratoire et de 0,01 g pour celles élevées en lagon (fig. 9b). Dans les deux cas, les différences raceway/lagon sont hautement significatives.

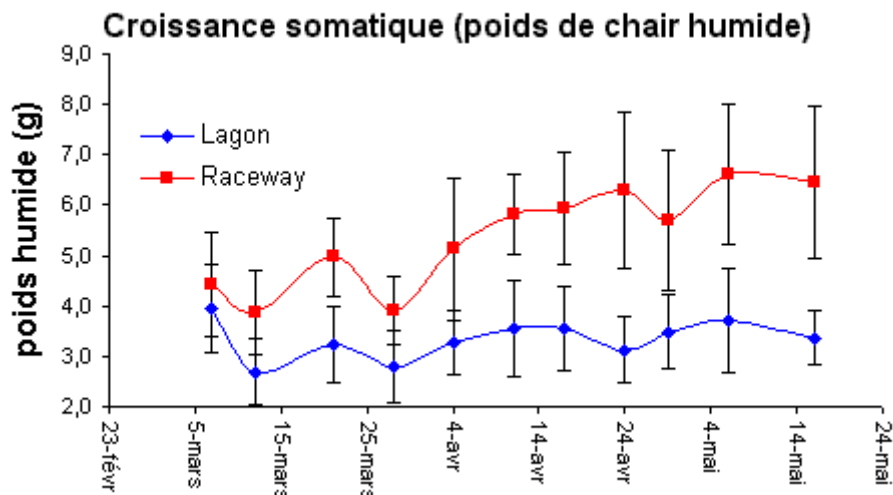


Figure 9a : poids des tissus humides, comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type

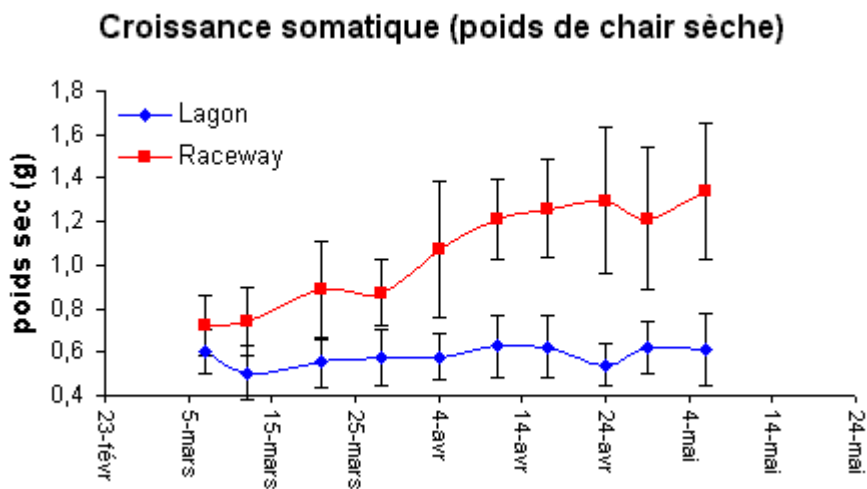


Figure 9b : poids des tissus secs, comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type

### III.7 - Indices de condition

Les deux indices de condition (fig. 10a, 10b) des huîtres témoins en lagon baissent au cours de la période de l'étude. Ceci indique que la croissance de la coquille est plus importante que celle du soma. En fait il n'y a pas de croissance somatique chez les huîtres élevées en lagon. En revanche, les indices des huîtres élevées en raceways révèlent une croissance équilibrée entre soma et coquille si l'on considère l'indice composé du poids de chair humide (fig. 10a) et une croissance du soma supérieure à celle de la coquille si l'on considère l'indice composé du poids de chair sèche (fig. 10b).

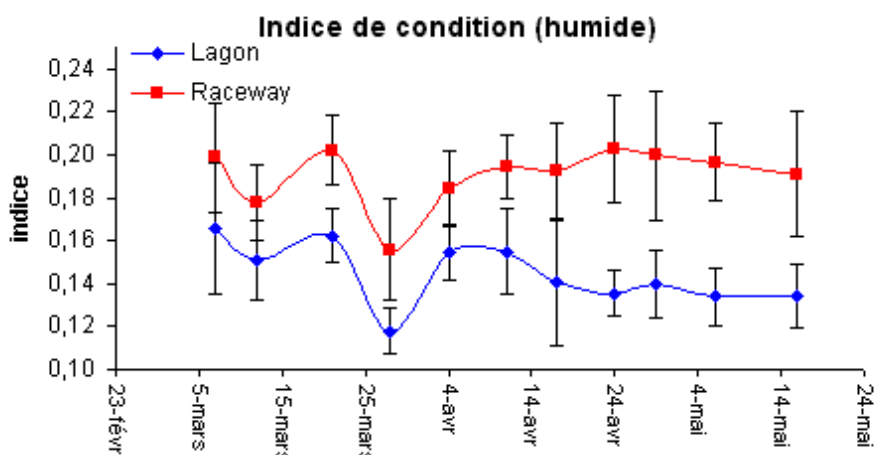


Figure 10a : indice de condition (humide), comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type

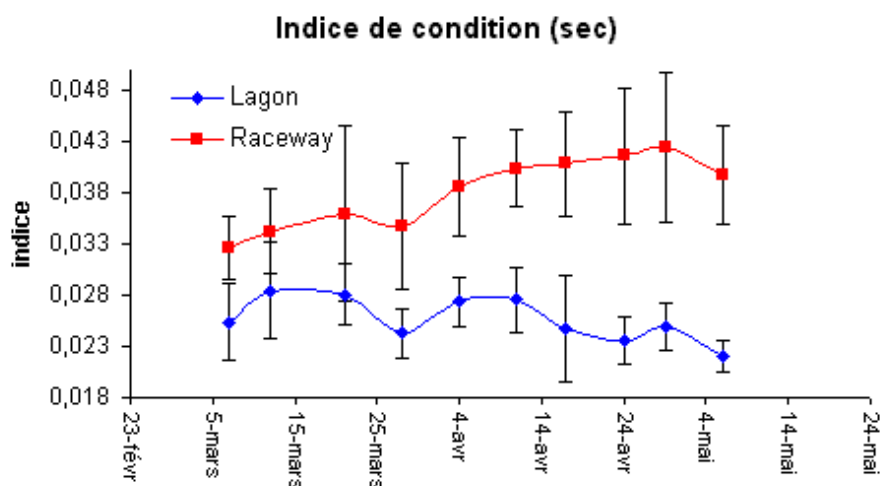


Figure 10b : indice de condition (sec), comparaison lagon - raceway, n = 20, les barres verticales représentent l'écart type

### ***III.8 - Quelques aspects énergétiques***

#### **III.8.1 – Evaluation de la consommation d'oxygène des huîtres conditionnées**

Au cours de l'expérimentation, la consommation d'oxygène de cinq huîtres a été enregistrée. La moyenne de cette consommation est établie à  $20,9 \pm \mu\text{M/h.g}$  poids sec.

#### **III.8.2 – Quelques éléments du bilan énergétique des huîtres conditionnées**

Cette expérimentation a donc permis de recueillir quelques éléments du bilan énergétique des huîtres en conditionnement :

L'ingéré est estimé, compte tenu :

- de la quantité moyenne d'algues ingérées par nacres (soit  $363 \cdot 10^6$  cell/heure)
- du régime composé de 70% de *T.Iso* et de 30% de *Chaetoceros*
- de la densité énergétique des algues *T. Iso* et *Chaetoceros* respectivement de 19,3 J/mg et de 12,64 J/mg de poids sec (Whyte, 1987).

**La densité énergétique de la ration d'algues ingérée est en moyenne de 164 KJ par huître en conditionnement pendant 3 mois**

La production de fèces et de pseudofèces n'a pas été mesurée. La valeur moyenne de **respiration** est donc de  $20,9 \mu\text{M/h.g}$  poids sec soit en équivalent joules sur une période 3 mois une valeur de **12,54 KJ pour le gain de poids considéré. L'excrétion ammoniacale** moyenne est estimée chez des adultes à **0,05 KJ (Caster, 2003).**

**L'accroissement moyen des tissus secs est de 0,62 g** par huître au terme des 3 mois de l'expérimentation. Sachant que la valeur énergétique de la chair d'huître perlière est de l'ordre de 18,8 KJ/g de poids sec (Pouvreau, 1999), **le gain moyen en terme énergétique est de 11,66 KJ** par huître en conditionnement pendant 3 mois. Bien que la valeur énergétique de la coquille ne soit pas connue, la littérature fournit quelques indications chez certains bivalves. Selon Blanchard (1989), la quantité d'énergie utilisé pour la réalisation de la **coquille** représente 2% de la nourriture consommée chez *Crassostrea gigas* et 1.6% chez *Mytilus edulis*. Ces proportions appliquées à la

consommation des huîtres de cette étude situent la quantité d'énergie nécessaire pour la production de la coquille **entre 3,3 KJ et 2,6KJ**.

### *III.9 - Impact de l'élevage en laboratoire sur la qualité de la nacre.*

A l'occasion des dissections hebdomadaires, il est très vite apparu que les huîtres en laboratoire produisent une qualité de nacre sur la face interne de la coquille qui semble supérieure à celles des huîtres témoin du lagon. Ceci se manifeste par une brillance plus importante et une frange irisée plus large avec des couleurs plus intenses (figure 11). Cette expérimentation a ainsi permis de mettre en évidence l'impact environnemental (l'alimentation) sur la qualité de la nacre de la face interne. Ce résultat a des conséquences sur des travaux qui pourraient voir le jour dans le domaine de l'amélioration de la qualité de la perle.



Figure 11 : aspect comparatif de la qualité de la nacre de la face interne de la coquille, à droite coquille issue de l'élevage en laboratoire, à gauche coquille issue de l'élevage en lagon.

#### **IV - Discussion**

Cette étude a permis pour la première fois d'obtenir une croissance de jeunes huîtres perlières supérieure en laboratoire qu'en lagon. Les divers résultats révèlent des pistes sur les nombreuses applications du système d'élevage.

L'objectif de description de la croissance des huîtres perlières en laboratoire est atteint. La croissance des huîtres témoins du lagon sur la période considérée résulte principalement de la croissance de la coquille puisqu'il y a peu de croissance somatique, ceci est confirmé par une baisse des indices de condition. Les huîtres en raceway ont exprimé une croissance qui apparaît comme satisfaisante puisque la croissance de la coquille est très significativement supérieure aux huîtres témoins. La comparaison avec des huîtres d'une même classe d'âge élevées à Takapoto pendant une période identique (en 1998) révèle une croissance exprimée en hauteur de coquille des huîtres élevées en laboratoire 5 fois supérieure à celle de Takapoto (Pouvreau, 1999). Pendant la durée de cette expérimentation, on assiste à un doublement de la masse somatique. Les paramètres de croissance qui permettent de calculer l'indice de condition montrent que la croissance somatique exprimée en matière sèche est supérieure à la croissance coquillière. Les informations d'ordre statistique, moyennes et écart-types, sont fournies en Annexe permettant ainsi d'optimiser les futurs plans expérimentaux.

Bien que les effets sur la fonction de reproduction n'étaient pas recherchés dans cette étude, il faut tout de même citer deux observations majeures : des émissions de gamètes mâles des huîtres en raceways ainsi que la ponte d'une femelle de 68 mm de hauteur de coquille élevée en raceway à la fin de cette étude. Ces deux observations indiquent que la gamétogenèse s'est déroulée correctement en conditionnement sous l'effet des conditions environnementales proposées. Le fait de détecter une femelle est d'une part une indication précieuse sur le validité de ce conditionnement. Et d'autre part, cette observation est une première puisque la taille présumée de changement de sexe est d'environ 100 mm de hauteur extérieure. La hauteur extérieure de la plus petite femelle détectée dans le milieu naturel est de 90 mm Pouvreau et al. (2000). En tout état de cause les femelles dans le milieu naturel ont 2 ans d'âge alors que les huîtres de cette expérimentation avaient 1 an au début de cette étude. Il reste à confirmer cette observation par la réalisation d'une expérimentation avec le même protocole mais axée principalement sur un suivi histologique. La production de gamètes mâles et femelles chez des huîtres d'environ un an laisse espérer qu'un progrès génétique pourrait être obtenu plus vite que prévu.



L'expérimentation décrite dans cette étude est un préliminaire au conditionnement des huîtres perlières dans le but de contrôler la gamétogenèse en laboratoire. Les facteurs qui permettront d'envisager d'exercer un contrôle sont d'ordre environnementaux et sont précisément la température et la nourriture. De nombreuses études ont permis de valider ces hypothèses chez différents mollusques bivalves (Muranaka et Lannan, 1984, Araya-Nunes et al., 1991, Robinson, 1992, 1994, Saucedo et al, 2001, Chavez et al, 2002b). La plupart de ces études montrent que la gamétogenèse de bivalves conditionnés en laboratoire est stimulée par les conditions thermiques. Il est même possible de désaisonnaliser la reproduction de *Crassostrea gigas* en laboratoire (Chavez et al, 2002a).

Les bivalves conditionnés pour la reproduction en laboratoire sont alimentées avec un mélange d'algues unicellulaires cultivées. L'intérêt de proposer un régime diversifié réside dans la spécificité de la composition biochimique des algues particulièrement en acides gras polyinsaturés à longue chaîne et en stérols. Le mélange *Isochrysis galbana* - *Chaetoceros* permet d'assurer la fourniture d'une part des acides gras essentiels puisque *Isochrysis* apporte principalement le 22 :6 n-3 alors que *Chaetoceros* fournit le 20 :5 n-3 et d'autre part des stérols. *Isochrysis* et *Chaetoceros* apporte respectivement du brassicastérol et du cholestérol (Soudant et al, 1996). Ce mélange semble convenir à l'huître perlière *P. margaritifera* puisque nos propres analyses des gonades des femelles du milieu naturel montre clairement un besoin important de ces constituants lipidiques (Lechat, Bianchini, com. pers.). En plus de l'aspect qualitatif, l'apport d'algues contribue à augmenter la valeur énergétique de la ration alimentaire. Nos résultats indiquent que la valeur énergétique de l'ingéré des huîtres en conditionnement est d'environ 75 J/h par huître. Pouvreau (1999) a estimé à 2J/l la valeur énergétique de l'eau de mer dans le lagon de Takapoto, ceci nous permet d'estimer la valeur énergétique de l'ingéré à 50 J/h chez des huîtres du milieu naturel de hauteur comparable à celles de l'expérimentation. Notre conditionnement aurait donc permis d'élever de 50% la valeur énergétique de l'ingéré. Les conséquences d'un conditionnement alimentaire de ce type sont mesurables au niveau métabolique puisque la consommation d'oxygène est plus importante (Bontemps, 2002, Caster, 2003) mais aussi au niveau biochimique. D'une manière générale, la réponse d'un bivalve à une stimulation alimentaire se traduit par l'augmentation de la ventilation, de la filtration et de la consommation d'oxygène (Thompson et Bayne, 1972). Au niveau biochimique, il a été constaté chez *P. margaritifera* en conditionnement que l'apport d'algues procure un surcroît significatif de glycogène en réserve dans la glande digestive (Bacal, 2002). Le rôle de la glande digestive comme organe de stockage du glycogène chez *P. margaritifera* est confirmé par Caster (2003). Thompson et al. (1974) suggérant le rôle

d'organe de réserve du glycogène de la glande digestive chez *Mytilus edulis* montraient le transfert du glycogène de la glande digestive vers la gonade pendant la gamétogenèse.

Le succès de l'élevage des huîtres perlières en laboratoire est associé à l'utilisation d'enceintes d'élevage conçues pour replacer les huîtres dans un environnement qui permet un fonctionnement correct de l'animal. Ces enceintes sont des raceways dans lequel le renouvellement d'eau de mer génère un courant de l'ordre du m/s. Bien qu'inférieure aux courants enregistrés en lagon, cette condition est probablement une des clés qui explique les résultats obtenus. Ce système qui assure survie et croissance devrait pouvoir devenir la base de la structure expérimentale du conditionnement des huîtres pour la reproduction. Cependant, un important travail d'optimisation hydrodynamique doit être réalisé car le système est coûteux en énergie : eau de mer et algues. L'optimisation consiste à diminuer la consommation d'eau de mer et d'algues sans modifier les conditions environnementales : vitesse de courant et densité d'algues. Ceci peut être fait en diminuant la section des raceways :  $\text{Débit (cm}^3/\text{s)} = V \text{ (cm/s)} / \text{Section (cm}^2\text{)}$ . Cette opération qui consiste à diminuer la section des raceways aura aussi comme conséquence de réduire la fourniture d'algues. Une autre piste consiste à envisager le recyclage des effluents des raceways puisque la ration n'est consommée qu'à 60%. En outre, cela permettra de mieux contrôler les températures en économisant l'énergie si le développement des travaux se dirige vers l'application d'un contrôle thermique pendant la reproduction.

A l'occasion des dissections hebdomadaires, il est très vite apparu que les huîtres en laboratoire produisaient une qualité de nacre sur la face interne de la coquille apparemment supérieure à celles des huîtres témoin du lagon. Ceci se manifeste par une brillance plus importante et la frange irisée plus large avec des couleurs plus intenses. Des perspectives intéressantes apparaissent donc dans le domaine de l'amélioration de la qualité de la perle. On a ainsi mis en évidence l'impact environnemental sur la qualité de la nacre de la face interne mais cette approche peut servir de base pour un travail de sélection et/ou de production d'huîtres donneuses de greffon. Il devient possible aussi de réaliser des tests pour distinguer les causes environnementales et génétiques qui régissent la qualité de la perle.

Les résultats de cette étude ouvrent la voie à de nombreuses recherches qui permettront par une optimisation de la zootechnie, de contrôler la reproduction et de réaliser en laboratoire des travaux en écophysiologie et génétique sur les facteurs qui améliorent la qualité de la perle.

## V - Bibliographie

- Araya-Nunes, O., Ganning, B., Bueckle-Ramirez, F. 1991. Gonad maturity, induction of spawning, larval breeding and growth of the American pearl oyster (*Pteria sterna*, Gould). Calif. Fish. Game, 77, 181-193.
- Bacal, J., 2002. Etude de la composition biochimique de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* pendant la gamétogenèse. Rapport de stage, Biologie appliquée option génie de l'environnement, IUT de Brest.
- Blanchard, M. , 1989. Analyse fonctionnelle et méthodologique pour l'étude bioénergétique des mollusques. Rapport Interne, DERO-EL/89-18. 98 p.
- Bontemps, C., 2002. Etude du conditionnement de l'huître perlière, *Pinctada margaritifera* : métabolisme et réserves. Rapport de stage, Biologie appliquée option génie de l'environnement, IUT de Perpignan.
- Caster, M., 2003. Etude du métabolisme de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* conditionnée en laboratoire pour la reproduction. Rapport de stage, Biologie appliquée option Industrie agro-alimentaire, IUT de La Rochelle.
- Chabirand et Tiapari, 1993. Techniques de dosages et mesures. Document pratique. Ifremer.
- Chavez-Villalba, J., Barret, J., Mingant, C., Cochard, J.C., Le Pennec, M. 2002a. Autumn conditioning of the oyster *Crassostrea gigas* : a new approach. Aquaculture, 210, 171-186.
- Chavez-Villalba, J., Pommier, J., Andriamizeza, J., Pouvreau, S., Barret, J., Cochard, J.C., Le Pennec, M. 2002b. Broodstock conditioning of the oyster *Crassostrea gigas* : origin and temperature effect. Aquaculture, 214, 115-130.
- Muranaka, M.S., Lannan, J.E., 1984. Broodstock management of *Crassostrea gigas* : environmental influences or broodstock conditioning. Aquaculture, 39, 217-228.
- Pouvreau, S., Etude et modélisation des mécanismes impliqués dans la croissance de l'huître perlière, *Pinctada margaritifera*, au sein de l'écosystème conchylicole du lagon de l'atoll de Takapoto (Polynésie Française). Thèse Univ. Rennes. 267 p.

- Pouvreau, S., Gangnery, A., Tiapari, J., Lagarde, F., Garnier, M., Bodoy, A. 2000. Gametogenic cycle and reproductive effort of the tropical blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Bivalvia: Pteriidae), cultivated in Takapoto atoll (French Polynesia). *Aquatic Living Resources*, 13, 37-48.
- Robinson, A., 1992. Dietary supplements for reproductive conditioning of *Crassostrea gigas* kumamoto (Thunberg): II. Effets on gonadal development, quality of ova and larvaerthrough metamorphosis. *J. Shellfish Res.* 11, 437-441.
- Robinson, A., 1994. Broodstock husbandry of bivalves mollusc. (abst.) *J. Shellfish. Res.* 13, 280.
- Saucedo, P., Rodriguez-Jamarillo, C., Aldana-Aviles, C., Monsalvo-Spencer, P., Reynoso-Granados, T., Villareal, H., Monteforte, M., 2001. Gonadic conditioning of the calafia mother-of-pearl oyster, *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856), under two regimes. *Aquaculture*, 195, 103-119.
- Soudant, P., Marty, Y., Moal, J., Robert, R., Quéré, C., Le Coz, J.R., Samain, J.F. 1996. Effect of food fatty acid and sterol quality on *Pecten maximus* gonad composition and reproduction process. *Aquaculture*, 143, 361-378.
- Thompson, R.J., Bayne, B.L., 1972. Active metabolism associated with feeding in the mussel *Mytilus edulis* L. *J. mar. Biol. Ass. U.K.* 9, 111-124.
- Thompson, R.J., Ratcliffe, N.A., Bayne, B.L. 1974. Effects of starvation on structure and function in the digestive gland of the mussel (*Mytilus edulis* L.). *J. mar. Biol. Ass. U.K.* 54, 699-712.
- Whyte, J.N.C., 1987. Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves. *Aquaculture*, 60, 2312-241.

## VI – Annexe

Hauteur ext. : Valeurs moyennes et écartype

Date	Données	Origine		
		Lagon	Raceway	Total
28/02/03	Moyenne H. ext	52,00		52,00
	Ecartype H. ext	4,00		4,00
07/03/03	Moyenne H. ext	56,50	56,85	56,68
	Ecartype H. ext	3,72	3,12	3,39
12/03/03	Moyenne H. ext	53,35	55,80	54,58
	Ecartype H. ext	4,46	4,14	4,43
21/03/03	Moyenne H. ext	56,56	62,10	59,47
	Ecartype H. ext	3,58	3,91	4,65
28/03/03	Moyenne H. ext	55,78	58,95	57,45
	Ecartype H. ext	4,63	4,93	4,99
04/04/03	Moyenne H. ext	53,26	58,55	55,97
	Ecartype H. ext	4,17	4,54	5,07
11/04/03	Moyenne H. ext	54,44	60,61	57,79
	Ecartype H. ext	5,05	3,93	5,40
17/04/03	Moyenne H. ext	56,08	60,86	58,47
	Ecartype H. ext	5,92	3,78	5,47
24/04/03	Moyenne H. ext	54,71	61,99	58,44
	Ecartype H. ext	5,01	5,52	6,38
29/04/03	Moyenne H. ext	56,62	62,75	59,76
	Ecartype H. ext	4,69	5,60	5,98
06/05/03	Moyenne H. ext	58,32	66,24	62,60
	Ecartype H. ext	4,46	4,68	6,03
16/05/03	Moyenne H. ext	61,15	69,25	65,20
	Ecartype H. ext	3,72	7,54	7,16
Total Moyenne H. ext		55,93	61,27	58,63
Total Ecartype H. ext		4,96	6,04	6,14

## Largeur ext. : Valeurs moyennes et écartype

		Origine		
Date	Données	Lagon	Raceway	Total
28/02/03	Moyenne L. ext.	56,125		56,125
	Ecartype L. ext.	3,796144661		3,796144661
07/03/03	Moyenne L. ext.	58,6	56,2	57,4
	Ecartype L. ext.	5,500239229	5,511710022	5,569145771
12/03/03	Moyenne L. ext.	52,3	55,7	54
	Ecartype L. ext.	6,283646276	7,240965333	6,909673635
21/03/03	Moyenne L. ext.	53,16666667	59,35	56,42105263
	Ecartype L. ext.	4,617740726	4,368246667	5,420838566
28/03/03	Moyenne L. ext.	55,72222222	56,45	56,10526316
	Ecartype L. ext.	6,369094086	6,573271236	6,400124465
04/04/03	Moyenne L. ext.	65,68421053	68,95	67,35897436
	Ecartype L. ext.	7,695977532	6,533114031	7,220173418
11/04/03	Moyenne L. ext.	52,6625	58,41052632	55,78285714
	Ecartype L. ext.	6,024712995	5,781089357	6,492098624
17/04/03	Moyenne L. ext.	57,65	58,675	58,1625
	Ecartype L. ext.	8,348747148	5,670595903	7,063437367
24/04/03	Moyenne L. ext.	51,99473684	59,715	55,95384615
	Ecartype L. ext.	8,138760053	5,564102519	7,882820967
29/04/03	Moyenne L. ext.	55,61578947	57,9	56,78717949
	Ecartype L. ext.	6,008721731	6,127161273	6,100094024
06/05/03	Moyenne L. ext.	58,01176471	62,365	60,36486486
	Ecartype L. ext.	5,239260725	7,67403517	6,936746604
16/05/03	Moyenne L. ext.	64,85	67,85	66,35
	Ecartype L. ext.	4,344082484	7,271248354	6,104012972
Total Moyenne L. ext.		57,00186916	60,15022831	58,59422633
Total Ecartype L. ext.		7,614681659	7,492763325	7,707343114

Croissance de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en laboratoire

Epaisseur

		Origine		
Date	Données	Lagon	Raceway	Total
28/02/03	Moyenne Ep.			
	Ecartype Ep.			
07/03/03	Moyenne Ep.	14,685	15,5	15,0925
	Ecartype Ep.	1,892443422	1,367286979	1,681023421
12/03/03	Moyenne Ep.	14,13	15,995	15,0625
	Ecartype Ep.	1,997656522	1,935669339	2,159022511
21/03/03	Moyenne Ep.	15,05	17,03	16,09210526
	Ecartype Ep.	1,641107947	1,757420358	1,956331589
28/03/03	Moyenne Ep.	15,07222222	15,845	15,47894737
	Ecartype Ep.	1,219838734	1,347307256	1,329937591
04/04/03	Moyenne Ep.	15,12578947	17,405	16,29461538
	Ecartype Ep.	1,560225467	2,064097866	2,14833454
11/04/03	Moyenne Ep.	15,3875	16,73157895	16,11714286
	Ecartype Ep.	2,577563449	1,49742469	2,140022775
17/04/03	Moyenne Ep.	15,935	17,475	16,705
	Ecartype Ep.	2,116172065	1,37223406	1,925397062
24/04/03	Moyenne Ep.	15,35263158	18,075	16,74871795
	Ecartype Ep.	1,484126537	1,724093965	2,104740488
29/04/03	Moyenne Ep.	17,12105263	17,765	17,45128205
	Ecartype Ep.	1,673180254	2,276024928	2,005633093
06/05/03	Moyenne Ep.	17,13529412	19,79	18,57027027
	Ecartype Ep.	2,19201425	1,440723502	2,242749412
16/05/03	Moyenne Ep.	16,97	18,885	17,9275
	Ecartype Ep.	1,854468288	1,853950263	2,071291867
Total Moyenne Ep.		15,62373786	17,32054795	16,49809412
Total Ecartype Ep.		2,067216842	2,094923456	2,245754147

Croissance de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en laboratoire

Poids total

		Origine		
Date	Données	Lagon	Raceway	Total
28/02/03	Moyenne Pds Total			
	Ecartype Pds Total			
07/03/03	Moyenne Pds Total	24,039	22,2115	23,12525
	Ecartype Pds Total	4,666141086	4,330753277	4,538821708
12/03/03	Moyenne Pds Total	17,9915	22,0245	20,008
	Ecartype Pds Total	4,813429978	6,020370224	5,754633005
21/03/03	Moyenne Pds Total	19,88444444	24,7615	22,45131579
	Ecartype Pds Total	4,54206512	4,266151076	4,991492314
28/03/03	Moyenne Pds Total	23,72277778	25,6225	24,72263158
	Ecartype Pds Total	5,993164543	5,547675545	5,764649346
04/04/03	Moyenne Pds Total	21,20315789	27,621	24,49435897
	Ecartype Pds Total	4,093786691	6,502372765	6,296042113
11/04/03	Moyenne Pds Total	23,210625	30,07157895	26,93514286
	Ecartype Pds Total	6,094100392	4,252096559	6,162926812
17/04/03	Moyenne Pds Total	26,0925	30,959	28,52575
	Ecartype Pds Total	7,631299727	5,186021597	6,895423561
24/04/03	Moyenne Pds Total	23,15684211	31,0505	27,20487179
	Ecartype Pds Total	4,846665581	6,766549673	7,070848558
29/04/03	Moyenne Pds Total	25,03789474	28,9615	27,05
	Ecartype Pds Total	5,08870599	7,185616682	6,483048341
06/05/03	Moyenne Pds Total	27,62882353	33,5985	30,85567568
	Ecartype Pds Total	7,126925075	6,668363861	7,425629244
16/05/03	Moyenne Pds Total	25,243	33,1685	29,20575
	Ecartype Pds Total	3,945433203	7,278767446	7,03567207
Total Moyenne Pds Total		23,35859223	28,17780822	25,84190588
Total Ecartype Pds Total		5,949513156	6,987283189	6,930395037



Croissance de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en laboratoire

Poids de coquille

Date	Données	Origine		Total
		Lagon	Raceway	
28/02/03	Moyenne Pds coq.			
	Ecartype Pds coq.			
07/03/03	Moyenne Pds coq.	15,88	16,69	16,28225
	Ecartype Pds coq.	3,54	3,31	3,40820916
12/03/03	Moyenne Pds coq.	14,03	16,91	15,46725
	Ecartype Pds coq.	3,76	4,57	4,379225425
21/03/03	Moyenne Pds coq.	15,77	18,94	17,43868421
	Ecartype Pds coq.	3,59	3,49	3,84063281
28/03/03	Moyenne Pds coq.	17,80	18,46	18,14552632
	Ecartype Pds coq.	4,19	3,93	4,01371143
04/04/03	Moyenne Pds coq.	17,91	22,39	20,20641026
	Ecartype Pds coq.	3,51	5,00	4,843731971
11/04/03	Moyenne Pds coq.	18,01	21,12	19,696
	Ecartype Pds coq.	4,76	3,09	4,186143248
17/04/03	Moyenne Pds coq.	19,88	22,40	21,14075
	Ecartype Pds coq.	5,46	3,07	4,555046448
24/04/03	Moyenne Pds coq.	18,43	24,06	21,31564103
	Ecartype Pds coq.	3,93	5,14	5,354208278
29/04/03	Moyenne Pds coq.	20,30	21,91	21,12410256
	Ecartype Pds coq.	4,31	5,80	5,126242965
06/05/03	Moyenne Pds coq.	21,21	25,70	23,63702703
	Ecartype Pds coq.	5,31	5,14	5,628651834
16/05/03	Moyenne Pds coq.	20,62	25,62	23,11875
	Ecartype Pds coq.	3,34	5,31	5,05707232
Total Moyenne Pds coq.		18,14131068	21,29031963	19,76397647
Total Ecartype Pds coq.		4,6366653	5,328040794	5,241442032

Croissance de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en laboratoire

Poids de chair humide

		Origine		
Date	Données	Lagon	Raceway	Total
28/02/03	Moyenne Pds chair Hum			
	Ecartype Pds chair Hum			
07/03/03	Moyenne Pds chair Hum	3,96	4,42	4,1875
	Ecartype Pds chair Hum	0,88	1,04	0,975651656
12/03/03	Moyenne Pds chair Hum	2,69	3,86	3,27525
	Ecartype Pds chair Hum	0,66	0,84	0,956038803
21/03/03	Moyenne Pds chair Hum	3,23	4,98	4,148157895
	Ecartype Pds chair Hum	0,75	0,78	1,165789039
28/03/03	Moyenne Pds chair Hum	2,80	3,92	3,386842105
	Ecartype Pds chair Hum	0,72	0,68	0,894400313
04/04/03	Moyenne Pds chair Hum	3,27	5,13	4,223076923
	Ecartype Pds chair Hum	0,64	1,42	1,444944278
11/04/03	Moyenne Pds chair Hum	3,56	5,83	4,792571429
	Ecartype Pds chair Hum	0,97	0,80	1,440758262
17/04/03	Moyenne Pds chair Hum	3,56	5,93	4,74475
	Ecartype Pds chair Hum	0,85	1,12	1,549545818
24/04/03	Moyenne Pds chair Hum	3,13	6,30	4,754871795
	Ecartype Pds chair Hum	0,65	1,54	1,992172672
29/04/03	Moyenne Pds chair Hum	3,48	5,70	4,616153846
	Ecartype Pds chair Hum	0,74	1,39	1,577111976
06/05/03	Moyenne Pds chair Hum	3,71	6,60	5,273243243
	Ecartype Pds chair Hum	1,05	1,39	1,907427083
16/05/03	Moyenne Pds chair Hum	3,37	6,45	4,90875
	Ecartype Pds chair Hum	0,54	1,99	2,124921944
Total Moyenne Pds chair Hum		3,336796117	5,372694064	4,385882353
Total Ecartype Pds chair Hum		0,838700172	1,536772966	1,60998249

Croissance de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en laboratoire

Poids de chair sec

Date	Données	Origine		Total
		Lagon	Raceway	
28/02/03	Moyenne Pds chair sec			
	Ecartype Pds chair sec			
07/03/03	Moyenne Pds chair sec	0,60	0,72	0,662525
	Ecartype Pds chair sec	0,11	0,14	0,136715874
12/03/03	Moyenne Pds chair sec	0,50	0,74	0,62285
	Ecartype Pds chair sec	0,13	0,15	0,183696873
21/03/03	Moyenne Pds chair sec	0,55	0,88	0,727894737
	Ecartype Pds chair sec	0,11	0,23	0,245358622
28/03/03	Moyenne Pds chair sec	0,57	0,87	0,730263158
	Ecartype Pds chair sec	0,13	0,15	0,205986838
04/04/03	Moyenne Pds chair sec	0,58	1,07	0,832974359
	Ecartype Pds chair sec	0,11	0,31	0,342516652
11/04/03	Moyenne Pds chair sec	0,63	1,21	0,9458
	Ecartype Pds chair sec	0,14	0,18	0,337526452
17/04/03	Moyenne Pds chair sec	0,62	1,26	0,9425
	Ecartype Pds chair sec	0,15	0,22	0,372172141
24/04/03	Moyenne Pds chair sec	0,54	1,30	0,927769231
	Ecartype Pds chair sec	0,10	0,34	0,45542308
29/04/03	Moyenne Pds chair sec	0,62	1,21	0,923897436
	Ecartype Pds chair sec	0,12	0,33	0,387725812
06/05/03	Moyenne Pds chair sec	0,61	1,34	1,004108108
	Ecartype Pds chair sec	0,16	0,32	0,446921058
16/05/03	Moyenne Pds chair sec			
	Ecartype Pds chair sec			
Total Moyenne Pds chair sec		0,582854839	1,060653266	0,829820779
Total Ecartype Pds chair sec		0,129037289	0,331502008	0,349058565

## Indice de condition humide

		Origine		
Date	Données	Lagon	Raceway	Total
28/02/03	Moyenne Indice de condition			
	Ecartype Indice de condition			
07/03/03	Moyenne Indice de condition	0,17	0,20	0,182347262
	Ecartype Indice de condition	0,03	0,03	0,032351538
12/03/03	Moyenne Indice de condition	0,15	0,18	0,164490061
	Ecartype Indice de condition	0,02	0,02	0,022325763
21/03/03	Moyenne Indice de condition	0,16	0,20	0,183303575
	Ecartype Indice de condition	0,01	0,02	0,024657307
28/03/03	Moyenne Indice de condition	0,12	0,16	0,137839567
	Ecartype Indice de condition	0,01	0,02	0,026632802
04/04/03	Moyenne Indice de condition	0,15	0,18	0,169796323
	Ecartype Indice de condition	0,01	0,02	0,021262884
11/04/03	Moyenne Indice de condition	0,15	0,19	0,176369637
	Ecartype Indice de condition	0,02	0,01	0,02639286
17/04/03	Moyenne Indice de condition	0,14	0,19	0,166491375
	Ecartype Indice de condition	0,03	0,02	0,036895878
24/04/03	Moyenne Indice de condition	0,14	0,20	0,16997545
	Ecartype Indice de condition	0,01	0,02	0,038929444
29/04/03	Moyenne Indice de condition	0,14	0,20	0,17063314
	Ecartype Indice de condition	0,02	0,03	0,038665827
06/05/03	Moyenne Indice de condition	0,13	0,20	0,167834938
	Ecartype Indice de condition	0,01	0,02	0,035336882
16/05/03	Moyenne Indice de condition			
	Ecartype Indice de condition			
Total Moyenne Indice de condition		0,145792424	0,190491548	0,168896647
Total Ecartype Indice de condition		0,023154542	0,025227006	0,032964687

Croissance de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en laboratoire

Indice de condition sec

		Origine		
Date	Données	Lagon	Raceway	Total
28/02/03	Moyenne Indice de condition sec			
	Ecartype Indice de condition sec			
07/03/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0254	0,0327	0,0290
	Ecartype Indice de condition sec	0,0038	0,0030	0,0050
12/03/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0285	0,0342	0,0314
	Ecartype Indice de condition sec	0,0047	0,0041	0,0052
21/03/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0281	0,0360	0,0323
	Ecartype Indice de condition sec	0,0030	0,0086	0,0076
28/03/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0243	0,0349	0,0299
	Ecartype Indice de condition sec	0,0024	0,0062	0,0071
04/04/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0274	0,0386	0,0331
	Ecartype Indice de condition sec	0,0024	0,0048	0,0068
11/04/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0276	0,0404	0,0345
	Ecartype Indice de condition sec	0,0032	0,0038	0,0074
17/04/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0248	0,0409	0,0328
	Ecartype Indice de condition sec	0,0052	0,0051	0,0096
24/04/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0235	0,0417	0,0328
	Ecartype Indice de condition sec	0,0023	0,0066	0,0104
29/04/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0250	0,0425	0,0339
	Ecartype Indice de condition sec	0,0023	0,0073	0,0104
06/05/03	Moyenne Indice de condition sec	0,0221	0,0397	0,0316
	Ecartype Indice de condition sec	0,0015	0,0048	0,0096
16/05/03	Moyenne Indice de condition sec			
	Ecartype Indice de condition sec			
Total Moyenne Indice de condition sec		0,0257	0,0381	0,0321
Total Ecartype Indice de condition sec		0,0038	0,0065	0,0082