

Polynésie française

I.R.D.

Institut de Recherche pour le Développement  
(ex-ORSTOM)Milieu lagonaire et croissance des huîtres perlières.  
Effet du renouvellement des eaux

Jean PAGÈS \*, Vincent PRASIL §

**Résumé**

Une des limitations techniques au développement de la perliculture tient au choix des sites permettant une bonne croissance des animaux. Nous avons suivi 43 lots de *Pinctada margaritifera* installés en 31 sites dans 14 lagons (atolls ou îles hautes). La croissance de la coquille, en hauteur et en poids brut, a été comparée à deux descripteurs du milieu: chlorophylle (phytoplanctonique) totale (chl) et matière organique dissoute (MOD), dont les concentrations augmentent avec le temps de résidence des eaux. Les taux de croissance en hauteur et en poids varient selon les lagons, sans relation avec la salinité ou la température. Par contre, nous constatons une meilleure croissance dans les eaux bien renouvelées et donc oligotrophes ("pauvres" en chl et MOD). Les données de 1997-1999, déjà exploitées, sont confirmées par les mesures faites en 2000-2001.

Des données d'archive montrent que Takapoto présentait les plus mauvaises croissances en 1981-83 comme en 1997-2001. Ces anciennes données, et des études récentes par d'autres auteurs, s'insèrent bien dans la tendance constatée. Cet apparent paradoxe de fortes croissances en eaux "pauvres" peut être expliqué par la "pyramide trophique inverse", classique en eaux oligotrophes, avec ses conséquences sur la composition taxonomique et chimique des proies planctoniques consommées par les huîtres.

**Abstract**

The expansion of pearl-oyster culture in French Polynesia encounters several technical limitations, among which the choice of a site allowing a good growth. We monitored the growth rate (shell height and gross weight) of *Pinctada margaritifera* installed in 14 lagoons (atolls or high islands). In parallel, we monitored two synthetic descriptors of the environment, total phytoplankton chlorophyll (chl: 0.1-0.6  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and dissolved organic matter (DOM, assessed by spectrophotometry at 254 nm: 0.5-1.0  $\text{m}^{-1}$ ). Both increase between lagoons, with average water residence time ( $T_{\text{Rav}}$ , 15 - 270 days). Growth rates varied between lagoons (15-40 mm per year, 50-180  $\text{g}\cdot\text{yr}^{-1}$ ), without any relationship with salinity or temperature. By contrast, we found highly significant correlations ( $r^2 = 0.35 - 0.60$ ;  $P < 0.01$ ) indicating a better growth in oligotrophic (low chl, low DOM) lagoons with a high water renewal rate, or short  $T_{\text{Rav}}$ . Data gathered between 1997 and 1999 have been confirmed by a further set of observations in 2000-2001.

Previous studies found that Takapoto lagoon supported the worst growth rates in 1981-1983 as in 1997-2001. These old data, and recent studies by other authors, fit well into the trend we have found. This apparent paradox of high growth rates in plankton-poor waters may be explained, at least partly, by reference to the "inverted trophic pyramid", a now classical paradigm for oligotrophic waters, with a higher abundance of heterotrophs (*i.e.* high-quality preys) and more adequate C/N/P ratios.

---

\* Centre IRD de Tahiti. B.P. 529. Papeete (Tahiti, Polynésie française)

§ Service de la Perliculture. BP 9047. Motu Uta (Tahiti, Polynésie française)

## 1. Introduction

La culture de l'huître perlière, *Pinctada margaritifera*, dans les nombreux lagons d'atoll de Polynésie, a été vue comme une des activités les plus prometteuses pour le développement économique du Territoire depuis les années 1960 (Ranson, 1952; Zanini & Salvat, 2000). Afin de favoriser l'expansion de cette activité, des études préliminaires ont estimé les stocks (Intes, 1982) et les taux de croissance (Coeroli & Mizuno, 1985; Cheffort, 1988). En réaction à des mortalités massives en 1985, de nouvelles études furent réalisées ("Programme Général de Recherche sur la Nacre", PGRN1 puis PGRN2 terminé en 1998). L'accent fut mis sur le métabolisme énergétique, dans l'hypothèse *a priori* que la croissance, ou même la survie, était contrôlée par la nourriture disponible (limitation "bottom up"; Pouvreau et al., 1999, 2000 a, 2000 b).

Nous avons adopté une démarche plus globale, sans aucune hypothèse *a priori* sur la nature ou le mécanisme des éventuelles limitations. Nous avons suivi la croissance de lots d'huîtres installés dans différents sites. La seule hypothèse (implicite, et méthodologique) était que nous parviendrions à caractériser le milieu par des descripteurs synthétiques de l'état trophique ("richesse"). Nous avons ainsi pu mettre en évidence, au niveau de la croissance de la coquille, un rôle majeur (et favorable) du taux de renouvellement des eaux.

Nous reprenons ici, à des fins de vulgarisation, des publications antérieures, rédigées en anglais et pour des scientifiques (Andrefouët et al., 2001; Pagès et al., 1997, 2001; Pagès & Andrefouët, 2001; Pagès & Prasil, sous presse; Torréton et al., 1997, 2000), et nous exploitons une série supplémentaire de mesures effectuées en 2000-2001. Nous avons tenté de simplifier la présentation, et le langage. Les aspects "Matériel et méthodes" sont traités dans les publications d'origine, ainsi que la discussion de ces aspects méthodologiques.

## 2. Le milieu lagonaire

### 2.1. Caractères généraux

La région océanique de Polynésie présente des eaux oligotrophes (<sup>1</sup>), c.à.d. "pauvres" en nourriture potentielle (pour les huîtres dans le cas présent). Ce caractère se retrouve partiellement dans les lagons d'atoll, mais avec une modulation par le temps de séjour des eaux. En particulier, la concentration du phytoplancton (estimée par celle de la chlorophylle) augmente dans les lagons, par rapport à l'océan, avec le temps de séjour des eaux (voir § 2.3).

La marée a une amplitude de 0,3 m (en vive eau) dans les Tuamotu du Nord et du Centre, contre 0,8 m dans l'Est de l'archipel. Les houles dominantes sont du secteur Sud, coïncidant avec la distribution des ouvertures du récif sur la plupart des atolls. Les données satellitaires corrigées indiquent une hauteur médiane réelle,  $H_S$ , de 1,1 m ( $\pm 0,5$  m), avec des houles de 2 m observées dans 3,8 % du temps, et des  $H_S > 2$  m dans 1,0 % des cas. La mer du vent, liée aux alizés de secteur Est, représente une énergie plus faible.

L'étude a été réalisée en 31 sites (tableau I et Annexe A) répartis entre plusieurs lagons d'atoll et trois lagons d'île haute (Raiatea, Mangareva et Vairao). Ces lagons sont distribués entre 20°S (Mangareva) et 14°S (Takapoto). Les atolls présentent tous la structure habituelle, avec un lagon central entouré d'une chaîne d'îlots sableux (les *motu*) séparés par des chenaux peu profonds ( $< 1$  m), les *hoa*. Une passe est parfois présente.

### 2.2. Temps de séjour des eaux

Pour un atoll donné, nous pouvons déterminer à partir d'une image satellitaire (SPOT) l'ouverture (la largeur en eau) des *hoa* correspondant soit à une très faible houle (largeur "minimale"  $L'_{min}$ ), soit à une forte houle ( $L'_{max}$ ). Un calcul relativement simple (Pagès & Andrefouët, 2001) permet de calculer le débit "potentiel" d'eau océanique entrant dans le lagon, pour les 2 conditions extrêmes de houle. Connaissant le volume du lagon, nous pouvons calculer (pour l'ensemble du lagon) le temps de séjour "moyen" des eaux,  $T_{RAY}$ , avec les conditions de houle "moyenne" ( $\sim 1$  m) qui sont observées plus de 90 % du temps.

Ces temps de séjour moyens, estimés pour l'ensemble d'un atoll, varient, selon les atolls, entre 15 jours à Makemo et 270 jours à Takapoto (Tableau I). Dans le cas des lagons d'île haute, derrière un récif barrière, l'ouverture des *hoa* ne peut être déterminée. Nous verrons (§ 2.3) que la concentration en matière

<sup>1</sup> "oligotrophe": littéralement "peu de nourriture", c.à.d. contenant de faibles concentrations de substances nutritives et donc de matière vivante

organique dissoute est corrélée avec  $T_{RAV}$ , et permet ainsi une estimation du temps de séjour, soit dans ces lagons d'île haute (1 à 3 jours), soit à l'intérieur d'un atoll.

### 2.3. Les caractéristiques des eaux (Tableau I et Annexe A)

La température des eaux des lagons de l'étude montre une variation saisonnière de l'ordre de 3 à 4°C (entre 26 et 30°C). La variation en latitude se retrouve dans le gradient des températures, qui fut plus prononcé (~4°C) lors de l'épisode El Niño en 1997-98 qu'en situation La Niña (~3°C en 1999).

La salinité est proche de celle de l'océan (36,0 - 36,5 ‰), sauf à Takapoto (38,0 - 38,6 ‰) et au site de Vairao, influencé par les crues occasionnelles.

La concentration en chlorophylle (le principal pigment permettant la photosynthèse) est un estimateur classique de la biomasse des autotrophes (ici, algues unicellulaires), et donc de la "richesse" globale d'un écosystème aquatique. Dans l'ensemble, les concentrations ( $B_{tot}$ ) varient entre 0,2 et 0,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , à comparer avec la concentration de  $\leq 0,1 \mu\text{g.L}^{-1}$  de l'océan. Dans le détail, les concentrations varient en fonction de la station et de la date (tableau II), mais des différences significatives persistent.

La concentration en matière organique dissoute (MOD) naturelle est estimée d'après une méthode relativement simple (Pagès et al., 1997). La teneur en MOD est proportionnelle à l'absorption de la lumière (mesure dans l'ultra-violet, en laboratoire) à 254 nm,  $A_{254}$ . Les valeurs de  $A_{254}$  varient entre 0,5 et 1,0  $\text{m}^{-1}$ , à comparer avec une valeur océanique de  $\sim 0,4 \text{m}^{-1}$ .

Les concentrations en chl et en MOD dans les différents lagons augmentent en parallèle. Elles augmentent aussi toutes deux avec le temps de séjour des eaux,  $T_{RAV}$  (Pagès & Andreffouët, 2001; Andreffouët et al., 2001). Nous disposons ainsi d'une description quantifiée d'un gradient de "richesse" des milieux lagunaires (abondance globale de nourriture potentielle) entre l'océan oligotrophe et des lagons relativement mésotrophes, sinon eutrophes, tels que Takapoto ou que le site I de Tikehau (tableau II).

## 3. Croissance des huîtres

### Rappels

Les huîtres se nourrissent en filtrant l'eau et en retenant les micro-organismes présents. L'huître perlière peut exploiter une gamme de tailles de proies entre 2-3  $\mu\text{m}$  et  $\sim 60 \mu\text{m}$ . Dans la majorité des eaux (oligotrophes) de la région, plus de la moitié de la biomasse est composée de bactéries ou d'algues microscopiques de taille inférieure à 2  $\mu\text{m}$ . Ces micro-organismes, qui échappent à la capture par l'huître, peuvent cependant servir de proies à des ciliés ou des flagellés, d'une taille de 5 à 20  $\mu\text{m}$  (voir § 4.3).

### 3.1. Valeurs observées

#### 3.1.1. Mensurations

Nous avons déterminé, à chaque inspection (~ tous les 3 - 4 mois) la hauteur de la coquille (H, "longueur dorso-ventrale") et le poids brut P (par pesée du chapelet après nettoyage mécanique: total [coquille + animal vivant + eau]).

Les deux paramètres augmentent en parallèle, mais notre série 1997-98 présente des poids plus importants, à H égale, que les deux séries de 1998-99 et de 2000-2001, qui ne se distinguent absolument pas l'une de l'autre, et sont bien prolongées (figure 1) par les données de Mizuno (1983, 1984, 1987, 1989) portant sans doute sur des huîtres plus âgées. Les relations entre P et H sont ainsi:

1997-98	n = 88	$P = 0,475 \cdot (H)^{2,74}$	$r^2 = 0,971$
1998-2001	n = 162	$P = 0,201 \cdot (H)^{2,87}$	$r^2 = 0,943$
1981-83	n = 156	$P = 0,165 \cdot (H)^{2,93}$	$r^2 = 0,924$
1981-83 + 1998-2001	n = 318	$P = 0,244 \cdot (H)^{2,78}$	$r^2 = 0,962$

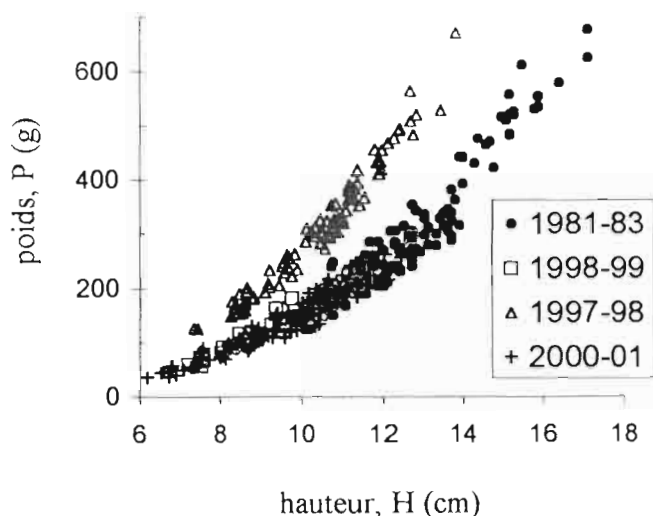


Figure 1. Corrélation entre la hauteur  $H$  de la coquille et le poids brut  $P$ . Les observations de Mizuno (●; voir texte) prolongent bien nos deux séries de 1998-99 (□) et 2000-2001 (+). Nos relevés de 1997-98 (△) indiqueraient des poids bruts plus importants.

### 3.1.2. Croissance

Sur une durée de 1 an environ (avec 3 ou 4 mesures), nous pouvons considérer que  $H$  augmente de façon appréciablement linéaire par rapport au temps écoulé,  $t$  (et non par rapport à l'âge de l'animal). Nous calculons le taux de croissance,  $Y_H$ , comme la pente de la régression  $H$  vs  $t$  (voir Rappel paragraphe 4.1).

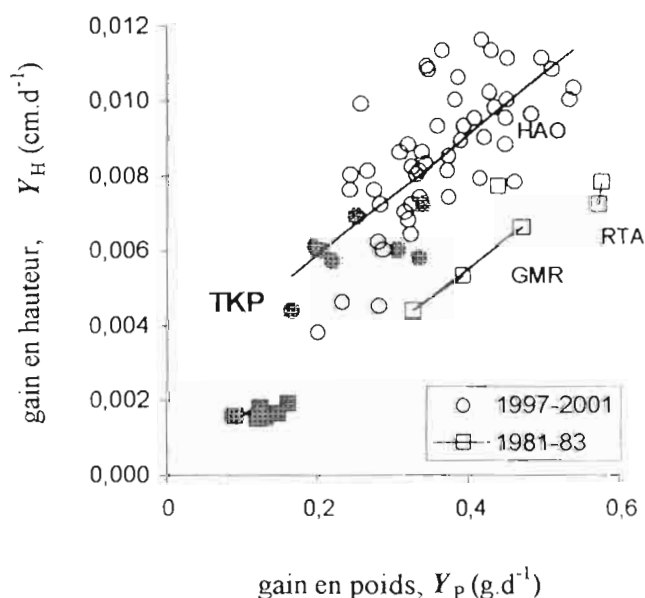


Figure 2. Corrélation entre le taux de croissance en hauteur,  $Y_H$ , et le gain de poids,  $Y_P$ . Les  $Y_H$  calculés à partir des mesures de 1981-83 (carrés □) sont systématiquement plus faibles que ceux déterminés en 1997-2001 (cercles ○; voir texte). Dans tous les cas, cependant, Takapoto (TKP; symboles pleins ■ et ●) montre des taux de croissance plus faibles que, par exemple, Tahaa (RTA), Mangareva (GMR) ou Hao (HAO).

Les valeurs de  $Y_H$  varient entre 1,5 et 3,5 cm par an, avec de nettes différences entre sites (tableau I et Annexe B). Les meilleures croissances sont observées en océan, et dans la plupart des sites autour d'îles hautes. Les chiffres les plus bas proviennent de Takapoto et du site 1 de Tikehau (1,4 - 2,4 cm par an). La croissance en hauteur  $Y_H$  est bien corrélée avec le gain de poids brut  $Y_P$  (figure 2), qui présente une distribution analogue entre les différents lagons.

Les mesures faites par Mizuno (Tableau II et Annexe C) donnent une corrélation analogue de  $Y_P$  avec  $Y_H$ , mais avec des  $Y_H$  systématiquement plus faibles, par rapport aux  $Y_P$  (figure 2). L'explication la plus simple et plausible tient à la façon de mesurer  $H$  (et/ou de déterminer  $P$ ), qui n'est

pas décrite par Mizuno. Une autre cause possible, mais difficile à tester, tient au fait que nos essais portaient sur des huîtres non greffées. La greffe aurait alors un effet sur la taille, mais non sur le poids, ce qui reste à prouver.

Malgré ce biais, nous constatons que les ordres de grandeur sont restés constants. En outre, et surtout, nous retrouvons des taux de croissance systématiquement plus faibles à Takapoto que dans les autres lagons d'atoll (en 1997-99) ou d'île haute (les seuls disponibles pour la période antérieure). Il est certain que la comparaison entre Takapoto (1981-83) et Mangareva + Tahaa (1986-89) est quelque peu risquée. Cependant, les données ont été collectées de façon uniforme, par un même observateur, diminuant ainsi les risques d'artefact méthodologique à l'intérieur de cette série.

Nos trois séries de mesures (1998-99, 1999-2000, 2000-2001) ne montrent pas de différence significative quant aux taux de croissance mesurés sur un site donné, ni pour  $Y_P$  ni pour  $Y_H$ . Par contre, les valeurs des différentes années, toujours pour un site donné, sont mal corrélées ( $r^2$  compris entre 0,30 et 0,68 selon le paramètre considéré).

### 3.2. Corrélations avec les facteurs du milieu

La salinité et la température de l'eau ne présentent aucune corrélation significative avec le taux de croissance (figures 3 et 4). Pour la salinité, une corrélation peu significative ( $P < 0,05$ ) n'existe que par la présence des données de Takapoto.

Cette tendance très hautement significative ( $P < 0,01$ ) est particulièrement nette avec la MOD (figure 5), où elle s'observe autant en considérant les sites isolément qu'en tenant compte des moyennes par lagon. Nous n'observons pas, non plus, de différence entre années. Cette corrélation négative entre  $Y_H$  et  $A_{254}$  est même parfois retrouvée à l'intérieur d'un lagon donné, quand les différences entre sites sont assez marquées

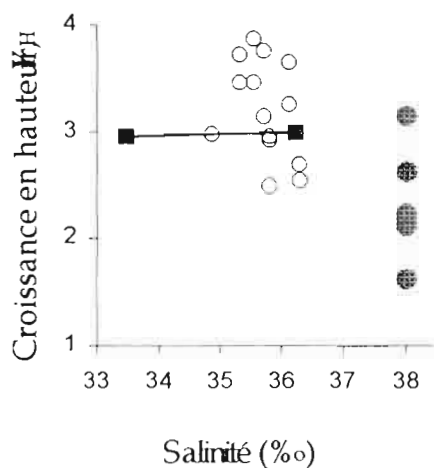


Figure 3. Comparaison entre le taux de croissance,  $Y_H$  (en cm par an) et la salinité des lagons. Les lagons "normaux" (○) sont assez groupés, à l'écart de Takapoto (●). La salinité du site de Vairao (■) varie fortement.

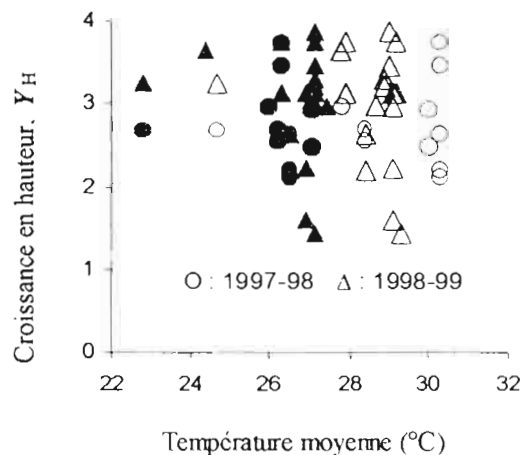


Figure 4. Absence de relation entre la croissance,  $Y_H$  (en cm par an) et les températures de l'eau dans les différents lagons. Les symboles pleins correspondent à la saison froide, les symboles vides à la saison chaude.

En fonction de la température de l'eau, nous n'obtenons aucune corrélation, ou même tendance, ni en considérant la température moyenne sur toute la période, ni en séparant saison chaude et saison froide, ni en considérant l'écart entre ces dernières.

Au contraire, le taux de croissance est bien corrélé avec la chlorophylle ( $B_{tot}$ ) et avec la MOD ( $A_{254}$ ). Mais ces corrélations sont **négatives** (Annexe E), la croissance étant plus mauvaise dans les eaux "riches". Cette diminution de croissance est particulièrement nette en comparant  $Y_H$  et  $A_{254}$  (figure 5). Malgré la forte variabilité des  $Y_H$  d'une année sur l'autre, l'ensemble des données présente une corrélation très hautement significative ( $r^2 = 0,43$  pour  $n = 74$ ).

La comparaison avec les études réalisées par l'IFREMER (Pouvreau et al., 2000 b; Pouvreau & Prasil, 2001) demande une conversion, puisque l'analyse de la croissance a été faite par ces auteurs selon le modèle de von Bertalanffy (voir "Rappel" § 4.1). En admettant un âge moyen de 2 ans (1,5 à 2,5 ans) pour les huîtres, les résultats des deux études s'insèrent bien dans notre ensemble (figure 5) et, surtout, présentent la même corrélation négative entre  $Y_H$  et  $A_{254}$  ( $r^2 = 0,79$  pour  $n = 9$ ).

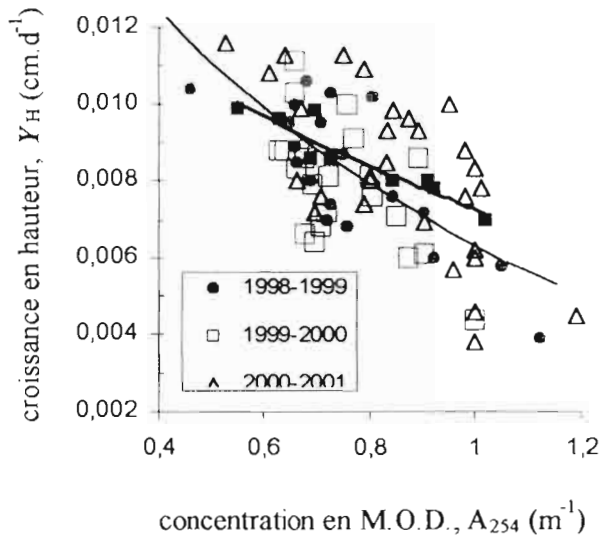


Figure 5. Diminution du taux de croissance.  $Y_H$  (en cm par an) dans les eaux "riches", à forte concentration de matière organique dissoute (moyenne par site). Les données de Pouvreau & Prasil (2001; ■), converties, présentent la même tendance

La concentration en chlorophylle, par ailleurs couvrant une gamme plus restreinte, donne également une corrélation négative avec  $Y_H$  et  $Y_P$  (Annexe E).

Le taux de renouvellement de l'eau est une notion peut-être plus concrète que  $B_{tot}$  ou  $A_{254}$ . De façon prévisible d'après ce qui précède, nous trouvons une meilleure croissance en hauteur dans les lagons à fort taux de renouvellement (figure 6). Les plus fortes croissances ont été mesurées à Makemo et au site océanique. A l'inverse, Takapoto et le site 1 de Tikehau présentent les plus mauvaises croissances.

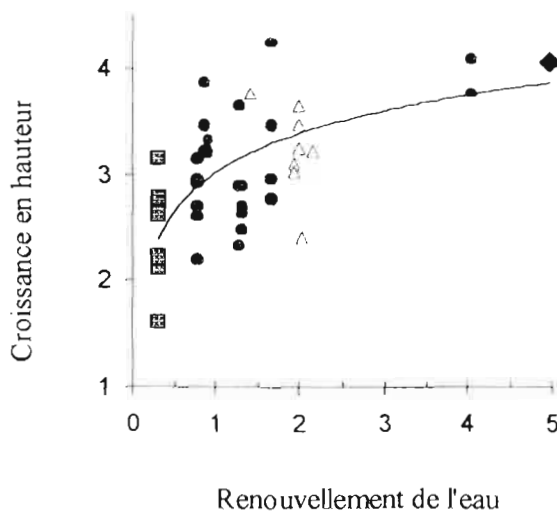


Figure 6. Augmentation de la croissance en hauteur (en cm par an) avec le taux de renouvellement des eaux (en % par jour), dans les lagons d'atoll (●), un site océanique (◆) et les lagons d'île haute (△), d'après les mesures de 1997-99. Les croissances observées à Takapoto (⊞), atoll à faible renouvellement moyen, sont parmi les plus mauvaises.

Dans la mesure où les données de 1981-83 semblent biaisées quant à  $Y_H$ , nous ne considérerons que le gain de poids pour cette ancienne série. Comme précédemment, la croissance est meilleure dans les eaux bien renouvelées (figure 7). Le maximum est à nouveau trouvé à Makemo et dans l'océan, pour nos séries 1997-99. Parmi les données d'archive, Tahaa présente la meilleure croissance. A l'inverse, Takapoto (en 1981-83 comme en 1997-99) présente les plus mauvais taux de croissance.

Nous avons fait figurer les données d'archive de Mizuno dans les deux derniers graphiques seulement, et non dans les précédentes corrélations portant sur chl ou MOD. En effet, nous pouvons admettre que le fonctionnement hydraulique des lagons n'a pas varié de façon significative (nous avons montré ailleurs que c'est aussi le cas pour Takapoto). Pour chl ou MOD, nous avons constaté une constance raisonnable sur quelques années dans plusieurs lagons ; Delesalle et al (2001) ont montré que les concentrations de chl à Takapoto sont restées constantes entre 1975-78 et 1994-2000. Mais nous ne disposons pas de tels renseignements pour Tahaa ou Mangareva. La prudence a donc prévalu.

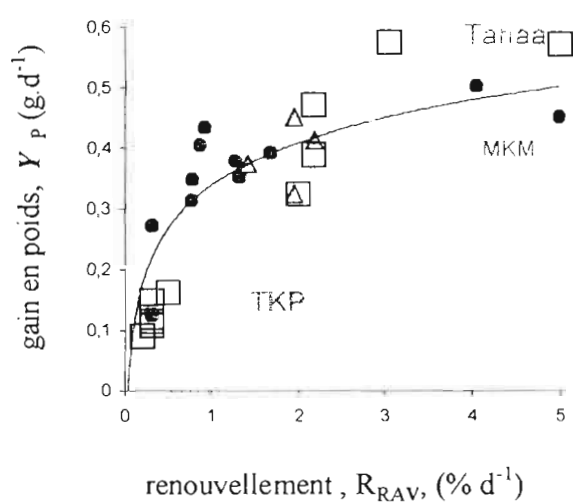


Figure 7. Augmentation de la croissance en poids (g par jour) avec le taux de renouvellement des eaux (en % par jour). Les données de 1997-99 (● et ◻) comme celles de 1981-83 (◻) montrent que les meilleures croissances sont trouvées dans des eaux bien renouvelées (Makemo ou Tahaa par exemple). La croissance à Takapoto (TKP) est la plus mauvaise, en 1981-83 comme en 1997-99.

## 4. Discussion

### 4.1. Comparaison des taux de croissance

#### Rappels

Nous avons admis que l'augmentation de la taille de la coquille pouvait être décrite comme linéaire dans le temps. Cette approximation était tolérable au vu de la durée des observations. En toute rigueur, cependant, il faut considérer (pour de plus longues observations) que la croissance se ralentit au cours du temps. La plupart des études a ainsi utilisé l'équation de von Bertalanffy, qui décrit l'évolution de la hauteur  $H_t$  au temps  $t$  en fonction de la hauteur maximale possible,  $H_\infty$ :  $H_t = H_\infty \cdot [1 - \exp(-k_H \cdot t)]$ .

Plusieurs études sur la croissance des huîtres perlières ont été réalisées vers 1980-1985, dont une bonne part sur Takapoto. L'examen des valeurs de  $k_H$  (Annexe D) montre, à part une assez forte dispersion, que la croissance des huîtres (sauvages ou en élevage) n'était pas clairement meilleure vers 1980-85 que vers 1994-2000. Ainsi, en reprenant les chiffres approximatifs donnés par Grand et al (1984), nous arrivons à des taux de croissance d'huîtres en élevage s'étalant, selon la valeur  $H_\infty$  choisie, entre 0,3 et 0,6 par an (valeur la plus probable  $\sim 0,4 \text{ an}^{-1}$ ). Cheffort (1988) trouve à la même époque, sur 498 huîtres sauvages, un  $k_H$  moyen de  $\sim 0,3 \text{ an}^{-1}$ . Les résultats publiés par Coeroli & Mizuno (1985) ne fournissent malheureusement aucune valeur de  $k_H$ , mais nous pouvons exploiter les chiffres bruts de Mizuno, qui donnent un  $k_H$  de 0,09 (0,02 - 0,14)  $\text{an}^{-1}$  à Takapoto, contre 0,27 (0,20-0,35)  $\text{an}^{-1}$  pour Mangareva et 0,40 (0,10-0,60)  $\text{an}^{-1}$  pour Tahaa.

Il semble ainsi que la croissance des huîtres perlières dans le lagon de Takapoto ne soit pas clairement plus mauvaise vers 1996-2000 qu'auparavant. Nous avons souligné ailleurs (Pagès et al., 2001) que ni les caractéristiques des eaux, ni le fonctionnement hydraulique du lagon de Takapoto ne présentaient des signes clairs de dégradation entre 1980 (environ) et 2000.

#### 4.2. Croissance des perles

Dans la mesure où le but final de la culture de *Pinctada margaritifera* est la production de perles, il serait utile de disposer de données sur ce produit plus que sur la coquille. Une série de mesures effectuées sur quelques centaines d'huîtres greffées n'a pas montré de corrélation nette entre la croissance de la perle (épaisseur de nacre déposée, etc) et celle de la coquille. Bien que les corrélations obtenues soient statistiquement significatives, les coefficients de détermination sont trop faibles ( $r^2 \sim 0,10$ ) pour que la récolte de perles soit prédictible d'après la croissance, ou la dimension, des coquilles.

Les archives de Mizuno devraient pouvoir apporter une réponse. Un élément frustrant est le changement de format des rapports d'expertise entre 1983 et 1986. Nous avons ainsi deux séries, non comparables entre elles (Annexe G). Le premier format comptabilise les perles selon 3 critères (forme, couleur et lustre) pris séparément, fournissant un indice "additif" de qualité globale. Nous aurions ainsi un estimateur moyen de la récolte, soit "par perle" (qualité intrinsèque), soit "par huître" (récoltée) qui tient compte aussi du rendement.

Comparaison des résultats selon l'indice "additif" de qualité et de rendement en perles						
		huîtres		perles	indice	indice
		greffées	récoltées		par perle	par huître
Takapoto	1981-83	10341	7887	1790	1.52	0.33
	1981-83	13838	10743	6260	0.51	0.31
Mangareva	1987-89	?	1966	2572	0.63	0.78

Les chiffres obtenus présentent une très forte variabilité, et une conclusion est difficile.

#### 4.3. Morbidité et mortalité des huîtres

Les archives de Mizuno fournissent une estimation des mortalités, qui varient très fortement selon l'île et la date. La moyenne sur toutes les données disponibles (80 000 huîtres au départ) est de 43 %. Mais des facteurs humains semblent aussi entrer en jeu ; ainsi, à Mangareva, en 1985-87, une ferme privée montre une mortalité plus forte qu'à l'EVAAM, et détient le record absolu (83 % de mortalité en 1987-88).

Ces chiffres portent sur des huîtres greffées. Nous ne pouvons donc pas les comparer aux mortalités relevées sur nos lots, non greffés, ou à la mortalité observée sur la population sauvage de Takapoto (Cheffort, 1985). En outre, la mortalité semble concentrée après la greffe ; le calcul d'un taux de mortalité annuel n'est donc guère justifié dans la théorie.

Quoi qu'il en soit, nous avons observé en 1998-99 (29 sites) une mortalité moyenne de 22 % ( $\pm 19$  %) sur une année. Dans le détail, de fortes variations apparaissent, tant entre sites (et lagons) que dans le temps. Ainsi, Ahe2 et Apataki2 présentaient une mortalité de  $\sim 50$  % après les premiers 4 mois, tandis qu'à Vairao des mortalités (38%) n'apparaissent que lors de la 3<sup>e</sup> période.

Nos données sont trop disparates, et trop incomplètes, pour envisager de les comparer aux conditions de milieu. En outre, comme relevé plus haut, les facteurs humains ont un impact excessif.

#### 4.4. Facteurs physiques du milieu

##### Salinité

Nous soulignerons que la salinité (ou plutôt l'écart,  $>0$  ou  $<0$ ) est une conséquence du renouvellement des eaux, et non une variable forçante, et encore moins explicative (puisque  $P$ .



*margaritifera* n'a pratiquement pas de régulation osmotique). Ceci étant rappelé, nous pouvons relever l'absence complète de tendance concernant la salinité (figure 3). Il semble ainsi peu utile, sinon contre-productif, d'envisager des suivis de salinité dans une optique "aide à la perliculture". Par contre, dans le cas précis de Takapoto, les anciens relevés de salinité ont une valeur inestimable comme témoins d'un fonctionnement hydraulique particulier.

#### Température

Diverses études ont montré que la croissance des huîtres est fortement ralentie au-delà de 30°C. Dans le cas de l'épizootie virale qui frappe l'huître akoya, la mortalité s'accroît brutalement en fonction de la température. Dans le cas présent, cependant, nous n'avons trouvé aucune relation entre le taux de croissance et diverses estimations de la température de l'eau. Cette absence de relation est également claire dans les résultats présentés par Pouvreau & Prasil (2001).

Des enregistrements de température n'ont ainsi que très peu d'intérêt pour la compréhension d'un système biologique complexe. Par contre, une description raisonnée de la structure thermique verticale, ou même seulement un suivi de sub-surface, permettent de repérer des phénomènes de stratification liés à une période de calme plat. Les crises dystrophiques étant souvent liées à de tels calmes, un suivi permettrait d'identifier (de façon positive) un lien de causalité.

#### Turbulence

Plusieurs études, portant sur différents organismes vivants, à divers niveaux trophiques, ont montré un effet favorable de la turbulence, ou de la vitesse du courant. L'échelle spatiale est de l'ordre de  $10^0$  à  $10^{-3}$  m. Un effet de la turbulence pourrait ainsi exister en ce qui concerne les huîtres perlières. Cependant, les données sur *Pinctada margaritifera* semblent fort rares. De plus, nous n'avons aucune donnée chiffrée sur les conditions hydrodynamiques (au sens strict) aux différents sites de la présente étude. Les quelques mesures ponctuelles réalisées (y compris à Takapoto) ne permettent aucune généralisation, ou conclusion. Dans la mesure où le vent détermine la turbulence, et en l'absence de données précises et détaillées, une approche possible serait d'estimer le fetch<sup>(2)</sup> des vents dominants aux différents sites.

#### 4.5. Mécanismes d'action du taux de renouvellement

Une meilleure croissance dans des eaux bien renouvelées, et donc "pauvres" en termes de biomasse totale (estimée par la concentration en chlorophylle) semble paradoxale. Un modèle de croissance (Pouvreau et al., 2000, 2001) aboutit implicitement à la conclusion inverse, d'une corrélation positive entre la croissance et la concentration en matière organique particulaire (MOP). Mais cette corrélation implicite est obtenue sur les seules observations à Takapoto. Par contre, une étude parallèle sur une série de lagons couvrant une gamme plus large de "richesse" en biomasse (Pouvreau & Prasil, 2001) s'insère bien dans la tendance que nous avons observé (voir figure 5). En outre, dans Takapoto même, les observations de 1981-83 (Mizuno, 1983) montraient aussi une tendance à une meilleure croissance dans une zone sous l'influence du seul *hoa* permanent (Te Ava Tika, et non Orapa).

Une première explication possible tient au fait qu'un renouvellement rapide des eaux, en conditions de houle moyenne, est le plus souvent synonyme d'un renouvellement encore assez actif en période de houle très faible. La probabilité d'une stagnation des eaux, et d'un début de crise dystrophique, est ainsi moindre. Cette hypothèse, due à Delesalle (comm. pers. 2001), n'a pu être vérifiée de façon formelle. En effet, malgré l'existence d'un "Réseau de Suivi de Lagons Perlicoles", il a été jusqu'ici à peu près impossible de collecter en temps réel des informations quantifiées (ou même semi-quantitatives) sur les épisodes d'eaux colorées, dont l'existence est cependant une certitude.

<sup>2</sup> "fetch" du vent: distance d'eau libre sur laquelle le vent peut souffler sans obstacle et soulever les vagues de la "mer du vent".

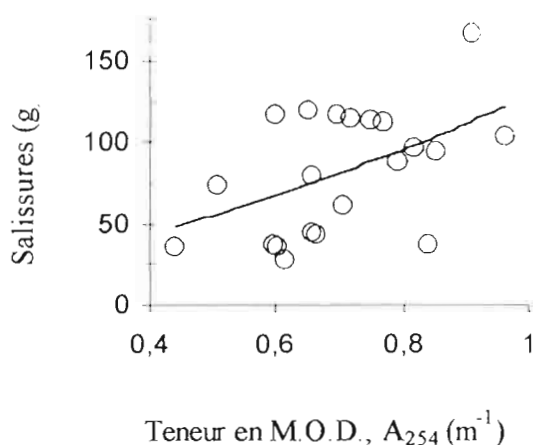


Figure 8. Accroissement des bio-salissures (poids sec fixé en 3 mois, par chapelet) dans les eaux "riches" à forte concentration en matière organique dissoute.

Une autre possibilité réside dans le moindre développement des biosalissures ("fouling") en eaux "pauvres". C'est du moins ce qui ressort des quelques chiffres disponibles (Figure 8), et pourrait tenir soit d'un effet direct (moins de concurrence, ou de parasitisme), soit d'un effet indirect, en diminuant la fréquence ou la vigueur des nettoyages.

Un troisième mécanisme possible tient à la nature (taxonomique) des micro-organismes présents dans les eaux "pauvres". En effet, les systèmes "riches" contiennent une biomasse (globale) assez élevée, et dominée par les algues, autotrophes<sup>3</sup>). Dans les eaux "oligotrophes"<sup>4</sup>), la biomasse (globalement plus faible) est dominée au contraire par des "hétérotrophes"<sup>5</sup>) (bactéries, ou flagellés prédateurs des algues), qui ont fréquemment une composition chimique différente de celle de leur proies (azote et phosphore plus abondants, et molécules plus élaborées). Ces hétérotrophes peuvent par ailleurs rendre disponibles, indirectement, les nombreuses micro-algues plus fréquentes en eaux oligotrophes. Les flagellés semblent ainsi devoir jouer un rôle non négligeable dans la nutrition des huîtres (Loret et al., 2000), et peuvent constituer une des explications des meilleures croissances observées en eaux oligotrophes.

Parallèlement, la composition taxonomique se répercute sur la composition chimique. Sans faire appel à des molécules "exotiques", nous pouvons relever que la composition élémentaire varie dans un sens favorable en eaux oligotrophes. En effet, les rapports C/N et C/P diminuent en eaux oligotrophes (Dufour et al., 1997). En reprenant les résultats de Taguchi & Laws (2001), nous confirmons que le rapport C/N diminue pour les pourcentages élevés de cellules < 2 µm, donc en eaux oligotrophes. Il n'existe certes (à notre connaissance) aucune étude quant à l'effet du rapport C/N/P des proies sur les huîtres perlières adultes. Il reste cependant plausible qu'une plus forte teneur en N et P soit favorable, et compense amplement la diminution de biomasse globale.

## 5. Conclusions

Nous n'avons fait aucune hypothèse de départ sur la nature d'une éventuelle limitation de la croissance des huîtres. L'emploi de descripteurs synthétiques, liés au fonctionnement général des écosystèmes, nous a évité une démarche analytique, plus satisfaisante pour l'esprit mais nettement plus risquée quant aux chances de réussite.

La corrélation négative observée entre croissance des huîtres et "richesse" du milieu peut sembler paradoxale mais nous a été confirmée par plusieurs perliculteurs disposant d'une solide expérience. En outre, leurs observations portent aussi sur la récolte de perles (qui nous manquait). Nous avons proposé quelques explications possibles à ce paradoxe d'une bonne croissance en milieu

<sup>3</sup> "autotrophe": littéralement: "qui se nourrit lui-même", à partir de l'énergie solaire et de sels nutritifs non vivants.

<sup>4</sup> "oligotrophie": littéralement: "nourriture rare", à faibles concentrations en sels nutritifs et en biomasse

<sup>5</sup> "hétérotrophe": littéralement: "se nourrit d'autres", donc par prédation sur les autotrophes ou leurs produits

apparemment "pauvre", et nous privilégions l'aspect "nature taxonomique". Une confirmation expérimentale plus poussée ne semble pas plausible, au vu des dimensions (spatio-temporelles) qui seraient nécessaires pour un élevage d'huîtres adultes en conditions contrôlées.

Par ailleurs, nous avons constaté que les taux de croissance mesurés en 1981-83 à Takapoto sont fort comparables à ceux observés dans ce même lagon entre 1997 et 2001. Nous pouvons en déduire que les conditions d'élevage, et de milieu, étaient très comparables alors aux conditions présentes. Ceci ressortait également de la comparaison portant sur les propriétés physico-chimiques des eaux, et sur le fonctionnement hydraulique, du lagon de Takapoto (Pagès et al., 2001).

## Références bibliographiques

- Andréfouët S, Pagès J, Tartinville B, 2001 - Ware renewal time for classification of atoll lagoons in the Tuamotu Archipelago (French Polynesia). *Coral Reefs*, 20:396-408.
- Buestel D, Pouvreau S, 2000 - La matière particulaire des eaux du lagon de Takapoto: nourriture potentielle pour les élevages d'huîtres perlières. *Oceanol. Acta*, 23/2: 193-210
- Cheffort N. 1988 - Les caractéristiques biologiques du stock naturel d'huîtres perlières (*Pinctada margaritifera*, L. 1758) dans l'atoll de Takapoto (Tuamotu, Polynésie française). *Mém D.A.A. E.N.S.A.R. O.R.S.T.O.M.*: 66 p.
- Coeroli M, Mizuno K, 1985 - Study of different factors having an influence upon the pearl production of the black lip pearl oyster. *Proc 5th Int Coral Reef Symp (Tahiti)*, vol. 5: 551-556
- Delesalle B, Sakka A, Legendre L, Pagès J, Charpy L, Loret P, 2001 - The phytoplankton of Takapoto Atoll (Tuamotu Archipelago, French Polynesia): time and space variability of biomass, primary production and composition over 24 years. *Aquat Living Resour* 14:175-182
- Grand S, Coeroli M, Siu P, Landret J-P, Yen S, 1984 - Exploitation du milieu lagunaire. in: *Les écosystèmes lagunaires de Polynésie Française. Etat des connaissances. Vol. I: Contributions. Centre ORSTOM Tahiti*: 181-209
- Intes A, 1982 - La nacre en Polynésie française (*Pinctada margaritifera* Linné, Mollusca, Bivalvia). Evolution des stocks naturel et de leur exploitation. *Notes Doc. (Oceanogr.) Centr ORSTOM Tahiti*, 16: 48 p.
- Intes A, Coeroli M, 1985 - Evolution et état des stocks naturels d'huîtres nacrées et perlières (*Pinctada margaritifera* Linné) en Polynésie Française. *Proc 5th Int Coral Reef Symp (Tahiti)*, vol. 5: 545-550
- Intes A, Charpy-Roubaud C, Charpy L, Lemasson L, Morize E, 1990 - Les lagons d'atolls en Polynésie Française: Bilan des travaux du programme "ATOLL" (1981-1987). *Notes Doc. Centre ORSTOM Tahiti*, n° 43: 136 p.
- Loret P, Le Gall S, Dupuy C, Blanchot J, Pastoureau A, Delesalle B, Caisey X, Jonquières G (2000) Heterotrophic protists as a trophic link between picocyanobacteria and the pearl oyster *Pinctada margaritifera* in the Takapoto lagoon (Tuamotu Archipelago, French Polynesia). *Aquat Microb Ecol* 22: 215-226
- Mizuno K, 1983 - Rapport d'étude sur la perliculture, n° 3. *EVAAM (109 / ORERO, 22 Avr. 1983)*: 18 p.
- Mizuno K, 1984 - Etude de la greffe de l'huître perlière à lèvres noires (*Pinctada margaritifera*). *EVAAM/Aquacult. n° 9 (rapp. n° 1/EVAAM/1983)* : 34 p.
- Mizuno K, 1987 - Etude comparative de la croissance perlière de différentes zones du lagon de Mangareva. *EVAAM, Docum. n° 844*: 19 p.
- Mizuno K, 1989 - Rapport technique n° 8. Greffe perlière 1988. *EVAAM (20.02.89)*: 35 p.
- Pagès J, Andréfouët S, 2001 - A reconnaissance approach for hydrology of atoll lagoons. *Coral Reefs*, 20 : 409-414
- Pagès J, Prasil V (sous presse) - Effect of water confinement upon pearl-oyster growth rate: Food quality vs quantity. *Proc 9th Int Coral Reef Symp (Bali)*, Moosa K (ed)
- Pagès J, Torréton JP, Sempéré R, 1997 - Dissolved organic carbon in coral-reef lagoons. by high temperature catalytic oxidation and UV spectrometry. *CR Acad Sci, Paris, Ser Ila* 324: 915-922
- Pagès J, Andréfouët S, Delesalle B, Prasil V, 2001 - Hydrology and trophic state in Takapoto Atoll lagoon: comparison with other Tuamotu lagoons. *Aquat Living Resour* 14/3: 183-193
- Pouvreau S, Prasil V, 2001- Growth of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, at nine culture sites of French Polynesia: synthesis of several sampling designs conducted between 1994 and 1999. *Aquat Living Resour* 14: 155-163
- Pouvreau S, Jonquières G, Buestel D, 1999 - Filtration by the pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, under conditions of low seston load and small particle size in a tropical lagoon habitat. *Aquaculture*, 176: 295-314
- Pouvreau S, Bodoy A, Buestel D, 2000 a - In situ suspension feeding behaviour of the pearl oyster, *Pinctada margaritifera* : combined effects of body size and weather-related seston composition. *Aquaculture*, 181: 91-113
- Pouvreau S, Tiapari J, Gangnery A, Lagarde F, Garnier M, Teissier H, Haumani G, Buestel D, Bodoy A, 2000 b - Growth of the black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, in suspended culture under hydrobiological conditions of Takapoto lagoon (French Polynesia). *Aquaculture*, 184: 133-154
- Pouvreau S, Bacher C, Héral M, 2000 c - Ecophysiological model of growth and reproduction of the black

- pearl oyster, *Pinctada margaritifera*: potential applications for pearl farming in French Polynesia. *Aquaculture*, 186: 117-144
- Ranson G, 1952 - Préliminaires à un rapport sur l'huître perlière dans les établissements français d'Océanie. *Ets franç Océanie, Papeete*: 76 p.
  - Taguchi S, Laws EA. 2001 - Dark protein synthesis: physiological response to nutrient limitation of a natural phytoplankton population. *Pacific Sci.*, 55/1: 1-15.
  - Zanini JM, Salvat B, 2000 - Assessment of deep water stocks of pearl oysters at Takapoto Atoll (Tuamotu Archipelago, French Polynesia). *Coral Reefs* 19: 83-87

Tableau I. Sommaire des caractéristiques des différents lagons

Valeurs moyennes ("moy"; écart-type et nombre de données) sur la période 1997 - 2001.

A<sub>254</sub>: estimateur de la matière organique dissoute (m<sup>-1</sup>)B<sub>tot</sub>: concentration en chlorophylle (µg.L<sup>-1</sup>)T<sub>Rav</sub>: temps de séjour moyen des eaux (jours)Y<sub>H</sub>: taux de croissance en hauteur de la coquille (cm par an)Y<sub>P</sub>: taux de gain de poids (brut) de la coquille (g par an)

lagon	A <sub>254</sub>			B <sub>tot</sub>			T <sub>Rav</sub>	Y <sub>H</sub> annuel			Y <sub>P</sub> annuel		
	moy.	é.t.	n	moy.	é.t.	n		moy.	é.t.	n	moy.	é.t.	n
Ahe	0,86	0,27	68	0,21	0,07	40	34	3,50	0,22	6	153,5	13,2	6
Apataki	0,71	0,14	48	0,20	0,03	24	46	3,65	0,45	4	149,7	16,9	4
Arutua	0,81	0,21	54	0,16	0,08	36	60	3,21	0,57	6	140,4	17,5	6
Fakarava	0,66	0,19	47	0,17	0,08	29	75	2,73	0,18	7	120,4	18,3	7
<i>Gambier</i>	0,79	0,23	56	0,27	0,11	25	40	3,22	0,28	7	148,9	25,6	7
Hao	0,73	0,23	63	0,17	0,04	35	90	3,44	0,69	6	134,9	22,4	6
Makemo	0,68	0,12	73	0,22	0,06	45	15	3,92	0,29	4	153,2	42,5	4
Manihi	0,83	0,19	61	0,35	0,11	41	130	2,90	0,17	5	123,8	29,7	5
<i>Raiatea</i>	0,72	0,21	50	0,36	0,31	44	37	3,23	0,67	4	128,8	39,5	5
Rangiroa	0,62	0,10	29	0,35	0,03	10	155	1,78	0,45	3	86,4	14,5	3
Takapoto	1,04	0,32	62	0,37	0,15	51	268	2,45	0,50	10	97,4	21,9	10
Takaroa	0,95	0,16	77	0,53	0,38	52	76	2,89	0,45	6	125,5	22,0	6
Tikehau	0,94	0,46	76	0,24	0,09	42	60	1,53	0,15	2	76,3	36,2	2
<i>Vairao</i>	0,70	0,13	15	0,57	0,18	14	114	3,02	0,09	3	103,8	21,0	2
océan	0,39	0,05	28	0,10	0,02	12	< 1	4,10	-	1	165,0	-	1

Pour les lagons d'île haute (italiques), le temps de séjour est estimé d'après la corrélation entre T<sub>Rav</sub> et A<sub>254</sub> (Pagès et al., 2001). Les valeurs de A<sub>254</sub> et B<sub>tot</sub> pour l'océan sont tirées des résultats TypAtoll.

Tableau II. Taux de croissance d'après les observations de Mizuno, avec cinétique linéaire

voir détails des observations (dates, nombres, etc) en Annexe C

	croissance en hauteur, $Y_H$		croissance en poids, $Y_P$	
	cm par jour		g par jour	
	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
Takapoto	0.0015	0.0014 - 0.0027	0,13	0.11 - 0.20
	0.0018	0.0010 - 0.0026	0,12	0.10 - 0.19
Tahaa a	0.0078	0.0036 - 0.0084	0,57	0.27 - 0.70
b	0.0072	0.0050 - 0.0060	0,57	0.30 - 0.60
Mangareva	0.0053	0.0044 - 0.0066	0,39	0.32 - 0.47
Hao	0.0077	0.0047 - 0.0111	0,44	0.22 - 0.59

a: sur 440 jours; b: sur 682 jours

Tableau III. Evolution des effectifs et mortalité. Archives Mizuno.

île	dates	nb départ	nb fin	mort. %
TKP	82-84	7039	4072	42
	81-83	13838	10743	22
RAR	84-86	2750	2554	7
TUM	84-86	2250	2121	6
TKP	85-87	7100	3236	54
HIK	85-88	1210	638	47
	85-89	500	272	46
	85-90	2000	983	51
GMR	85-87	1940	1369	29
	"	1300	589	55
TKP	86-87	5300	1663	69
	"	2600	664	74
GMR	86-88	4440	2396	46
RAR	86-87	2000	1795	10
RTA	86-88	240	167	30
	87-88	3002	1299	57
GMR	87-88	3380	575	83
HIK	87-88	7040	2566	64
HAO	88-90	5775	3754	35
GMR	86-88	5141	3179	38
RTA	87-88	691	314	55

TUM : Takume

## Annexe A. Caractéristiques de l'environnement aux différents sites

superficie du lagon ("superf.", en km<sup>2</sup>), températures moyennes de saison chaude et saison froide (°C), et salinité (p.s.u.) sont données pour l'ensemble du lagon, et non par site.

île	site	A254			Btot			latitude	longitude	superf.	temp.		salin.
		moy	e.t.	n	moy	e.t.	n				chaud	froid	
AHE	1	0,87	0,17	8	0,18	0,05	8	14°31,08	146°17,52	145	29	27,1	35,5
	2	0,84	0,11	5	0,24	0,02	6	14°29,49	146°14,97				
	3	0,83	0,56	3	0,24	0,11	6	14°28,33	146°21,33				
APK	1	0,64	0,10	13	0,24	0,12	10	15°33,62	146°22,54	683	28,9	27,1	
	2	0,61	0,09	8	0,24	0,06	5	15°20,24 a	146°15,24				
	5	0,64	0,05	4	0,26	0,10	2	15°33,13	146°15,05				
	5 bis							15°32,57	146°15,63				
AXR	1	0,85	0,15	11	0,23	0,10	10	15°15,93	146°42,24	516	30,3	26,3	35,3
	2	0,79	0,08	9	0,18	0,15	5	15°24,55	146°43,11				
	3	1,01	0,51	3	0,54	0,31	2	15°13,68	146°45,05 b				
	4	1,18	0,31	4	0,32	0,05	2	15°20,32	146°37,18				
FAV	1	0,60	0,18	6	0,18	0,06	5	16°05,04	145°37,88	1112	28,4	26,2	36,3
	2	0,70	0,13	8	0,32	0,19	5	16°05,58	145°37,45 c				
	3	0,91	0,19	8	0,10	0,04	4	16°03,74 d	145°38,75 e				
	4	0,71	0,13	6	0,29	0,15	4	16°04,64	145°37,45				
	5	1,00	0,17	3	0,73	0,47	2	16°07,74	145°36,45				
GMR	3	0,75	0,36	4	0,27	0,02	2	23°06,11	134°59,80		27,7	24,4	36,1
	3 new	0,82	0,23	4	0,56		1	23°06,57	134°59,55				
	4	0,96	0,18	6	0,44	0,03	2	23°05,89	134°56,21				
HAO	1	1,09	0,23	3			0	18°11,50 f	140°51,42	597	28,9	26,0	36,2
	2	0,95	0,21	8	0,20	0,08	3	18°18,30	140°49,80				
	3	0,75	0,10	7	0,25	0,15	3	18°24,30	140°41,75 g				
	4	0,79	0,15	10	0,15	0,14	3	18°14,40	140°56,71				
MKM	1	0,67	0,08	7	0,14	0,05	4	16°37,82 h	143°30,00 i	603	28,8	26,5	36,0
	2	0,53	0,23	6	0,20	0,02	4	16°37,77 j	143°29,84 k				
XMH	1	1,23	0,26	8	0,31	0,10	7	14°24,27	145°53,14	165	29,1	27,4	35,8
	2	0,98	0,16	10	0,41	0,10	6	14°24,25	145°59,99				
	3	0,79	0,22	6	0,29	0,10	6	14°25,11	145°57,09				
	4	0,69	0,02	2			1	14°24,50	145°58,93				
RTA	1	0,68	0,07	4	0,36	0,01	3	16°49,06	151°22,68		29,2	27,1	35,7
	2	0,74	0,13	4	0,21	0,13	2	16°39,46	151°31,80 m				
	3	0,79	0,29	3	0,95	0,08	2	16°39,29	151°32,67				
	4	0,80	0,19	6	0,76	0,44	3	16°50,18	151°21,96				
	5	0,92	0,25	4	0,34	0,13	3	16°36,43	151°25,81				
RGI	1									1592			
	2												
	3												
TKP	1	1,00	0,40	11	0,47	0,13	9			81	29,1	26,9	38,5
	2	0,96	0,10	10	0,34	0,20	7						
	3	0,90	0,09	5	0,32	0,12	4						
TKX	1	0,98	0,22	9	0,35	0,21	8	14°28,22	144°57,09	89	28,4	26,5	35,9
	2	0,89	0,10	10	0,34	0,20	7	14°26,87	144°59,05				
	3	0,96	0,14	8	0,37	0,26	6	14°25,51	144°58,51				
	4	0,89	0,11	8	0,44	0,33	6	14°30,56	145°01,30				
	5	1,18	0,22	2	0,55	0,00	2	14°25,32	144°56,44				
TIH	1	1,12	0,26	11	0,69		1	15°00,49 n	148°03,58 p	394	29,2	27,1	
	2	1,17	0,08	2	0,43	0,15	2	15°04,70	148°13,09				
océan		0,45			< 0,1						29,0	27,0	36,0

les coordonnées des sites ont parfois légèrement varié:

a : 20,54  
b : 45,20  
c : 36,45

d : 4,63  
e : 37,45  
f : 10,99

g : 43,40  
h : 39,64  
i : 35,01

j : 37,91  
k : 26,41  
m : 32,67

n : 6,67  
p : 13,03

## Annexe B. Détail des données de croissance (1997-2001).

île	site	dates	hauteur			poids		
			98-99	99-00	00 - 01	98-99	99-00	00 - 01
AHE	1 / i	12/98-01/00	3,87			139,8		
	1 / iii	09/00-08/01			3,50			176,4
	2 / i	12/98-01/00	3,47			154,0		
	2 / iii	09/00-08/01			3,58			158,4
	3 / i	04/99-09/00		3,21		149,7		
	3 / iii	09/00-08/01			3,39			142,7
APK	1 / i	12/98-12/99		3,21		163,5		
	1 / iii	12/99-04/01			4,12			157,0
	2 / i	12/98-12/99		3,32		153,3		
	2 / iii	12/99-04/01			3,94			125,1
AXR	1 / i	12/97-12/98	3,47			163,9		
	1 / ii	04/99-08/00		2,96			138,7	
	1 / iii	08/00-07/01			3,10			134,9
	2 / i	12/97-12/98	3,72			155,9		
	2 / ii	04/99-08/00		2,77			114,2	
	2 / iii	08/00-07/01			2,70			135,0
FAV	1 / i	12/97-04/99	2,70			120,8		
	1 / ii	04/99-08/00		2,48			129,6	
	2 / i	12/97-04/99	2,56			113,9		
	2 / ii	04/99-08/00		2,63			149,3	
	2 / iii	11/00-10/01			2,63			116,9
	4 / iii	11/00-10/01			2,77			88,5
GAM	5 / iii	11/00-10/01			3,03			123,6
	1 / i	97 - 98				141,3		
	1 / ii	04/98-09/99	3,25					
	2 / i	97 - 98				141,3		
	2 / ii	04/98-09/99	3,25					
	3 / i	97 - 98				194,5		
	3 / ii	04/98-09/99	3,65					
	3 / iii	05/99-09/00		3,21			150,7	
	3 / xxx	10/00-09/01			2,92			119,3
HAO	4 / iii	05/99-04/00				127,0		
	4 / xxx	10/00-09/01			2,85			168,2
	1 / ii	02/99-04/00		2,34			99,6	
	2 / ii	02/99-04/00		3,65			164,6	
	2 / iii	04/00-04/01			3,65			138,2
	3 / ii	02/99-04/00		2,88			150,7	
MKM	3 / iii	04/00-04/01			4,12			131,8
	4 / iii	04/00-04/01			3,98			124,1
	1 / ii	02/99-03/00		3,76			186,2	
	1 / iii	03/00-04/01			3,61			93,6
XMH	2 / ii	02/99-03/00		4,05			181,0	
	2 / iii	03/00-04/01			4,23			151,9
	1 / i	12/97-12/98	2,92			115,3		
XMH	1 / ii	04/99-12/99		3,14			108,0	
	1 / iii	08/00-02/01						175,0
	2 / i	12/97-12/98	2,48					
	2 / ii	04/99-12/99		2,96			120,5	
	2 / iii	08/00-02/01			2,77			100,0



## Annexe B (suite)

île	site	dates	hauteur			poids		
			98-99	99-00	00-01	98-99	99-00	00-01
RTA	1 / i	97 - 98				196,4		
	1 / iii	01/98-05/99	3,76					
	1 / iii	05/99-09/00		2,41			124,5	
	2 / i	97 - 98				121,9		
	2 / ii	01/98-05/99	3,80					
	2 / iii	05/99-09/00					104,4	
	4 / iii	09/00-08/01			2,96			96,7
RGI	1 / iii	10/99-11/00			1,68			84,8
	2 / iii	10/99-11/00			1,39			72,7
	3 / iii	10/99-11/00			2,26			101,7
TKP	1 / i	12/97-03/99	2,12			121,2		
	1 / ii	11/98-12/99		1,61			59,5	
	1 / iii	12/99-12/00			2,19			91,2
	2 / i	12/97-03/99	2,19			111,0		
	2 / ii	11/98-12/99		2,23			71,2	
	2 / iii	12/99-12/00			2,08			80,8
	3 / i	12/97-03/99	2,63			121,9		
	3 / ii	11/98-12/99		3,14			111,7	
	3 / iii	12/99-12/00			2,52			91,2
TKX	1 / i	97 - 98	3,18			154,0		
	1 / ii	12/98-12/99		2,59			102,6	
	1 / iii	12/99-02/01			3,21			115,4
	2 / i	97 - 98	2,77			147,8		
	2 / ii	12/98-12/99		2,19			104,0	
	2 / iii	12/99-02/01			3,39			129,4
TIH	1 / i	01/99-09/99	1,42			50,7		
	1 / ii	09/00-08/01			1,64			101,9
VAI	1 / i	01/98-05/99	3,10					
	1 / ii	01/99-02/00		3,03			118,6	
	1 / iii	02/00-04/01			2,92			88,9
TKP océ O / i	97 - 98	4,05			164,8			
TKP lag L / i	97 - 98	3,18			114,1			

## Annexe C. Données d'archive: Rapports de Keiichi MIZUNO (archives EVAAM)

Entre 1981 et 1989, un total de plus de 150 000 huîtres ont été greffées dans le cadre d'études menées par l'EVAAM. Seules 4 séries donnent les mensurations (poids et hauteur) moyennes en début ( $P_0$ ,  $H_0$ ) et en fin d'opération ( $P_1$ ,  $H_1$ ), ou la différence ( $\Delta P$ ,  $\Delta H$ ) sur les îles de Takapoto, Mangareva, Tahaa et Hao. Dans tous les cas, seules étaient disponibles les moyennes (et souvent écarts-types), parfois sur des lots de plusieurs centaines d'individus.

Données exploitables dans les relevés de Mizuno					
	date	nombre huîtres	durée (jours)	données disponibles	référence Mizuno
Takapoto	1981-83	10341	700	$P_0$ , $H_0$ , $\Delta P$ , $\Delta H$	1983
	1981-83	13838	700	$P_0$ , $H_0$ , $\Delta P$ , $\Delta H$	1984
Mangareva	1986-88	1850	750	$P_0$ , $H_0$ , $P_1$ , $H_1$	1987
	1987-89	3291	790	$P_0$ , $H_0$ , $P_1$ , $H_1$	-
	1986-87	1400	350	$P_0$ , $H_0$ , $P_1$ , $H_1$	-
Tahaa	1987-88	691	682	$P_0$ , $H_0$ , $P_1$ , $H_1$ , $P_2$ , $H_2$	1989
Hao	1988	6555	150(?)	$P_0$ , $H_0$ , $P_1$ , $H_1$	1989

Sur Tahaa, un relevé intermédiaire ( $t_1$ ) à 440 jours a précédé la récolte (à  $t_2 = 682$  jours). Les variations ( $\Delta P$ ,  $\Delta H$ ) sont également des moyennes, calculées (avec écart-type) par Mizuno.

Le reste des données comprend des campagnes de greffe et de récolte effectuées sur plusieurs autres atolls, dont Takapoto (TKP). Nous donnons ci-après la liste des rapports compulsés pour la présente étude. Deux systèmes de références sont utilisés, une numérotation de l'auteur (par ordre chronologique) et une numérotation "Documentation EVAAM". Les chiffres sont donnés en annexe H.

réf. n° d'auteur	réf. n° EVAAM	daté du	île	début	nb	fin	nb
--	698	Jun 1975	TKP	jun-aug 75	???	6/7/77	?(*)
93M/861/Pêche		27/08/76	TKP	???	???	???	???
1	--	???	TKP	jan 81	12734	jan 83	9752
2	254	26/03/82	TKP	82	7039	avr 84	4072
			HIK	mar 82			
3 <sup>(a)</sup>	255	22/04/83	TKP	jan 81	10341	mar 83	7887
			HIK	?? 81	2460	???	780
			HIK	???	2362	???	764
4	256	05/06/84	TKP	mar 84	4577	???	???
			RAR	???	2750	mar 86	2554
			TKM	???	2250	???	2121
			HIK	???	2060	???	???
---	660 <sup>(d)</sup>	???	TKP, XMH	85			
---	221 <sup>(b)</sup>	1984	TKP	???	13838	???	10743
5	257	27/06/85	TKP	mar 85	7100	???	3236
			HIK	mar?	4050	jun ? 87	2057
			RAR	mar?	1560	???	???
			GMR	mar?	3240	jun? 87	1958
6	258	23/04/86	TKP	jan-mar 86	7900	jan-sep 88	2327
			GMR	???	4440	???	2396
			HIK	???	3369	???	???
			RAR	???	2000	dec 87	1795
			RTA	???	240	avr 88	167
---	844-46	???	GMR	mar 86	6541	fev 87	3179
7	259	15/07/87	RTA	jan 87	3002	jun 88	1299
			GMR	???	2800	???	???
			GMR	fev 87	3380	sep 88	575
			HIK	mar 87	7040	nov 88	2566

8	261	20/02/89	HAO	jul 87	2140	avr 89	???
			RTA	jan 87	691	avr 88	314
			RTA	jun 88	2442	???	???
			HAO	mai 88	2415	oct 88	???
9	260	??? 89 ?	HAO	nov 88	5494	jun 90	???
			GMR	avr 89	4580	???	???
			HAO	mai 89	4600	???	???
			HAO	nov 89	4065	???	???
Rap. tech. n°9	---	(c)					
Rap. tech. n° 10	---	???	RTA	???	1630	???	???
			HAO	???	6500	???	???
			GMR	???	3160	???	???
			RGI	???	1154	???	???

---

code	GMR	Gambier
	HIK	Hikueru
	RAR	Raroia
	RGI	Rangiroa
	RTA	Raiatea-Tahaa
	TKM	Takume
	XMH	Manihi

---

(\*) : récolte de 442 perles

(a): semble reprendre la majorité des informations du n° 1.

(b): "Aquaculture n° 9"

(c) : reprend le n° 9 / 260

(d): rapport d'inspection (16-17/9/85) relative à des rumeurs de mortalités. Voir p. 8 !

---

Annexe D. Valeurs des taux de croissance en hauteur, dans Takapoto, avec cinétique de von Bertalanffy, d'après diverses études.

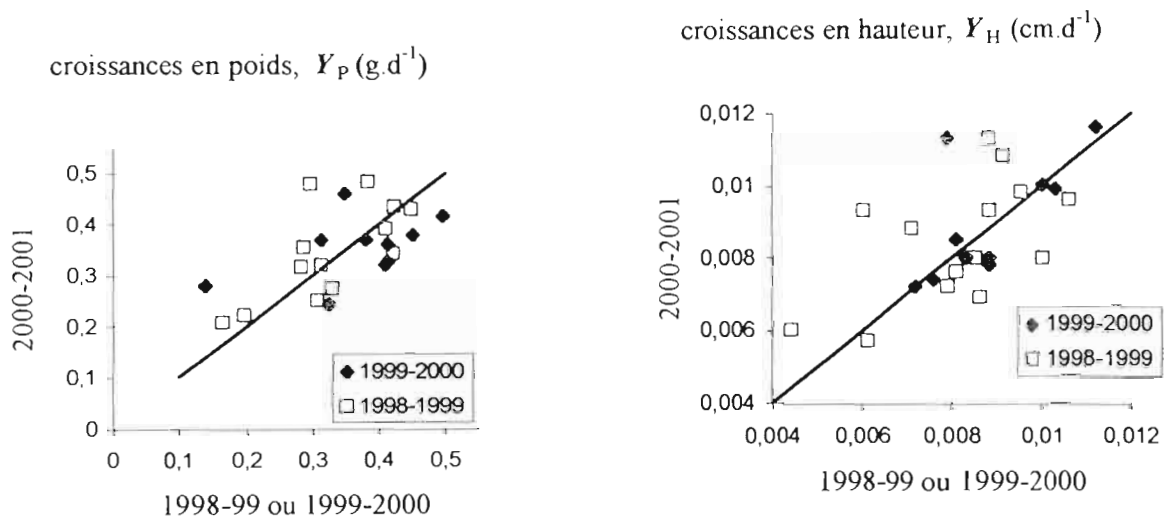
référence	----- $H_{\infty}$ -----		===== $k$ =====	
	mm		an <sup>-1</sup>	
	moy.	gamme	moy.	gamme
Cheffort, 1988 (étude en 1983-86)				
méthode de Fabens	203	166-233	0.30	0.22-0.40
méthode indirecte(*)	206	205-207	0.26	0.26-0.27
Mizuno, 1983, 1984	--	--	0.09	0.02-0.14
Pouvreau & Prasil (2001)	147 <sup>(a)</sup>	147-186 <sup>(b)</sup>	0.54 <sup>(a)</sup>	0.47-0.58 <sup>(b)</sup>
Pouvreau et al. (2000b)	160 <sup>(a)</sup>		0.46 <sup>(a, c)</sup>	
présente étude			0.21 <sup>(a)</sup>	0.16-0.41 <sup>(d)</sup>

(\*) chiffres identiques donnés par Intes et al., 1990

(a) : Takapoto ; (b) : tous les 9 sites; (c) : chiffre original en (mois)<sup>-1</sup>; (d) : tous les lagons.

## Annexe E. Taux de croissance et caractéristiques du milieu Détail des corrélations

Les taux de croissance observés à un même site sur plusieurs années montrent une assez forte variabilité. En comparant les taux mesurés sur la 3e série, en 2000-2001, aux taux observés auparavant aux mêmes sites, nous constatons une forte dispersion des points (figures ci-dessous).



Comparaison des taux de croissance mesurés aux divers sites sur les 3 séries successives. La droite oblique indique la pente 1:1.

Les coefficients de corrélation sont ainsi assez faibles:

pour $Y_H$ : 2000-2001	vs	1998-1999	0.55
"	"	1999-2000	0.83
pour $Y_P$ : 2000-2001	vs	1998-1999	0.69
"	"	1999-2000	0.48

Ces différences ne présentent pas de tendance uniforme (année uniformément bonne ou mauvaise à tous les sites). De même, nous ne décelons aucune évolution significative sur les caractéristiques du milieu.

La comparaison entre les taux de croissance et le milieu est ainsi compliquée. En considérant séparément chaque site, chaque année, les corrélations (toutes négatives) ne sont pas toujours significatives:

	-----hauteur, $Y_H$ -----						-----poids, $Y_P$ -----					
	MOD		chlorophylle		résidence		MOD		chlorophylle		résidence	
	$A_{254}$	$B_{tot}$	$r^2$	n	$r^2$	n	$r^2$	n	$r^2$	n	$r^2$	n
<b>par site</b>												
1998-1999	0.68	21	0.30	20			0.45	20	0.03	21		
1999-2000	0.41	24	0.22	22			0.57	21	0.29	22		
2000-2001	0.44	29	0.40	29			0.01	29	0.08	30		
toutes années	0.43	74	0.28	71			0.18	74	0.22	73		
<b>lagon moyen, toutes années</b>												
	0.29	74	0.15	73			0.17	73	0.12	73		
<b>moy. globales</b>												
	0.51	14	0.50	14	0.53	14	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Par contre, en prenant en compte l'ensemble des données, la plupart des corrélations sont hautement significatives. Ainsi, nous pouvons souligner que la concentration en matière organique dissoute, considérée par site individuel et par année ( $n = 74$ ), explique 43 % de la variance de  $Y_H$ . Les trois caractéristiques du milieu, considérées (ou définies, pour  $T_{RAV}$ ) au niveau du lagon entier, déterminent chacune 50 % (ou légèrement plus) de la variance de  $Y_H$ . La détermination est souvent nettement moins bonne pour  $Y_P$ .

Pour les caractéristiques des eaux, le fait de considérer la moyenne par lagon se justifie dans la plupart des cas (et est en outre obligatoire pour  $T_{RAV}$ , qui n'est par essence défini qu'au niveau du lagoon entier). Cependant, nous avons rencontré un problème sérieux sur quelques sites qui sont absolument anormaux, ou

atypiques, par rapport au reste du lagon. L'exemple le plus extrême est celui du site 1 de Tikohau, fortement contaminé par la proximité immédiate d'une importante collectivité. Les teneurs en MOD sont ainsi nettement plus fortes, en ce site, que dans l'ensemble du lagon, que nous avons étudié en détail en 1993. Les sites de Fakarava et de Rangiroa sont également assez différents du reste du lagon.

## Annexe F . Mortalité et survie

Nous donnons ci-après, à titre d'exemple, les taux de survie relevés sur différents sites, lors des inspections (Tn) , séparés d'environ 4 mois, en 1998-99. Les lots d'huîtres étaient de 60 individus au départ. ( x ) indique l'absence d'observation, (P) la perte du chapelet

lagon	site	T1	T2	T3
Ahe	1	59	59	51
	2	29	27	26
	3	44	44	x
Apataki	1	54	44	44
	2	32	32	30
Arutua	1	50	50	x
	2	55	52	x
Fakarava	1	54	54	x
	2	19	17	x
Gambier	2	60	x	x
	3	58	x	x
	1	58	57	x
Hao	2	39	35	x
	3	58	50	x
	1	56	56	x
Makemo	2	56	48	x
	1	60	58	x
Manili	2	60	58	56
	1	54	x	x
Raiatea	2	51	x	x
	1	58	56	53
Takapoto	2	59	58	56
	3	60	55	55
	1	54	49	46
Takaroa	2	60	59	59
	1	53	47	P
Vairao	1	60	60	37

## Annexe G. Qualité des perles d'après les archives

Les rapports rédigés par Mizuno après chaque campagne portent sur un total de 150 000 huîtres greffées, dans plusieurs lagons et sur la période 1981-1990. Mais les résultats des récoltes sont présentés sous plusieurs formes différentes, qui se succèdent. Il est ainsi impossible d'obtenir une description globale portant sur l'ensemble des 150 000 huîtres greffées, afin de procéder à des comparaisons dans l'espace et dans le temps.

Quelques rapports, ne concernant que Takapoto, mentionnent l'épaisseur (moyenne) de la couche de nacre déposée sur les perles. Les greffes effectuées en 1981 à Takapoto donnent ainsi, sur 2 ans, une épaisseur moyenne de 1,94 ( $\pm 0,38$ ) mm ( $n = 8050$  perles). La seule possibilité de comparaison "diachronique" serait avec une série datée du 23/10/93, qui donne une épaisseur de nacre de 1,55 ( $\pm 0,30$ ) mm sur des nucléus de 2.3 bu. Ni l'origine ni la durée ne sont disponibles.

Les autres rapports fournissent des résultats de greffe selon deux formats distincts.

Le premier format ("additif") est déjà utilisé en 1983, mais figure encore dans un rapport datant sans doute de 1989. En plus du spectre de tailles global, il fournit séparément les nombres de perles selon 3 critères indépendants, chacun en 3 classes. La quantification se fait par un coefficient (qui reflète la perte de valeur):

- forme ronde	semi-baroque	baroque
1,0	0,6	0,2
- couleur	noir	moyen gris/blanc
1,0	0,7	0,4
- lustre supérieur	moyen	inférieur
1,0	0,6	0,3
- non commercial.:	- 0,8	

Les proportions de perles tombant dans chaque catégorie, affectées du coefficient voulu, sont additionnées. La somme, ramenée au nombre total de perles, décrit ainsi la qualité globale de la récolte.

Le second format ("croisé") apparaît en 1986. Il combine la forme avec soit la couleur, soit le lustre, soit le spectre de tailles. Toujours dans le but d'arriver à un estimateur unique, nous avons traité les comptages en 2 étapes:

- pour chaque tableau croisé (de 3 colonnes "forme"), le produit des coefficients vus plus haut est appliqué à chaque intersection. Pour les spectres de taille, un coefficient de 1,0 est attribué au volume d'une perle de 15 mm.

- la somme des produits de chaque tableau est divisée par le nombre de perles;

Nous déterminons ainsi 3 descripteurs ("couleur", "lustre" et "taille") de l'ensemble de la récolte. Nous avons aussi déterminé, dans cet espace à 3 dimensions (mais où le critère de forme intervient en arrière-plan sur les 3 axes !), un vecteur global ("distance euclidienne") qui devrait correspondre à une valeur marchande relative.

A titre d'exemple, l'application de cette procédure montrerait que deux récoltes faites à Hao étaient moins intéressantes, mais que la sur-greffe avait donné de meilleurs résultats.

île	nb. perles	indice couleur	indice lustre	indice taille	vecteur global
Hikueru	416	0,46	0,31	0,47	0,72
Raroia	1125	0,45	0,26	0,47	0,70
Takume	637	0,49	0,25	0,59	0,81
Hao	224	0,41	0,33	0,25	0,58
Hao	237	0,39	0,33	0,23	0,56
Hao (sur-greffe)	456	0,51	0,36	0,26	0,68

Il s'agit, avec ce vecteur global, d'une "moyenne par perle", qui ne tient pas compte de la mortalité après la greffe, et qui est nécessairement très influencée par les choix humains : décisions du greffeur, soins après la greffe, etc. Le rôle du milieu lagonaire est ainsi fortement gommé.



Annexe H . Données brutes de Mizuno  
collationnées à partir des archives de l'EVAAM / S.R.M.

n°	n°	greffe	greffe	greffe	greffe	greff	greffe	récolte						Δt
auteur	EVAA	île	nom	date	nb	P	H	date	nb	P	H	ΔP	ΔH	d
	698	TKP		06/75;				07/77;						
n° 2;	254	TKP	A	03/82;	467	292	12,7	04/84;	233					700
du		TKP	B	03/82;	500	304	12,7	04/84;	256					700
26;		TKP	C	03/82;	481	298	13	04/84;	247					700
Mar;		TKP	D	03/82;	492	295	12,7	04/84;	302					700
1982;		TKP	E	03/82;	510	283	12,3	04/84;	132					700
		TKP	F	03/82;	498	257	11,8	04/84;	223					700
		TKP	G	03/82;	550	247	10,8	04/84;	335					700
		TKP	H	03/82;	521	258	11,7	04/84;	356					700
		TKP	I	03/82;	510	279	12,3	04/84;	390					700
		TKP	O	03/82;	500	285	11,9	04/84;	384					700
		TKP	JA	03/82;	170	304	12,2	04/84;	128					700
		TKP	JB	03/82;	170	314	12,5	04/84;	129					700
		TKP	JC	03/82;	170	304	12,3	04/84;	126					700
		TKP	village	03/82;	500			04/84;	358					700
		TKP	Okuki	03/82;	500			04/84;	405					700
		TKP	na											
		TKP	Orapa	03/82;	500			04/84;	68					700
		Hiku	X ; I	03/82;	3230									
		Hiku	Y ; II	03/82;										
		Hiku	Z ; III	03/82;										
		Hiku	C ; III'	03/82;										
		Hiku	PI ; IV	03/82;										
		Hiku	PII ; V	03/82;										
		Hiku	N ; VI	03/82;										
		Hiku	V II	03/82;										
n° 3;	255;	TKP	R	1981	504	287	13,7	03/83;	352			57	0,5	700
		TKP	S	1981?	468	304	13,6	03/83;	386			55	0,7	700
	22;	TKP	Q	1981?	504	239	12,7	03/83;	363			75	0,5	700
	04;	TKP	Z	1981?	529	312	13,6	03/83;	450			44	0,3	700
	83;	TKP	V	1981?	504	304	13,6	03/83;	309			76	0,5	700
n° 3;	255;	TKP	W	1981?	456	266	12,9	03/83;	403			113	1,7	700
	du	TKP	X	1981?	396	279	13,1	03/83;	322			96	1	700
	22;	TKP	Y	1981?	504	314	13,5	03/83;	423			97	1,2	700
	04;	TKP	O	1981?	1006	235	12,2	03/83;	837			139	1,7	700
	83;	TKP	F	1981?	934	235	12,3	03/83;	795			141	1,9	700
n° 3;	255;	TKP	T	1981?	1056	239	12,2	03/83;	940			125	1,8	700
	du	TKP	2M	1981?	179	268	12,8	03/83;	86			22	0	700
	22;	TKP	7M	1981?	277	205	11,7	03/83;	184			45	0,7	700
	04;	TKP	19,5M	1981?	282	309	13,6	03/83;	121			4,9		700
	83;	TKP	N	1981?	464	209	11,6	03/83;	340			86	1,1	700
n° 3;	255;	TKP	G	1981?	527	552	15,9	03/83;	258			63	0,1	700
	du	TKP	GG	1981?	576	532	15,9	03/83;	325			76		700
	22;	TKP	GN	1981?	720	234	12,4	03/83;	589			99	1,4	700
	04;	TKP	KM	1981?	455	243	12	03/83;	404			103	1,9	700
n° 3;	255;	Hiku		03/83;	2362				764					
	du	Hiku		1981?	2460			1983	780					
								?						
	221;	TKP	A	01/81;	368	239	11,7	01/83;	329			87	1,8	730

n°9;	TKP	B	01/81;	368	240	11,8	01/83;	336	66	1,6	730
1984;	TKP	C	01/81;	368	237	11,7	01/83;	326	70	1,8	730
221;	TKP	A'	01/81;	336	268	12,4	01/83;	293	84	1,5	730
n°9;	TKP	B'	01/81;	336	271	12,4	01/83;	289	65	1,3	730
1984;	TKP	C'	01/81;	336	273	12,4	01/83;	292	78	1,3	730
221;	TKP	pP	01/81;	464	209	11,6	01/83;	340	86	1,1	730
n°9;	TKP	nN	01/81;	455	243	12	01/83;	404	103	1,9	730
1984;	TKP	gN	01/81;	720	234	12,4	01/83;	589	99	1,4	730
221;	TKP	nG	01/81;	527	552	15,9	01/83;	258	63	0,1	730
n°9;	TKP	gG	01/81;	576	533	15,9	01/83;	325	76		730
1984;	TKP	vill	01/81;	1104	239	11,7	01/83;	991	74	1,7	730
221;	TKP	TaB	01/81;	934	235	12,3	01/83;	795	141	1,9	730
n°9;	TKP	TaR	01/81;	1056	239	12,2	01/83;	940	125	1,8	730
1984;	TKP	Or	01/81;	1006	235	12,2	01/83;	837	139	1,7	730
221;	TKP	2 m	01/81;	179	268	12,8	01/83;	86	22	0	730
n°9;	TKP	7 m	01/81;	277	205	11,7	01/83;	184	45	0,7	730
1984;	TKP	15 m	01/81;	281	210	12,1	01/83;				730
221;	TKP	20 m	01/81;	282	309	13,6	01/83;	121	5		730
n°9;	TKP	Vill	01/81;	972	295	13,7	01/83;	738	56	0,6	730
1984;	TKP	TaB	01/81;	504	239	12,7	01/83;	363	75	0,5	730
221;	TKP	TaR I	01/81;	529	312	13,6	01/83;	450	44	0,3	730
n°9;	TKP	TaR II	01/81;	960	278	13,3	01/83;	712	97	1,2	730
1984;	TKP	Orapa	01/81;	900	299	13,3	01/83;	745	96	1,1	730
n° 4	256;	TKP	03/84;	1200							
du	TKP		03/84;	2700							
5;	TKP		03/84;	677							
juin	Raroia		04/84;	2750	674	17,1	04/86;	2554			
84;	Takume		04/84;	2250	183	10,4	04/86;	2121			
256;	Hiku		04/84;	2060	269	12	03/86;				
n° 5	257;	TKP	03/85;	7100			<b>06/87;</b>	<b>3236</b>			
du	Hiku	evaam	03/85;	1210			<b>06/87;</b>	638			
27;	Hiku	yap lo	03/85;	500			<b>06/87;</b>	272			
Juin;	Hiku	kitutoi	03/85;	2000			<b>06/87;</b>	983			
85;	Hiku	pou	03/85;	340			<b>06/87;</b>	164			
n° 5	257;	Raroia	ford	03/85;	1560		<b>06/87;</b>				
du	GMR	evaam	03/85;	1940			<b>06/87;</b>	<b>1369</b>			
27;	GMR	richeto	03/85;	1300			<b>06/87;</b>	<b>589</b>			
n° 6	258;	TKP	01/86;	5300			<b>01/88;</b>	1663			
du	TKP		02/86;	2600			<b>09/88;</b>	664			
23;	GMR		03/86;	4440			<b>02/88;</b>	2396			
Avr;	Hiku		03/86;	3369							
1986;	Raroia	ford	03/86;	2000			<b>12/87;</b>	1795			
???	Tahaa	evaam	04/86;	240			<b>04/88;</b>	167			
n° 7;	259;	Tahaa	1 01/87;	123	180	10,6	<b>06/88;</b>				
du	Tahaa		2 01/87;	123	194	11,4	<b>06/88;</b>				
15;	Tahaa		3 01/87;	1555	185	11	<b>06/88;</b>				
Jul;	Tahaa		4 01/87;	1172	178	10,9	<b>06/88;</b>				
87;	Tahaa		5 01/87;	6	391	14	<b>06/88;</b>				
n° 7;	259;	Tahaa	6 01/87;	23	229	11,5	<b>06/88;</b>				
du	tahaa	total	01/87;	3002			<b>06/88;</b>	1299			
15;	GMR	evaam	xx;87;	2800	155	10,4					
Jul;	GMR	richeto	02/87;	3380	190	10,8	<b>09/88;</b>	575			
87;	Hiku	yap lo	03/87;	2740	144	10,4	<b>11/88;</b>	952			
n° 7;	259;	Hiku	kitu	03/87;	1700	169	10,6	<b>11/88;</b>	852		



tech	GMR		04/89;	440	345	13,6
n°	GMR		04/89;	390	176	11
9;	GMR		04/89;	440	217	11,8
1989;	GMR		04/89;	250	267	12,8
260;	GMR		04/89;	120	328	13,4
rapp	GMR		04/89;	20	177	11
tech	GMR		04/89;	150	228	12,1
n°	GMR		04/89;	160	271	12,7
9;	GMR		04/89;	70	362	13,8
1989;	GMR		04/89;	160	178	11
260;	GMR		04/89;	157	221	11,7
rapp	GMR		04/89;	140	267	12,7
tech	GMR		04/89;	103	337	13,5
n°	HAO	foster	05/89;	3510	203	12
9;	HAO	mar ma	05/89;	1090	200	11,2
1989;	HAO	foster	11/89;	4065	203	11,9
260;	HAO	mar ma	10/89;	1980	189	11,6
rapp	Tahaa			1630		
tech	Hao			6500		
n°	GMR			3160		
10;	RGI			1154		

ANNEXE I  
Evolution temporelle de la perliculture:  
Production et prix

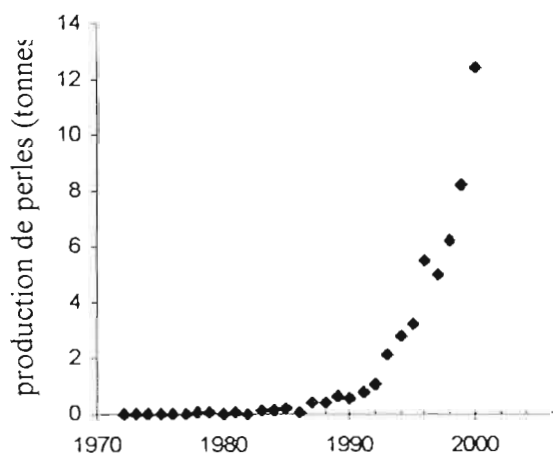
Lors des Journées de la Perliculture, en Octobre 1998, la prospective officielle (transmise oralement) visait un doublement de la production en 2005 (soit, avec les chiffres d'alors, quelque 20 tonnes). De façon intéressante, pendant ces mêmes Journées, une analyse de l'évolution des prix avait relevé une baisse régulière des dits prix, mais avec une tendance à la stabilisation.

A la fin de l'année 2001, le plus gros producteur de la place rencontrait de sérieuses difficultés financières. L'analyse officielle attribuait alors l'effondrement des cours à l'action délétaire, et irresponsable, de nombreux petits producteurs pratiquant le dumping et inondant le marché de perles de basse qualité. Le remède proposé passait par un contrôle draconien des exportations.

Sans pouvoir juger du bien-fondé de ces affirmations, il nous a semblé utile de reprendre les chiffres de production et de vente de perles, à seule fin d'alimenter la réflexion. Dans le tableau ci-après, repris de Blanchet (1985) et complété, nous reportons le prix de vente moyen au gramme, en milliers de CFP ou de Yen, et le montant du SMIG mensuel, en milliers de CFP.

année	pois (kg)	prix CFP	prix Y	SMIG
1972	1,6	0,2		9,3
1973	0,8	2,5		10,2
1974	3,9	3,5		12,5
1975	15,6	0,6		13,9
1976	6,1	2,4		14,9
1977	6,1	3,0		16,6
1978	50,0	2,6		25,1
1979	86,1	1,8		28,0
1980	28,8	3,5	10,4	32,3
1981	86,5	4,7	10,4	38,7
1982	32,3	3,1	6,4	48,2
1983	139,9	5,1	8,8	57,2
1984	112,2	3,9	6,0	65,9
1985	206,5	6,7	9,8	71,8
1986	104,1	9,6	12,3	73,3
1987	407,6	5,5	7,3	73,3
1988	446,8	5,6	6,6	76,3
1989	608,9	6,2	7,3	77,9
1990	575,0	6,5	9,5	79,4
1991	786,5	5,6	7,3	80,9
1992	1069	3,9	5,2	82,2
1993	2114	3,7	3,9	83,7
1994	2815	4,2	4,2	85,0
1995	3240	2,9	3,0	85,5
1996	5487	2,6	3,0	88,2
1997	4989	2,9	3,3	89,4
1998	6183	2,4	2,9	90,8
1999	8200	2,4	2,5	92,3
2000	12400	1,7	1,6	93,8

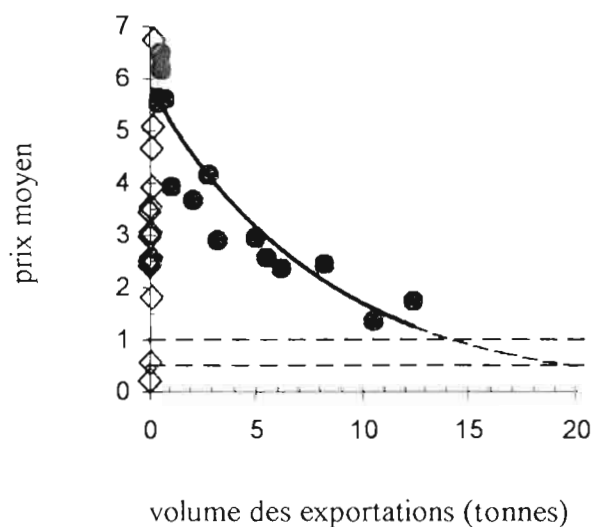
L'examen des chiffres montre certes une progression exponentielle des exportations P (en tonnes) au cours du temps. En désignant par dT le temps écoulé depuis 1970, nous avons  $P = 0,0014 \cdot \exp(0,310 \cdot dT)$  ( $r^2 = 0,954$ ). Un polynôme (3e degré) donnerait une corrélation légèrement meilleure ( $r^2 = 0,968$ ).



*Evolution de la production de perles (en tonnes par an) au cours du temps.*

L'extrapolation de la tendance est certes un exercice périlleux, sinon gratuit, puisque les décisions humaines sont prépondérantes. Si nous tentons, cependant, une projection, la production atteindrait 20 tonnes soit en 2001 (avec l'exponentielle) soit en 2004 (avec l'équation polynomiale).

A l'inverse, le prix de vente a suivi une évolution assez différente. Après un pic en 1986, ce prix a décliné régulièrement. Sans qu'une relation causale puisse être prouvée à ce stade, il est net que le prix décroît en fonction du volume total des exportations.



*Evolution du prix moyen de vente des perles (en milliers de francs CFP par gramme), comparé à la production annuelle.*

La courbe en pointillé extrapole les observations (courbe en gras). Les droites horizontales en tiretés indiquent les prix de 1000 et 500 CFP.

Nous n'avons pas considéré ici ni le coût du matériel importé (qui devrait faire intervenir les taux de change, lentement péjorés au cours du temps) ni l'évolution du SMIG, probablement compensée en partie par des variations de prix de revient marginal en fonction de l'échelle des exploitations.

Il n'en demeure pas moins que, contrairement à l'analyse économique d'Octobre 1998, l'extrapolation de l'évolution passée amène à des prix de vente moyens de l'ordre de 500 CFP (~ 5 US\$ au cours actuel) par gramme pour une production de 20 tonnes. Ce prix est considéré (fin 2001) comme inférieur au prix de revient réel.



Institut de Recherche  
pour le Développement

**Jean PAGÈS, Vincent PRAZIL, Elzbieta LAUBE-LENFANT, Renaud FICHEZ**  
**Facteurs physiques du milieu dans les lagons des Tuamotu**

**Jean PAGÈS, Vincent PRAZIL**  
**Renouvellement des eaux du lagon de Takapoto.**  
**Évolution à moyen terme et conséquences**

**Jean PAGÈS, Vincent PRAZIL,**  
**Milieu lagonaire et croissance des huîtres perlières**  
**Effet du renouvellement des eaux**

OCÉANOGRAPHIE  
Notes et Documents N° 47  
2002