

INSTITUT SUPERIEUR TECHNIQUE D'OUTRE MER
32, Boulevard du port - 95094 CERGY-PONTOISE Cedex

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**ASPECTS ECONOMIQUES ET TECHNIQUES DE
LA PERLICULTURE EN POLYNESIE FRANCAISE**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ALIMENTATION DE
L'HUITRE PERLIERE**

PINCTADA MARGARITIFERA.

Fanny HAUTEFEUILLE
82° Promotion

Stage effectué à l'**Institut Français de
Recherche pour l'Exploitation de la Mer**

à TAHITI (Polynésie Française)
du 06/04/94 au 10/09/94

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je tiens à remercier Monsieur Griessinger, directeur du Centre Océanologique du Pacifique et Monsieur Martin, responsable du Programme Aquaculture Tropicale de m'avoir accueillie au sein du C.O.P.-I.F.R.E.M.E.R. de Tahiti.

Je remercie également Dominique Buestel pour son accueil dans l'unité "huître perlière". J'en profite aussi pour adresser mes remerciements à toute l'équipe du laboratoire (Auguste, Gérard, Hinano, Jérôme, Stéphane P., Stéphane R., Xavier) dont la bonne humeur et les conseils m'ont été utiles.

Que Gérard Jonquières, mon maître de stage, reçoive mes sincères remerciements pour son encadrement et pour la correction de mon mémoire. Tout cela s'est effectué dans la bonne humeur et dans une ambiance de "bonnes blagues à la Gérard" (pas mauvais le formol, et agréable la petite bouffée d'ammoniaque).

J'adresse toute ma reconnaissance au VAT de l'équipe, Stéphane Pouvreau qui a eu le cran et la patience de me supporter lors des traitements des données et lors des petites soirées sympas au Faré Bonheur.

Merci à Jacques Moriceau pour les dessins ainsi qu'à Alain Diter pour son aide pour les traitements de données.

Je tiens à remercier les personnes qui ont accepté de corriger mon rapport : Sylvain Péresse (mais quel boulet, cette fille!!!) et Jacky Patrois.

Merci encore à tous ceux que j'ai eu l'occasion de rencontrer lors de ce stage pour tous les bons moments passés ensemble (Stéphane, Nolwenn, Sylvain, Cyrille et les autres) ainsi qu'à mes deux "potes" de promo, Eric et Alban.

Je souhaite aussi remercier Monia, Dédé et Marion pour leur accueil à Papeete et leur soutien permanent lors de mon séjour en Polynésie.

Enfin, je finirai en remerciant toute ma famille pour son soutien espitalaire et pécunier.

Merci aussi à Arnaud pour m'avoir épauler dans les moments difficiles.

RESUME

La perle noire de culture représente aujourd'hui la première valeur des exportations de la Polynésie Française. L'évolution rapide de ce secteur favorise le retour des insulaires dans leurs îles d'origine, relançant alors l'économie des Archipels. Cependant, l'ampleur de ce développement ne va pas sans quelques problèmes d'ordre technique et économique. Il devient indispensable que des réglementations soient appliquées afin de permettre l'organisation du marché et de stabiliser les cours de la perle noire en baisse depuis 1990. Après de fortes mortalités survenues en 1985-86, le Programme Général de Recherche sur la Nacre a été mis en place. Il a été créé pour combler les lacunes concernant la biologie et l'écologie de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. L'étude de la nutrition de cet animal s'intègre dans ce programme et doit contribuer à l'établissement du bilan énergétique de *Pinctada margaritifera*. L'expérimentation consiste à répertorier l'ensemble des particules que l'animal a ingéré afin de vérifier s'il existe une sélection des particules. L'analyse des contenus stomacaux a permis la mise en évidence du comportement suivant :

- sélection des particules selon leur nature (préférentielle pour la diatomée *Naviculaceae Mastogloia* et pour les spicules d'éponge).
- les huîtres perlières s'alimentent essentiellement avec des diatomées dont la longueur est comprise entre 2 et 20µm.

L'estimation des taux d'assimilation avec deux méthodes a montré qu'il est plus fiable d'utiliser la méthode de Conover, basée sur les proportions de matière organique ingérée et rejetée dans les fèces. Les taux obtenus varient de 82.3% à 42.7% pour une huître perlière élevée avec un régime algal de *Isochrysis aff. galbana*. Le protocole reste à améliorer et à adapter aux conditions environnementales d'élevage des huîtres perlières à lèvres noires.

Mots clés : Perliculture, Polynésie Française, problèmes, bivalve, huître perlière, *Pinctada margaritifera*, bilan énergétique, contenu stomacal, assimilation, Conover.

ABSTRACT

Cultured black pearls are now the first export value of French Polynesia. This fast growing activity encourage the return of the islanders to their native islands and the revival of the economy of the archipelagoes. However, the importance of the development induced some technical and economical problems. New reglementations are needed to organize the market and stabilize the black pearl price , the quotation of which is falling since 1990. After the important mortalities which occured in 1985-1986, the mother of pearl general investigation program was set up. It aims at the study of the biology and the ecology of the mother of pearl *Pinctada margaritifera*.

The study of the nutrition of this oyster is part of this program and will contribute to the definition of the energetic balance of *Pinctada margaritifera*. Our experiments allowed us to study all the ingested particles in order to ascertain the existence of a selection. The analysis of the stomacal contents showed that :

- particles are qualitatively selected with a preference for the diatom *Naviculaceae Mastogloia* and sponge spicules.
- all the selected diatoms are between 2 and 20µm long.

The study of the assimilation rates managed with two methods showed that the Conover's, based on the ratio of ingested and rejected organic matters in the feces, is more reliable. The ratios vary between 82.3% and 42.7% for an oyster fed with *Isochrysis aff. galbana*. The experimental procedure should be further improved and adapted to the environmental culture conditions of the blacklip mother of pearls.

Key words : Perliculture, French Polynesia, problems, bivalvia, pearl oyster, *Pinctada margaritifera*, energetic balance, stomacal contents, assimilation, Conover.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1. La perliculture en Polynésie Française	2
1.1. <u>Le Centre Océanologique du Pacifique</u>	2
1.2. <u>La Polynésie Française</u>	2
1.2.1. Cadre géographique et climatique	2
1.2.2. Caractéristiques économiques	3
1.3. <u>L'exploitation de l'huître perlière, <i>Pinctada margaritifera</i></u>	4
1.3.1. Historique	4
1.3.2. Données socio économiques concernant l'exploitation de l'huître perlière	5
1.3.3. Organisation juridique des unités de production	7
1.3.4. Aspects techniques et présentation des exploitations perlicoles	7
1.3.4.1. Les problèmes de la gestion des stocks	9
1.3.4.2. Le collectage et l'élevage : présentation des techniques	9
1.3.4.3. La ferme perlière	13
1.3.4.4. La mortalité inexplicquée de 1985-1986	13
1.3.5. Les solutions envisageables et les perspectives d'avenir	13
1.3.5.1. Règlementations et formation	13
1.3.5.2. Le Programme Général de Recherche sur la Nacre	14
1.3.5.3. Perspectives	15
2. L'huître perlière : <i>Pinctada margaritifera</i>	16
2.1. <u>Présentation générale</u>	16
2.1.1. Nomenclature	16
2.1.2. Exigences écologiques et cycle de vie	16
2.1.2.1. Répartition géographique	16
2.1.2.2. Ecologie	17
2.1.2.3. Cycle de vie	17
2.1.3. Description anatomique	17

2.2. <u>Le système digestif</u>	18
2.2.1. Description des organes digestifs	18
2.2.2. La filtration des particules	19
2.2.2.1. Description des organes	19
2.2.2.2. Le mécanisme de filtration	21
2.2.3. Sélection de particules alimentaires chez les bivalves filtreurs et les huîtres perlières	22
2.2.4. Ingestion et taux d'assimilation chez les bivalves filtreurs	24
3. Etude de l'alimentation et du taux d'assimilation de <i>Pinctada margaritifera</i>	26
3.1. <u>Introduction</u>	26
3.2. <u>Mise en évidence d'une sélection de particules chez <i>Pinctada margaritifera</i></u>	26
3.2.1. Matériel et méthodes	27
3.2.1.1. Les huîtres perlières de l'expérience	27
3.2.1.2. Le dispositif de prélèvement du contenu stomacal	27
3.2.1.3. La méthode d'analyse de l'eau de mer	28
3.2.1.4. Protocole d'analyse statistique	29
• Etude de la sélection des particules alimentaires selon leur nature	29
• Etude de la sélection des particules alimentaires selon leur taille	30
3.2.2. Résultats et discussion	31
3.2.2.1. Sélection selon la nature des particules ingérées	31
• Résultats	31
• Discussion	37
3.2.2.2. Sélection selon la taille des particules	43
• Résultats	43
• Discussion	46
3.3. <u>Calcul du taux d'assimilation de <i>Pinctada margaritifera</i></u>	48
3.3.1. Présentation des méthodes utilisées	48
3.3.1.1. La méthode de Conover	48
3.3.1.2. La méthode des bilans	49
3.3.2. Matériels et méthodes	51

3.3.2.1. Matériel biologique	51
3.3.2.2. Dispositif expérimental	52
• Régime "algues"	52
• Régime "eau brute"	53
3.3.2.3. Protocole de mesure de la filtration	53
3.3.2.4. Protocole expérimental pour la mesure de l'assimilation	55
3.3.3. Résultats	57
3.3.3.1. Régime "algues"	57
• Méthode de Conover	58
• Méthode des bilans	59
3.3.3.2- Régime "eau brute"	60
• Méthode de Conover	62
• Méthode des bilans	62
3.3.4. Discussion	63
3.3.4.1. Régime "algues"	63
3.3.4.2. Régime "eau brute"	65
3.3.4.3. Les méthodes	65
3.3. <u>Conclusion</u>	67

LISTE DES FIGURES

LISTE DES GRAPHIQUES

LISTE DES TABLEAUX

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

La perliculture en Polynésie Française a connu d'importantes mutations depuis une quinzaine d'années. La perle noire est aujourd'hui en tête des exportations du Territoire. Après une présentation de la perliculture et de ses caractéristiques économiques et techniques, nous aborderons les problèmes qui sont apparus dans ce secteur.

Le Programme Général de Recherche sur la Nacre (P.G.R.N.) est destiné à améliorer les connaissances concernant la biologie et l'écologie de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. L'objectif de ces recherches est de parvenir à définir la capacité biotique des lagons d'atolls où sont élevées les huîtres perlières afin de déterminer le stock maximum d'animaux pouvant être élevés sur les sites de production.

Les actions de recherches menées dans l'unité "huître perlière" du C.O.P.-I.F.R.E.M.E.R. sont intégrées au P.G.R.N. Le laboratoire doit contribuer à la détermination du bilan énergétique de ces animaux. L'étude de la nutrition s'intègre à cet objectif. D'une part, l'étude du comportement alimentaire nous renseignera sur les caractéristiques respectives des particules que les huîtres perlières ingèrent préférentiellement ou non. D'autre part, une première approche concernant l'estimation du taux d'assimilation des individus sera effectuée.

Les travaux, menés avec des animaux élevés dans le lagon de Vairao (Tahiti) et en bacs d'élevage sont destinés à mettre au point des méthodes qui pourront ensuite être appliquées aux sites de production.

1. La perliculture en Polynésie Française

1.1. Le Centre Océanologique du Pacifique

Le Centre Océanologique du Pacifique a été créé en 1972 sur l'île de Tahiti. Son objectif est la mise au point de techniques d'aquaculture en milieu tropical.

Les travaux du Centre sont destinés à favoriser la création de nouvelles activités dans les DOM-TOM, à améliorer la coopération scientifique avec les pays en développement et enfin, à vendre des techniques et à introduire les technologies françaises dans les pays étrangers.

Pour cela, des travaux sont effectués afin d'améliorer l'ensemble des techniques d'aquaculture en milieu tropical :

- sélection des espèces.
- études des cycles de reproduction.
- écophysiologie et pathologie des milieux d'élevage.
- automatisation des techniques.
- études des besoins nutritionnels, formulation et tests d'aliments composés et technologie de fabrication.
- études de faisabilité technico-économique à l'échelle de pilotes.

L'ensemble des travaux effectués au C.O.P.-I.F.R.E.M.E.R. de Tahiti est rassemblé dans la publication AQUACOP qui reçoit le soutien scientifique permanent des équipes métropolitaines.

Les programmes 1992-1995 sont les suivants :

- zootechnie des crevettes pénaïdes.
- bases biologiques de l'aquaculture des poissons et des crustacés.
- huîtres perlières.

L'unité "huîtres perlières" a pour objectif de combler les lacunes concernant la biologie, la physiologie, la croissance des huîtres perlières de Polynésie Française. Ce programme doit permettre une meilleure connaissance de ces animaux afin de mieux maîtriser la perliculture dans son milieu et d'optimiser les rendements en terme de quantité et surtout de qualité.

1.2. La Polynésie Française

1.2.1. Cadre géographique et climatique

La Polynésie Française appartient à l'Océanie, un des cinq continents du globe terrestre. Elle s'étend entre les longitudes 134°28' W (Temoe) et 154°40' W (Atoll de Scilly) et les latitudes 7°50' S (Motu One aux Marquises) et 27°36' S (Rapa dans les Australes). Elle est formée de 120 îles, volcaniques ou coralliennes totalisant 4000 km² de terres émergées sur une surface océanique de 5,5 millions de km². Ces îles sont divisées en cinq archipels qui sont plus ou moins alignés selon un axe nord-ouest sud-ouest; on rencontre du nord au sud: les Marquises, les Tuamotu, les Iles de la Société, les Gambiers et les Australes.

Les conditions climatiques de la Polynésie Française sont surtout conditionnées par l'anticyclone de l'île de Pâques qui envoie sur toute la zone un air tropical chaud (25-28°C) et humide (80-95% HR) véhiculé par les alizés du secteur est. Un autre anticyclone (Kermadec) influence aussi la météorologie par confrontation avec l'autre anticyclone, notamment pendant l'été austral. On distingue deux saisons, qui se caractérisent plus par le régime des pluies que par les températures. L'hiver austral, de mai à octobre, est une saison sèche (40 à 80 mm de pluies par mois) et fraîche (24,3-26,2°C) où apparaissent les alizés du sud-est (le "Maaramu" polynésien). L'été austral, de novembre à avril, est une saison pluvieuse (180 à 300 mm de pluies par mois) et légèrement plus chaude (26,4-27,1°C). De ces conditions résultent les caractéristiques climatiques suivantes :

- une faible variation saisonnière des températures.
- une insolation importante, en moyenne de 2700 heures par an.
- une pluviométrie annuelle élevée.
- une évaporation annuelle variant de 1,7 m à Tahiti à 2 m à Rangiroa.
- des vents dominants de secteur est, dont la vitesse moyenne est de 4 à 5 m.s⁻¹ (Delesalle, 1990).

1.2.2. Caractéristiques économiques

La gestion des ressources et l'économie de la Polynésie Française ont subi de très fortes mutations dès le début du vingtième siècle. Chaque archipel ou groupe d'îles s'était constitué une spécialité propre : vanille aux îles Sous-le-Vent, café aux îles Australes, coprah aux îles Marquises et Tuamotu. Seule Tahiti offrait un échantillonnage plus varié de ressources.

Entre 1920 et 1930, la vanille est devenue la deuxième richesse de la colonie, comptant pour 20% de la production mondiale (100 à 200 tonnes par an). Le café commence à s'exporter mais de façon irrégulière.

Bien que l'agriculture constituait l'ossature de l'économie polynésienne, 5% seulement des terres étaient exploitées en 1920. Grâce à l'utilisation d'espèces nouvelles, de

techniques appropriées et à l'évolution des mentalités des producteurs polynésiens, il y eut incontestablement au cours de cette période un phénomène de révolution agricole à l'échelle des Etablissements Français d'Océanie. Les revenus issus des cultures d'exportation ont permis l'importation de produits manufacturés dont la demande était croissante dans la colonie. Cependant, on peut dire que jamais les habitants des îles, polynésiens ou européens, n'ont vu dans les plantations autre chose que l'occasion d'accroître leurs revenus, de disposer d'un surplus en profitant de circonstances favorables. Comme cela avait été le cas pour le coton et la vanille, la cocoteraie, qui montre déjà des signes de vieillissement avant 1940 ne fait pas l'objet de la régénération nécessaire. Dans le même temps, l'exploitation des phosphates de Makatea et les gains substantiels obtenus à partir de la nacre occultaient quelque peu la réputation de colonie essentiellement agricole que s'étaient forgés les Etablissement Français d'Océanie (Atlas de Polynésie, 1993).

De nos jours, l'économie polynésienne est basée sur le tourisme et surtout sur la perliculture. Le Territoire Français représente 2.3% des destinations des voyageurs parmi toutes les îles du Pacifique. La Polynésie Française est défavorisée par sa situation géographique qui, du fait des distances importantes, la rend dépendante des liaisons aériennes.

Le secteur des produits de la mer est en mutation depuis quelques années. Le développement de l'aquaculture en Polynésie Française s'oriente principalement vers la production de crustacés (crevettes et chevrettes). Les programmes de pisciculture conduits par l'I.F.R.E.M.E.R. et l'E.V.A.A.M. (Etablissement pour la Valorisation des Activités Aquacoles et Maritimes) sur le loup tropical (*Lates calcarifer*), ainsi que les essais d'élevage de tortues ont été suspendus.

L'Écloserie Territoriale Polyvalente, structure gérée par l'E.V.A.A.M. chargée de prendre le relais de l'I.F.R.E.M.E.R. en matière d'approvisionnement des fermes d'élevage en post-larves, satisfait la demande des aquaculteurs locaux. Cependant ce secteur connaît un développement limité. Le manque de sites favorables, le coût élevé des terrains disponibles, l'importance des charges d'exploitation et la concurrence des produits importés constituent les freins majeurs à un véritable essor.

La principale ressource de ce territoire français est la vente de perles de culture. En moins de vingt ans, les ventes de perles ont atteint 80% de la totalité des exportations de la Polynésie Française.

1.3. L'exploitation de l'huître perlière, *Pinctada margaritifera*

1.3.1. Historique

A l'origine, l'huître perlière (*parau* en Maori) était recherchée pour la nacre, couramment utilisée pour la décoration des costumes de cérémonie et aussi pour les leurres de pêche. Cependant les perles fines étaient peu présentes dans les ornements de l'époque pré-européenne en raison, de la rareté des perles et du manque de métaux et d'outils assez fins et assez durs pour les percer. L'arrivée des européens dans cette région du globe a développé une activité commerciale autour des huîtres perlières.

La récolte des perles et des nacres aux Tuamotu date de la fin du XVIII^{ème} siècle. Elle était surtout destinée à l'industrie de la boutonnerie et de l'ébénisterie, elle alimentait aussi la bijouterie en nacre et parfois en perles fines exceptionnelles que recelaient quelques rares pintadines (nom commun de *Pinctada margaritifera*). Cependant les stocks d'accès facile s'épuisèrent et on dut faire appel à de nouvelles techniques pour aller chercher les huîtres plus profondément ce qui conduisit inéluctablement à l'appauvrissement des lagons.

En 1904, la plonge est réglementée, tout au moins pendant la période de reproduction. De plus, chaque île ne doit être exploitée que tous les trois ans, chacune d'entre elles étant divisée en trois districts ouverts alternativement à la plonge. Entre 1940 et 1950, la production moyenne annuelle de nacre varie autour de 500 tonnes avec des pics de 1000 tonnes. A cette époque, les exportations sont maximales (700 à 1000 tonnes) et les cours sont élevés. Cependant, cette période coïncide également avec le début de la surexploitation des lagons. La diminution du nombre de captures de pintadines commence en 1950, cela correspond à l'introduction de matières synthétiques (polyesters) dans la boutonnerie et aussi au lancement de la perliculture. En 1953, on assiste à la création de réserve dans certains lagons afin de faciliter l'expansion d'un stock naturel.

Cependant, l'abandon de la nacre dans le secteur de la boutonnerie est plus dû aux difficultés d'approvisionnement qu'à la concurrence d'autres produits.

Les premiers essais réussis de perliculture ont été effectués en 1963 à Bora-Bora à partir d'huîtres perlières originaires de l'Archipel des Tuamotu. Cette date marque le début d'une mutation concernant l'exploitation des nacres des lagons. Celle-ci porte désormais sur l'obtention d'animaux destinés à la greffe pour la perliculture.

1.3.2. Données socio économiques concernant l'exploitation de l'huître perlière

L'activité perlicole en Polynésie Française concerne près de 40 îles des Tuamotu-Gambiers ainsi que les Iles Sous Le Vent et les Marquises. La perliculture contribue au maintien et au retour des populations dans leurs îles d'origine. Ainsi, on estime que plus

de 3000 personnes tirent leurs revenus de cette activité. Cette activité a connu un essor prodigieux en 20 ans (tableau 1).

Lieu	Collectage	Elevage	Ferme perlière	Total
Société	137	78	77	292
Tuamotu Nord	1166	936	754	2856
Tuamotu Sud	385	223	137	645
Marquises	3	3	3	9
Total général	1591	1240	971	3802

Tableau 1 : Répartition géographique des concessions maritimes accordées depuis 1970 (S.M.A.,1993).

Un des indicateurs de la filière perlicole est le nombre de concessions maritimes accordées aux exploitants. Depuis 1970, 3802 concessions maritimes destinées aux différentes activités de ce secteur ont été accordées par le Territoire. Pour l'année 1993, 323 autorisations ont été délivrées.

La nacre

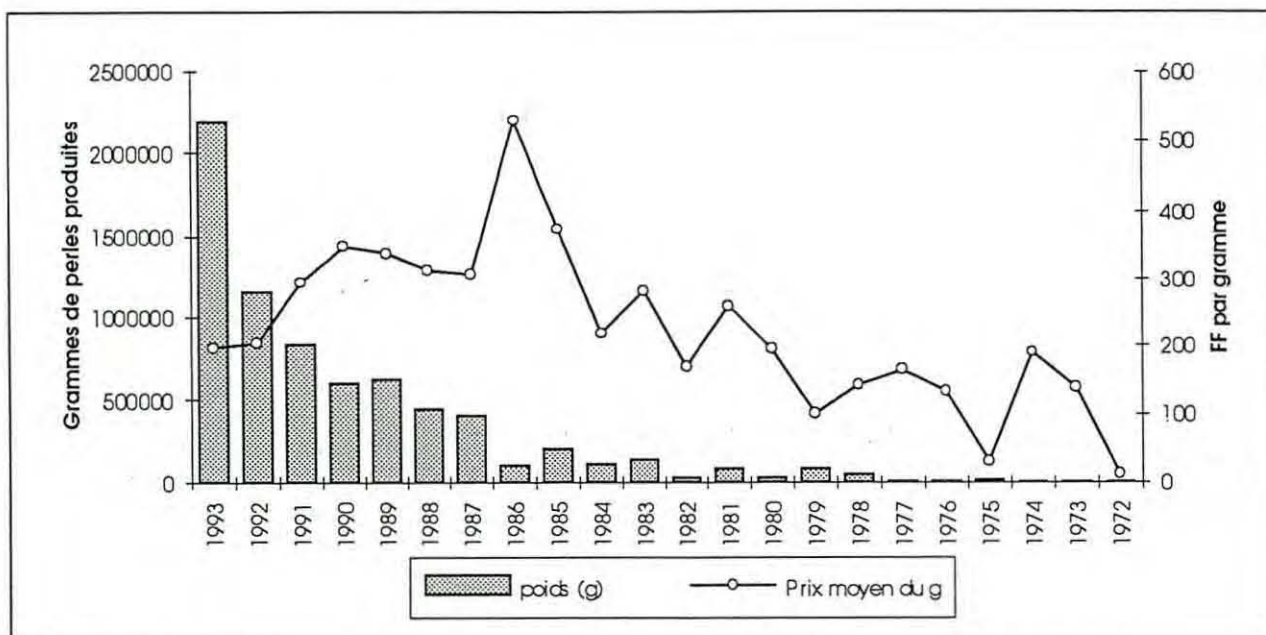
Les exportations de coquilles de nacres en 1993 sont en hausse de 45% en tonnage et de 46.8% en valeur par rapport à 1992. Le prix moyen du kilogramme de nacre exportée est quasiment équivalent à celui de 1992, 29.65 FF en 1993 contre 29.37 FF en 1992. Le Japon, la Corée du Sud et l'Italie sont les principaux acheteurs de ce produit.

La production perlière des coopératives et associations familiales

Les données statistiques ne concernent que la production des coopératives et des associations familiales, les exploitants n'étant soumis à aucune obligation de déclaration. La production de perles des coopératives et des associations familiales des Tuamotu-Gambiers est contrôlée par le G.I.E. Poe Rava Nui qui en assure aussi la commercialisation lors des journées internationales de vente aux enchères organisées chaque année au mois d'octobre. En 1993, 47 079 perles commercialisables ont été produites dans 16 îles, contre 49 955 perles en 1992, soit une diminution de 5,8%.

En 1993, les ventes du G.I.E. Poe Rava Nui ont atteint 27 167 063.44 FF pour 47.079 perles. Le prix moyen de la perle a augmenté de 18,3% de 1992 (487.575 FF la perle) à 1993 (577.06 FF la perle).

Le Japon demeure le principal client avec 79,1% des ventes en valeur. La Polynésie (11,9%), Hong-Kong (4,6%), l'Allemagne (3,5%) et la France (0,9%) se sont partagés le reliquat (S.M.A.,1993).



Graphique 1 : Evolution des exportations de perles de culture en Polynésie Française depuis 1972 (S.M.A.,1993).

1.3.3. Organisation juridique des unités de production

Au niveau des exploitations, on dénombre en 1993, 26 coopératives et 283 sociétés familiales affiliées par convention au G.I.E. Poe Rava Nui. Le Syndicat des Producteurs de Perles réunit une vingtaine de sociétés privées. Il existe environ 1400 exploitants individuels dont une partie est affiliée à un nouveau syndicat créé en 1993, le Syndicat des Producteurs de Perles de Tahiti et des Iles (S.P.P.T.I.).

Une nouvelle association appelée "G.I.E. Perles de Tahiti" a vu le jour en 1993 sous l'impulsion du Territoire et des organisations professionnelles du secteur de la perliculture et de la bijouterie. Elle est destinée à favoriser la promotion de la perle de Tahiti sur les marchés étrangers. Il s'agit surtout de faire connaître le produit et d'en assurer la diffusion notamment lors de campagnes publicitaires, principalement en partenariat avec les Japonais.

1.3.4. Aspects techniques et présentation des exploitations perlicoles



Figure 1 : Huîtres perlières en environnement naturel (d'après Buestel).



Figure 2 : Naissains de jeunes *Pinctada margaritifera* (d'après Buestel).

A partir des années soixante qui marquèrent les premiers essais réussis de perliculture en Polynésie, la plonge pratiquée pour récolter des huîtres nacrées diminua au profit de la récolte d'animaux plus jeunes destinés à l'approvisionnement pour la greffe. Quelques années plus tard, le succès et le progrès du collectage des naissains qui donnent des huîtres produisant des perles de meilleure qualité ont poussé les perliculteurs expérimentés à ne plus recourir à la plonge. Des progrès restent à faire pour le collectage de naissains, mais à terme, cela permettrait de mieux gérer l'évolution des stocks dont l'état devient inquiétant.

1.3.4.1. Les problèmes de la gestion des stocks

Vers l'exploitation rationnelle des stocks

En 1982, Intès et Coeroli ont confirmé la surexploitation et parfois même l'épuisement des nacres de Manihi, Hikueru et des Iles Gambiers; seul Takapoto maintient un certain équilibre. En dehors des Tuamotu, un stock important existe sur l'atoll de Scilly au nord ouest de l'Archipel de la Société, cet atoll bénéficie du statut de réserve naturelle depuis 1971.

Pour répondre à la demande en nacre naturelle et pour sauvegarder les stocks d'huîtres perlières (Fig.1), deux espèces de Gastéropodes ont été importées de Nouvelle-Calédonie : le troca (*Trocas niloticus*) et le burgo (*Turbo marmoratus*).

Des mesures territoriales ont été prises pour préserver le potentiel des stocks naturels :

- gratuité des concessions maritimes vouées au collectage (jusqu'en 1989).
- subvention de 50% pour l'achat des matériaux nécessaires au collectage accordée par le Fond d'Investissement et de développement de la Pêche (F.I.D.P.) qui est géré par le service de la Mer et de l'Aquaculture.
- réglementation et définition des quotas de plonge.
- essai de reproduction en milieu contrôlé de 1976 à 1979 par le Centre National pour l'Exploitation des Océans (C.N.E.X.O.).
- 1986 : création de l'écloserie d'huîtres perlières de l'E.V.A.A.M. à Rangiroa.

1.3.4.2. Le collectage et l'élevage : présentation des techniques

Le collectage

Le collectage est une technique pratiquée depuis la mortalité importante qui est survenue en 1985. Entre 1986 et 1989, 676 concessions maritimes destinées au

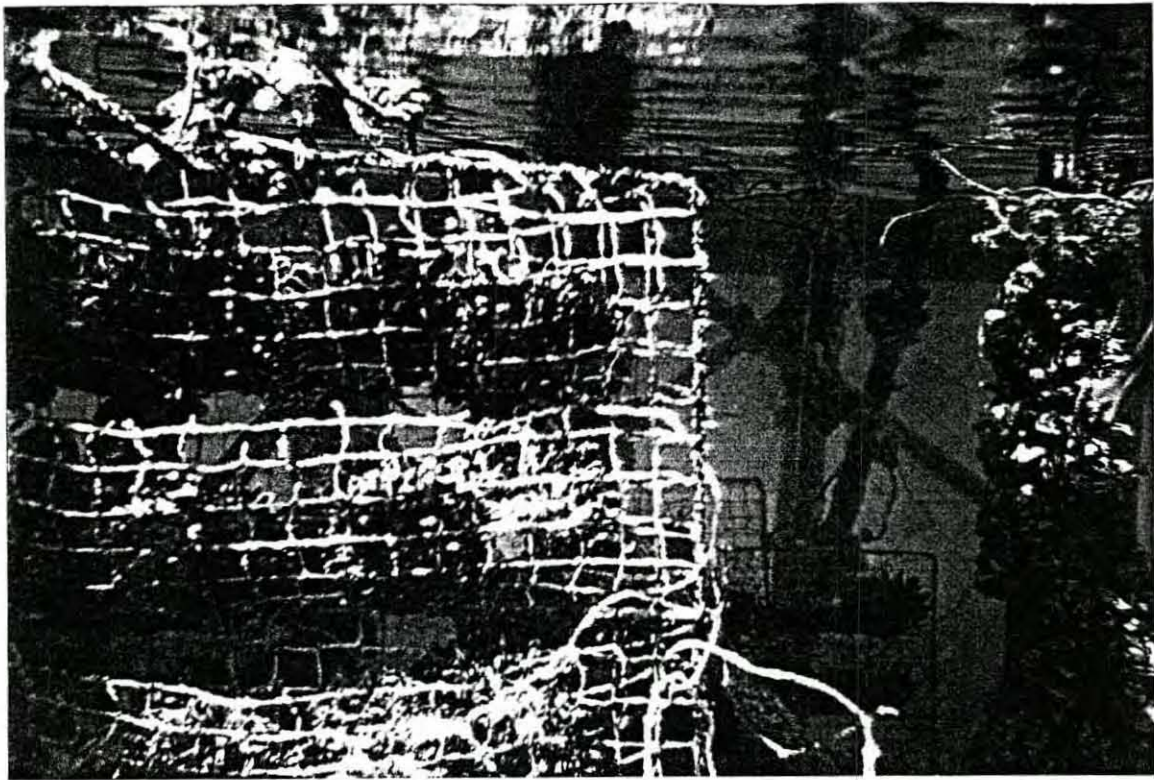


Figure 3 : Structures d'élevage : caisses grillagées (d'après Buestel).

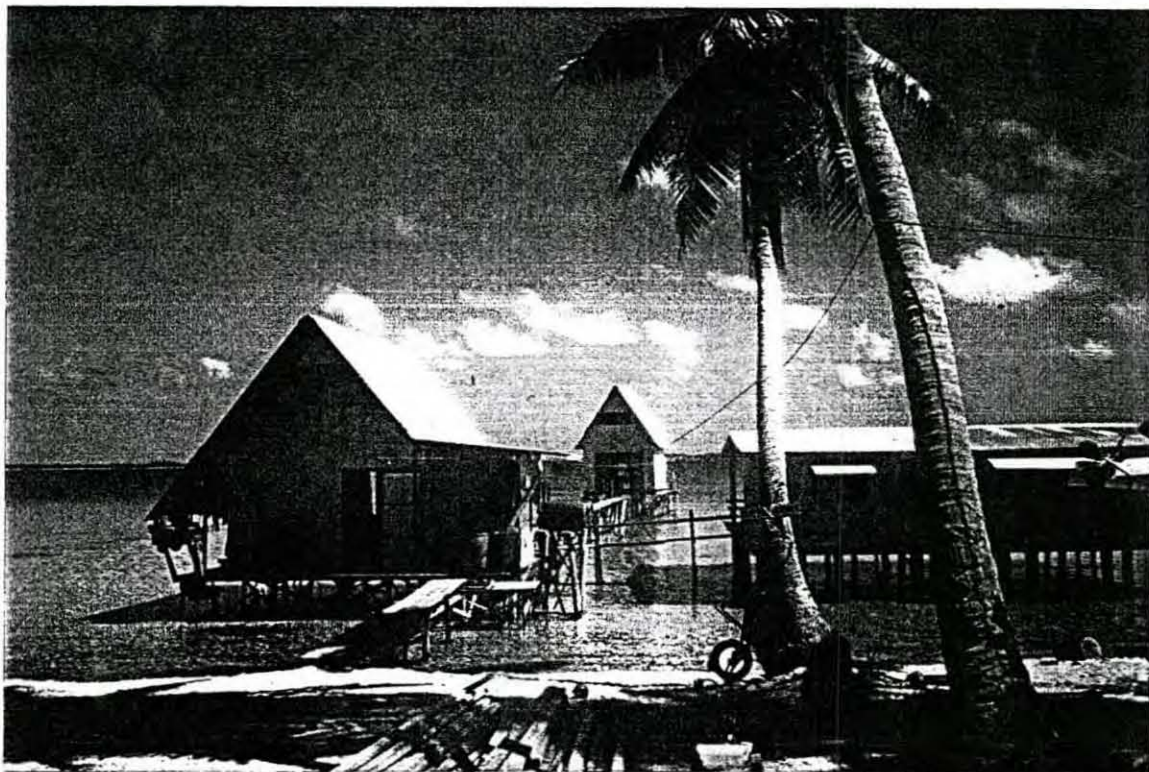


Figure 4 : Ferme perlière à Takapoto, Archipel des Tuamotu (d'après Buestel).

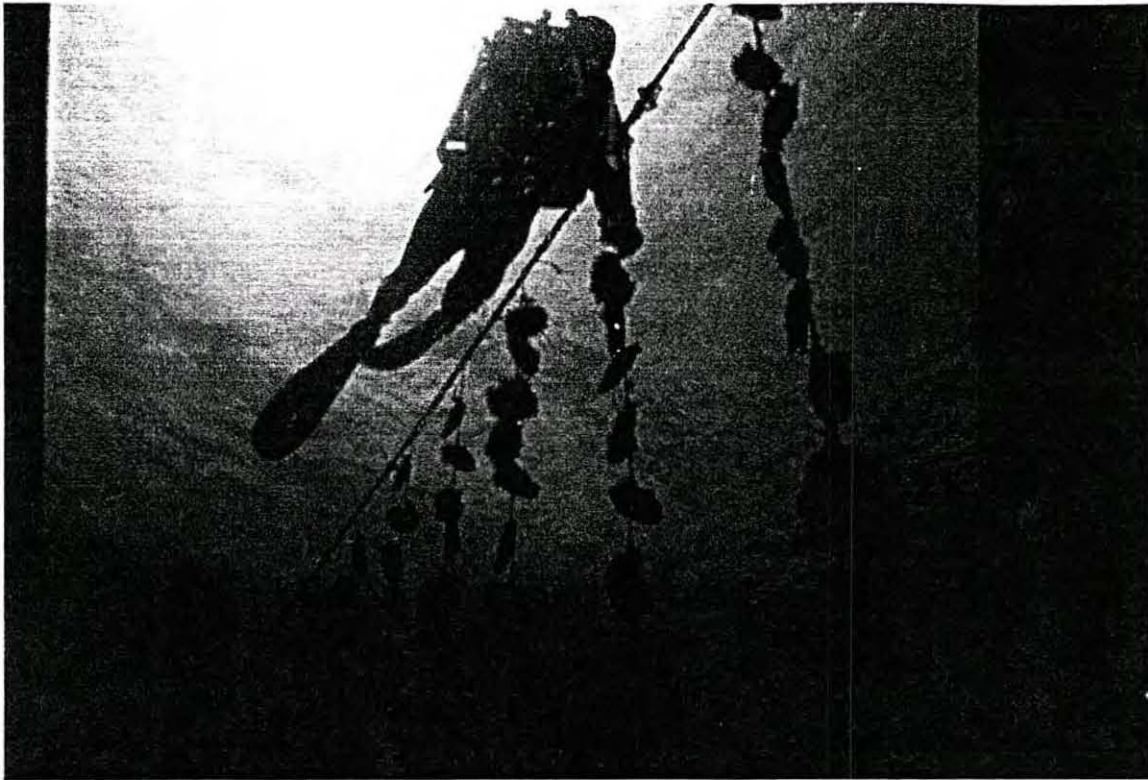


Figure 5 : Chapelets d'huîtres perlières prêtes à la greffe (d'après Buestel).

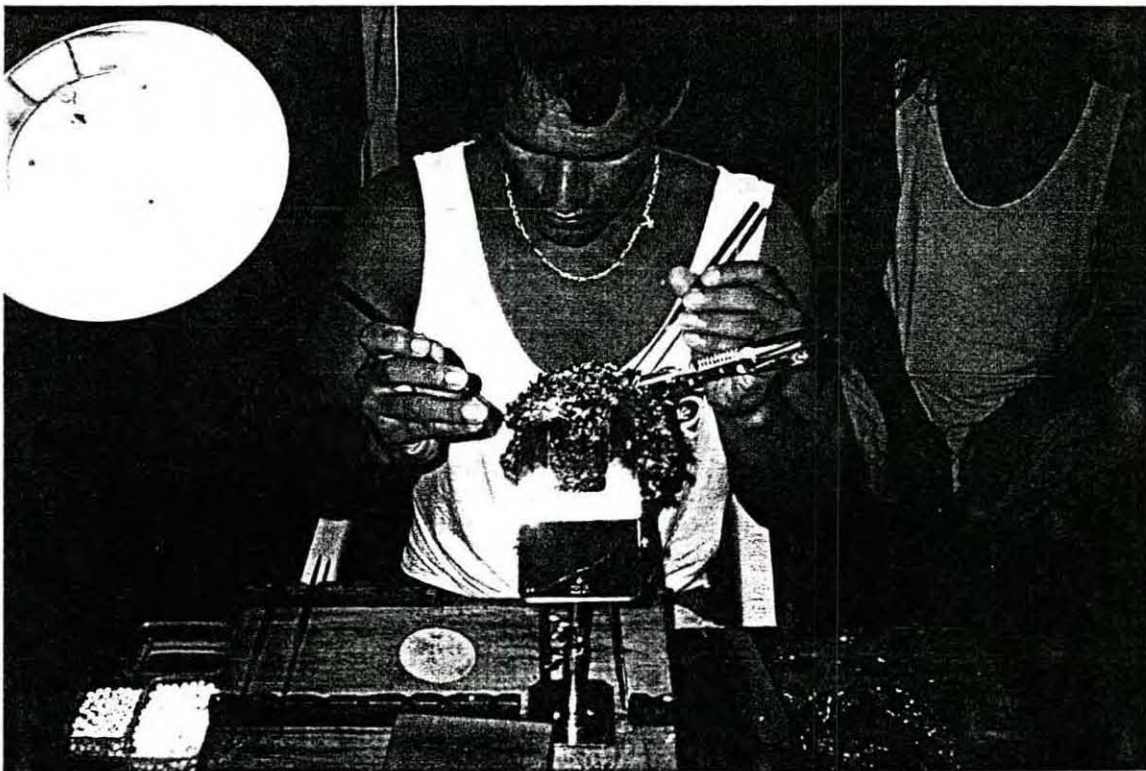


Figure 6 : La greffe de l'huître perlière (d'après Buestel).

collectage ont été accordées, cela signifie un affranchissement des perliculteurs par rapport à la plonge car ils bénéficient d'un approvisionnement fiable en huîtres à greffer.

Les stations de collectage sont des cordes immergées entre -3 et -5 m, maintenues au fond par des "karena" (pinacles) et flottant grâce à des bouées. En général, la pose se fait lors des changements de saison et dans la partie sous le vent des atolls. Les plus forts rendements ont été obtenus à Manihi et à Takaroa en 1986. La phase de "grossissement" commence six mois après la pose; Il faut alors procéder à l'éclaircissement des naissains en ne gardant que ceux dont le diamètre est compris entre 20 et 40 mm afin d'éviter une chute importante du rendement par compétition (Fig.2). Les collecteurs sont coulés à des profondeurs de -10 voire -16 m pour permettre une meilleure croissance.

De plus, cette profondeur atténue suffisamment le clapot qui provoque le détachement des naissains, empêche la fixation d'épibiontes et évite la compétition avec *Pinctada maculata*.

L'élevage

Quand les nacres ont atteint une taille de 5-6 cm, elles sont soigneusement détachées des filets de collectage et placées dans des structures d'élevage (paniers lanternes ou caisses grillagées) jusqu'à ce qu'elles atteignent la taille de 8 cm. Un entretien soigneux doit être effectué pour éviter l'entassement et le mauvais développement, voire même la mort, des huîtres qui sont au fond des paniers. Les nacres de 8 cm sont alors percées et enfilées sur des chapelets ou placées dans des paniers-poches jusqu'à la greffe (Fig.3).

Les structures d'élevage sont diversifiées mais les lignes flottantes sont les plus utilisées; lors des débuts de la perliculture on trouvait essentiellement des plates-formes en fer galvanisé immergées à des profondeurs de -15 à -20 m. Elles ont été progressivement abandonnées par crainte d'une pollution du milieu par les matériaux de la structure. Actuellement il existe d'autres types de structures qui diffèrent des lignes flottantes; ce sont les tripodes à Manihi, les piquets à Takaroa et Arutua, et les radeaux à Rikitea.

Le grossissement des huîtres n'intéresse que peu d'exploitants excepté pendant la phase pré-opératoire. S'il existe officiellement 700 producteurs de naissains dont certains vendent leur production directement sur collecteurs, il n'y a pratiquement pas de producteurs spécialisés dans l'élevage de la nacre pour la vendre sur chapelet après deux ans de soins. De même, certaines fermes privées ne semblent pas se préoccuper suffisamment des phénomènes de mortalité, elles sont donc obligées de s'approvisionner ailleurs en nacres prêtes à la greffe.

Le respect des dispositions préconisées est rare. Ainsi un exploitant autorisé à poser 3 collecteurs de naissains peut, par exemple, en posséder 5 à 35 car, en principe, l'emprise des élevages de nacre greffées ou non, fait l'objet d'une négociation entre l'éleveur et les services territoriaux qui prend en compte les notions de superficie réellement occupée et d'emprise effective sur le domaine public maritime. Des pourparlers sont en cours pour définir les critères à retenir pour le paiement des redevances.

1.3.4.3. La ferme perlière

En règle générale, la maison de greffe est située sur pilotis dans le lagon (Fig.4), on note que les structures d'élevage sont plus élaborées que celles utilisées pour le collectage de naissains. Elles consistent en un ensemble de chapelets réunissant 10 huîtres, ils sont suspendus tous les mètres sur des cordes maintenues par un système de bouées et de tendeurs à des profondeurs variant de 10 à 20 m (Fig.5).

Quand les huîtres ont atteint la maturité nécessaire pour être opérées, des greffeurs japonais et depuis peu polynésiens, sont recrutés à grands frais (55 000 FF par mois, tous frais payés) pour mener cette intervention délicate (Fig.6).

1.3.4.4. La mortalité inexpiquée de 1985-1986

Dans certains lagons des mortalités importantes (50 à 80%) d'huîtres perlières sont apparues en 1985. Les attaques concernaient aussi bien les huîtres greffées que les juvéniles et les huîtres sur collecteurs. Les symptômes généralement observés étaient semblables d'un lagon à l'autre : lésions du manteau et de la coquille, absence de croissance et hypersécrétion de mucus. A ce jour, les recherches menées n'ont pas pu mettre d'agent pathogène infectieux en évidence. Cependant, un protozoaire parasite, la grégarine, a été observé dans l'intestin des huîtres perlières, malades et saines. Il a été supposé que le stress provoqué par la surdensité de certains lagons et par des techniques de culture inadaptées influencerait le développement du parasite, qui devenu pathogène favorise la maladie.

1.3.5. Les solutions envisageables et les perspectives d'avenir

1.3.5.1. Règlements et formation

L'essor de la perliculture en Polynésie Française s'est effectué très rapidement. Malheureusement, l'implantation massive des exploitations perlicoles n'a pas été suivi par un développement simultané des réglementations économiques et techniques.

Depuis quelques années, le marché de la perle s'essouffle, d'une part en raison de la crise économique mondiale, mais surtout à cause d'un évènement difficilement contrôlable : les petits perliculteurs, en surproduction et en mal de trésorerie, bradent leurs perles, souvent de mauvaise qualité, mettant ainsi en danger toute la crédibilité de la structure des prix de la perle polynésienne. Ce phénomène, à son tour, entraîne une chute des cours, ainsi que des pratiques commerciales anarchiques qui ternissent l'image de la perle noire polynésienne.

Les mesures envisagées pour faire face à ces problèmes devront être rapides. Le GIE Perles de Tahiti et le Territoire espèrent mettre en place des quotas de production. Ceux-ci seront très difficiles à appliquer étant données les distances et l'isolement des fermes perlières. La seconde mesure proposée concerne la création d'une carte professionnelle de "négociant en perles"; elle devrait favoriser le respect des règles imposées sur un marché qui doit être sérieux et ordonné. Les solutions préconisées devront être effectives dans un délai très court. Dans le cas contraire, bon nombre de petits perliculteurs endettés, qui pratiquent le marché noir pour palier leur problèmes de trésorerie, risquent de faire faillite si la chute des cours de la perle se poursuit. Enfin, un autre moyen plus ambitieux, serait qu'une association Territoire-perliculteurs-négociants crée un système financier assez vaste et solide. Celui-ci aurait le monopole pour acheter toute la production de perles de Tahiti, pour en éliminer les perles de mauvaise qualité et commercialiser le reste de façon disciplinée. Cela équivaldrait à créer une "Central selling house" de la perle noire, comme le trust de Beers le fait pour le diamant depuis plus d'un siècle. (du Prel, 1994).

La perliculture est une activité récente qui a manqué d'un secteur de formation. Cette lacune est désormais comblée depuis l'ouverture à Rangiroa du Centre des Métiers de la Nacre et de la Perliculture en 1991-1992. Le programme d'enseignement comprend la greffe perlière (pour défier la concurrence des japonais) mais aussi tous les aspects de l'exploitation au sein d'une ferme pilote et en collaboration avec les exploitants. (Atlas de Polynésie, 1993).

1.3.5.2. Le Programme Général de Recherche sur la Nacre

Après les mortalités massives apparues en 1985, toujours inexplicées à ce jour, l'Etat et le Territoire ont établi un programme général de recherche sur la nacre, le P.G.R.N. créé en 1992 pour combler le manque de connaissances de base concernant la biologie de l'huître perlière. Ce programme regroupe divers organismes de recherche

présents sur le Territoire tels l'E.P.H.E. (Ecole Pratique des Hautes Etudes), l'E.V.A.A.M., l'I.F.R.E.M.E.R., L'O.R.S.T.O.M., l'U.F.P. (Université Française du Pacifique) et les laboratoires métropolitains de différentes universités.

Ce programme apparaît comme une juxtaposition d'actions de recherche (19) sur les principaux compartiments de l'écosystème conchylicole. L'I.F.R.E.M.E.R. est responsable de quatre actions de recherche qui concernent la pathologie infectieuse, la relation croissance-milieu, l'étude de la respiration et de la filtration et l'étude de la nutrition de l'huître perlière. D'autre part, l'I.F.R.E.M.E.R. participe aussi indirectement à quatre actions de recherches qui sont :

- étude de la grégarine (Université de Montpellier)
- étude de la reproduction (Université Française du Pacifique)
- étude de la composition élémentaire de la matière organique particulaire (O.R.S.T.O.M.)
- étude de la physiologie des autres mollusques compétiteurs (O.R.S.T.O.M.)

Les actions de recherches engagées par le COP-IFREMER sont coordonnées sur le plan administratif, logistique et financier par l'EVAAM. La coopération scientifique et technique a été officiellement définie avec la mise en place d'un comité opérationnel (E.P.H.E., E.V.A.A.M., I.F.R.E.M.E.R., O.R.S.T.O.M. et U.F.P) et d'un comité de pilotage scientifique (I.F.R.E.M.E.R., O.R.S.T.O.M., MUSEUM et un représentant de la profession) (AQUACOP, 1992).

1.3.5.3. Perspectives

La perliculture est devenue un élément majeur de l'économie polynésienne. La recherche et les améliorations techniques doivent accompagner le développement du secteur dans le cadre géographique difficilement gérable que représentent les archipels. Compte tenu de l'évolution de ce secteur, les améliorations sont fondamentales et elles seront porteuses, à terme, d'effets socio-économiques déterminants. L'évolution croissante de la population de certains atolls des Tuamotu et des Gambiers aux cours des deux dernières décennies ne peut s'expliquer que par la place prise par la nacriculture et la perliculture dans leur économie, leur réussite relative et parfois leurs problèmes. Le nombre d'actifs travaillant effectivement dans ce secteur est estimé à environ 1500 personnes (Atlas de Polynésie, 1993).

2. L'huître perlière: *Pinctada margaritifera*

2.1. Présentation générale

L'huître perlière est un terme général qui désigne un ensemble de bivalves lamellibranches qui sont capables de sécréter des perles dont les propriétés diffèrent peu, hormis pour des particularités secondaires. Il existe en effet plusieurs espèces d'huîtres perlières dans le monde.

Les huîtres perlières appartiennent à la famille des *Pteriidae*, anatomiquement bien distincte de celle des *Ostreidae* (huîtres comestibles, généralement). Les *Pteriidae* ont un "pied" qui leur permet de se déplacer sur le sol et un "byssus" permettant la fixation des animaux sur le substrat. Les *Ostreidae* ne possèdent ni l'un ni l'autre; elles se fixent par une des valves pendant la phase juvénile. Ces deux familles diffèrent aussi par la forme et la composition de la coquille. Celle des *Pteriidae* est formée d'aragonite tandis que celle des *Ostreidae* est constituée de calcite, ces composés sont deux formes cristallines du carbonate de calcium.

2.1.1. Nomenclature

Les *Pteriidae* comprennent plusieurs genres. C'est au genre *Pinctada* qu'appartient l'huître perlière de Polynésie. La taxonomie de l'huître perlière à lèvres noires (Black Lips Oyster) est la suivante :

Embranchement : Mollusque
Classe : Lamellibranche (bivalve)
Ordre : Filibranchia
Famille : *Pteriidae*
Genre : *Pinctada*
Espèce : *margaritifera* (Linné)
Sous-espèce : *Cumingii* (Jameson)

2.1.2. Exigences écologiques et cycle de vie

2.1.2.1. Répartition géographique

L'huître perlière à lèvres noires se répartit dans plusieurs régions du monde. Elle est présente en Australie, en Inde, en Nouvelle-Calédonie, en Mer Rouge, dans les Caraïbes, dans l'Océan Indien, et bien sûr en Polynésie (Iles de la Société, des Gambiers et des Tuamotu).

On la trouve dans toutes les eaux de Polynésie Française, des îles basses comme des îles hautes, de la surface à 50 mètres de profondeur, mais ce sont surtout les lagons d' atoll qui sont les sites les plus favorables à leur développement.

2.1.2.2. Ecologie

C'est une espèce gonochorique (sexes séparés) qui peut changer de sexe suivant l'âge et les conditions environnementales. Elle croît dans de bonnes conditions dans une eau dont la température est comprise entre 24°C et 29°C.

La salinité joue un rôle important dans la croissance des huîtres perlières; elle est optimale pour une salinité comprise entre 35‰ et 40‰.

2.1.2.3. Cycle de vie

La reproduction s'effectue à partir d'individus âgés de 2 à 3 ans. L'émission des produits sexuels en terme de quantité est fonction de l'âge de l'animal et la ponte s'observe toute l'année; cependant, on a remarqué qu'en Polynésie Française la meilleure saison s'étendait d'octobre à mars. Il faut aussi noter qu'il existe un effet de groupe et un effet de masse qui participent tous deux activement au phénomène de la ponte et à son homogénéité. Les oeufs fécondés libérés donnent naissance à des larves microscopiques qui vivent dans le plancton pendant environ 30 jours, après quoi elles développent un pied et rampent pendant quelque temps sur le substrat qu'elles ont choisi avant de s'y fixer par le "byssus". Durant la vie larvaire les jeunes huîtres sont décimées par de nombreux prédateurs, notamment par les larves de poissons et les éponges.

Elle mesure en moyenne :

- 250 à 300 µm à 1 mois.

- 7 à 8 cm à 12 mois.

- 12 à 15 cm à 3 ans.

2.1.3. Description anatomique

Comme tous les lamellibranches, le corps est enveloppé par les deux lobes du manteau qui sécrète la coquille.

Appareil circulatoire

Le coeur représente l'organe central de l'appareil circulatoire. Il est constitué d'un ventricule et de deux oreillettes; il est enfermé dans un sac à paroi mince et blanchâtre appelé péricarde. Une partie du sang, liquide incolore renfermant des leucocytes, se rend directement aux branchies où il se charge d'oxygène et revient aux oreillettes.

Locomotion et fixation

L'huître est fixée, pendant une partie de son existence, sur des rochers, des blocs de madrépores à l'aide d'un ensemble de filaments (40 à 50) constituant un câble appelé byssus dont l'importance physiologique est très grande. Il est sécrété par une glande se trouvant à la base du pied. Le pied de l'huître perlière est situé dans la région antérieure juste au dessus de la bouche.

Glandes génitales

Les glandes génitales ou gonades, au nombre de deux, sont placées symétriquement de chaque côté du corps à la surface extérieure du foie; elles couvrent presque complètement la masse viscérale, jusqu'à la base du pied et au pourtour de la glande du byssus.

Système nerveux

Leur système nerveux est simple :

- Les ganglions cérébraux d'où partent les nerfs destinés au manteau, aux muscles antérieurs du pied, à la région buccale.
- Les ganglions viscéraux placés en arrière du pied d'où partent les nerfs innervant les branchies, la région postérieure du manteau et l'adducteur postérieur.
- Les ganglions pédieux situés à la hauteur de la base du pied dont les nerfs aboutissent à la musculature du pied et aux rétracteurs du byssus.(Leduc, 1993)

Appareil musculaire

Il comprend surtout un gros muscle adducteur et des muscles rétracteurs et élevateurs du pied. Il existe aussi des muscles branchiaux qui permettent la rétraction des branchies et de leurs extrémités postérieures (Ranson 1952).

2.2. Le système digestif

2.2.1. Description des organes digestifs

Celui-ci est constitué par la bouche, l'oesophage, l'estomac, l'intestin et se termine par le rectum et l'anus. Une grande partie du système digestif n'est pas visible car noyée dans la masse viscérale (Fig.7).

La bouche, située près du pied, est constituée de quatre palpes labiaux chargés de canaliser la nourriture vers la fente de l'orifice buccal. Celui-ci mène à l'oesophage qui aboutit à l'estomac où les aliments sont broyés. Les parois de l'estomac sont plissées. Une masse brune entoure l'estomac; c'est l'hépto-pancréas constitué de diverticules digestifs. A l'intérieur de l'estomac se trouve le stylet cristallin qui a une forme tubulaire. Ce tube gélatineux et transparent broie les aliments contre le bouclier gastrique. Bien que la digestion proprement dite se fasse au niveau des diverticules digestifs, le stylet contient des enzymes qui facilitent la digestion. Il se dissout et se recompose grâce aux enzymes contenues dans les diverticules digestifs. L'intestin est constitué de trois parties : l'intestin descendant, l'intestin ascendant et le rectum. Il descend dans la partie supérieure de la poche (gonade), y fait une boucle et remonte ensuite au-dessus du coeur, redescend le long du muscle adducteur et se termine par l'anus et le diverticule anal.

2.2.2. La filtration des particules

2.2.2.1. Description des organes

La prise de nourriture chez les bivalves filtreurs s'effectue lors de la filtration. Les filaments branchiaux des bivalves filtreurs constituent un filtre plus ou moins efficace. La circulation de l'eau dans la cavité palléale et à travers le filtre branchial est conditionnée par l'organisation anatomique des organes de filtration.

Les bivalves possèdent deux branchies. Chacune d'elle est constituée de deux demi-branchies ou cnéidies, l'une externe et l'autre interne. Chaque cnéidie se compose d'un feuillet ascendant et d'un feuillet descendant qui sont tous les deux régulièrement plissés. Chaque pli est formé par des filaments, éléments de base de la branchie. On distingue les filaments principaux au creux des plis et les filaments secondaires à la crête des plis. Ces filaments sont ciliés (Owen et Mc Cray, 1976). Les jonctions entre les filaments délimitent de véritables tubes aquifères dans lesquels l'eau pénètre par des ostioles de faible calibre (ostiums).

Les bords libres du manteau tendent à se souder entre eux en ménageant plusieurs orifices : un, antéro-ventral qui permet le passage du pied, et deux autres situés en arrière. Ces derniers sont les orifices exhalants qui correspondent respectivement aux ouvertures des cavités infra et supra-branchiales.

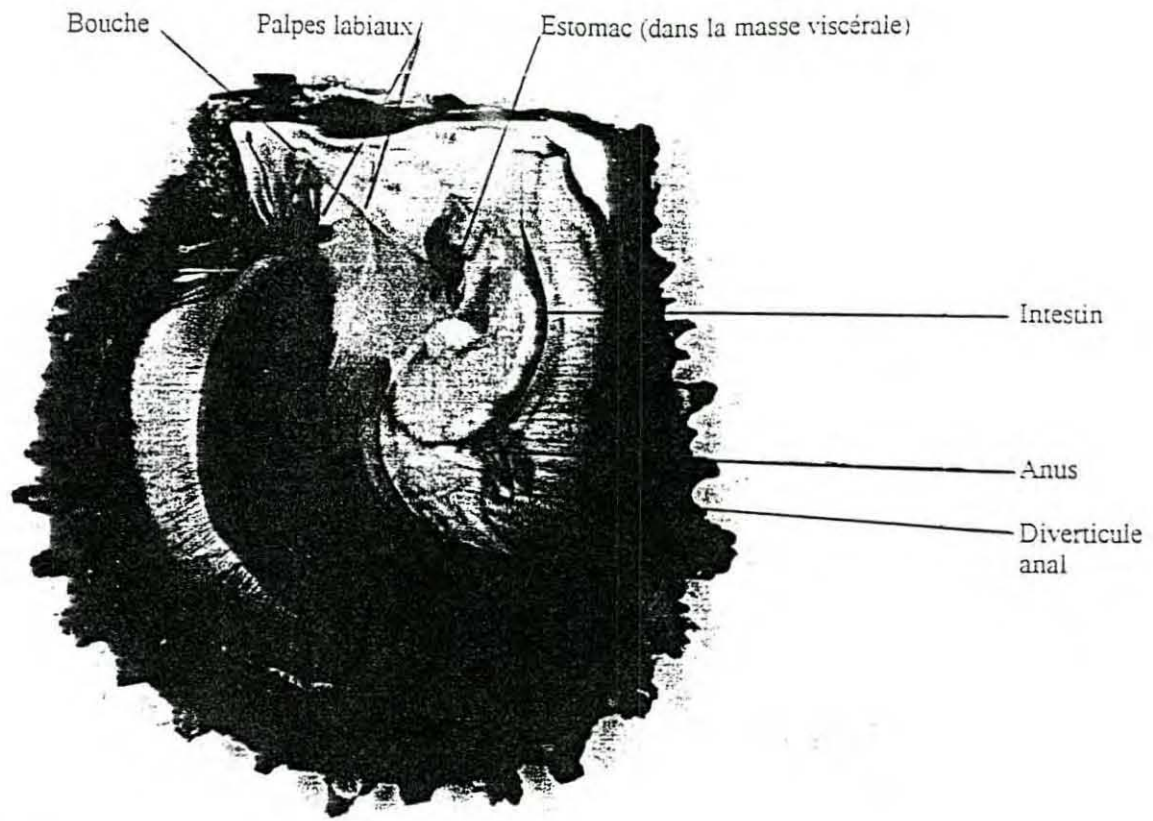


Figure 7 : Valve droite de *Pinctada margaritifera*; organes digestifs.

L'huître perlière *Pinctada margaritifera* possède quatre palpes labiaux qui sont situés de part et d'autre de la bouche dans la région antérieure. Ils assurent la continuité du transport des particules des branchies vers la bouche. L'acheminement des particules s'effectue sur la face interne ciliée des palpes labiaux. Celle-ci est constituée par un ensemble de crêtes alternant avec des sillons ciliés dorso-ventraux faisant face aux branchies.

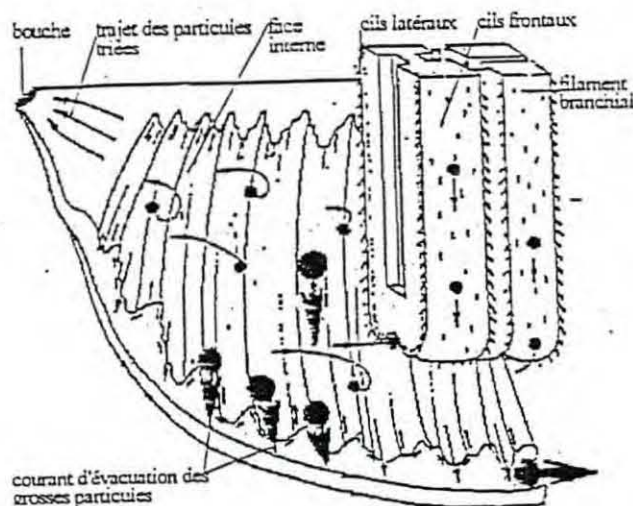


Figure 8 : Diagramme simplifié de la partie antérieure gauche du palpe labial et de la branchie (Bernard, 1994)

2.2.2.2. Le mécanisme de filtration

Chez les bivalves, l'eau pénètre dans la cavité palléale de façon passive ou active. Elle est aspirée grâce à une dépression au niveau des branchies. Dans les deux cas l'ouverture des valves est nécessaire.

Les filaments branchiaux sont pourvus de cils vibratiles qui agissent comme des "petites pompes en parallèles" (Jones et Allen, 1986) : les battements des cils latéraux créent un courant inhalant qui véhicule les particules en suspension. Selon la théorie traditionnelle de capture et de transport, les particules en suspension sont retenues par les cils latéro-frontaux et enrobées dans du mucus (Wallengren, 1905; Kellog, 1915; Atkins, 1937 et 1938b; Morton, 1969 et 1983). Or, certains bivalves ne possèdent pas de cils latéro-frontaux. Le transport particulaire s'expliquerait alors par un mécanisme différent de celui du concept mucociliaire.

L'étude structurale des branchies de *Pinctada margaritifera* menée par Bernard en 1994 a montré que les filaments branchiaux ne possèdent pas de cils latéro-frontaux. L'absence

de cils latéro-frontaux n'implique pas que le transport des particules se réalise selon un mécanisme hydrodynamique comme Jorgensen le suggère dans ce cas (1981, 1989, 1990). En effet, des amas de cellules d'algues emprisonnées dans du mucus se déplacent le long des filaments. De plus, la présence de mucocytes appuie l'hypothèse d'un mécanisme de capture mucociliaire sans exclusion, cependant, l'intervention d'un jeu de pression.

Dans la région antérieure, les cordons mucilagineux sont pris en charge par les palpes labiaux qui rejettent les particules trop volumineuses et acheminent vers la bouche les particules consommables. Le dispositif de tri s'effectue au niveau des sillons. Des courants ciliaires complexes peuvent canaliser les particules dans des directions différentes. Les particules grossières et denses aboutissent dans le fond des sillons. Le battement des cils participe au rejet de ces particules vers la cavité infrabranchiale puis vers l'arrière. Au niveau des crêtes séparant les sillons, le mouvement des cils dirige les particules les plus fines vers l'orifice buccal, de crête en crête. Le rôle des palpes labiaux semble d'autant plus important que les structures branchiales sont moins développées (Kiorboe et Mohlenberg, 1981).

En règle générale, les bivalves aux cils latéro frontaux peu ou pas développés retiennent efficacement les petites particules. Leur seuil de rétention totale est plus élevé que chez les espèces possédant des cils latéro-frontaux (5-6 μm pour *Crassostrea virginica*). Des travaux antérieurs menés sur *Pinctada margaritifera* ont montré une efficacité de rétention à partir de 2-3 μm (Buestel *et al*; 1992). D'autre part, une étude sur la production primaire dans le lagon de Takapoto (Charpy *et al*; 1992) révèle que 70% du phytoplancton est caractérisé par une taille inférieure à 3 μm . Les 30% restant représentent donc la quantité disponible pour les huîtres perlières en élevage. Cette observation remet en cause les stocks potentiels d'huîtres dans les élevages.

2.2.3. Sélection de particules alimentaires chez les bivalves filtreurs et les huîtres perlières

Une présélection de la nourriture particulaire est susceptible d'être réalisée au niveau des tentacules des bords du manteau (Nelson, 1938). Elle pourrait avoir lieu lors d'un apport de nourriture trop important (forte turbidité des eaux), comme l'ont observé Palmer et Williams chez *Argopecten irradians* (1981). D'après les travaux de Bernard (1994), il semble peu probable qu'une présélection particulaire ait lieu au niveau du manteau, les eaux du lagon étant très peu chargées en particules.

En 1985, Shumway *et al* ont mené des expériences concernant la sélection de particules, l'ingestion et l'absorption chez les bivalves filtreurs. Les mesures étaient basées sur le

taux d'éclaircissement de la solution du milieu. Ces suspensions cellulaires étaient constituées de mélanges à partir de différents types d'algues. Ils sont parvenus à mettre en évidence trois mécanismes de sélection des particules en suspension. Ainsi, *Ostrea edulis* L. consomme préférentiellement le dinoflagellé *Exuv* par rapport à la diatomée *Phaeo* qui présente les mêmes caractéristiques de taille. D'autre part, il semblerait qu'il existe une sélection dite pré-ingestive au niveau des palpes labiaux : parmi les rejets observés dans les pseudofèces d'*Ensis directus*, de *Placopecten magellanicus* et d'*Arctica islandica*, on retrouve essentiellement la diatomée *Phaeo*. Enfin, une sélection post-ingestive s'effectue au niveau de l'estomac. Parmi des bivalves nourris avec une suspension composée de plusieurs types d'algues (dont des *Cryptomonas* 3C), il a été mis en évidence qu'une majorité d'entre-eux absorbe préférentiellement cette algue.

L'observation d'une sélection préférentielle de particules à partir du mélange de la suspension nutritive suggère que ces organismes devaient-être en nombre plus important dans le milieu nutritif de l'expérience par rapport à leur abondance relative en milieu naturel.

Les premières expériences concernant le comportement alimentaire des huîtres perlières (*Pteriidae*) ont été menées par Herdman (1903), Ota (1959), et Chellam (1983). Ils se sont intéressés à l'huître perlière japonaise *Pinctada fucata*. Le bol alimentaire de cet animal est constitué de diatomées, d'organismes flagellés, de larves de lamellibranches et de gastropodes, de nauplii de crustacés, de carapaces de copépodes, de spicules d'éponge, de filaments d'algues ainsi que de particules sableuses et sédimentaires. Aucune différence de taille n'a pu être mise en évidence entre les particules ingérées et celles qui ont été prélevées dans l'eau de mer. L'huître perlière *Pinctada fucata* ne semble pas effectuer de sélection des particules alimentaires au moment de la filtration. Cependant, l'examen des pseudofèces et des fèces montre qu'elle ne digère qu'une partie des particules filtrées. Les organismes les plus volumineux sont rejetés sous forme de pseudofèces après avoir été enrobés de mucus. Ce rejet s'effectue au niveau de la gouttière ciliée dont les cils canalisent le cordon mucilagineux vers l'extérieur. L'observation de fèces montre également que certaines particules ne sont pas retenues et digérées dans l'estomac de l'animal, soit en raison de la saturation de l'estomac, soit parce-que la nature de ces particules ne convient pas à l'huître perlière. Dans ce cas, l'animal effectue une sélection post-ingestive.

L'étude du bol alimentaire de *Pinctada margaritifera* a été effectuée par Nasr (1984) sur des animaux élevés en Mer Rouge. Les particules les plus fréquemment observées dans l'estomac étaient des diatomées (genre *Thalassionema* et *Licmophora* notamment). Nasr observa également des copépodes, des larves de crustacés et de

bivalves. Cependant, les expériences n'ont pas permis de mettre en évidence une sélection parmi les particules ingérées.

2.2.4. Ingestion et taux d'assimilation chez les bivalves filtreurs

La quantité de nourriture ingérée (par unité de temps) est fonction de la taille de l'animal, de la température ambiante et de la concentration en particules nutritives. Quand il n'y a pas de production de pseudofèces, la quantité de nourriture ingérée est égale à la quantité de nourriture filtrée.

Le taux de filtration correspond à un volume d'eau épuré de son contenu par unité de temps. C'est "la mesure de l'efficacité d'un filtreur à retenir les particules en suspension dans un volume d'eau que l'animal pompe à travers ses branchies" (Tenore et Dunstan, 1973).

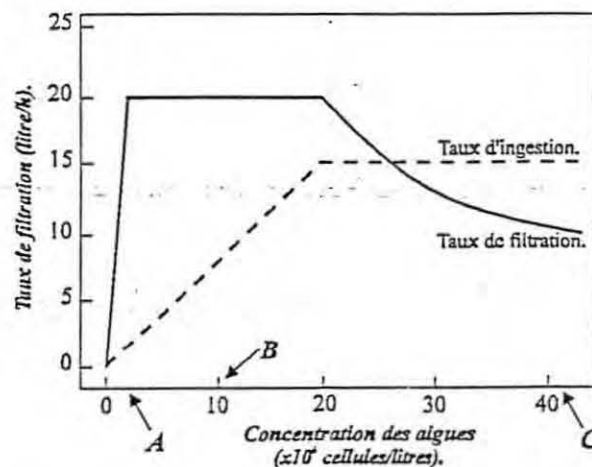
Le taux de pompage ou débit palléal est le volume d'eau traversant l'animal par unité de temps. Ces deux taux sont identiques lorsque toutes les particules sont ingérées. L'efficacité d'assimilation se définit comme la quantité de nourriture assimilée par rapport à la quantité de nourriture ingérée. L'efficacité d'assimilation dépend de la qualité et de la quantité de la nourriture ingérée. Des expériences menées par différents auteurs ont données les résultats qui figurent dans le tableau 2 .

Espèces	Auteurs	Nourriture	Concentration algale (10^6 cellules l^{-1})	Méthodes	Taux d'assimilation (%)
<i>Arctica islandica</i>	Winter (1969)	<i>Chlamydomonas sp.</i>	10	Biuret	88.1
<i>Arctica islandica</i>	Winter (1969)	<i>Chlamydomonas sp.</i>	20	Biuret	67.2
<i>Arctica islandica</i>	Winter (1969)	<i>Dunaliella marina</i>	20	Biuret	65.3
<i>Mytilus edulis</i>	Vahl (1973)	<i>Pavlova lutheri</i>	2-6	Conover	78.2
<i>Mytilus edulis</i>	Winter (1969)	<i>Dunaliella marina</i>	20	Biuret	71.9
<i>Mytilus edulis</i>	Widdows and Baynes (1971)	<i>Platymonas suecica</i>	1.5	Conover	84±4
<i>Mytilus edulis</i>	Widdows and Baynes (1971)	<i>Platymonas suecica</i>	5.5	Conover	69±5

Tableau 2 : Taux d'assimilation de deux bivalves filtreurs en fonction de différentes concentrations d'algues unicellulaires (d'après Winter, 1978).

La relation qui existe entre le taux d'assimilation et le taux d'ingestion est parfois ambiguë. Le taux d'ingestion et le taux de filtration dépendent de la concentration en nourriture. En effet, pour des concentrations différentes (entre certaines limites extrêmes et après un temps d'adaptation), les animaux ingèrent des quantités constantes qui sont assimilées avec la même efficacité. Dans ce cas, l'efficacité d'assimilation n'est pas dépendante de la concentration de la nourriture. Toutefois, Winter (1978) a obtenu des résultats complémentaires en effectuant des expériences sur *Modiolus modiolus* avec des concentrations d'algues variables. Il a constaté que pour des concentrations de 20×10^6 et 40×10^6 cellules.l⁻¹ de *Chlamydomonas*, la même quantité de nourriture était filtrée par l'animal alors qu'une concentration de 10×10^6 cellules.l⁻¹ était insuffisante à l'animal pour qu'il puisse filtrer la quantité obtenue avec 20×10^6 et 40×10^6 cellules.l⁻¹.

Toutefois, le taux d'assimilation est plus ou moins constant et relativement élevé (90%) quelque soit la concentration de la solution en algues. Une efficacité d'assimilation supérieure à cette valeur (pour la faible quantité ingérée à 10×10^6 cellules.l⁻¹ par exemple) est impossible à obtenir car il y a toujours des algues qui ne sont pas digérées et qui se retrouvent incluses dans les fèces. Ainsi, ces travaux confirment que l'efficacité d'assimilation est indépendante de la concentration de la suspension d'algues, donc de la quantité de nourriture ingérée.



Graphique 2 : Concept des relations existant entre le taux de filtration, le taux d'ingestion et la concentration de nourriture chez les bivalves (Bernard, 1994).

Le graphique 2 synthétise l'ensemble des observations précédentes concernant les relations entre le taux de filtration, la concentration de la nourriture et le taux d'ingestion chez les bivalves.

3. Etude de l'alimentation et du taux d'assimilation de *Pinctada margaritifera*

3.1. Introduction

Les huîtres perlières sont des organismes filtreurs suspensivores; elles consomment essentiellement de la matière particulaire (phytoplancton) mais les études récentes (Amouroux, comm. pers.) tendent à prouver que ces animaux consommeraient également de la matière organique dissoute. En effet, les premières estimations concernant le bilan énergétique de *Pinctada margaritifera* ont montré que la quantité d'énergie produite était supérieure à la quantité d'énergie apportée sous forme de seston. Ces expériences sont basées sur le déséquilibre qui existe entre les gains de poids enregistrés (en terme d'énergie) et la quantité d'énergie apportée par la suspension algale nutritive.

Par ailleurs, on suppose que l'oligotrophie des lagons d'atoll a provoqué l'adaptation des animaux à leur milieu pauvre en éléments nutritifs. Il a été constaté que les huîtres perlières provenant des atolls avaient un taux de filtration plus élevé que celles qui étaient placées dans des conditions environnementales plus favorables (Bernard, 1994). L'augmentation du taux de filtration des animaux accroît alors le volume d'eau filtré par heure et par conséquent le nombre de particules alimentaires ingérées.

L'objectif de cette étude est la connaissance du comportement alimentaire de *Pinctada margaritifera*. Des études ont montré que les populations d'algues des lagons de Polynésie sont essentiellement constituées par des diatomées (Ricard, 1977); celles-ci représentent donc la majeure partie du bol alimentaire de l'huître perlière. Cependant on ignore encore si cet animal effectue une sélection parmi ces algues et si celle-ci est basée sur la nature ou bien sur la taille et la forme de ces particules. Parallèlement, une étude du taux d'assimilation de l'huître perlière en fonction de différentes conditions de nutrition sera effectuée. Elle s'intègre dans l'établissement du bilan énergétique qui consiste à décrire et à quantifier les échanges et les transformations d'énergie entre l'animal et son environnement. Cette étude de l'écophysiologie et de la bioénergétique de *Pinctada margaritifera* doit permettre de définir la capacité biotique des sites perlicoles confrontés aux stocks d'huîtres perlières en élevage.

3.2. Mise en évidence d'une sélection de particules chez *Pinctada margaritifera*

3.2.1. Matériel et méthodes

3.2.1.1. Les huîtres perlières de l'expérience

Elles proviennent du lagon d'atoll de Takapoto (Archipel des Tuamotu). Il y a quatre ans, après une sélection selon un critère de taille, elles ont été transportées au Centre I.F.R.E.M.E.R. de Tahiti. Elles ont ensuite été mises en chapelets puis installées en filières dans le lagon de Vairao à une profondeur d'environ 10 m.

Nous avons effectué des contenus stomacaux sur trois huîtres perlières. La taille des animaux est mesurée à l'aide d'une règle souple; les hauteurs extérieures sont les suivantes :

- huître perlière n°1 : 17 cm
- huître perlière n°2 : 15 cm
- huître perlière n°3 : 12,5 cm

3.2.1.2. Le dispositif de prélèvement du contenu stomacal

Les contenus stomacaux de *Pinctada margaritifera* ont été analysés en utilisant la méthode de Moore (1910) qui consiste à aspirer le contenu alimentaire de l'huître perlière.

Dès leur arrivée au laboratoire, les huîtres sont immergées dans une solution de chlorure de magnésium (35g.l⁻¹) et d'eau douce. Elles s'entrouvrent au bout d'une heure sous l'effet du somnifère. Il est alors possible d'insérer les écarteurs afin de sectionner le muscle adducteur et d'ouvrir l'animal. Deux pipettes ayant de très fines extrémités sont insérées respectivement dans la bouche et dans l'anus de l'huître. Le contenu du conduit digestif de l'huître est évacué par la bouche de l'animal. Le système de pompe favorise l'évacuation du contenu par la petite pipette qui est reliée à la bouche. Cette pipette est connectée à un long et fin tuyau qui nous permet d'effectuer un continuum du contenu du tube digestif de l'huître perlière. Ainsi, il nous est plus facile d'analyser le contenu en fonction de l'endroit d'où il provient :

- première portion correspond à la bouche et à l'oesophage
- deuxième portion correspond à l'estomac
- troisième portion correspond à l'intestin et à la partie rectale

Ce fractionnement est destiné à séparer les matières fécales de l'ensemble du contenu du tube digestif. D'autre part, il permettra la mise en évidence d'une éventuelle sélection post-ingestive des particules dans l'estomac au moment de la digestion. Enfin, on considère que la dégradation des particules due à la digestion ne se produit pas encore dans cette portion du tractus digestif.

Le matériel collecté est placé dans des cuves de sédimentation, formolé (solution à 2%) puis observé au microscope inversé (WILD M40) muni d'un micromètre. Chaque particule rencontrée est répertoriée puis mesurée. Selon la structure des algues, la mesure au micromètre est effectuée en ne tenant compte que des parties pleines. Les filaments ou cils qui existent parfois sur certaines algues n'entrent pas dans la mesure des caractéristiques de taille.

3.2.1.3. La méthode d'analyse de l'eau de mer

L'analyse des contenus stomacaux des huîtres perlières doit être accompagnée par l'inventaire des particules du milieu de croissance de ces animaux.

Il existe peu de méthodes permettant l'observation du matériel vivant. Les deux principales sont les suivantes :

- indirectes (prélèvement au filet; dilution; compteur de dimension de particules)
- directes (centrifugation; filtration; sédimentation)

Pour effectuer nos expériences, nous avons choisi d'utiliser la méthode directe de sédimentation qui, compte tenu du matériel et des conditions dont nous disposons, s'est avérée la plus adaptée. Elle permet une très bonne reproductibilité de l'échantillonnage, une standardisation poussée et une préparation aisée des échantillons. Cependant elle présente les inconvénients suivants : fixation du matériel, nécessité d'utiliser un microscope inversé, gamme limitée des volumes utilisables (10 à 100 ml).

Le principe de la méthode repose sur la sédimentation de l'échantillon préalablement fixé dans des cuves d'Utermöhl. Le matériel est fixé par quelques gouttes de formaldéhyde (concentration 2%), qui en plus de son rôle de fixateur-conservateur, facilite la sédimentation des algues. Les conditions à respecter pour obtenir une sédimentation correcte sont les suivantes :

- agiter doucement et très longuement l'échantillon (50 fois).
- transvaser avec précaution l'échantillon dans la cuve en évitant les bulles sur les parois lors du remplissage.
- sécher l'eau ayant débordé (éviter le sel sous le fond de la chambre).

- placer les cuves en lumière atténuée, sur une surface parfaitement horizontale, à température constante.
- calculer le temps de sédimentation sur la base de trois centimètres de hauteur de cuve.
- lors du transfert des cuves, éviter les mouvements brusques et les maintenir en position horizontale.

Le dénombrement doit se faire en deux étapes : un examen à faible grossissement de l'ensemble de la surface pour la numérotation des particules de grande taille et un examen à fort grossissement de façon à éliminer les effets d'une sédimentation hétérogène.

Le choix du volume à sédimenter est effectué en fonction de l'abondance du plancton dans le milieu naturel; plus l'oligotrophie est forte, plus le volume sera important. Ainsi dans le cas de nos expériences, nous avons choisi un volume de 100ml.

Le dénombrement est effectué qualitativement et quantitativement dans la mesure du possible (fréquence des familles et des genres d'algues existant dans l'eau de mer prélevée au niveau et à la même heure que les huîtres de l'expérience).

3.2.1.4. Protocole d'analyse statistique

• Etude de la sélection des particules alimentaires selon leur nature

L'étude de la nature des particules ingérées par les huîtres perlières vise à mettre en évidence une sélection préférentielle de la nourriture par les animaux. Toutes les particules répertoriées dans les échantillons d'eau de mer et dans les différentes parties du tube digestif des animaux ont été regroupées selon leur systématique (pour les algues) ou selon leur nature (débris animaux, débris végétaux, zooplancton). La détermination de l'espèce n'étant pas toujours possible, il nous a semblé plus juste de regrouper les algues selon leur famille et leur genre. D'autre part, le traitement statistique par un test du χ^2 n'est possible que si les effectifs de chaque classe sont supérieurs à 5.

Les fréquences observées dans les contenus stomacaux sont comparées avec celles de l'eau de mer. Toutefois, cette comparaison n'est possible qu'après la transformation des fréquences observées dans l'eau de mer en fréquences théoriques. En effet, la fréquence des particules répertoriées dans l'estomac est dépendante de celle qu'on observe dans l'eau de mer. Il est donc indispensable de calculer une variable théorique de référence de l'eau de mer pour pouvoir utiliser un test statistique. Le calcul de ces valeurs de référence s'effectue de la manière suivante :

Soit :

F_{mer} : fréquence observée pour une classe d'algue dans l'échantillon d'eau de mer.

F_{est} : nombre total de particules observés dans le tube digestif.

F_{tot} : nombre total de particules observées dans l'échantillon d'eau de mer.

La fréquence théorique de référence est égale à :

$$F_{th} = (F_{mer} \times F_{est}) \div F_{tot}$$

L'analyse statistique consiste à vérifier si la différence de fréquence qui existe entre l'eau de mer et le contenu stomacal est significative. Le test du χ^2 est utilisé avec un seuil de 0.05. Cette comparaison des fréquences entre l'eau de mer et la totalité du tube digestif de l'huître perlière permet d'avoir une estimation globale des préférences de l'animal en ce qui concerne la nature des particules. Le traitement statistique est effectué par le logiciel STATGRAPHICS.

• Etude de la sélection des particules alimentaires selon leur taille

Pour chacune des particules répertoriées dans les contenus stomacaux, la longueur, la largeur ou le diamètre sont mesurés.

Compte-tenu du nombre important de données, nous avons procédé au classement des observations en tableaux de distribution de fréquences à partir desquels il nous est possible de représenter graphiquement les résultats.

Dans notre cas, nous sommes en présence d'une série statistique simple dont la variable est la taille des particules (longueur, largeur, diamètre). Ce mode de présentation nous permet de répartir les résultats enregistrés pour une variable dans différentes classes de taille (Scherrer, 1984). L'objectif est d'obtenir un graphique représentant les polygones des fréquences relatives cumulées des classes de particules présentes dans l'eau de mer et dans les contenus stomacaux. C'est une représentation qui nous indique une notion de tri pour les huîtres perlières.

Le tableau de distributions des fréquences ainsi que tous les traitements nécessaires sont effectués par le logiciel STATGRAPHICS. Il procède automatiquement à la mise en classe des valeurs après que nous ayons fixé les caractéristiques suivantes :

	Variable "longueur"	Variable "largeur"
Intervalle de classe	5 μm	2 μm
Taille minimale	0 μm	0 μm
Taille maximale	120 μm	70 μm
Nombre de classes	60	35

N.B : La variable "diamètre" est assimilée à une variable "longueur" et à une variable "largeur".

3.2.2. Résultats et discussion

D'après Ricard (1977), les populations d'algues présentes dans le lagon sont susceptibles de varier journalièrement d'une façon quantitative ou qualitative selon les conditions météorologiques et environnementales. Le prélèvement de chaque huître perlière était accompagné d'un échantillonnage d'eau de mer simultané. Cependant, les trois animaux ont été récoltés à des dates différentes car le contenu stomacal doit être frais pour être accompli. Le temps nécessaire pour effectuer l'intégralité d'un contenu stomacal est compris entre 4 à 5 jours. Il nous fallait donc prélever les huîtres perlières à plusieurs jours d'intervalle afin d'observer du matériel frais.

Nous avons effectué une comparaison entre les échantillons d'eau de mer.

La valeur calculée du χ^2 à partir des fréquences observées des particules dans les échantillons d'eau de mer est significativement différente de la valeur critique du χ_{α}^2 avec un risque d'erreur égal au seuil de signification $\alpha = 0.05$. Ainsi, la fréquence des particules observées varie en fonction de la date de prélèvement.

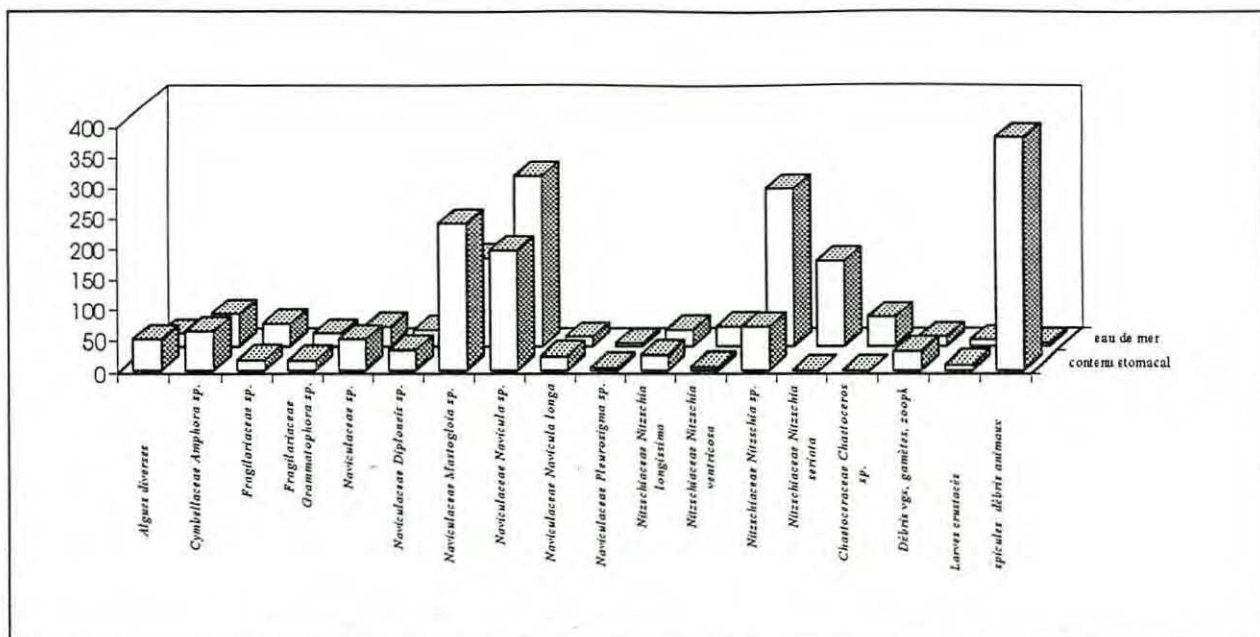
Les résultats concernant les contenus stomacaux seront tout d'abord traités de façon globale. Nous nous intéresserons à la comparaison de la totalité du contenu stomacal avec les échantillons d'eau de mer.

En second lieu, compte tenu des variations de fréquence des taxons qui existent entre les échantillons d'eau de mer, la fraction correspondant à la bouche et à l'œsophage des animaux est supposée plus proche de l'ensemble des espèces présentes dans l'eau de mer au moment du prélèvement des animaux et des échantillons d'eau. L'analyse devient alors plus fiable si la comparaison s'effectue uniquement entre la bouche et entre l'eau de mer.

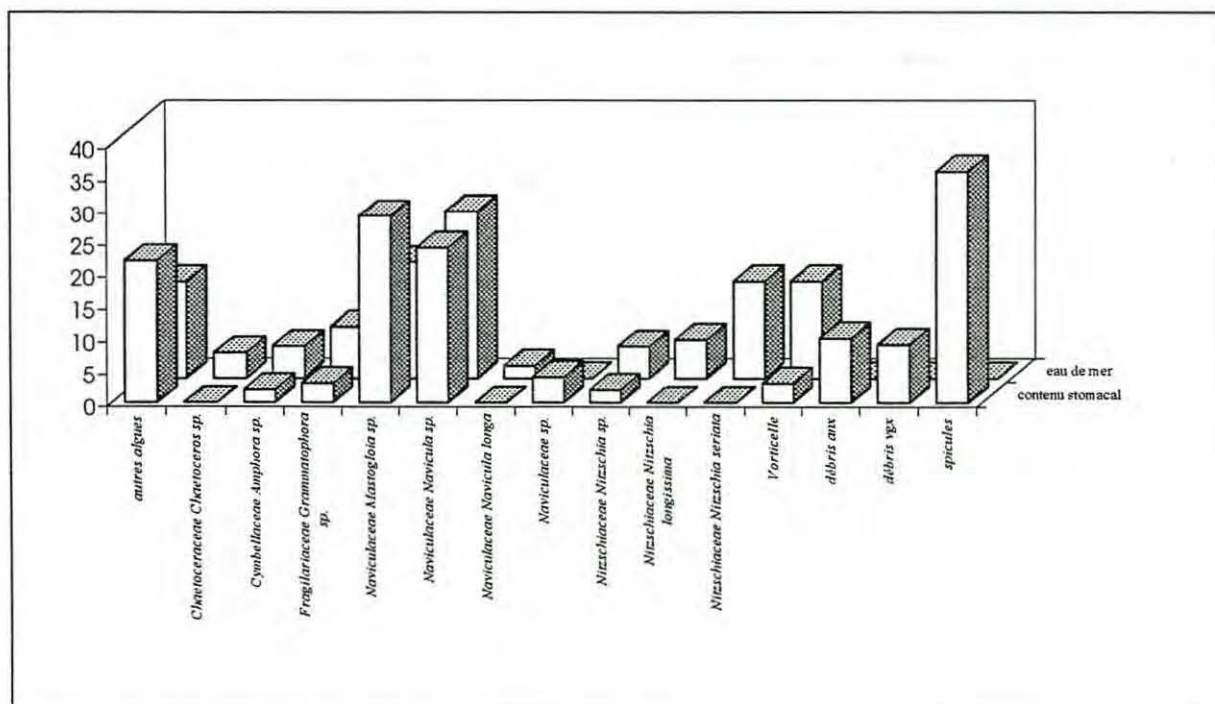
3.2.2.1. Sélection selon la nature des particules ingérées

• Résultats

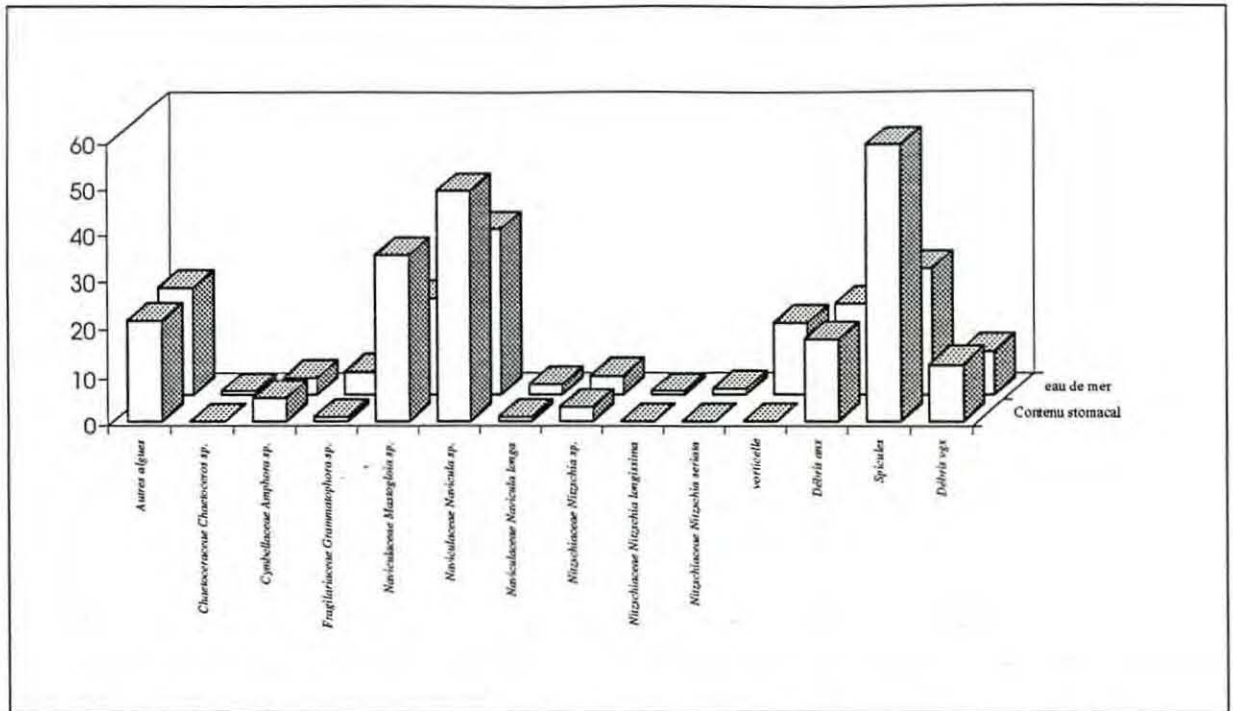
Dans un premier temps, la totalité des contenus stomacaux a été observée et répertoriée. Les histogrammes des graphiques 3, 4 et 5 représentent les fréquences de chaque classe de particules pour l'intégralité des contenus stomacaux des huîtres perlières 1, 2 et 3 ainsi que ceux des échantillons d'eau de mer correspondants.



Graphique 3 : Histogramme des fréquences des particules du contenu stomacal de l'huître perlière n°1 et de l'échantillon d'eau de mer correspondant.



Graphique 4 : Histogrammes des fréquences des particules du contenu stomacal de l'huître perlière n°2 et de l'échantillon d'eau de mer correspondant.



Graphique 5 : Histogramme des fréquences de particules du contenu stomacal de l'huître perlière n°3 et des fréquences de l'échantillon d'eau de mer correspondant.

Plusieurs classes de particules d'effectifs importants se dégagent des histogrammes des fréquences. Ainsi, la population d'algues du lagon est essentiellement constituée par des diatomées.

Ces algues qui appartiennent au phytoplancton sont aussi appelées *Diatomophycées* ou *Bacillariophycées*. Elles appartiennent à l'embranchement des Chromophytes qui regroupe des algues à plastes bruns, jaune ou vert-jaune qui ne produisent pas d'amidon véritable mais emmagasinent un polysaccharide qui ne se colore pas avec la solution iodo-iodure de lugol. Les diatomées constituent une des classes dominantes du phytoplancton marin. Ce sont des algues unicellulaires caractérisées par la présence d'une capsule siliceuse, le frustule, constituée de deux parties emboîtées l'une dans l'autre. Généralement solitaires, les cellules peuvent rester unies entre-elles après la multiplication végétative pour constituer des colonies de formes diverses, réunies le plus souvent selon un procédé mécanique et formant des schémas associatifs très variables.

La classification des diatomées est essentiellement basée sur la morphologie et sur la structure du frustule, la forme et le mode d'accrochage des colonies, les chloroplastes et le contenu cellulaire en général. Les diatomées sont généralement divisées en deux ordres, les Centrales et les Pennales.

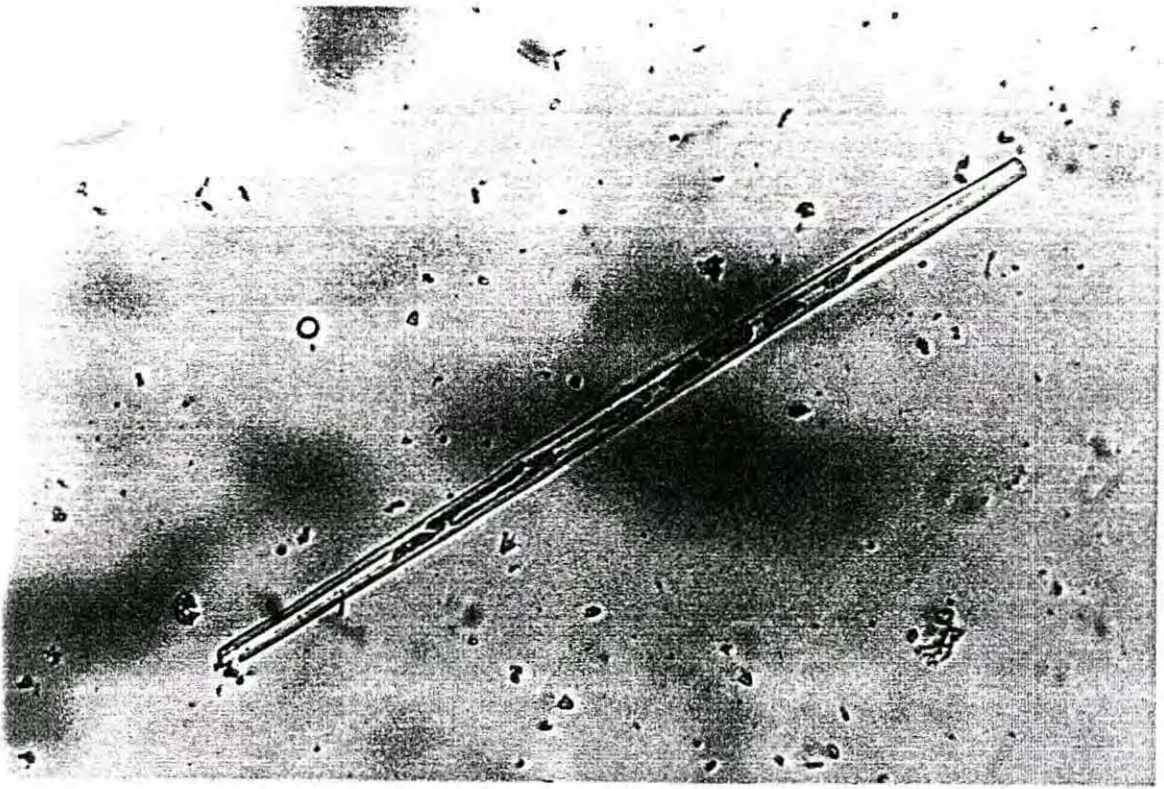


Figure 9 : *Fragilariaceae* sp. ($\times 1000$).

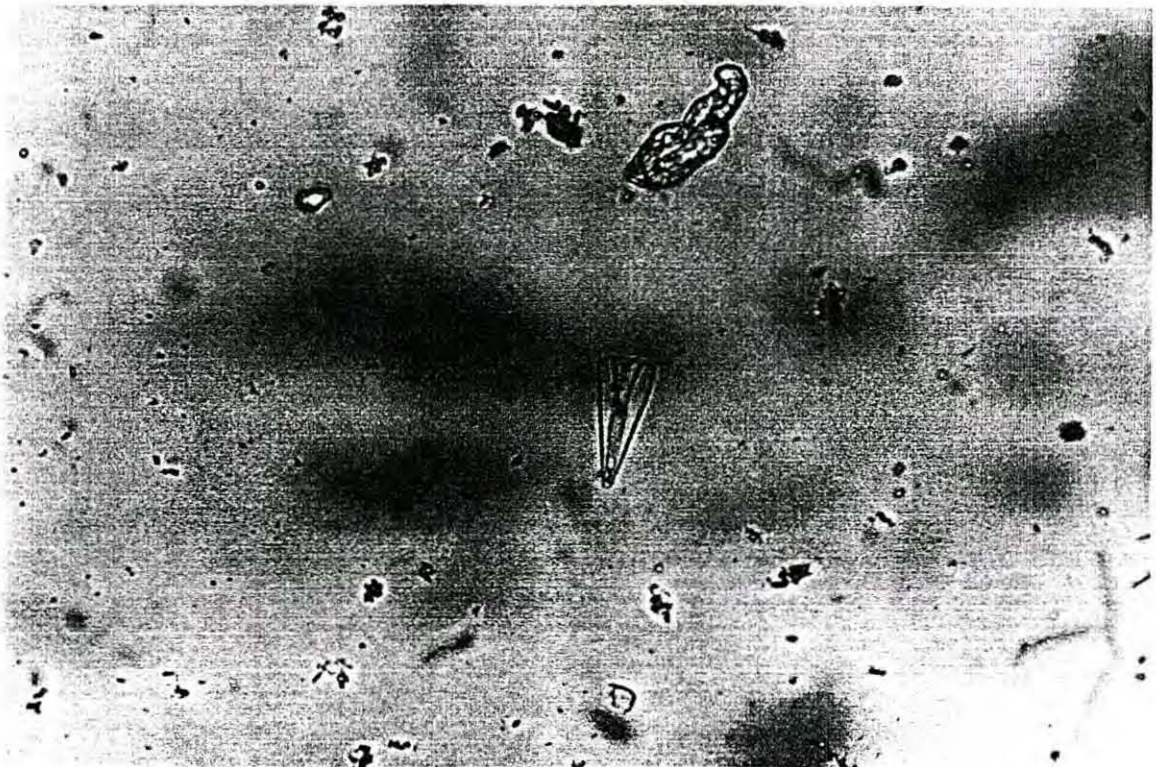


Figure 10 : *Fragilariaceae Licmophora* sp en vue connective ($\times 360$).

CENTRALES	PENNALES
<ul style="list-style-type: none"> •Valves circulaires à elliptiques •Ornementation de la valve par rapport à un point central ou excentré. •Pas de cellule végétative mobile •Cellules végétatives diploïdes avec gamétogénèse suivant la méiose. •Oogamie présente, hétérogamie avec gamète mâle flagellé et gamète femelle non flagellé. •Hétérotrophie rare. 	<ul style="list-style-type: none"> •Valves allongées. •Ornementation de la valve disposée par rapport à une ligne. •Mobilité relative de certaines cellules en liaison avec la présence d'une fente longitudinale, le raphé. •Cellules végétatives diploïdes avec gamétogénèse suivant la méiose. •Isogamie, anisogamie, gamètes amiboïdes. •Hétérotrophie assez fréquente.

Tableau 3 : Principales caractéristiques des diatomées centriques (ordre des Centrales) et des diatomées pennées (ordre des Pennales) d'après Ricard, 1987.

Parmi les diatomées qui ont été répertoriées, nous avons donc relevé des individus qui appartiennent aux deux ordres, Centrales et Pennales. La famille la plus représentée est celle des *Naviculaceae* (ordre des Pennales) que ce soit dans l'eau de mer ou dans le contenu stomacal de l'animal. Les genres rencontrés sont relativement diversifiés : on rencontre *Diploneis*, *Pleurosigma*, et essentiellement *Navicula*. Les familles, *Cymbellaceae*, *Fragilariaceae* (Fig.9 et 10) et *Nitzschiaceae* (ordre des Pennales) sont également présentes dans les deux échantillons mais en nombre plus faible et avec une diversité de genre moins importante. Notons cependant une exception pour le genre *Nitzschia* dont la fréquence dans l'échantillon d'eau de mer est comparable à celle des *Navicula*. La famille *Chaetoceraceae* (ordre des Centrales) n'a été répertoriée que dans l'échantillon d'eau de mer.

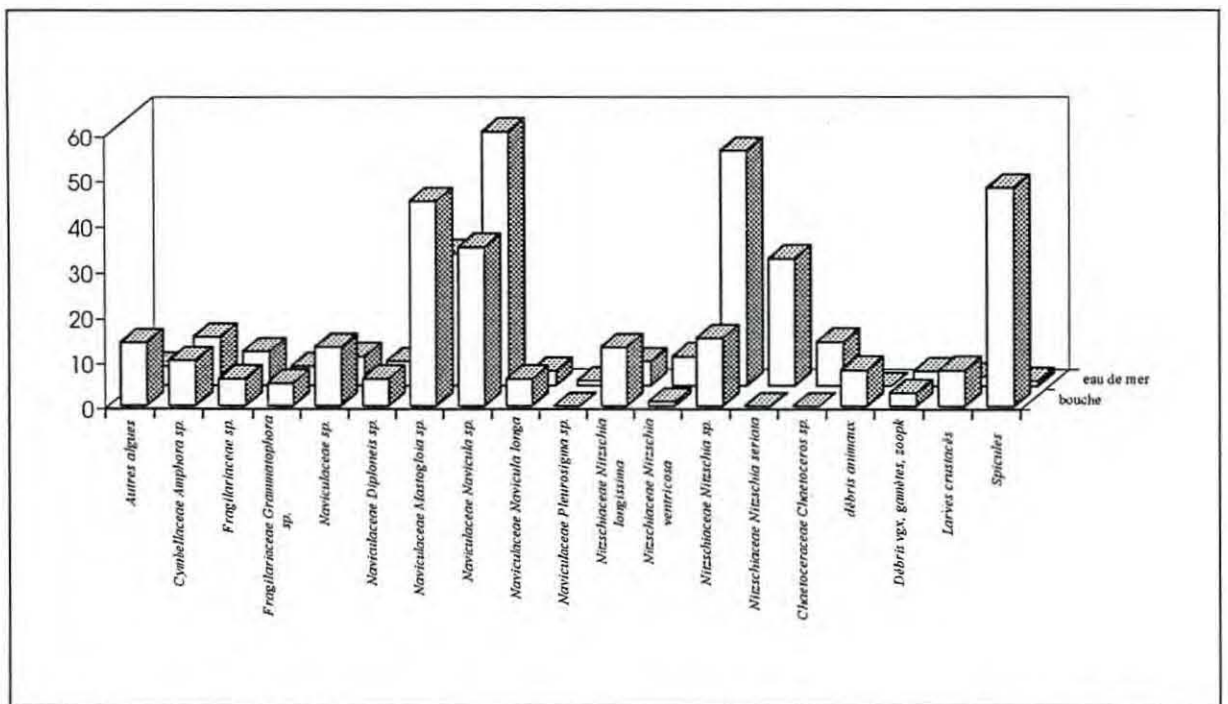
Lors de l'observation de ces échantillons, nous avons également identifié des larves et des carapaces de crustacés, des débris végétaux et animaux ainsi que des spicules d'éponge. Ces derniers sont très fréquents dans le contenu stomacal de l'animal et nous en avons répertorié peu dans l'eau de mer.

Les résultats sont plus ou moins similaires pour l'huître perlière n°3. Cependant, il faut signaler que lors de l'inventaire du contenu stomacal, nous avons dû faire une dilution dans 20 ml d'eau de mer filtrée car la concentration du matériel était trop importante.

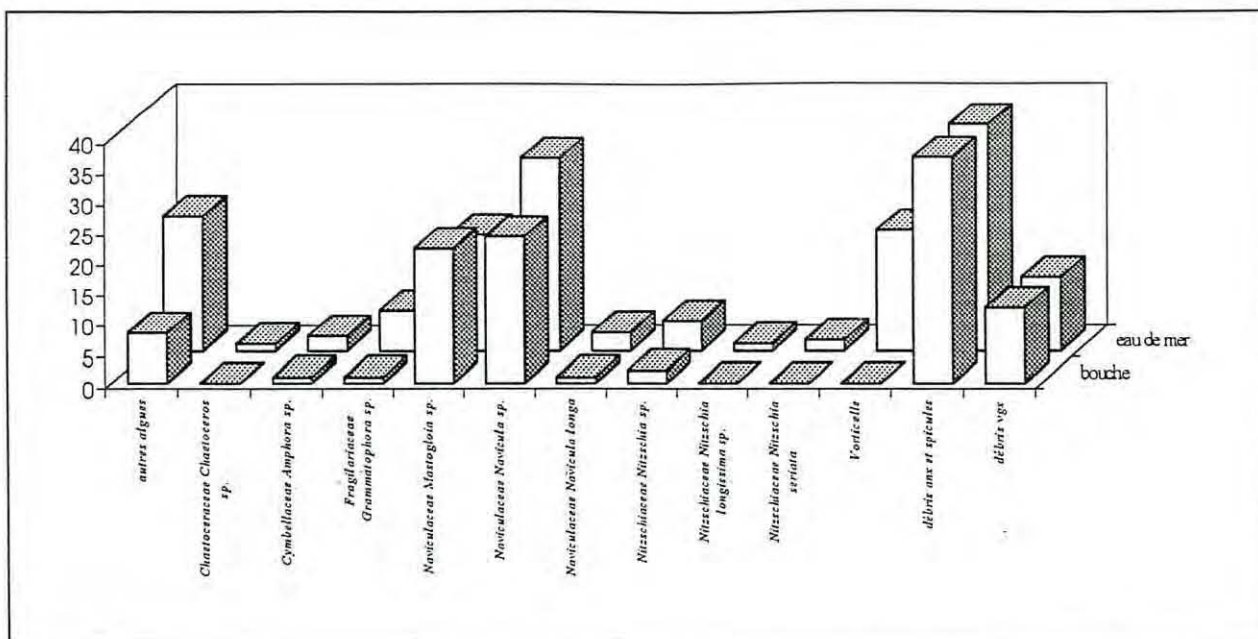
L'observation du contenu stomacal s'est effectuée sur 5 ml. Notons les différences de fréquence des classes de particules entre les échantillons d'eau de mer des histogrammes 3 et 4 tous deux issus d'une cuve de sédimentation de 100 ml.

En ce qui concerne la diversité spécifique, elle est beaucoup plus importante pour l'huître perlière n°1 et pour l'échantillon d'eau de mer qui lui correspond.

Les histogrammes représentent donc la comparaison des contenus stomacaux des huîtres perlières avec l'eau de mer qui est utilisée comme référence. Les histogrammes des graphiques 6 et 7 représentent les fréquences des particules présentes dans les premières portions des contenus stomacaux et dans les échantillons d'eau de mer. Ainsi, les variations spatio-temporelles des populations de taxons sont moins importantes : il existe peu de différence de taxon entre les particules contenues dans l'eau de mer et celles contenues dans la bouche.



Graphique 6 : Histogrammes des fréquences de particules dans la première portion du tube digestif de l'huître perlière n°1 et de l'échantillon d'eau de mer correspondant.



Graphique 7 : Histogrammes des fréquences de particules dans la première portion du tube digestif de l'huître perlière n°3 et dans l'échantillon d'eau de mer correspondant.

En règle générale, les différences de fréquences concernent les mêmes classes de particules pour les huîtres perlières 1, 2 et 3.

• Discussion

La comparaison des fréquences de chaque catégorie d'algue s'effectue après une mise en classe selon les effectifs et les caractéristiques générales des particules rencontrées. Cette comparaison des fréquences entre l'eau de mer et la totalité du tube digestif de l'huître perlière permet d'avoir une estimation globale des préférences de l'animal en ce qui concerne la nature des particules. Compte-tenu des résultats des tests du χ^2 , on peut dire qu'il existe une sélection des particules du milieu selon un critère qualitatif. Le test statistique a été appliqué à chaque type de particules dont les fréquences ont été comparées deux à deux. L'analyse statistique consiste à vérifier si la différence de fréquence qui existe entre l'eau de mer et le contenu stomacal est significative. Les plus fortes différences significatives concernent les classes de particules suivantes :

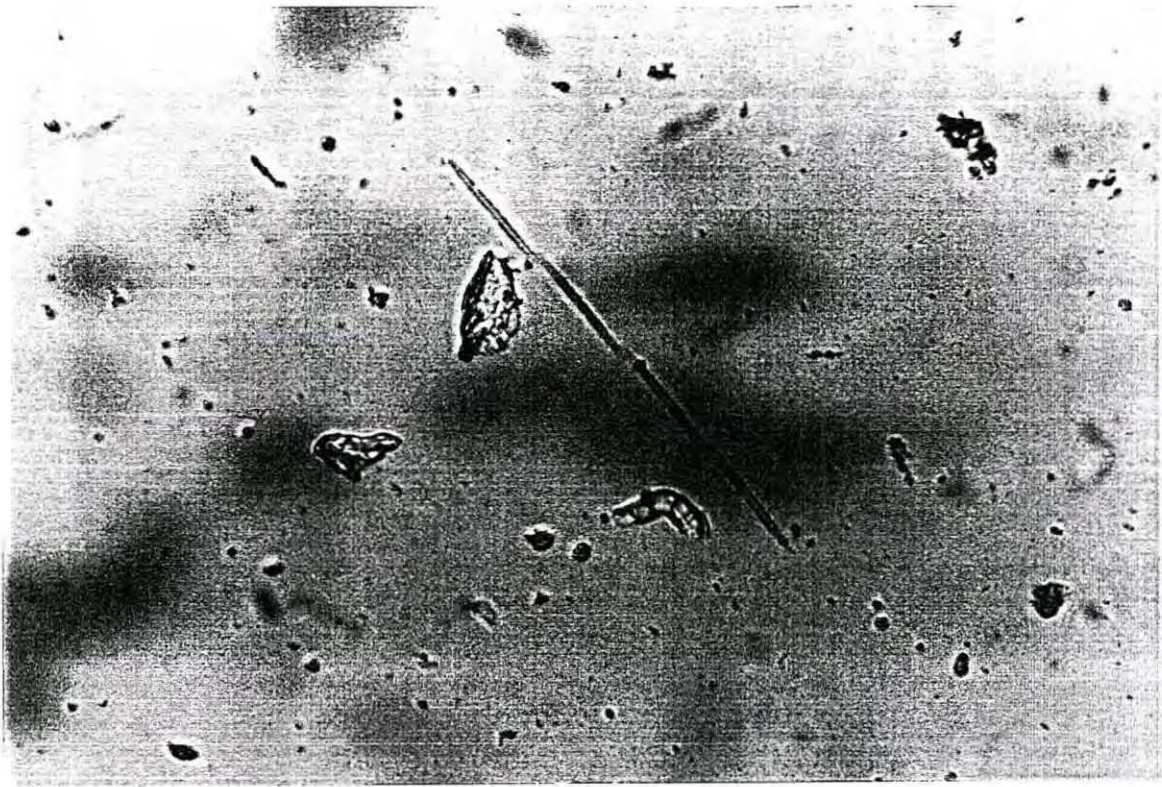


Figure 11 : *Nitzschiaceae Nitzschia seriata* en colonie (× 650).

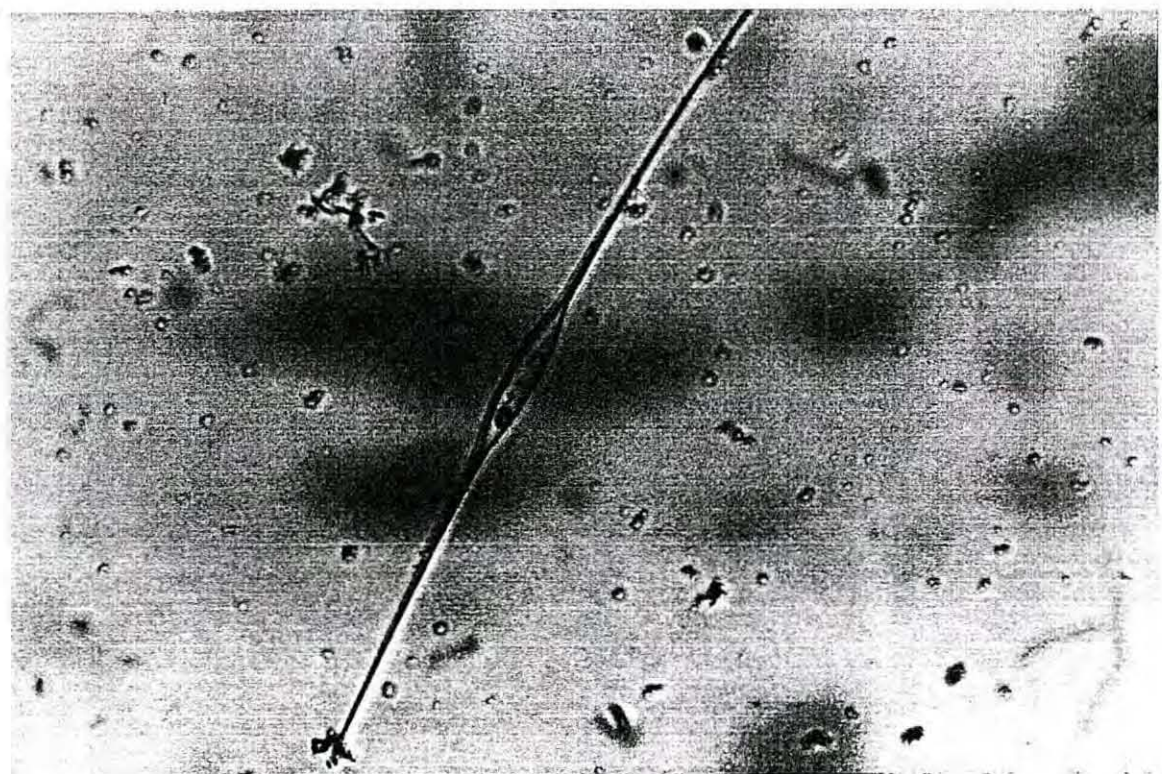


Figure 12 : *Nitzschiaceae Nitzschia ventricosa* (× 1685).

huîtres perlières n°1, n°2 et n°3
autres algues
<i>Fragilariaceae Grammatophora</i>
<i>Naviculaceae sp.</i>
<i>Naviculaceae Navicula sp.</i>
<i>Naviculaceae Mastogloia sp.</i>
<i>Nitzschiaceae Nitzschia longissima</i>
<i>Nitzschiaceae Nitzschia ventricosa</i>
<i>Nitzschiaceae Nitzschia sp.</i>
<i>Nitzschiaceae Nitzschia seriata</i>
<i>Chaetoceraceae Chaetoceros sp.</i>
débris végétaux
larves de crustacés
spicules d'éponge et débris animaux

Tableau 4 : Classes de particules montrant une différence de fréquences entre les contenus stomacaux et les échantillons d'eau de mer.

Les spicules d'éponge et les débris animaux sont les particules qui montrent la plus forte différence de fréquence. Elles sont en nombre très important dans le tube digestif de l'animal. Par contre, dans l'eau de mer, ces particules sont proportionnellement moins fréquentes (par rapport à l'effectif total) que dans le tractus digestif des animaux. Les spicules d'éponge sont caractérisés par une forme en batonnet et sont constitués de calcaire. Leur importance au sein du tube digestif de l'animal suggère que celui-ci consomme préférentiellement de telles particules. Lors de la comparaison des fréquences de particules entre l'estomac et l'intestin de l'huître perlière n°1, il s'est avéré que les spicules se retrouvaient dans l'intestin de l'animal. De plus, des contenus stomacaux ont été effectués à L.I.F.R.E.M.E.R. de Tahiti (Marchal, 1993) dans des conditions expérimentales identiques et les résultats obtenus montrent également une proportion importante de spicules dans les contenus stomacaux. Ces observations, faites à une année d'intervalle montrent qu'il existe probablement une sélection préférentielle des spicules d'éponge par l'huître perlière.

Les causes de cette sélection préférentielle ne sont pas évidentes. Peut-être pouvons-nous émettre l'hypothèse suivante, basée sur des observations antérieures : l'eau des lagons d'atoll est caractérisée par une teneur élevée en particules sédimentaires appelées silt. Les animaux en filtrant l'eau qui les environne pompent également ce sable en suspension.

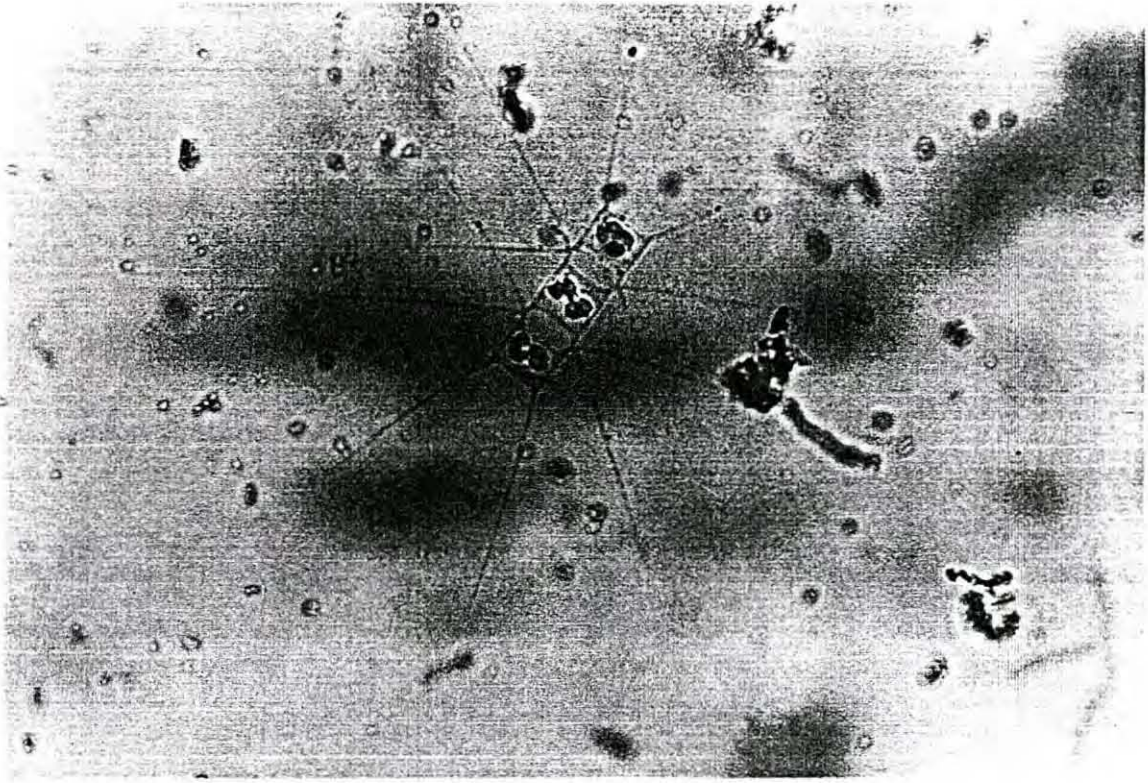


Figure 13 : *Chaetoceraceae Chaetoceros debilis* (× 370).

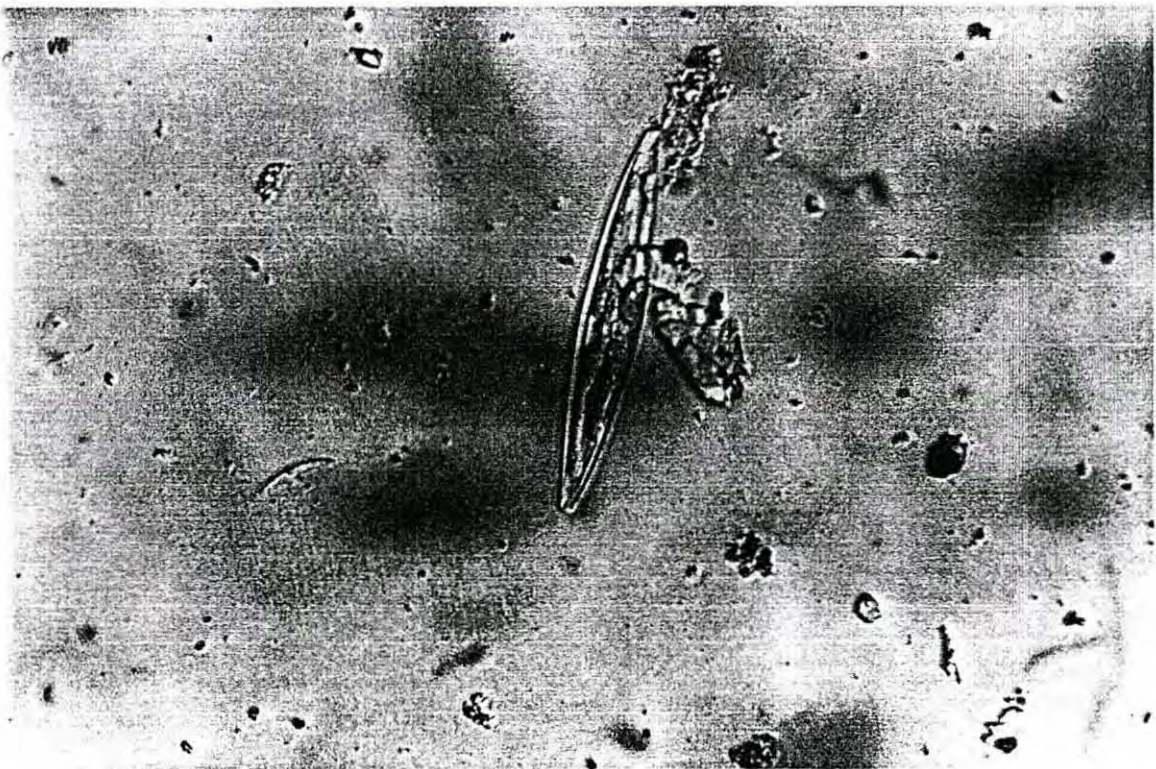


Figure 14 : *Naviculaceae Navicula* sp. en vue valvaire (× 440).

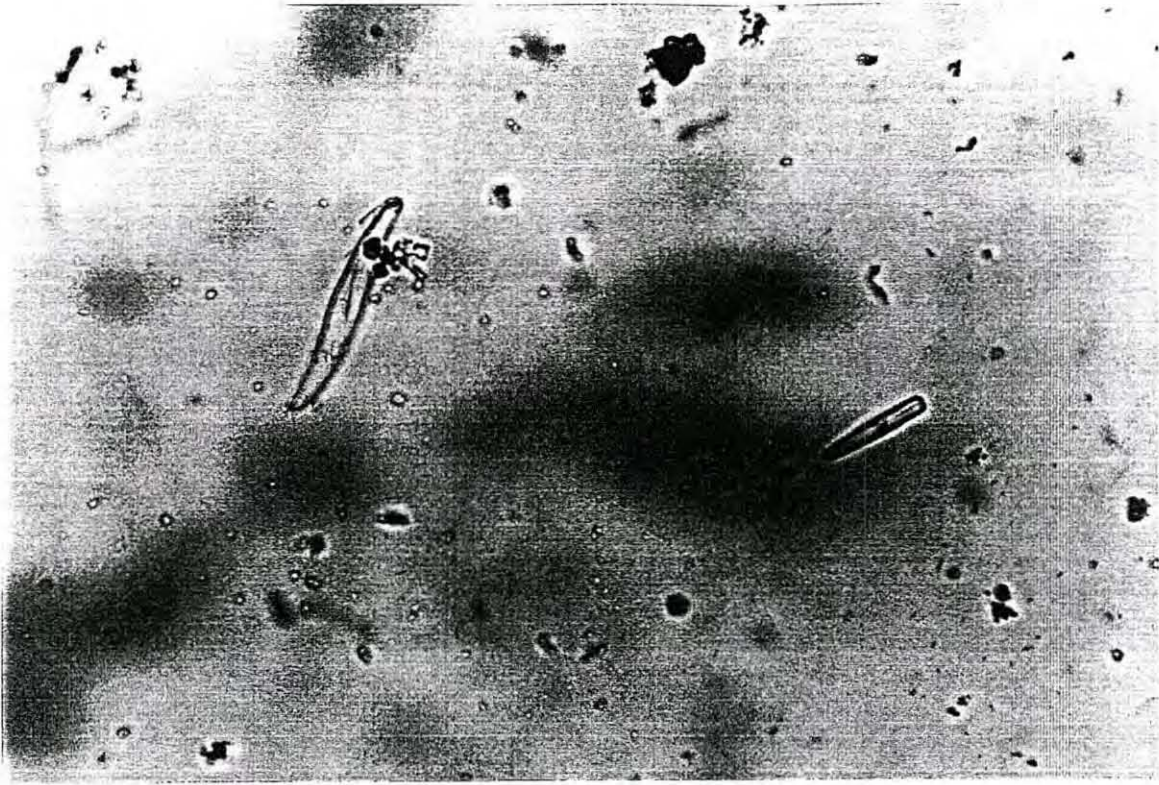


Figure 15 : *Naviculaceae Gyrosigma sp.* et *Naviculaceae Gomphonema sp.* en vue connective ($\times 600$)

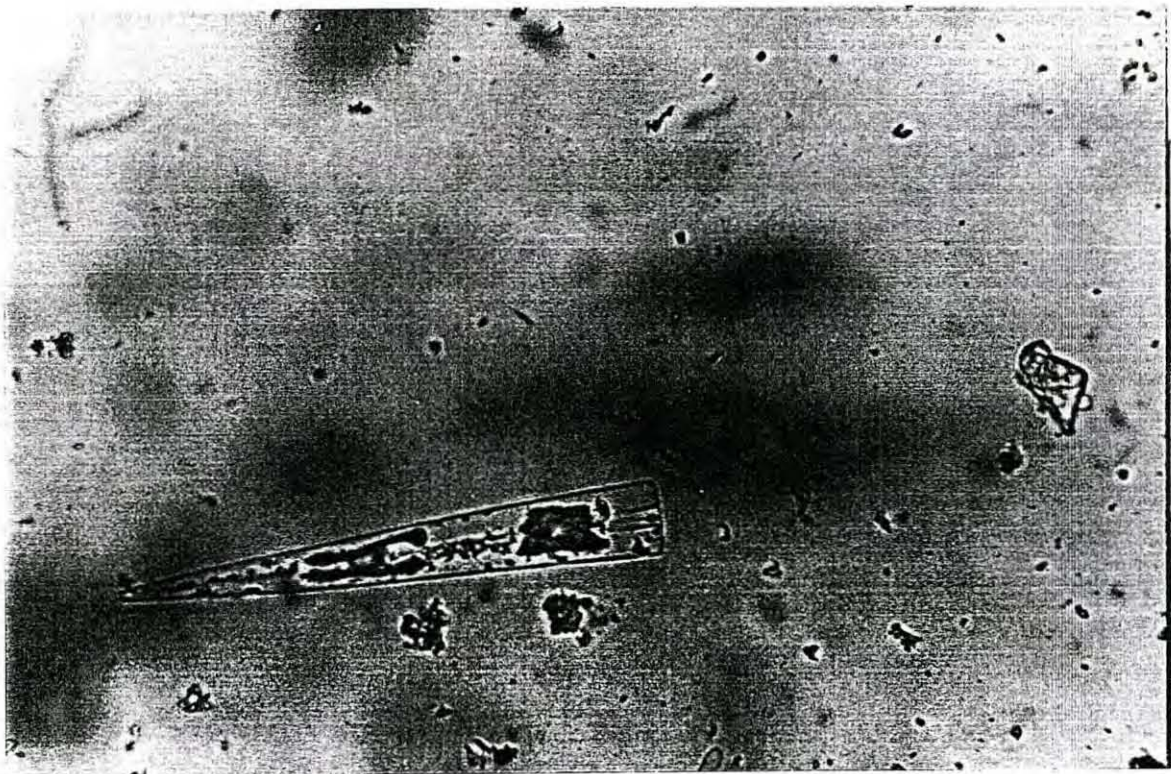


Figure 16 : *Tabellariaceae Climacosphenia moniligera* ($\times 240$).

Il est possible que cette matière minérale ait un rôle mécanique non négligeable lors du phénomène de digestion. Elle favoriserait l'usure du stylet cristallin qui libère des enzymes digestives améliorant ainsi la dégradation de la nourriture.

Il est possible que les spicules d'éponge participent à ce phénomène en contribuant à la dégradation mécanique de la nourriture au cours du transit digestif. Les spicules d'éponge non digérés seraient ensuite rejetés sous forme de fèces.

Il serait intéressant d'analyser un échantillon de fèces afin de mettre en évidence le rejet de ces particules minérales après la digestion. De plus, l'importance de la fréquence des spicules s'observe quelque soit la taille de l'animal. L'huître perlière n°1 a une hauteur externe de 17 cm tandis que l'huître perlière n°3 mesure 12.5 cm. Enfin, on peut aussi envisager que la nature et la structure des spicules favorise leur concentration dans le tube digestif en modifiant l'expulsion.

Les différences de fréquences constatées pour les classes d'algues figurant dans le tableau 4 peuvent avoir plusieurs origines. En ce qui concerne les diatomées de la famille *Nitzschiaceae* (Fig.11 et 12) le faible effectif observé dans les contenus stomacaux s'explique par la structure de ce type d'algue. Elles sont caractérisées par un rapport longueur/largeur important. Certaines espèces (*Nitzschia seriata* par exemple) sont réunies en colonie et forment ainsi un ensemble de cellules de longueur importante.

La famille *Chaetoceraceae* n'a été répertoriée que dans les échantillons d'eau de mer (Fig. 13). Ce sont des cellules habituellement coloniales, réunies en chaîne plus ou moins longues, droites, courbes ou spiralées, par l'entrecroisement de leurs soies. Les soies, deux paires par cellule, peuvent être munies d'épines et être porteuses de chromatophores. Enfin, les espèces du genre *Chaetoceros* sont caractérisées par des valves fortement silicifiées (Ricard, 1987). Les espèces que nous avons rencontrées dans les échantillons d'eau de mer étaient toutes des espèces en chaîne.

Compte-tenu des caractères morphologiques qui font de ces algues des individus difficiles à filtrer et à dégrader lors de la digestion, il semble que les huîtres perlières rejettent cette famille d'organismes soit au moment de la filtration, soit lors du transit des palpes labiaux vers la bouche. Il serait intéressant d'étudier la composition des pseudofèces des animaux afin de mettre en évidence cette sélection pré-ingestive.

Une classe d'algues, également remarquable dans nos résultats, est celle des *Naviculaceae* et en particulier le genre *Mastogloia*. Ces algues ont généralement une forme ovoïde et sont caractérisées par un rapport longueur/largeur faible. Ce genre est proportionnellement beaucoup plus fréquent dans les tubes digestifs des animaux que dans les échantillons d'eau de mer. De plus, c'est un taxon important parmi la population planctonique du lagon de Vairao. La différence de fréquence suggère donc qu'il existe une sélection préférentielle de ces particules par les animaux.

Cependant, parmi la même famille mais pour le genre *Navicula* (Fig. 14) la sélection s'effectue à l'inverse.

Ainsi, ces algues sont en effectif plus important dans l'eau de mer que dans les contenus stomacaux. Les caractères morphologiques diffèrent peu d'un genre à l'autre sauf pour ce qui concerne la capacité de formation de colonies qui peuvent atteindre quelques centimètres chez les *Navicula*. Le rejet qu'effectuent les animaux est peut-être basé sur des critères autres que la morphologie des particules.

La classe *Naviculaceae sp* regroupe des genres comme *Diploneis*, *Pleurosigma*, *Gyrosigma* (Fig. 15). Ce regroupement concerne essentiellement l'huître perlière n°3 car compte tenu de la pauvreté des taxons observés (dans l'eau de mer comme dans les contenus stomacaux), il nous a semblé plus judicieux de regrouper ces algues en une catégorie unique. Leur nature ne présente pas de particularité remarquable. Cependant les différences constatées suggèrent qu'une sélection a été effectuée. Nous verrons plus loin si elle dépend de la taille de ces organismes.

La catégorie "autres algues" qui regroupent des organismes comme des chlorophycées, des cyanophycées, des *Monoraphidium* ou d'autres diatomées (Fig. 16) présente des différences de fréquences entre les tubes digestifs et les échantillons d'eau de mer mais elles varient d'une huître perlière à l'autre. Il est possible que ces variations trouvent leur origine dans la variabilité spatio-temporelle du phytoplancton marin. Les contenus stomacaux n'ont pas été exécutés simultanément et ces catégories d'algues ne sont pas identiques d'un jour à l'autre. C'est pourquoi, les fréquences dans les contenus et dans l'eau diffèrent selon leur nature. Il nous est donc difficile d'interpréter ces résultats.

3.2.2.2. Sélection selon la taille des particules

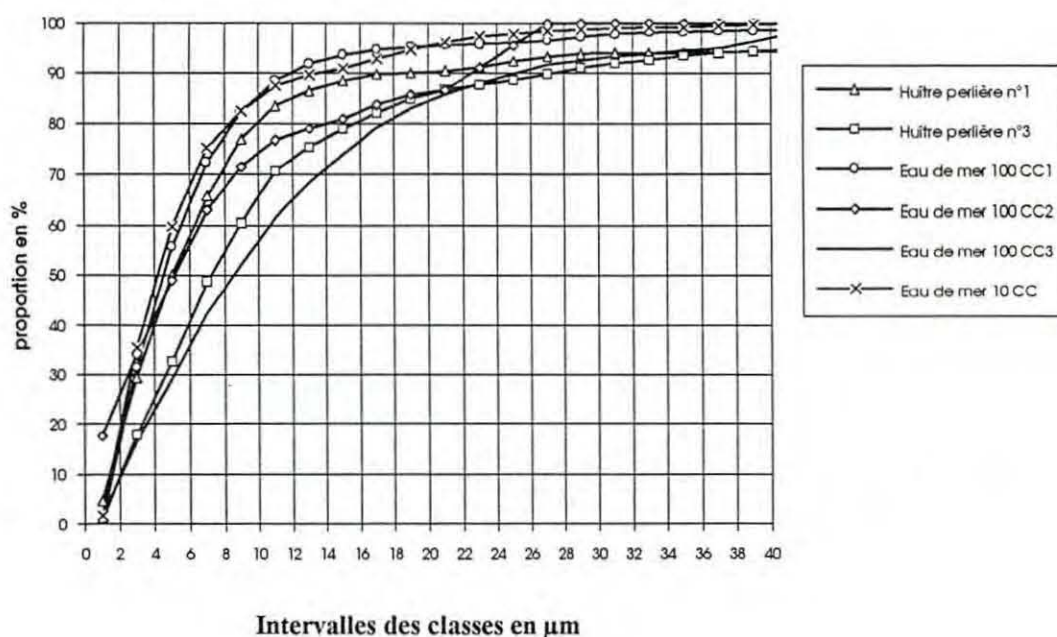
• Résultats

Pour chacune des particules répertoriées dans les contenus stomacaux, la longueur, la largeur et le diamètre sont mesurés. Les résultats seront présentés en deux phases. Nous nous intéresserons à la variable "largeur" puis à la variable "longueur".

Pour chacune d'entre-elles, nous effectuerons tout d'abord une présentation des tailles des particules dans leur intégralité, c'est à dire que nous ne distinguons pas les algues des autres particules. Ensuite, compte tenu des résultats obtenus à propos de la sélection selon la nature des particules ingérées, chaque classe d'algues concernées par la sélection sera analysée en fonction de ses paramètres de taille.

Les graphiques qui figurent plus loin ont été obtenus après le lissage par pas de trois des variables "longueur" et "largeur".

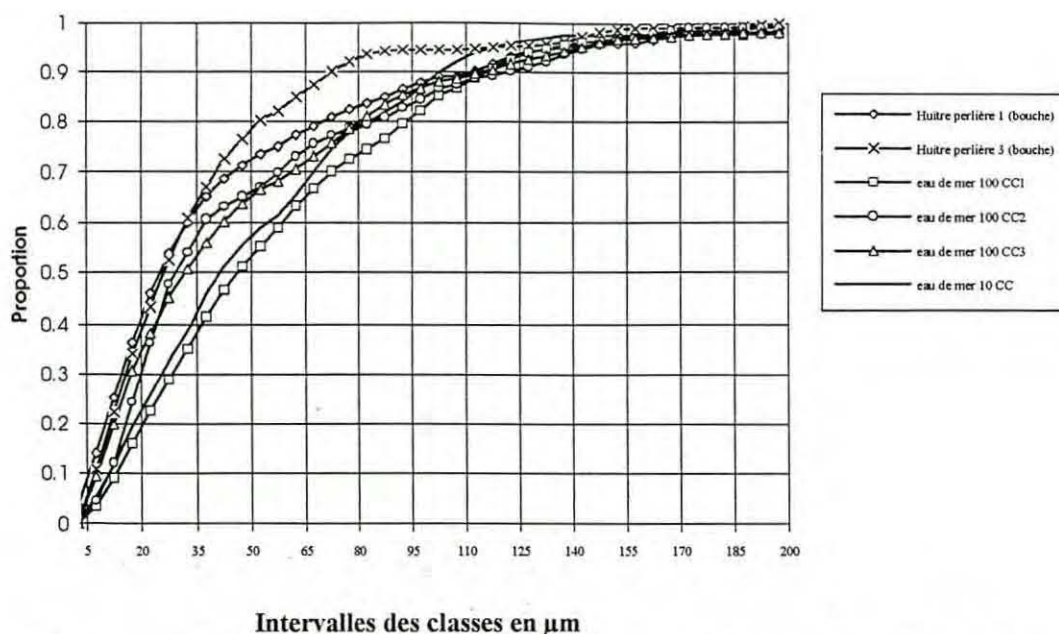
Le graphique 8 représente la proportion de l'ensemble des particules observées en fonction de leur intervalle de taille pour la variable "largeur".



Graphique 8 : Fréquences relatives cumulées des particules en fonction de leur intervalle de taille pour la largeur.

La dispersion des données ne semble pas suivre une quelconque logique. Ces résultats ne permettent pas une interprétation fiable de la variable "largeur". Les échantillons d'eau de mer 100 CC2 et 100CC3 ont été effectués dans des conditions identiques. Cependant les effectifs relatifs cumulés présentent de très fortes différences. Cette remarque est aussi valable pour la largeur des particules contenues dans les premières portions des tubes digestifs des huîtres perlières.

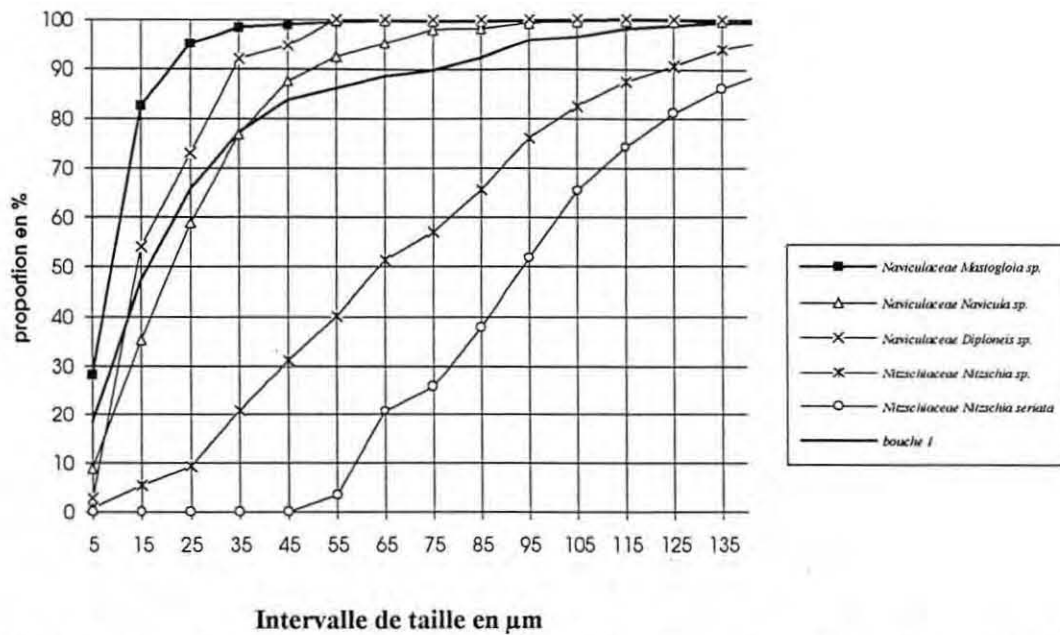
Le graphique 9 représente les effectifs relatifs cumulés de la longueur des particules répertoriées dans les échantillons.



Graphique 9 : Fréquences relatives cumulées des particules en fonction de leur intervalle de taille pour la longueur.

Les quatre échantillons d'eau de mer sont représentés. Les courbes respectives pour l'eau de mer montrent que 50% des particules inventoriées dans ces échantillons ont une longueur comprise entre 30 et 46 μm . D'autre part, les particules observées dans l'eau de mer ont une longueur plus importante que celles observées dans le contenu stomacal des huîtres perlières. Les résultats généraux figurent dans le tableau suivant :

	Huitre perlière n°1	Huitre perlière n°3	Eau de mer
Taille observée pour 50% des particules	2 à 21 μm	4 à 18 μm	5 à 32-49 μm
Taille observée pour 90% des particules	2 à 80 μm	4 à 73 μm	5 à 110 μm



Graphique 10 : Fréquences relatives cumulées de quelques algues et de l'ensemble des algues répertoriées dans l'huître perlière n°1 en fonction de leur intervalle de taille (longueur en µm).

D'après les résultats obtenus au chapitre précédent, les classes d'algues *Nitzschiaceae Nitzschia seriata*, *Nitzschiaceae Nitzschia sp.* sont peu sélectionnées par les huîtres perlières au cours de leur alimentation. Par contre, une sélection préférentielle semble s'effectuer pour les *Naviculaceae Mastogloia*. Les courbes figurant sur le graphique 9 nous renseignent sur les intervalles de taille des algues ainsi que sur la longueur des particules observées dans la bouche de l'huître perlière n°1. Nous remarquons que les algues appartenant à la famille *Nitzschiaceae* sont caractérisées par des longueurs plus importantes que celles des algues du genre *Mastogloia*. D'autre part, 65% des particules observées dans l'animal ont une longueur inférieure à 25µm. 50% des *Naviculaceae Mastogloia* ont une longueur inférieure à 23µm tandis que 50% des *Nitzschiaceae Nitzschia seriata* (formation en colonies) ont une taille comprise entre 45 et 95µm. Cependant, les *Nitzschiaceae Nitzschia sp.* qu'on trouve sous forme solitaire, sont aussi caractérisées par des longueurs importantes; 50% d'entre-elles mesurent de 5 à 65µm et 90% sont comprises entre 5 et 125µm.

• Discussion

Bien que nous ayons mesuré la largeur des particules, cette donnée ne présente pas le même intérêt que la mesure de la longueur. La variable "longueur" est, d'après les résultats obtenus, le facteur limitant pour la consommation des particules alimentaires.

De plus, la mesure de la largeur est moins fiable que celle de la longueur : les conditions d'utilisation du matériel n'ont pas permis de définir avec précision cette variable. Il existe en effet une incertitude de mesure pour les petites tailles due à la réfringence de la particule observée et à la grande différence entre les longueurs et les largeurs. Les observations réalisées à un grossissement supérieur ne permettaient pas d'augmenter la précision, la profondeur de champ n'étant pas suffisante.

Les faibles différences entre les effectifs relatifs cumulés de la largeur des particules suggèrent que cette variable n'est pas discriminante. La longueur des particules est un facteur plus important que nous retiendront dorénavant.

Les graphiques figurant précédemment représentent des fonctions de tri qui nous permettent de mettre en évidence la sélection de certaines catégories de particules par les huîtres perlières. Ainsi, on peut dire que les algues ayant une longueur supérieure à $80\mu\text{m}$ ne sont pas consommées par les huîtres perlières de l'expérience. Les résultats montrent que les animaux ingèrent préférentiellement des algues dont la longueur est comprise entre 2 et $20\mu\text{m}$.

Les fréquences des algues qui correspondent à cet intervalle de taille sont généralement semblables dans les échantillons d'eau de mer et dans les contenus stomacaux. Ainsi, les fréquences des diatomées *Naviculaceae Diploneis sp.*, *Fragilariaceae Grammatophora sp.* et *Fragilariaceae sp.* sont identiques dans l'eau de mer et dans les contenus stomacaux. Les huîtres perlières ingèrent ces algues passivement sans effectuer de sélection (quant à leur nature) car leur longueur correspond aux critères requis pour leur consommation dans de bonnes conditions.

Cependant, les résultats diffèrent pour la diatomée *Naviculaceae Mastogloia sp.* Ce genre d'algues est proportionnellement plus fréquent dans les contenus stomacaux que dans les échantillons d'eau de mer. Bien qu'appartenant également à la classe $[2;20\mu\text{m}]$, la majorité des *Naviculaceae Mastogloia sp.* a une longueur inférieure à $10\mu\text{m}$. Cette caractéristique de taille conditionne probablement la sélection préférentielle que les animaux effectuent lors de leur alimentation. On peut cependant se demander si dans ce cas, la variable "longueur" est l'unique critère de sélection des particules alimentaires. En effet, certaines diatomées comme les *Naviculaceae Diploneis sp.* ou les *Fragilariaceae sp.* sont caractérisées par des longueurs un peu plus importantes que celles des *Naviculaceae Mastogloia sp.*; mais elles ne sont pas ingérées préférentiellement comme c'est le cas pour les *Naviculaceae Mastogloia sp.* Il est possible qu'un critère autre que la longueur intervienne. Il serait intéressant de pouvoir effectuer des comparaisons similaires avec une variable synthétique qui prendrait en compte plusieurs critères comme la longueur, la largeur, le volume, etc.

Cette expérience a permis la mise en évidence d'une sélection préférentielle des particules alimentaires selon le critère de la longueur. Les huîtres perlières consomment préférentiellement les algues de petite taille (2-20µm). D'autre part, lors de son alimentation, *Pinctada margaritifera* sélectionne essentiellement les *Naviculaceae Mastogloia sp.* caractérisées par un rapport longueur/largeur faible (frustule de forme ovoïde).

Ces analyses des contenus stomacaux de trois huîtres perlières ont permis de mettre en évidence les comportements suivants :

- sélection préférentielle des particules alimentaires selon un critère de taille (longueur)
- sélection des particules en fonction de leur nature et de leur forme (spicules d'éponge et *Naviculaceae Mastogloia sp.*)

3.3. Calcul du taux d'assimilation de *Pinctada margaritifera*

3.3.1. Présentation des méthodes utilisées

3.3.1.1. La méthode de Conover

En 1966, Conover a émis l'hypothèse suivante : parmi la matière totale ingérée par le zooplancton, seule la fraction organique est significativement concernée par le phénomène de digestion. Il suffit alors de calculer les pourcentages de matière organique dans un échantillon de nourriture et dans un échantillon de fèces pour en déduire le taux d'assimilation de l'animal noté U' en utilisant l'équation suivante :

$$U' = [(F' - E') + ((1 - E') \times F')] \times 100 \quad (1)$$

où : F' = rapport du poids sec de matière organique au poids sec de matière totale de la nourriture.

E' = rapport du poids sec de matière organique au poids sec de matière totale des fèces.

La nourriture assimilée est en fait la nourriture ingérée qui a pénétré dans les organes digestifs de l'animal. On peut donc définir U' de la façon suivante :

$$U' = [(I - N) \div I] \times 100 \quad (2)$$

où : I = quantité de matière organique ingérée.

N = quantité de matière organique rejetée dans les fèces.

I est égal à la matière totale ingérée (F) moins son poids de cendre (Af) et N est égal à la matière totale rejetée (E) moins son poids de cendre (Ae), on peut donc écrire l'équation de la façon suivante :

$$U' = [((F - Af) - (E - Ae)) \div (F - Af)] \times 100 \quad (3)$$

Mais, d'après l'hypothèse de Conover, Af est égal à Ae, (3) devient donc :

$$U' = [(F - E) \div (F - Af)] \times 100 \quad (4)$$

F' et E' peuvent maintenant s'écrire :

$$F' = (F - Af) \div F \quad (5)$$

$$E' = (E - Ae) \div E \quad (6)$$

$$Af = Ae \Rightarrow F = Af \div (1 - F') \quad (7)$$

$$\text{et } E = Af \div (1 - E') \quad (8)$$

En remplaçant les valeurs dans l'équation (4), celle-ci devient :

$$U' = [(F' - E') \div ((1 - E') \times F')] \times 100 \quad (9)$$

L'utilisation de cette méthode nécessite donc l'absence de production de pseudofèces qui résultent de la matière organique non ingérée. Lors des expériences, il nous a donc fallu porter toute notre attention sur le débit de la solution d'algues. En effet, les pseudofèces sont produits à partir d'une concentration en particules élevée dans le milieu qui provoque la saturation du tube digestif et donc une perte en particules alimentaires assimilables.

3.3.1.2. La méthode des bilans

Cette méthode s'appuie sur les différents termes relatifs à la bioénergétique chez les bivalves. Ils doivent être préalablement définis de façon à situer précisément le rôle de l'assimilation dans l'établissement du bilan énergétique. Pour réaliser le bilan des échanges de matière et d'énergie entre l'animal et son environnement, il est nécessaire de quantifier l'énergie :

- prélevée dans le milieu
- utilisée et transformée lors du métabolisme
- rejetée dans le milieu.

L'équation de base établit par Winberg (1956), reprise et modifiée par différents auteurs (Holmes and Mc Intyre, 1984), présente les transferts sous forme d'un équilibre entre les différents compartiments énergétiques :

$$C = R + F + U + P$$

où : C = consommation, c'est à dire ce que l'animal prélève dans son milieu par alimentation.

R = respiration (coûts métaboliques liés au catabolisme).

F = F' + F'' = biodépôts (rejets particuliers).

F' = pseudofèces qui résultent du conditionnement mécanique de la nourriture par les palpes labiaux et les branchies, il s'agit donc de la nourriture qui n'est pas ingérée mais rejetée sous forme mucilagineuse.

F'' = fèces qui résultent à plus ou moins long terme de la digestion et de la desquamation des parois du tube digestif.

U = excrétion.

P = énergie potentiellement disponible pour assurer l'ensemble de l'anabolisme.

L'assimilation s'inscrit dans cette notion de bilan énergétique. Le taux d'assimilation correspond à la proportion de particules alimentaires réellement retenues donc digérées par l'animal. La distinction entre l'assimilation et la consommation doit-être clairement définie : "la nourriture consommée représente la fraction de nourriture initialement présente dans le milieu qui n'est plus disponible, pour l'espèce considérée, au bout d'un certain temps. Or, une partie de la nourriture consommée est enrobée dans du mucus et constitue les pseudofèces" (Lucas, 1983) qui sont éliminés par la gouttière ciliée de l'huître perlière : ainsi, une partie du consommé n'est pas digérée.

Le taux d'assimilation est fonction du taux de filtration qui est "la mesure de l'efficacité d'un filtreur à retenir les particules en suspension dans un volume d'eau que l'animal pompe à travers ses branchies" (Tenore et Dunstan, 1973). La filtration est une mesure indirecte de la consommation de l'animal. Elle est exprimée par la relation suivante (Vahl, 1972) :

$$F = [(C_1 - C_2) \div C_1] \times D$$

avec: F : filtration en l.h⁻¹.animal⁻¹

C₁ : concentration du témoin en cellules.ml⁻¹

C₂ : concentration de l'enceinte de mesure en cellules.ml⁻¹

D : débit à la sortie de l'enceinte de mesure en l.h⁻¹

De nombreux travaux concernant la nutrition des bivalves filtreurs ont montré que les espèces réagissent aux variations des conditions du milieu par une modification de leur taux de filtration. Cette régulation des conditions de nutrition permet à l'animal d'adapter le fonctionnement de son filtre branchial afin de lui conserver son maximum d'efficacité.

Le calcul de l'assimilation est basée sur la quantité de matière ingérée par l'animal. Cette quantité est déduite du taux de filtration. Elle est égale au volume d'eau filtré par l'animal multiplié par la quantité de matière présente dans 1 litre de suspension nutritive. L'assimilation est calculée avec la formule suivante :

$$A = (I - F) \div I$$

I : Quantité de matière ingérée.

F : Quantité de matière rejetée sous forme de fèces.

3.3.2. Matériels et méthodes

3.3.2.1. Matériel biologique

Les animaux utilisés pour ces expériences proviennent de bacs d'élevage où ils étaient soumis à différents régimes nutritifs depuis le 18 avril 1994. Ils se sont donc adaptés à leurs conditions de milieu quand les expériences de taux d'assimilation ont débuté (25 mai 94).

Les expériences ont été effectuées avec des animaux provenant de deux types de régime alimentaire : A = "algues" et B = "eau brute". Nous avons prélevé respectivement trois huîtres perlières dans les bacs d'élevage "algues" et "eau brute".

La concentration du traitement A a été déterminée lors d'expérimentations antérieures (Jonquières, 1992). Elle est fixée à 10⁵ cellules par millilitre, avec un renouvellement total de l'eau de 50 l.j⁻¹.bac⁻¹. Cette concentration assure un apport algal journalier de 7 à 8% du poids sec des huîtres perlières, en supposant ainsi que leur croissance est assurée. Il est admis que l'objectif est atteint quand environ 30% des algues sont consommées et 70% sont dans le flux sortant.

L'algue exploitée est un Phytoflagellé Primnesiophycée de la classe des Haptophyceae : *Isochrysis aff. galbana*, *Isochrysis Tahiti* ou *T-ISO*. Il s'agit d'une souche tropicale obtenue en culture mixte par Martin à Tahiti et isolée par Haines. Elle a été déterminée comme *Isochrysis aff. galbana* par Green car elle ne possède pas de caractères

morphologiques permettant de la différencier de l'espèce type bien que ses caractéristiques physiologiques soient différentes (Ewart et Pruder, 1981).

Elle possède une bonne qualité nutritionnelle, une relative facilité de culture et une taille adéquate pour l'étude de la filtration et de l'assimilation. Ses dimensions sont de $5-6 \times 2-4 \times 2.5-3 \mu\text{m}$.

Les huîtres perlières issues du bac d'élevage "eau brute" ont bénéficié du traitement suivant : eau du lagon de Vairao pompée à proximité des filières d'élevage et arrivant directement en salle d'expérimentation. Ces animaux étaient donc soumis au même régime alimentaire que les huîtres perlières installées sur les filières d'élevage. Cependant, il s'est avéré que les poids secs de ces animaux étaient semblables à ceux des huîtres perlières élevées dans les bacs "à jeun" (c'est à dire avec de l'eau de mer filtrée à $3 \mu\text{m}$). Cette constatation est la conséquence d'une colonisation massive de la conduite d'eau de mer par des organismes filtreurs qui épuraient l'eau de ses particules nutritives. Ce phénomène est connu lorsque de telles expériences sont effectuées mais généralement l'incidence de ces organismes filtreurs est moins importante que dans notre cas. Ainsi, les animaux qui étaient élevés en eau brute avaient une alimentation semblable à celle du bac "à jeun".

3.3.2.2. Dispositif expérimental

• Régime "algues"

Le système, inspiré de celui de l'I.F.R.E.M.E.R. La Tremblade et adapté au C.O.P.-I.F.R.E.M.E.R. permet de travailler en flux continu (Fig.17). L'animal est placé dans une chambre traversée par une solution algale. La température est identique à celle des bacs d'élevage; elle est régulée par un thermostat Biotherm et une résistance placée dans la cuve d'eau de mer filtrée, d'un volume de 200 litres. Ce réservoir est à niveau constant et permet un débit régulier. L'oxygénation est maintenue à un taux de saturation supérieur à 95% et le bullage permanent assure l'homogénéisation de la cuve. Un bac de 100 litres contient la solution d'algues qui est prélevée par une pompe et injectée dans le flux entrant. Celui-ci est homogénéisé par brassage dans un agitateur magnétique. Des débitmètres de type Gilmont permettent d'ajuster les débits de la solution algale, de l'eau de mer filtrée et des enceintes de mesure.

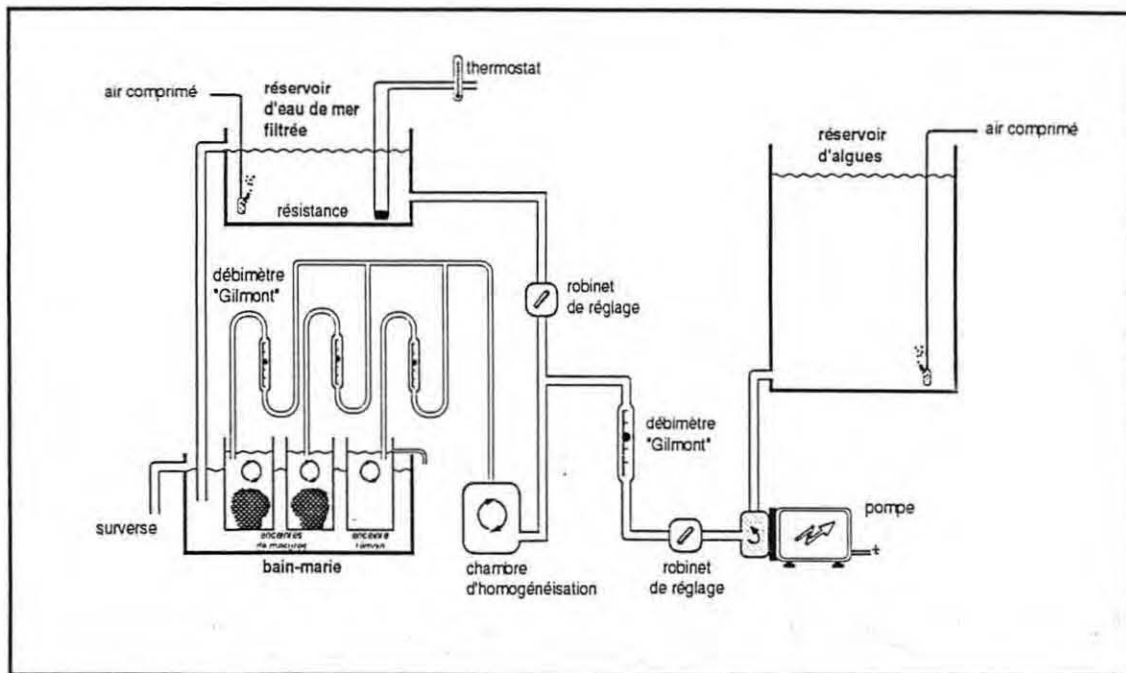


Figure 17 : Dispositif expérimental de mesure de la filtration (dessin J.Moriceau)

• Régime "eau brute"

L'évaluation des taux d'assimilation des trois huîtres perlières élevées en "eau brute" s'est effectuée grâce au dispositif expérimental décrit ci-dessus. Les enceintes contenant les animaux sont alimentées à partir du réservoir de 200 litres contenant de l'eau de mer en provenance du lagon de Vairao. Cette cuve au niveau constant assure un débit régulier. Un bullage permet l'homogénéisation du réservoir.

3.3.2.3. Protocole de mesure de la filtration

Bénéficiant du montage expérimental de mesure de la filtration, nous avons pu calculer le taux de filtration de chaque individu pour évaluer précisément le taux d'assimilation de l'animal par la méthode des bilans.

Cette mesure du taux de filtration chez les bivalves s'appuie sur une méthode indirecte. Dans notre cas, elle est basée sur l'utilisation d'*Isochrysis aff. galbana* comme traceur. La concentration de la suspension d'algues est évaluée de telle sorte qu'il n'y ait pas de production de pseudofèces. Elle était égale à $48.000 \text{ cellules.ml}^{-1}$ au début de l'expérience. Cependant la différence de concentration entre l'enceinte témoin et l'enceinte contenant l'huître était inférieure à 30%. Cela signifie que l'animal n'a pas pu filtrer et ingérer suffisamment d'algues, en raison d'un renouvellement en eau des enceintes trop élevé. Nous avons donc diminué le débit d'eau de mer afin d'augmenter la

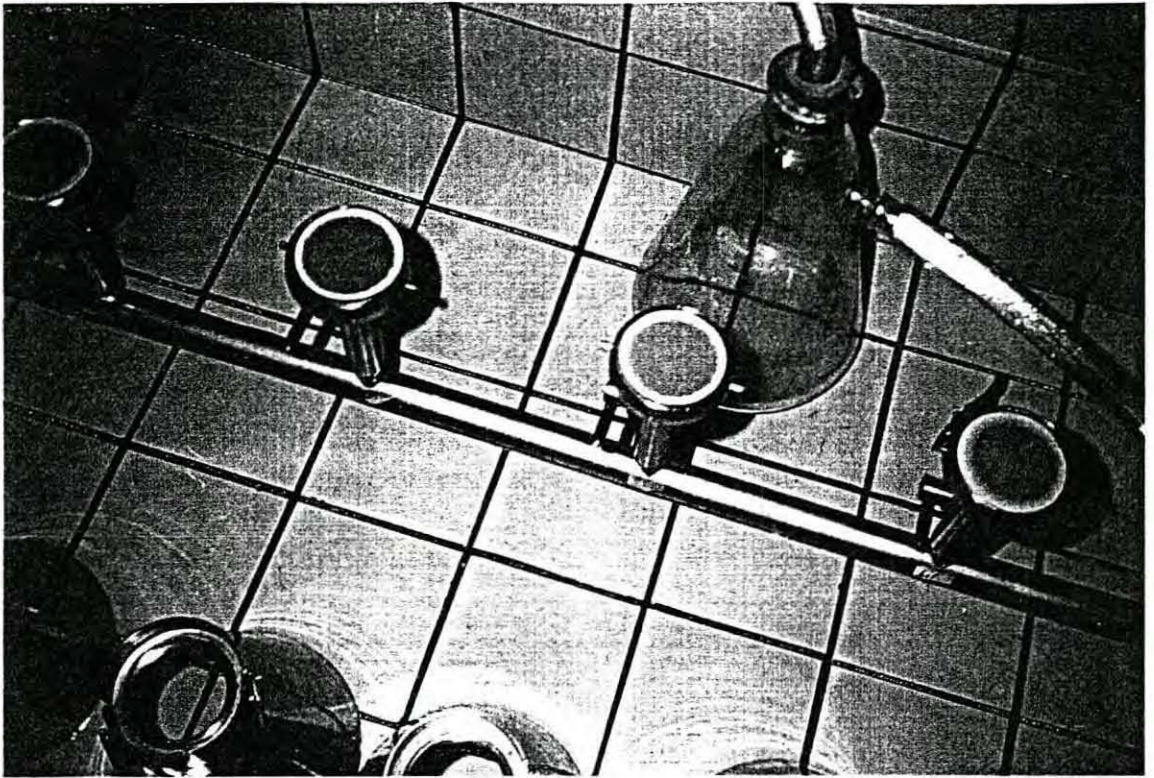


Figure 18 : Rampe de filtration et fèces sur filtres GFC (d'après Buestel).

Nous avons donc diminué le débit d'eau de mer afin d'augmenter la concentration en algues. Celle-ci devient égale à $67.350 \text{ cellules.ml}^{-1}$. L'évaluation des concentrations en algues est effectuée au microscope par comptage sur cellule de Mallassez.

Les quantités de phytoplancton sont mesurées respectivement à la sortie des chambres expérimentales et témoin. A l'aide d'un fluorimètre, on mesure la fluorescence naturelle des algues (Yentsch et Menzel, 1963). Les mesures sont effectuées toutes les 15 minutes, dès l'ouverture des valves.

Les mesures de filtration ont commencé à 9h30 et se sont terminées à 16h30; les premières récoltes de fèces ont eu lieu à 16h30. Ces mesures ont uniquement concerné les 3 huîtres perlières qui provenaient des bacs d'élevage "algues".

Les taux de filtration des individus issus des bacs "eau brute" seront évalués d'après les résultats des expériences de Bernard (1994) concernant l'étude des taux de filtration selon les régimes nutritifs.

3.3.2.4. Protocole expérimental pour la mesure de l'assimilation

Les huîtres perlières ont été placées dans les enceintes à partir de 9h30. La récolte des fèces a commencé environ 4 heures après le début de l'expérience. Le prélèvement des fèces se faisait à l'aide d'un petit entonnoir fabriqué avec de la maille à phytoplancton (maillage de $180 \mu\text{m}$). Il était placé au niveau du siphon exhalant, c'est à dire à l'endroit où les fèces sont expulsés.

Le calcul du taux d'assimilation s'effectue après la détermination des proportions de matière organique et minérale présentes dans les biodépôts des huîtres perlières.

La méthode consiste à filtrer l'échantillon de fèces en solution dans l'eau de mer sur une membrane filtrante afin de retenir les particules de taille inférieures à $200\mu\text{m}$. La membrane (filtre en fibre de verre) est séchée et pesée avant et après la filtration. La différence entre les deux pesées donne la masse sèche totale de matière en suspension dans le volume filtré correspondant. Le matériel analytique utilisé est le suivant :

- filtre Whatman GFC diamètre 4.7 cm
- équipement de filtration sous vide.
- coupelle.
- nacelle en aluminium.
- petite pince.
- eau distillée.

Pour le lavage des membranes, après la filtration de l'eau de mer, on utilise une solution de formiate d'ammonium (68g de formiate d'ammonium, eau distillée 1l. q.s.p.).

Mode opératoire

Avant d'effectuer la détermination proprement dite, il est nécessaire de préparer les filtres.

- les déposer dans une coupelle avec une nacelle en aluminium numérotée en appuyant sur le côté opposé pour pouvoir les récupérer facilement.
- les disposer dans une étuve chauffée à 70°C pendant deux heures. Après évaporation totale de l'eau contenue dans le filtre, faire une pré-pesée à 0.01 mg près (filtre + nacelle) tout de suite à la sortie de l'étuve.

Certains auteurs préconisent de les peser après les avoir laissé refroidir quelques minutes dans un dessiccateur. Cependant, à Tahiti, l'hygrométrie est importante (70 à 80%) et les filtres s'hydratent très rapidement malgré le passage au dessiccateur. Cela peut modifier la pesée de façon significative.

La filtration

En raison d'un risque de décantation, il est conseillé d'homogénéiser les échantillons par plusieurs retournements successifs des récipients. Le volume à filtrer est mesuré dans une éprouvette. Les filtres sont placés sur le dispositif de filtration. L'échantillon est alors versé sur le filtre et le vide est appliqué grâce à une pompe sans créer une dépression supérieure à 0.7 bar pour éviter l'éclatement des cellules les plus fragiles. La solution est ensuite filtrée lentement. Le vide est supprimé dès que le filtre est à sec. On verse 10 ml de formiate d'ammonium ou d'eau distillée puis la pompe à vide est à nouveau rebranchée. Après avoir retiré l'entonnoir de filtration, il est nécessaire de rincer le pourtour du filtre (toujours sous vide) afin d'éliminer l'excès de sel, source d'erreur dans les pesées. L'aspiration est coupée et les filtres sont placés dans les coupelles avec une pince effilée (Fig.18).

La pesée

Une première pesée des filtres après évaporation totale de l'eau dans l'étuve à 70°C pendant 2 heures, déterminera la quantité de matière totale en suspension (minérale + organique). La deuxième pesée est effectuée après une crémation des filtres à 450°C pendant 36 heures. Elle permet l'élimination de la matière organique.

Expression des résultats

Vf = volume d'eau filtrée

Mt = matière totale

Mm = matière minérale

Mo = matière organique

M1 = poids du filtre à la pré-pesée

M2 = poids du filtre à 70°C

M3 = poids du filtre à 450°C

Le poids de la matière totale particulaire, exprimé en mg par litre, est donné par l'expression :

$$Mt = (M2 - M1) \div Vf$$

$$Mm = (M3 - M1) \div Vf$$

$$Mo = Mt - Mm$$

Nous avons préalablement effectué des expériences permettant d'évaluer la durée d'un transit intestinal : des huîtres perlières sont placées individuellement dans des cristallisoirs. A l'instant t_1 , une solution contenant de la craie broyée est versée dans les récipients. Au moment t_2 nous constatons une émission de fèces de couleur blanchâtre. La différence $t_2 - t_1$ nous donne la durée du transit intestinal des animaux. Entre le moment où l'huître filtre des particules et où elle excrète les fèces relatifs à cette ingestion, il s'écoule de 3h30 à 4 h.

Pour évaluer les taux d'assimilation des huîtres perlières, il est nécessaire de connaître les quantités de matières organique et minérale que contient la suspension d'algue. Sachant que la durée d'un transit intestinal est comprise entre 3h30 et 4h, nous avons effectué des prélèvements de solution nutritive à la sortie de l'enceinte témoin. Ainsi, lors de la récolte des fèces, nous connaissons la teneur en matière organique de la nourriture que l'animal a ingéré quelques heures auparavant.

3.3.3. Résultats

3.3.3.1. Régime "algues"

Le débit et la concentration de la solution nutritive dans les enceintes contenant les huîtres perlières sont constants. Cependant le débit a été réajusté au cours de l'expérience afin de garantir une concentration algale suffisante pour assurer l'alimentation des animaux.

Les quantités de matière organique et minérale de la suspension algale prélevée figurent dans le tableau 5. Les mesures ont été répétées plusieurs fois et le résultat final est une

moyenne de tous les prélèvements. Le volume filtré pour chaque échantillon de suspension algale était d'1l.

Concentration algale	Poids seston organique (mg)	Poids seston minéral (mg)	Poids seston total (mg)	Pourcentage de seston organique
avant 12h30 : 48000 cellules.ml ⁻¹	7.2792	2.6004	9.8796	74%
après 12h30 : 67000 cellules.ml ⁻¹	10.161	3.63	13.791	74%

Tableau 5 : Poids et pourcentages de seston organique de la solution nutritive.

Ces résultats nous renseignent sur la capacité nutritive de la solution alimentaire. C'est-à-dire qu'ils représentent ce que les huîtres perlières ont à leur disposition pour se nourrir.

L'analyse des fèces récoltés à différents instants donne les résultats suivants :

huître perlière	Heures	Poids de matière totale (mg)	Poids de matière organique (mg)	Pourcentage de matière organique
A 19	16h30	29.9	10	33.5%
A 19	19h50	3.8	1.4	36.8%
A 19	21h30	2.9	1.8	62%
A 21	17h50	2.1	1.8	86%
A 21	19h50	1.6	-	-
A 21	21h30	5.4	3.6	67%
A 29	17h50	pas	de	fèces
A 29	19h50	2.1	1.1	52%
A 29	21h30	3.8	2.6	68%

• Méthode de Conover

Les taux d'assimilation des trois huîtres perlières sont calculés avec la formule suivante :

$$U' = [(F' - E') \div ((1 - E') \times F')] \times 100$$

avec :

F' = Proportion de matière organique de la suspension algale

E' = Proportion de matière organique des fèces

Les taux d'assimilation respectifs des huîtres perlières figurent dans les tableaux page suivante.

Huître perlière A19	F'	E'	U'
16h30	0.74	0.335	82.3%
19h50	0.74	0.368	79.5%
21h30	0.74	0.62	42.7%
global	0.74	0.469	68.9%

Huître perlière	F'	E'	U'
A21	0.74	0.59	49.4%
A29	0.74	0.149	93.8%

Au cours de l'expérience, les animaux ont montré des comportements différents. L'huître perlière A19 a ouvert ses valves peu de temps après son transfert dans l'enceinte de mesure. Son taux de filtration a tout de suite été positif. Cependant, les deux autres animaux, stressés par leur nouveau milieu, ont mis beaucoup plus de temps à ouvrir leurs valves et à filtrer. De plus, leur taux de filtration est resté faible pendant toute la durée de l'expérience. Ce stress explique le retard de la production de fèces constaté pour les individus A21 et A29. Seul l'animal A19 s'est bien adapté aux conditions expérimentales ce qui explique une production de fèces régulière et un taux de filtration positif et généralement homogène.

En raison de ce problème, il nous a semblé plus fiable de calculer des taux d'assimilation globaux pour les individus A21 et A29 afin de limiter les risques d'erreur.

Le taux d'assimilation de l'huître A19 décroît au cours de la journée. A 16h30, il est égal à 82.3% et l'assimilation n'est plus que de 42.7% à 21h30. Le taux global de cet animal est de 68.9%.

Les taux d'assimilation des deux autres huîtres perlières sont respectivement égaux à 49.4% et 93.8%.

- **Méthode des bilans**

de temps. Comme le taux d'ingestion, il dépend de la concentration de la suspension algale.

Le dispositif expérimental que nous avons utilisé nous a permis de calculer les taux de filtration de chaque animal toutes les 15 minutes. A partir de ces valeurs, nous avons calculé les taux de filtration cumulés. Les taux de filtration cumulés, établis toutes les 15 minutes, sont des indicateurs du volume d'eau que l'animal a filtré au moins 4 heures avant la production de fèces. Cela signifie que nous connaissons la quantité d'algue que les huîtres perlières ont ingérée.

Huître perlière	Volume filtré cumulé (l)	Poids sec de matière org ingérée (mg.l ⁻¹)	Quantité ingérée (mg par durée de filtration)	Poids sec fèces (mg)	Taux d'assimilation (%)
A19	23.384	7.2792	169.5	10	94
A19	14.293	10.161	145.23	1.4	99
A19	13.34	10.161	135.55	1.8	97
A21	7.215	7.2792	52.52	1.8	96
A21	1.152	10.161	11.7	3.6	95
A29	21.39	10.161	217.34	0	-
A29	4.407	10.161	44.78	1.1	97
A29	2.854	10.161	73.78	2.6	97

Tableau 6 : Taux d'assimilation des huîtres perlières A19, A21, A29 calculés en fonction de la quantité de matière ingérée.

Les taux d'assimilation des trois animaux sont compris entre 87 et 98%. Pour l'huître perlière A19, l'assimilation est croissante au cours de la journée. D'autre part, pour une quantité de matière ingérée égale à 231 mg, l'assimilation est égale à 87% tandis qu'avec une quantité de matière ingérée de 197 et 184 mg, le taux d'assimilation est égal à 98%. Les quantités de matière ingérée des huîtres perlières A21 et A29 sont plus faibles que pour l'individu A19. Or, leurs taux d'assimilation respectifs sont compris entre 89 et 97%.

3.3.3.2- Régime "eau brute"

Il s'est avéré que la composition de l'"eau brute" des bacs d'élevage est différente de celle de l'eau du lagon. Les raisons ont été expliquées dans le chapitre 2.1. La conséquence de cette perte nutritionnelle de l'eau brute arrivant dans les bacs d'élevage est l'état de pénurie alimentaire des animaux élevés dans ces bacs. Il en résulte un affaiblissement physique des animaux.

Constatant l'état de faiblesse physique des huîtres perlières issues du bac d'élevage "eau brute", nous avons été contraint d'effectuer l'expérience pendant 24 h. En effet, compte tenu de la faible valeur nutritionnelle de la suspension alimentaire et de la faiblesse des huîtres perlières, les animaux ont produit peu de fèces.

Nous avons prélevé les fèces des trois huîtres perlières 4 heures et 24 heures après le transfert dans les enceintes de mesures.

Les quantités de matière organique et minérale de la suspension nutritive prélevée figurent dans le tableau 7. Le volume filtré pour chaque échantillon est d'1 litre.

Prélèvement	Poids seston organique (mg.l ⁻¹)	Poids seston minéral (mg.l ⁻¹)	Poids seston total (mg.l ⁻¹)	Pourcentage de seston organique
t + 4heures	1.4	3.96	5.36	26%
t + 24 heures	1.347	2.408	3.755	35%

Tableau 7 : Poids et pourcentage de seston organique de l'"eau brute".

Les proportions de seston organique de l'eau qui alimente les huîtres perlières sont faibles dans les deux cas. Ce résultat confirme que l'eau en provenance du lagon est épurée de ses particules nutritives lors de son passage dans la conduite.

L'analyse des fèces des animaux récoltés à t+4h et à t+24h, donne les résultats suivants :

Huître perlière	Prélèvement	Poids matière totale (mg)	Poids matière organique (mg)	Pourcentage de matière organique
B27	t + 4h	9.3	3.5	37.6%
B42	t + 4h	16.2	4	24.7%
B42	t + 24h	13.7	7.1	51.8%
B22	t + 24h	11.4	4.5	39.5%

Tableau 8 : Quantités et pourcentages de matière organique contenue dans les fèces des huîtres perlières élevées en "eau brute".

La quantité de fèces produits après 24h d'expérience est faible. De plus, le pourcentage de matière organique ne dépasse pas 52%. Ces valeurs sont à mettre en relation avec celles de l'eau de mer. En effet, il n'est pas surprenant que les animaux produisent peu de fèces car ils sont alimentés avec une suspension nutritive très oligotrophe.

• **Méthode de Conover**

Les taux d'assimilation des trois huîtres perlières selon la méthode de Conover figurent dans le tableau suivant.

Prélèvement	Huître perlière	U'
t + 24h	B22	négatif
t + 4h	B27	négatif
t + 4h	B42	6.64%
t + 24h	B42	négatif

La teneur en matière organique des fèces étant plus importante que celle de l'eau de mer, les taux d'assimilation des huîtres perlières sont négatifs à l'exception de l'individu B42 qui a un taux d'assimilation de 6.64% à t + 4h.

• **Méthode des bilans**

Pour calculer la quantité de matière ingérée par les animaux, il est nécessaire de connaître le taux de filtration des individus. La valeur de ce taux provient des travaux de Bernard qui a étudié la filtration des huîtres perlières en fonction de leurs régimes nutritifs. Les taux moyens de filtration standardisés par animal élevé en "eau brute" sont de 14.4 l.h⁻¹ et 10.8 l.h⁻¹.g⁻¹ P.S. Les poids secs de chair des huîtres perlières figurent dans le tableau 9. A partir de ces valeurs, il nous est possible de calculer la quantité de matière ingérée par les huîtres perlières puis d'en déduire les taux d'assimilation (tableau 10).

Huître perlière	Poids sec de chair (g)
B22	1.146
B27	0.975
B42	1.459

Tableau 9 : Poids secs de chair des individus issus du régime "eau brute".

Huître Perlière	Volume filtré (l)	Poids sec de matière ingérée (mg.l ⁻¹)	Quantité ingérée (g)	Poids sec fèces (g)	Quantité assimilée (g)	Taux d'assimilation
B22	247.5	3.75	0.93	0.0114	0.9186	98.7%
B27	42.12	53.6	2.26	0.0093	2.2507	99%
B42	63.08	53.6	3.38	0.0162	3.3638	99.5%
B42	315.15	3.75	1.18	0.0137	1.1663	98.8%

Tableau 10 : Taux d'assimilation des huîtres perlières élevées en "eau brute" calculés en fonction du volume d'eau filtrée.

Les taux d'assimilation des trois animaux sont élevés. La production de fèces est faible. Compte tenu de l'oligotrophie de l'eau de mer, les huîtres perlières assimilent la quasi-totalité de la matière nutritive contenue dans l'eau qu'elles filtrent. Cependant, pour comparer ces résultats avec ceux de la méthode de Conover, il est nécessaire de se baser sur les quantités de matière organique.

Huître Perlière	Volume filtré (l)	Concentration en matière organique (mg.l ⁻¹)	Poids sec de matière organique ingérée (g)	Poids sec matière organique fèces (g)	Quantité matière organique assimilée (g)	Taux d'assimilation
B22	247.5	1.347	0.33	0.0045	0.3255	98.6%
B27	42.12	1.4	0.06	0.0035	0.0565	94.2%
B42	63.08	1.4	0.09	0.004	0.086	95.5%
B42	315.15	1.347	0.425	0.0071	0.4179	98.3%

Les quantités de matière organique assimilées par les trois individus sont importantes. Les taux d'assimilation sont élevés mais s'avèrent inférieurs aux taux calculés pour la matière totale.

3.3.4. Discussion

3.3.4.1. Régime "algues"

Les taux d'assimilation des trois huîtres perlières diffèrent fortement selon la méthode de calcul. La méthode de Conover permet d'obtenir des taux d'assimilation décroissants au cours de la journée. Par contre, la méthode basée sur la quantité de matière contenue dans le volume d'eau filtrée par l'animal, conduit à des taux élevés et constants tout au long de l'expérience.

Le dispositif expérimental que nous avons utilisé permet de maintenir une concentration constante de la suspension alimentaire. Les animaux ont donc bénéficié d'une alimentation régulière en algues. Par ailleurs, les huîtres perlières de l'expérience étaient issues de bacs d'élevage alimentés avec un régime algal à forte valeur nutritive ($100000 \text{ cellules.ml}^{-1}$). Les animaux sont dans de bonnes conditions environnementales et leur croissance est importante (estimée en gain de poids à la fin de l'expérience).

En ce qui concerne l'huître perlière A19, le taux d'assimilation est de 82.3% à 16h30. Cela signifie qu'elle a assimilé 82.3% de la nourriture qu'elle a ingérée entre 8h30 et 12h30. Par contre, l'efficacité d'assimilation à 19h50 et à 21h30 est plus faible. L'huître perlière a rejeté des proportions plus grandes de matière organique dans ses fèces. Nous pouvons émettre l'hypothèse selon laquelle les besoins de l'animal ont été satisfait par la nourriture ingérée lors des 4 premières heures de l'expérience. Il est possible que le tractus digestif de l'huître soit saturé en particules alimentaires et qu'il ne puisse plus digérer la totalité de ce qu'il a ingéré. C'est pourquoi, la proportion de matière organique est plus importante dans les fèces. Le taux d'assimilation global de l'individu A19 est de 68.9%.

Les taux d'assimilation globaux des individus A21 et A29 sont respectivement de 49.4% et 93.8%.

L'autre méthode fournit des taux d'assimilation élevés qui ne décroissent pas au cours de la journée. Ces résultats comparés avec ceux de la méthode Conover montrent une forte différence. Les variations observées peuvent avoir plusieurs origines.

La deuxième méthode dépend du volume de suspension nutritive filtrée par l'animal. Elle est basée sur le poids de fèces récoltés à un instant donné. Or, cette quantité de fèces correspond théoriquement à une quantité de nourriture ingérée pendant une certaine durée. Le protocole expérimental implique que les fèces récoltées à un instant donné résultent d'une ingestion qui a eu lieu au moins 4 heures avant. Cependant, compte tenu du temps d'adaptation des animaux aux conditions expérimentales, il est probable que la filtration ait été perturbée retardant ainsi l'ingestion. L'estimation du moment de l'ingestion est donc très aléatoire. Cette hypothèse est probablement à l'origine des résultats aberrants de l'expérience.

L'estimation du taux d'assimilation des huîtres perlières élevées en régime "algues" semble plus fiable lorsqu'elle est basée sur les proportions de matière organique

de la solution nutritive et des fèces. En effet, il n'est pas nécessaire de connaître la quantité de matière ingérée (donc le volume d'eau filtrée par l'animal). Seule la proportion de matière organique de la suspension algale intervient. Dans le cas de ce régime, elle est constante.

3.3.4.2. Régime "eau brute"

Les résultats obtenus concernant les poids et les proportions de matière organique dans les fèces et l'eau de mer ne peuvent pas être interprétés. En effet, les quantités de matière organique dans les fèces sont plus importantes que dans l'eau de mer. La pesée des filtres s'est probablement effectuée un jour où l'humidité relative de la salle de pesée était très importante. Les quantités de matière sont faibles dans les deux cas. Cette faible quantité de matière organique peut s'expliquer aisément par la présence d'organismes filtreurs dans la conduite d'alimentation. De plus, il est possible que le seston sédimente dans la conduite augmentant ainsi les pertes en particules nutritives de l'eau de mer. La matière organique présente dans les fèces peut provenir soit de la desquamation des parois du tube digestif soit de la matière organique non digérée.

La proportion importante de matière minérale des prélèvements d'"eau brute" et des fèces, peut aussi s'expliquer par la nature des particules en suspension. Le phytoplancton du lagon de Vairao est essentiellement constitué par des diatomées. Ces algues sont caractérisées par un poids de cendre élevé (frustule siliceux), (Parsons, Stephens et Strickland, 1961). D'autre part, l'importance des particules minérales en suspension dans l'eau de mer est susceptible de varier en fonction des conditions météorologiques ce qui peut induire l'augmentation de la teneur en matière minérale du seston.

Etant donné la faible importance des matières fécales des huîtres perlières du régime "eau brute", les erreurs survenues lors de la pesée ne nous permettent pas d'interpréter les résultats. Cependant, il est possible que des problèmes de pesées aient eu lieu pour les échantillons du régime "algue" mais, le risque d'erreur est moindre car les quantités sont plus importantes dès le début.

3.3.4.3. Les méthodes

Le protocole qui consiste à récolter les fèces à un instant donné présente un inconvénient pour l'utilisation de la méthode des bilans. La production de fèces ne s'effectue pas en continu, il est donc possible que la quantité de matière d'un prélèvement de fèces soit sous-estimée.

De plus, la quantité de nourriture assimilée est extrêmement faible et difficile à estimer.

La méthode de Conover, basée sur les proportions, fait abstraction de ce problème.

Le calcul des taux d'assimilation de *Pinctada margaritifera* s'avère être plus juste et cohérent avec la méthode de Conover.

Les taux d'assimilation des huîtres perlières issues du régime "algues" varient de 93.8% à 49.4%. Des travaux antérieurs effectués avec *Mytilus edulis* ont donné des taux d'assimilation de $84 \pm 4\%$ pour une concentration en algues de $1.5 \cdot 10^6$ cellules.l⁻¹ et $69 \pm 5\%$ avec une concentration de $5.5 \cdot 10^6$ cellules.l⁻¹ (Widdows and Baynes, 1971). Pour l'huître perlière A19, le taux d'assimilation est égal à 82.3% avec une concentration de $48 \cdot 10^6$ cellules .l⁻¹ et à 79.5% pour $67 \cdot 10^6$ cellules.l⁻¹. Ainsi, la concentration de la suspension algale semble influencer l'efficacité d'assimilation de l'animal. Les valeurs de l'assimilation estimée avec la méthode de Conover semblent cohérentes. Ce résultat reste cependant à nuancer et à vérifier sur un plus grand nombre d'individus.

3.2. Conclusion

L'étude des contenus stomacaux de trois huîtres perlières a permis la mise en évidence d'une sélection des particules alimentaires selon leur nature et leur taille.

Ainsi, l'importance relative des diatomées pennées *Naviculaceae Mastogloia* montre qu'une sélection préférentielle a lieu pour ce genre d'algues qui pourraient correspondre aux exigences alimentaires de *Pinctada margaritifera*. De même, l'importance relative des spicules d'éponge au sein du tractus digestif des animaux, suggère qu'ils auraient un rôle non négligeable dans le phénomène de digestion. Compte tenu de leur structure, ils seraient acheminés lentement vers le rectum pour être rejetés sous forme de fèces. D'autre part, l'essentiel des algues trouvées dans l'estomac a une taille comprise entre 2 et 20 μm . La longueur des particules constitue donc un facteur limitant pour l'alimentation des huîtres perlières. L'analyse des pseudofèces récoltés *in situ* aux cours des 4 heures précédant la récolte des contenus stomacaux permettrait de confirmer la sélection des particules selon la taille.

Il serait intéressant de reproduire ces expériences sur un plus grand nombre d'individus afin de déterminer le comportement alimentaire de la population d'huîtres perlières. Pour cela, une méthode rapide d'analyse des contenus stomacaux doit être mise au point afin d'analyser un plus grand nombre d'échantillons. Un programme informatique d'analyse d'images conviendrait vraisemblablement pour répertorier les algues et pour en évaluer les caractéristiques de taille.

L'estimation des taux d'assimilation des huîtres perlières a permis la comparaison de deux méthodes. La méthode de Conover basée sur les proportions de matière organique ingérée et rejetée est plus adaptée que la méthode des bilans. En effet, le quantitatif est peu fiable car les fèces ne sont pas émis en continu et le taux de filtration des huîtres perlières varie d'un quart d'heure à l'autre. Enfin, l'assimilation en terme de poids est très faible ce qui peut induire des erreurs de pesée et rendre les résultats aléatoires. Les taux d'assimilation des huîtres perlières issues d'un régime nutritif satisfaisant varient de 42.7% à 82.3%.

Le taux d'assimilation étant très dépendant du stress et de l'état physiologique des animaux, seul un ensemble de valeurs portant sur un très grand nombre d'animaux permettant l'utilisation d'un traitement statistique serait satisfaisant.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Huîtres perlières en environnement naturel (d'après Buestel).	8
Figure 2 : Naissains de jeunes <i>Pinctada margaritifera</i> (d'après Buestel).	8
Figure 3 : Structures d'élevage : caisses grillagées (d'après Buestel).	10
Figure 4 : Ferme perlière à Takapoto, Archipel des Tuamotu (d'après Buestel).	10
Figure 5 : Chapelets d'huîtres perlières prêtes à la greffe (d'après Buestel).	11
Figure 6 : La greffe de l'huître perlière (d'après Buestel).	11
Figure 7 : Valve droite de <i>Pinctada margaritifera</i> ; organes digestifs.	20
Figure 8 : Diagramme simplifié de la partie antérieure gauche du palpe labial et de la branchie (d'après Allen, emprunté à Newell).	21
Figure 9 : <i>Fragilariaceae</i> sp. (× 1000).	34
Figure 10 : <i>Fragilariaceae</i> <i>Licmophora</i> sp. en vue connective (× 360).	34
Figure 11 : <i>Nitzschiaceae</i> <i>Nitzschia seriata</i> en colonie (× 650).	38
Figure 12 : <i>Nitzschiaceae</i> <i>Nitzschia ventricosa</i> (× 1685).	38
Figure 13 : <i>Chaetoceraceae</i> <i>Chaetoceros debilis</i> (× 370).	40
Figure 14 : <i>Naviculaceae</i> <i>Navicula</i> sp. en vue valvaire (× 440).	40
Figure 15 : <i>Naviculaceae</i> <i>Gyrosigma</i> sp. et <i>Naviculaceae</i> <i>Gomphonema</i> sp. en vue connective (× 600).	41
Figure 16 : <i>Tabellariaceae</i> <i>Climacosphenia moniligera</i> (× 240).	41
Figure 17 : Dispositif expérimental de mesure de la filtration (dessin J.Moriceau).	53
Figure 18 : Rampe de filtration et fèces sur filtres GFC (d'après Buestel).	54

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Evolution des exportations de perles de culture en Polynésie Française depuis 1972 (S.M.A.,1993).	7
Graphique 2 : Concept des relations existant entre le taux de filtration, le taux d'ingestion et la concentration de nourriture chez les bivalves (Newell, 1979).	25
Graphique 3 : Histogramme des fréquences des particules du contenu stomacal de l'huître perlière n°1 et de l'échantillon d'eau de mer correspondant.	32
Graphique 4 : Histogramme des fréquences des particules du contenu stomacal de l'huître perlière n°2 et de l'échantillon d'eau de mer correspondant.	32
Graphique 5 : Histogramme des fréquences des particules du contenu stomacal de l'huître perlière n°3 et de l'échantillon d'eau de mer correspondant.	33
Graphique 6 : Histogrammes des fréquences de particules dans la première portion du tube digestif de l'huître perlière n°1 et dans l'échantillon d'eau de mer correspondant.	36
Graphique 7 : Histogrammes des fréquences de particules dans la première portion du tube digestif de l'huître perlière n°3 et dans l'échantillon d'eau de mer correspondant.	37
Graphique 8 : Fréquences relatives cumulées des particules en fonction de leur intervalle de taille pour la largeur.	44
Graphique 9 : Fréquences relatives cumulées des particules en fonction de leur intervalle de taille pour la longueur.	45
Graphique 10 : Fréquences relatives cumulées de quelques algues en fonction de leur intervalle de taille (longueur en μm).	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition géographique des concessions maritimes accordées depuis 1970 (S.M.A.,1993).	6
Tableau 2 : Taux d'assimilation de deux bilvalves filtreurs en fonction de différentes concentrations d'algues unicellulaires.	24
Tableau 3 : Principales caractéristiques des diatomées centriques ordre des Centrales) et des diatomées pennées (ordre des Pennales) d'après Ricard, 1987.	35
Tableau 4 : Classes de particules montrant une différence de fréquences entre les contenus stomacaux et les échantillons d'eau de mer.	39
Tableau 5 : Poids et pourcentages de seston organique de la solution nutritive.	58
Tableau 6 : Taux d'assimilation des huîtres perlières A19, A21, A29 calculés en fonction de la quantité de matière ingérée.	60
Tableau 7 : Poids et pourcentage de seston organique de l'eau brute".	61
Tableau 8 : Quantités et pourcentages de matière organique contenue dans les fèces des huîtres perlières élevées en "eau brute".	61
Tableau 9 : Poids secs de chair des individus issus du régime "eau brute".	62
Tableau 10 : Taux d'assimilation des huîtres perlières élevées en "eau brute" calculés en fonction du volume d'eau filtrée.	63

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AQUACOP. Compte rendu d'activité du Centre Océanologique du Pacifique : période juin 1991-mai 1992, 1992.

ATKINS D. On the ciliary mechanism and interrelationships of lamellibranchs. Part VII. Latero-frontal cilia of the gill filaments and their phylogenetic value. Quarterly Journal of the Microscopical Society 80, 1938, p.345-436.

ATKINS D. On the ciliary mechanisms and relationships of lamellibranchs. Part II. Sorting devices on the gills. Quarterly Journal of the Microscopical Society 79, 1937, p. 339-973.

ATLAS DE POLYNESIE. O.R.S.T.O.M., 1993, 555 p.

BERNARD F. Contribution à l'étude du mécanisme de filtration chez l'huître perlière *Pinctada margaritifera* (L.) var. *cumingii* (Jameson). 1994, Rapport de D.E.A., U.F.P.

BUESTEL D., JONQUIERES G. et TIAPARI J. Résultats préliminaires sur la nutrition des huîtres perlières. 1992, Rapport interne I.F.R.E.M.E.R.-C.O.P.

CABRAL P. Problems and perspectives of the pearl oyster aquaculture in French Polynesia. AQUACOP IFREMER; Actes de colloque 9, 1989, p. 57-66.

CHARPY L., BLANCHOT J. et LO L. Contribution des cyanobactéries (*Synechococcus* sp.) à la production phytoplantonique dans un lagon d'atoll fermé (Takapoto, Tuamotu, Polynésie Française), 1992. C. Rend. Acad. Sc.

CHELLAM A. Study on the stomach contents of pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) with reference to the inclusion of bivalve eggs and larvae. Symp. Ser. Mar. Biol. Assoc. India. vol. 6, 1983. p. 604-607. Proceedings of the symposium on coastal aquaculture held at Cochin from January 12-18, 1980. Part.2 : Molluscan culture.

- CONOVER R.J.. Assimilation of organic matter by zooplankton. Limnol. Oceanogr. vol. 11, 1966, p. 338-345.
- DELESALLE B.. Ecologie du phytoplancton des lagons de Polynésie Française. 1990. Thèse Labo. Biol. Mar. et Malacol. de l'E.P.H.E.
- EWART J.W. et PRUDER G.D.. Comparative growth of *Isochrysis galbana* Parke and *Isochrysis aff. galbana* clone T-ISO at four temperatures and three light intensities. J. World Maricul. Soc., 12, 1981, p.333-339.
- HERDMAN W.A.. Report to the government of Ceylon on the pearl oyster fisheries of the Gulf of Manaar. Part. I., 1903, 146 p. The royal society. London.
- HOLMES N.A. et MC INTYRE A.D.. Methods for the study of marine benthos. Blackwell Sc; Publi., Oxford, IBP Handbook. 16, 1984, p. 1-387.
- INTES A. et COEROLI M.. Evolution and condition of stocks in French Polynesia. Proc. Vth. Int. Coral Reef Cong. vol. 5, 1985, p.545-550. In french, with english abstract.
- JONES H.D. et ALLEN J.R.. Inhalant and exhalant pressure in *Mytilus edulis* L. and *Cerastoderma edule* L. J. Exp. Biol. Ecol. 98., 1986, p. 231-240.
- JONQUIERES G.. Résultats préliminaires sur la nutrition des huîtres perlières. 1992. Rapport interne I.F.R.E.M.E.R.-C.O.P.
- JORGENSEN C.B.. Water processing in ciliary feeders, with special reference to the bivalve filter pump. Comp. Biochem. Physiol. 94 A, 1989, p. 383-394.
- JORGENSEN C.B.. Water processing in filter-feeding bivalves. *In* Behavioural Mechanisms of Food selection (ed. R.N. Hughes). NATO ASI Series, Subseries G "Ecological Sciences", 1990, p. 615-636. Springer-Verlag, heidelberg, New-York.
- JORGENSEN, C.B. A hydromechanical principle for particle retention in *Mytilus edulis* and other ciliary suspension feeders. Mar. Biol. 61, 1981, p. 277-282.
- KELLOG J.L.. Ciliary mechanisms of lamellibranchs with description of anatomy. J. Morphol. 26., 1915, p. 625-701.

- KIORBOE T. et MOHLENBERG F.** Particle selection in suspension-feeding bivalves. Mar. Ecol. Prog. Ser., 5., 1981, p. 291- 296.
- LABORATOIRE ARAGO.** Phytoplancton : biomasse, production, numération et culture. Université Pierre et Marie Curie, 1979. Banyuls-sur-mer.
- LEDUC H.** Fiches techniques perliculture. 1993. Centre des métiers de la nacre et de la perliculture, Rangiroa.
- LUCAS A.** Méthode d'évaluation des rations alimentaires chez les microphages marins : l'exemple des larves de bivalves. Bull. Soc. Zool. France. Tome 108, n°3, 1983, p. 423.
- MARCHAL G.** L'huître perlière. étude du contenu stomacal. Rapport 1ère année I.S.T.O.M., 1993.
- MORTON B.** Feeding and digestion in bivalvia. In "The Mollusqua" (Ed. K.M. Wilburg), vol. 5. 1983, p. 65-147.
- MORTON B.** Studies on the biology of *dreissena polymorpha* Pall. II. General anatomy and morphology. Proceedings of the Malacological Society, London 38. 1969, p. 301-321.
- NASR D.H.** Feeding and growth of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* (L.) in Dongonab Bay, Red Sea. Hydrobiologia, 110. 1984, p. 241-245.
- NELSON T.C.** The feeding mechanism of the oyster. I. On the pallium and branchial chamber of *Ostrea virginica*, *O. edulis*, *O. angulata* with comparison with other members of the genus. J. Morph. 63. 1938, p. 1-61.
- OTA S.** Studies on feeding habits of *Pinctada martensii*. V. Number and size of swimming bivalve larvae fed by pearl oyster in summer. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5, 1959, p.443-449.
- OWEN G. et MC CRAY J-M.** Further studies on the latero frontal tract of bivalves. Proceedings of the Malacological Society, London B.194. 1976, p.527-544.
- PALMER R.E et WILLIAMS L.G.** Effects on particles concentration on filtration efficiency of bay scallop *Argopecten irradians* and the oyster *Crassostrea virginica*. Ophelia, 19 (2). 1980, p. 163-174.

PARSONS T.R., STEPHENS K. et STRICKLAND J. D. H.. On the chemical composition of eleven species of marine phytoplankton. J. Fisheries Res. Board Can., 18, 1961, p. 1001-1016.

PREL (du) A. W.. Boom et crise dans la perle noire. Tahiti Pacifique n° 38, 1994.

RANSON G.. Un rapport sur l'huître perlière dans les E.F.O. 1952. Muséum d'histoire naturelle de Paris.

RICARD M.. Atlas du phytoplancton marin. Volume II : Diatomophycées. 1987. Ed. Cen. Nat. Rech. Scien.

RICARD M.. Les peuplements de diatomées des lagons de l'Archipel de la Société (Polynésie Française). Extrait de la "Revue Algologique"; tome XII, fasci. 3-4, 1977.

SCHERRER B.. Biostatistique. Québec, Gaétan Morin éditeur, 1984 850 p.

SERVICE DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE. La perliculture. Bulletin statistique du secteur de la mer. 1993, p. 42-55.

SHUMWAY E. S., CURRI L.T., NEWELL C. R. et YENTSCH M. C.. Particle selection, ingestion and absorption in filter-feeding bivalves. J. Exp. Mar. Ecol. Vol. 91. 1985, p. 77-92.

TENORE K.R. et DUNSTAN W.M.. Comparison of feeding and biodeposition of three bivalves at different food levels. Mar. Biol. Ecol., 8, 1973, p. 191-212.

VAHL O.. Efficiency of particles retention in *Mytilus edulis* L.. Ophelia, 10, 1972, p. 17-23.

WALLENGREN H. Zur biology der Muscheln. II. Die Nahrungaufnahme. Lunds Universitets Arsskrifter N.F. Afd. 2, Bd. 1, Nr. 3. 1905, p. 1-58.

WIDDOWS, J. et BAYNE, B.L.. Temperature acclimatation of *Mytilus edulis* with reference to its energy budget. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 51, 1971, p. 827-843.

WINBERG G.G.. Rate of metabolism and food requirements of fishes. Trudy Bel. Gos. Univ. Minske. 1956, 253.

WINTER J.E.. A review on the knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. Aquaculture. 13, 1978, p. 1-33.

YENTSCH C.S. et MENZEL D.W.. A note on the fluorescence characteristic of particles that pass through glass filters. Limnol. Oceanogr., 28 (3), 1963, p. 221-231.