

**Direction des Opérations
Centre du Pacifique**

**BP 7004 Taravao
98719 - Tahiti
Polynésie Française**

Décembre 2008

Département Aquaculture en Polynésie Rapport d'activités 2007



Diffusion

CONFIDENTIEL – USAGE INTERNE

	Exemplaires
- PDG, J.Y. Perrot	1
- DPS, M. Héral	1
- DOP, B. Barnouin	1
- CST, J.L. Devenon	1
- DPS-TH3C, A. Gérard	1
- DPS-TH3C-PGC02, J.P. Baud	1
- DPS-TH3C-PGC01, P. Gouilletquer	1
- DPS/DRI, P. Lemercier	1
- DCOM, P. Pessey-Martineau	1
- Département BIOMAR, P. Durand	1
- Département ASE, T. Renault	1
- Département Ecologie Maritime, O. Thébaud	1
- Département PFOM, C. Cahu	1
- Département AQUACAL, L. Loubersac	1
Département des Laboratoires Côtiers Environnement Littoral et Ressources aquacoles (LER)	1
- Laboratoire Environnement Ressources de Normandie	1
- Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon	1
- Laboratoire Environnement Ressources de Boulogne-sur-Mer	1
- Laboratoire Environnement Ressources des Pertuis Charentais	1
- Laboratoire Environnement Ressources Finistère-Bretagne Nord	1
- Laboratoire Environnement Ressources Languedoc Roussillon	1
- Laboratoire Environnement Ressources Morbihan-Pays de Loire	1
- Laboratoire Environnement Ressources Provence-Azur-Corse	1
- UMR Ifremer-Université de Montpellier - DRIM	1
- Laboratoire d'Aquaculture Languedoc-Roussillon (LALR)	1
- Délégation Ifremer à la Réunion	1
- Délégation Ifremer en Martinique	1
IFREMER/Tahiti	
- D/CP	1
- C/DAP	1
- Département AQUAPOLY	9
Tahiti	
- Service de la Perliculture	1
- Service de la Pêche	1

- Ministère de la Perliculture	1
- Ministère de la Pêche	1
- Institut Territorial de Recherche Médicale Louis Malardé	1
- UPF, Laboratoire d'Ecologie Marine	1
- IRD	1
- EPHE-CRIOBE Moorea	1
- Délégué Régional à la Recherche et à la Technologie	1
- Délégation à la Recherche de Polynésie française	1

Sommaire

INTRODUCTION.....	5
PRÉSENTATION DE L'UNITÉ.....	5
<i>Organisation.....</i>	5
<i>Nomenclature des programmes.....</i>	6
<i>Rappel du mandat des différentes unités.....</i>	6
BILAN ET FAITS MARQUANTS DE L'ANNÉE.....	7
<i>Evolution des programmes.....</i>	7
<i>Politique régionale.....</i>	8
<i>Evaluation du département Aquaculture en Polynésie (25 au 28 septembre 2007).....</i>	9
FAITS MARQUANTS SUR LE PLAN SCIENTIFIQUE.....	10
<i>Perliculture.....</i>	10
<i>Aquaculture des poissons lagunaires.....</i>	11
<i>Aquaculture des crevettes.....</i>	13
MOYENS ET EFFECTIFS.....	14
PERSONNELS STATUTAIRES AFFECTÉS AU DÉPARTEMENT.....	14
MOUVEMENTS DE PERSONNEL.....	15
FORMATIONS REÇUES.....	15
CRÉDITS AFFECTÉS AU DÉPARTEMENT.....	16
PGC01 : DURABILITÉ DES SYSTÈMES DE PRODUCTION.....	16
PGC02 : QUALITÉ DES PROCÉDÉS ET DES PRODUITS.....	16
PGE03 : VALORISATION DES RESSOURCES BIOLOGIQUES.....	17
RECETTES.....	17
INFRASTRUCTURES - ÉQUIPEMENTS.....	18
<i>Missions en France, DOM-TOM et Étranger.....</i>	18
<i>Visites.....</i>	20
OBJECTIFS ET RÉSULTATS 2007.....	22
PROGRAMME QUALITÉ DES PROCÉDÉS ET DES PRODUITS.....	22
<i>Projet huître perlière - Domestication de l'huître perlière (C020801).....</i>	22
<i>Projet huître perlière - Amélioration de la Qualité des perles (C020802).....</i>	34
<i>Action C010201D - Veille zoosanitaire - REPANUI (Réseau de Surveillance pathologie des huîtres perlières en Polynésie française).....</i>	47
<i>Projet Pisciculture marine d'Outre mer - Soutien à la filière poissons lagunaires (C020908).....</i>	48
<i>Action C020908 - Prophylaxie des poissons lagunaires.....</i>	50
PROGRAMME DURABILITÉ DES SYSTÈMES DE PRODUCTION.....	52
<i>Modélisation de la dispersion des larves de l'huître perlière Pinctada margaritifera en lagon polynésien (C010706).....</i>	52
<i>Surveillance crevetticulture en Polynésie (C010211A).....</i>	57
PERSPECTIVES 2008.....	62
PUBLICATIONS 2007.....	66
ARTICLES DANS REVUE À COMITÉ DE LECTURE.....	66
OUVRAGES OU ARTICLES DE SYNTHÈSE DANS OUVRAGES.....	66
COMMUNICATIONS POUR COLLOQUE OU GROUPE DE TRAVAIL.....	66
ÉVALUATION DU DÉPARTEMENT AQUAPOLY.....	67
RAPPORTS FINAUX DE CONTRAT (CEE, FAO, CONVENTION).....	67

AUTRES TYPES DE RAPPORTS.....	67
MÉMOIRES D'ÉTUDIANTS (INA-PG, DEA, ISPA, IUT, MAÎTRISE, INGÉNIEURS).....	67
INDICATEURS DE PRODUCTION 2007.....	68
ANNEXES	69

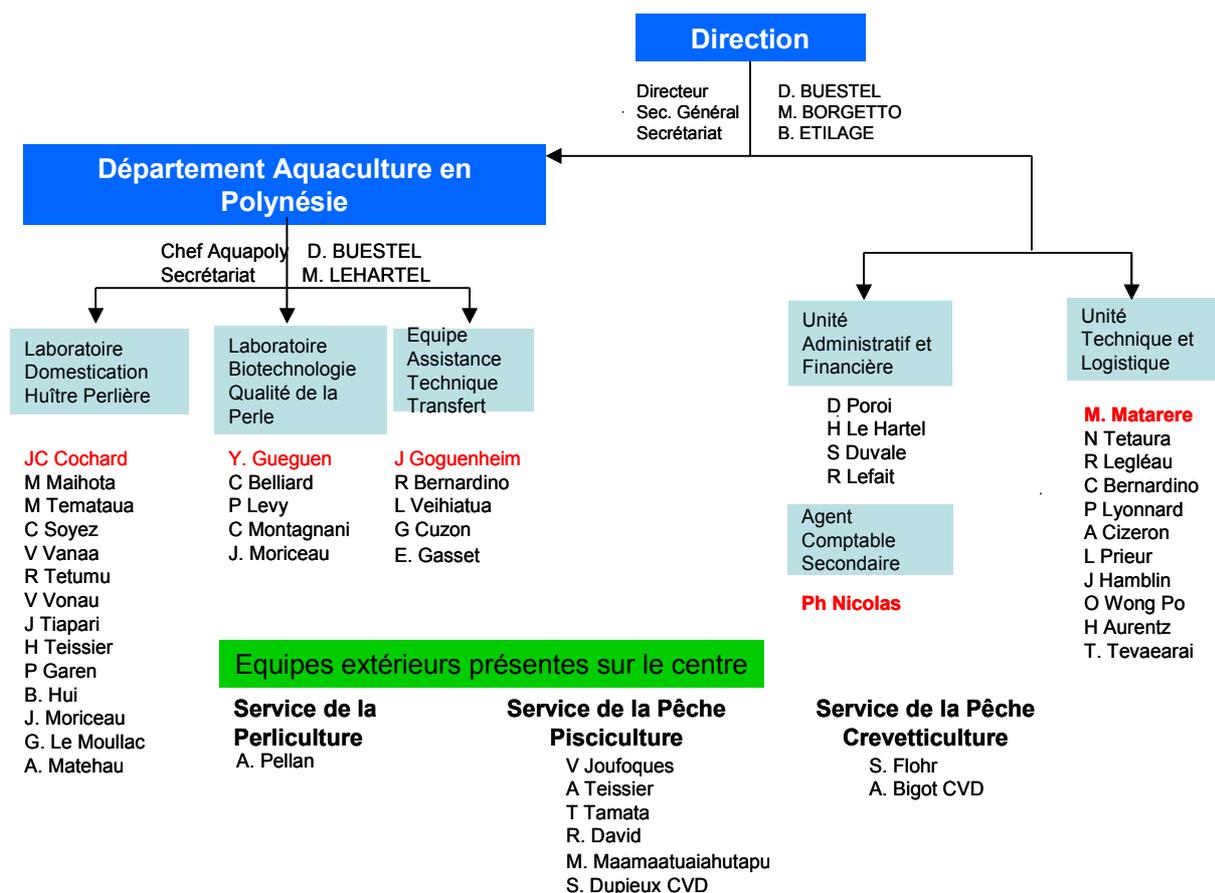
Introduction

Présentation de l'unité

Organisation

L'organisation du département Aquaculture en Polynésie s'est stabilisée en 2007 avec les trois unités suivantes ; le Laboratoire Domestication de l'Huître perlière (LDHP), le Laboratoire Biotechnologie et Qualité de la perle (LBQP) et l'équipe Assistance Technique – Transfert. L'organigramme actualisé ci-dessous donne la composition du département actualisée pour 2007 et replace l'unité dans le cadre du centre Océanologique du Pacifique. Les équipes extérieures ont également stabilisé leurs effectifs permanents au COP avec la présence d'un technicien du Service de la Perliculture (PRL) et trois techniciens et trois cadres du Service de la Pêche renforcés par deux CVD (équivalent des VAT).

Organigramme du Centre Océanologique du Pacifique



Nomenclature des programmes

Programme Qualité des Procédés et des Produits (PGC02)
Projet Huître perlière (PJC0208)
Domestication de l'Huître perlière (C020801)
Qualité des perles (C020802)
Projet Pisciculture marine d'outre mer (C0209)
Soutien à la filière poissons lagunaires (C020908)
Programme Durabilité des Systèmes de Production (PGC01)
Projet Approche écosystémique en aquaculture (C0107)
Modélisation de la dispersion larvaire en lagon polynésien (C010706T)
Projet Typologie et surveillance des systèmes de production aquacoles (PJC0102)
Action REPANUI, Veille zoo sanitaire des huîtres perlières (C010201D)
Action Surveillance crevetticulture en Polynésie (C010211A)

Rappel du mandat des différentes unités

Laboratoire Domestication de l'Huître perlière

Le laboratoire Domestication de l'huître perlière a deux grands objectifs :

- Maîtriser la reproduction artificielle de l'huître perlière pour envisager une sélection génétique visant à améliorer la qualité des perles selon deux critères de sélection choisis : couleur et vitesse de croissance des perles. Ce travail inclut la vérification de l'intérêt d'utiliser des huîtres triploïdes comme receveuses de nucleus et de greffon pour améliorer la qualité des perles.
- Analyser et comprendre les mécanismes du développement et de la dispersion des larves de *Pinctada margaritifera* dans les lagons perlicoles dans le but de rationaliser la collecte de naissain.

Ces actions font partie du programme fédérateur Perliculture Durable (PERDUR) dont le chef de laboratoire est coordinateur scientifique et du programme Pérennisation de la perliculture (FED) coordonné par l'UPF et l'IRD sur le plan scientifique.

Laboratoire Biotechnologie et Qualité de la perle

La mission principale du laboratoire est de contribuer au développement des recherches sur l'optimisation de la greffe des huîtres perlières, l'étude des processus de minéralisation de la perle greffée et l'amélioration de la qualité de la perle.

Il a aussi pour mission d'apporter son soutien au Service de la Perliculture pour le réseau de veille zoosanitaire des huîtres perlières et un soutien au Service de la Pêche dans le domaine de la prophylaxie des différentes étapes d'élevage des poissons lagunaires et leurs pathologies.

Le chef de laboratoire a aussi pour mandat d'assurer la coordination scientifique du Groupe de Recherche sur l'Amélioration de la Qualité de la Perle ADEQUA.

Equipe assistance technique transfert

Le mandat global de cette équipe est d'accompagner le développement de la filière crevette et de créer une nouvelle activité en pisciculture de poissons lagunaires.

Bilan et faits marquants de l'année

Sur le plan politique, l'année 2007 a été très instable, ce qui a fortement perturbé l'avancement des dossiers.

Evolution des programmes

Programme de recherche perliculture Durable (PERDUR)

Le programme Perliculture Durable (PERDUR) prévu pour 2006-2007 a connu des retards successifs et a finalement été reporté sur 2007-2008 avec une signature des conventions par le ministère de la perliculture fin 2007 (démarrage effectif le 28/11/2007). L'intérêt de ce programme était de coordonner les recherches sur la perliculture effectuées par divers acteurs institutionnels de la recherche et les services de la Polynésie française. Les actions de recherche de ce programme qui inclut toutes les actions de l'Ifremer (fiche synthétique en annexe) se déclinent comme suit :

Pérennisation de la ressource

1. Étude de l'écologie larvaire (Ifremer, UBO, PRL)
2. Analyse de la collecte de naissain (Dalhousie, PRL)
3. Analyse de la variabilité génétique de la ressource (Dalhousie, EPHE)
4. Conservation du patrimoine génétique (Ifremer, UPF)

Amélioration de la rentabilité des entreprises

5. Techniques d'écloserie et conditionnement des reproducteurs (Ifremer)
6. Production de naissain triploïde (Ifremer, PRL)
7. Sélection d'huîtres donneuses de greffon (Ifremer, PRL, Dalhousie)
8. Approche génomique de l'expression de la couleur (EPHE)
9. Optimisation de la greffe (Ifremer, PRL, UPF)
10. Rôle du nucléus (Ifremer, UPF)
11. Analyse fonctionnelle du sac perlier (Ifremer, UM2, Skuld-Tech)
12. Analyse de l'origine des défauts de surface des perles (Ifremer)

Prévention des risques sanitaires

13. Réseau de veille zoonositaire (PRL, Ifremer)

En fait la plupart de ces actions ont été engagées en 2006 et elles ont été poursuivies en 2007 par anticipation sur les fonds propres des institutions impliquées. Une suite à ce programme axée sur l'étude des ressources génétiques de l'huître perlière est envisagée pour 2009 et 2010 dans le nouveau contrat de projet Etat - Polynésie.

Groupement de Recherche sur l'Amélioration de la Qualité de la Perle (GDR ADEQUA)

Les recherches sur la qualité de la perle, initialement incluses dans PERDUR (actions 7 à 12) ont fait l'objet d'un GDR regroupant différentes équipes spécialisées de métropole (Voir fiche en annexe). Le gouvernement de la Polynésie française a souhaité que le financement de ce GDR soit assuré en totalité par le ministère de la perliculture et un financement sur quatre ans, au-delà du programme PERDUR a été prévu (2007-2010). Après beaucoup de retards et d'atermoiements, le projet de convention cadre générale a été finalisé début décembre 2007. Une première réunion est prévue en France du 5/02/08 au 6/02/08 au MNHN pour définir l'articulation du programme et préparer les conventions particulières.

Comme pour le programme PERDUR, un accord a été trouvé entre les services du ministère de la perliculture et le service juridique de l'Ifremer sur les termes réglant les problèmes de coordination, de confidentialité et de propriété des résultats des travaux menés dans le cadre des deux projets. Un comité de pilotage a été constitué pour examiner en particulier les projets de publication et donner son aval.

Programme Professionnalisation et Pérennisation de la perliculture en Polynésie française (FED)

Ce programme comporte un volet axé sur l'environnement et la gestion des élevages de l'huître perlière (voir fiche en annexe). Un premier groupe d'action est coordonné par l'IRD : il consiste d'une part à mettre au point un modèle de circulation des eaux dans un lagon atelier à Ahe et d'autre part à étudier exhaustivement les ressources trophiques de l'huître perlière. Un deuxième groupe d'action coordonné par L'UPF consiste à analyser quantitativement les performances de croissance, de reproduction et de recrutement de l'huître perlière en milieu lagonaire. Ces travaux font l'objet de deux thèses dont l'Ifremer assure la direction scientifique.

Pisciculture et crevetticulture

De nouvelles conventions de deux ans ont été passées avec le service de la pêche pour poursuivre les travaux engagés. En effet, malgré les changements politiques, le gouvernement de la Polynésie française a confirmé son intérêt pour développer la crevetticulture et créer une activité de pisciculture marine avec pour objectif l'approvisionnement du marché local : environ 150 t pour les poissons et 400 t pour les crevettes. Le projet Centre de la Mer conçu initialement (SEM) a été abandonné et un autre projet plus simple et moins coûteux intitulé « Centre Technique Aquacole » est envisagé avec la construction de deux écloséries (crevette et poisson) sur les terrains du COP cédés au territoire.

Le rôle de l'équipe recherche du COP en pisciculture marine a été confirmé et l'organisation jugée satisfaisante : soutien de l'Ifremer (1 agent assisté du chef de projet pisciculture marine d'Outre Mer) à une équipe de 5 permanents du Service de la pêche installés dans les infrastructures du COP. Une organisation équivalente est prévue pour la crevetticulture avec un rattachement au projet DEDUCTION de Nouvelle Calédonie.

En crevetticulture le suivi des fermes a été fait en privilégiant les trois objectifs suivants : fiabilisation des productions, diminution des coûts de production, promotion du produit. Dans cet esprit le suivi des trois fermes existantes a permis de réfléchir avec les professionnels aux améliorations possibles de leur exploitation en corrigeant en particulier certaines dérives zootechniques. La formation des agents du Service de la pêche a été poursuivie, y compris celle d'un CVD (équivalent VCAT) en ayant à l'esprit le besoin en personnel du futur Centre Technique Aquacole du Pays. Une aide au développement de la filière a été apportée : en dehors des fermes existantes une réflexion a été menée avec le SPE pour assister les futurs porteurs de nouveaux projets avec pour objectif de mettre en œuvre des mesures d'accompagnement pour aboutir à un développement durable. Un soutien au fonctionnement de l'éclosérie de production de larves actuelle a permis de résoudre les difficultés de production rencontrées. L'Ifremer a participé à la définition de l'avant projet sommaire de la nouvelle éclosérie de production en réalisant en particulier des tests complémentaires concernant la phase de nurserie sur le nouveau site.

Politique régionale

Visite du Président Directeur Général (17 au 21 septembre 2007)

Cette visite a été l'occasion de faire le point sur les programmes de recherche du COP et de rencontrer les principaux interlocuteurs de l'Ifremer en Polynésie. Le président Oscar Temaru et les ministres de la perliculture, de la pêche et de la recherche ont confirmé l'intérêt et le soutien du Pays aux actions menées par le COP.

Les rencontres avec les différents organismes de recherche, UPF, Malardé, IRD et les organismes territoriaux, Service de la Pêche (SPE), Service de la Perliculture (PRL), ont permis de faire un point sur l'action de l'Ifremer et de souligner les coopérations en cours en particulier avec le SPE et le PRL et l'université de la Polynésie française (co-encadrement de 3 thèses).

La visite du DRRT et du haut-commissaire a mis en évidence la place importante de l'Ifremer dans le paysage de la recherche en Polynésie française, c'est le seul organisme qui a conservé un potentiel significatif. Il peut et doit jouer un rôle essentiel dans la structuration de la recherche en Polynésie française.

Les perliculteurs, tout en soulignant l'urgence de résoudre les problèmes commerciaux actuels et tout en étant vigilants sur la diffusion des résultats de la recherche, ont clairement affiché la nécessité de poursuivre les recherches engagées.

Les contacts avec le Service de la Pêche et les professionnels de la pêche ont mis en lumière l'importance de la zone Pacifique pour la pêche thonière. La problématique de cette zone n'est pas prise en compte par les équipes de l'Ifremer. Un soutien a été demandé par le SPE à l'Ifremer qu'il conviendra de mettre en place en relation avec l'IRD.

L'aspect environnement n'est pas assez pris en compte dans les programmes actuels. L'importance de préparer une démarche stratégique à l'échelle du Pacifique a été soulignée. Cette démarche doit être réalisée au niveau du Centre du Pacifique en resserrant et développant les liens entre les deux implantations de Tahiti et Nouvelle-Calédonie.

Relations Ifremer-UPF

Un resserrement important de relations avec l'université a été réalisé en 2007. Il se traduit par une participation de deux maîtres de conférences au GDR et à PERDUR, la soumission de deux sujets de thèse et d'un post-doctorat aux commissions de l'Ifremer, la mise en chantier d'un livre sur la perliculture et la participation prévue aux cours en ligne de l'école doctorale.

Voyage d'étude de la conchyliculture française

Une visite du salon conchylicole de la Tremblade a permis à des perliculteurs d'étudier les possibilités de mécanisation de leur activité. Plusieurs pistes ont été soulevées pour un marché qui pourrait être intéressant (800 fermes d'élevage).

- Bateau spécialisé : un des chantiers a déjà conçu des barges adaptées au travail sur filière pour une ferme des Philippines ;
- Bateau spécialisé dans le transport de naissain ;
- Protection des huîtres perlières des prédateurs (un des fabricants de matériel est en ce moment sur l'atoll de AHE pour un test) ;
- Machine à calibrer le naissain ;
- Machine à nettoyer les huîtres par ébouillantage (le Service de la Perliculture s'est doté d'une machine testée en 2007 et les résultats se sont révélés positifs).

Plate forme technologique Ifremer - SPE - PRL

Une convention a formalisé la coopération de l'Ifremer avec le Service de la Perliculture et de la Pêche pour la mise en commun au COP des moyens et équipements scientifiques des différentes équipes (laboratoires d'histologie, pathologie, microbiologie, biologie moléculaire).

Evaluation du département Aquaculture en Polynésie (25 au 28 septembre 2007)

Le bilan global de l'évaluation du département est positif. Le centre est reconnu comme dynamique et performant. « Les activités du centre sont bien structurées, menées dans un souci d'assurance qualité et couvrent tous les domaines indispensables ».

Les évaluateurs soulignent l'aide efficace apportée au département par le service logistique.

Les évaluateurs ont estimé que le Centre est une excellente plate-forme technique très bien équipée pour tous les travaux concernant le domaine tropical. La mise à disposition de ces installations à d'autres équipes en particulier européennes mérite d'être étudiée.

La commission a estimé par ailleurs que les programmes du Centre étaient trop axés sur les demandes du Pays et que des programmes plus généraux seraient à promouvoir dans les grands domaines de compétence de l'Ifremer et en particulier sur l'environnement, la

biodiversité ... Les relations internationales sont à améliorer ainsi que l'offre d'expertise. La préparation du plan stratégique prendra en compte ces différents points.

Un travail de recensement de tous les rapports, communications, posters, présentations réalisés depuis 2003 a été fourni aux évaluateurs. La liste de ces travaux est fournie en annexe.

Faits marquants sur le plan scientifique

Perliculture

Domestication de l'huître perlière

- Huîtres perlières triploïdes

C'est le principal fait marquant de l'année 2007. Le bilan final des essais d'élevage d'huîtres perlière triploïdes montre que ces animaux sont bien stériles (gonade réduite, gamétogenèse abortive). La croissance apparaît légèrement supérieure à celle des diploïdes. Les perles produites par des receveuses triploïdes sont de qualité supérieure particulièrement pour la forme des perles qui sont plus rondes.

- Conditionnement des reproducteurs

Les améliorations apportées à la distribution de la nourriture confirment l'importance pour l'huître perlière de la stabilité de la concentration des algues dans le milieu. La quasi totalité des élevages menés au cours de l'année ont été réalisés à partir de reproducteurs conditionnés en bassins à terre.

- Constitution de familles bi parentales

Huit familles ont été transférés en mer après grossissement en nurserie jusqu'à une taille de plus de 30mm. L'effectif moyen de chaque famille est de 1400 individus.

- Gestion des élevages en mer

Les protocoles d'élevages sont entièrement revus : suppression des plongées, mesure des animaux par analyse de prises de vue photographiques standardisées.

- Cryoconservation

Les modifications du protocole de cryoconservation permettent une survie suffisante des spermatozoïdes motiles (déplacement efficace). Leur fécondance a été démontrée sur des ovocytes activés par bain ammoniacal (maturation ovocytaire in vitro).

Analyse de la greffe, amélioration de la qualité des perles

- Marqueurs de Biominéralisation

Un marqueur des dépôts d'aragonite, la Perline, a été entièrement caractérisé (séquence, localisation expression, méthode de quantification) et un outil biochimique produit (anticorps polyclonal). Ce dernier outil permettra de caractériser plus avant la qualité des perles en analysant pour la première fois la production de protéines de minéralisation au sein des tissus mais aussi la composition biochimique des dépôts minéraux au sein même des coquilles et des perles.

Deux familles de marqueurs des dépôts de Calcite ont été caractérisés, la calcine et l'aspéine. Ces deux marqueurs font partie d'une famille de gènes polymorphes dont les isoformes (2 pour la calcine, 5 pour l'aspéine) sont partiellement caractérisés. La localisation de leur expression a été réalisée et les méthodes de quantification sont en cours d'élaboration.

Les analyses réalisées sur ces différents gènes montrent leur implication dans le processus de biominéralisation (expression spécifique des tissus minéralisateurs) et leur pertinence dans l'analyse de la hauteur de découpe des greffons. Une greffe expérimentale testant ces paramètres s'est achevée en septembre 2007 et elle permettra d'analyser la relation entre ces marqueurs de minéralisation et la qualité/croissance des perles.

Ces marqueurs servent déjà de support à l'étude de la minéralisation au cours du processus de greffe mais ouvrent de nombreuses perspectives notamment en matière de sélection.

- **Test des performances des nucléus**

Une première greffe expérimentale utilisant les nucléus du commerce avait montré des performances très hétérogènes en fonction des différents nucléus utilisés. Pour confirmer ces résultats, une expérience à plus grande échelle et in situ chez des perliculteurs a été réalisée en 2007. L'objectif était de tester les performances comparatives de 7 nucléus différents commercialisés en Polynésie française dans 3 fermes perlières « atelier ».

- **GDR ADEQUA**

Une première campagne d'échantillonnage (greffe ADEQUA#1) a été effectuée en novembre 2007. Il s'agissait de prélever des échantillons pour la réalisation de l'étude du transcriptome et du protéome des greffons et sacs perliers dans le cadre d'une thèse préparée en 2007 et débutée en Novembre. Une autre thèse concernant l'influence de l'environnement sur la croissance et la coquille de la perle a été préparée durant l'année 2007 avec un début en fin d'année.

Prévention des risques sanitaires Réseau de veille zoonitaire

L'année 2007 a permis de consolider les acquis depuis 2003 en définissant précisément les modalités de fonctionnement du réseau en vue de son transfert au service de la perliculture en 2008. En 2007 aucun agent pathogène n'a été diagnostiqué et aucune mortalité anormale n'a été enregistrée au PRL. Ces données confirment le bon état zoonitaire des mollusques analysés. Des contacts ont été pris avec le département des pêches australien pour commencer à mettre en place les bases d'un réseau d'information sur les maladies d'huîtres perlières au niveau du Pacifique.

Modélisation de la dispersion des larves de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en lagon polynésien

- **Reconnaissance spécifique des larves**

Le protocole d'identification larvaire par une méthode d'immuno-marquage mis au point en 2006 n'était pas suffisamment efficace pour discriminer les larves des deux espèces de *Pinctada* : *P. margaritifera* et *P. maculata*. Un travail complémentaire a été réalisé en 2007 pour disposer d'anticorps plus spécifiques mais n'a pu aboutir.

- **Etude de l'écologie larvaire**

Quatre campagnes de prélèvement d'environ 6 semaines ont été menées sur l'atoll de Ahe entre avril 2007 et mars 2008 (avril-mai 07, juillet-août 07, novembre 07, février-mars 08). Au cours de ces campagnes, la dispersion des larves et l'évolution des paramètres influençant le développement et la répartition de ces dernières (par exemple : météorologie, température de l'eau, ressource trophique) ont été suivis conjointement. En parallèle, l'étude de collecteurs expérimentaux disposés à chaque campagne a permis d'évaluer le succès des fixations en différents sites et selon un profil vertical. Un résultat important concerne la mise en évidence d'une forte structuration spatiale de la répartition des larves dans le lagon.

- **Etude de l'écophysiologie des larves**

La ressource trophique est un paramètre essentiel du modèle de croissance DEB (Dynamic Energy Budget). Des expérimentations ont été menées en 2007 pour mesurer le taux d'ingestion et la croissance des larves. Un matériel spécifique a été mis au point et des résultats préliminaires ont été obtenus.

Aquaculture des poissons lagunaires

Zootecnie : définition d'un référentiel d'élevage du *Platax orbicularis*

L'année 2007 est le terme 2006-2007 de la convention de collaboration avec le SPE « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires » appliquée depuis 2006 à la définition d'un référentiel d'élevage du *Platax*.

- Pontes

Les premières pontes ont été obtenues à partir de poissons issus d'élevage (F1) et le cycle biologique de *Platax orbicularis* en captivité a été fermé pour la première fois avec la production d'animaux de 2ème génération (F2).

Des facteurs environnementaux de synchronisation des pontes ont été mis en évidence et utilisés lors de nos expérimentations (outil de gestion et de planification).

La productivité des géniteurs sauvages a fortement augmenté (plus du double), avec une production d'environ 2 millions d'œufs par kg de femelles et par an grâce à une gestion optimisée des animaux (alimentation, effectif des lots,...).

- Production d'alevins

Une méthode de production d'alevins de Paraha peu, fiable et reproductible, a été mise au point. Elle est caractérisée par l'homogénéité des résultats, la compréhension du phénomène d'apparition des vessies natatoires (100 %), et l'augmentation importante de la survie (de 10 à 35%) dans la phase d'élevage larvaire.

La qualité morpho-anatomique des alevins a été vérifiée par radiographies. Elle est compatible avec l'augmentation des densités dans la phase de sevrage nurserie (× 3) où le cannibalisme a complètement disparu.

Des résultats de survies supérieures à 90 % ont été consolidés en sevrage nurserie.

- Phase de grossissement

De bonnes croissances ont été enregistrées en 2007 (animaux de 500 g au bout 6 mois d'élevage). En outre, des éléments perfectibles (qualité aliment, lutte contre le parasitisme, définition des charges en élevage) ont été mis en évidence dans cette phase de grossissement en cage et une table d'alimentation a été établie.

- Biosécurisation

L'efficacité de la démarche de bio-sécurisation avec traitement de l'eau aux U.V. et la détection et l'élimination des animaux positifs au nodavirus a été vérifiée.

Prophylaxie des poissons lagunaires (convention SPE-Ifremer LBQP)

- Formation

Une ingénieure du SPE a été accueillie en formation depuis novembre 2006 au sein de la plate-forme technologique mixte (Ifremer-PRL-SPE) du Laboratoire de Biotechnologie et Qualité de la Perle. L'objectif de cette formation est l'acquisition et maîtrise des techniques utilisées au laboratoire en bactériologie, cytologie, histologie et biologie moléculaire.

- Organismes pathogènes

L'étude des cas de mortalités associées aux élevages de poissons lagunaires (*Platax orbicularis* et *Polydactilus sexfilis*) a permis de réaliser un référentiel des organismes pathogènes sur ces espèces peu étudiées. Une description précise de chaque bio agresseur a été établie accompagnée des traitements curatifs et/ou préventifs adaptés.

- Biosécurisation

Des méthodes de biosécurisation ont été définies dans le cadre de la prophylaxie zootechnique et sanitaire des poissons en élevages (bassins et cages) : (i) sélection des géniteurs « non porteurs » de nodavirus par une technique spécifique de PCR quantitative ; (ii) élaboration et rédaction de procédures préventives sanitaires en zone de quarantaine et de maturation.

Aquaculture des crevettes

Tests de nurserie

Des essais de nurserie ont été réalisés dans les enceintes de la nouvelle écloserie : ils ont montré que l'utilisation des bacs en fibre de verre de 30m³ pour la phase nurserie donnait de bons résultats.

Gestion des souches de crevettes polynésiennes

L'Ifremer a continué à assurer la gestion des 2 souches de *Litopenaeus stylirostris* tout en assurant le transfert des techniques à deux agents du SPE. La gestion des reproducteurs en système floc bactérien s'est révélée particulièrement efficace. De plus des tests de réfrigération de l'eau d'élevage des géniteurs ont montré qu'une optimisation des résultats des pontes était possible durant la période chaude.

Techniques d'élevage des crevettes en cages

Les essais réalisés à ce jour ont permis d'améliorer les structures d'élevage afin d'éviter le problème majeur de la prédation par les poissons. Des progrès ont été effectués sur l'alimentation (enrobage, ajout de supports de biofouling, et apport de plancton par éclairage solaire). Cependant, les progrès effectués ne permettent pas encore de définir un itinéraire technique fiable. En particulier les essais de pré grossissement donnent une survie de 37% alors que l'objectif à atteindre se situe vers 70%. De plus malgré des premiers résultats de croissance et de rendements intéressants (2,5 kg/m²/production) la survie en cages de grossissement, encore faible (20%), doit être améliorée.

Moyens et effectifs

Personnels statutaires affectés au Département

NOM et Prénom	Qualification	Projet
BUESTEL Dominique	Cadre III	Chef D.A.P.
COCHARD Jean-Claude	Cadre III	C020801
COCHENNEC Nathalie	Cadre II	C020802-C020202A-C010203B
CUZON Gérard	Cadre II	C010606A
GAREN Pierre	Cadre II	C010706T
GOGUENHEIM Jean	Cadre II	C010606A
HUI Bélanda	Cadre I	C020801
LE MOULLAC Gilles	Cadre II	C020801
BELLIARD Corinne	G4	C020802-C020802A
BENNETT Auguste	G5	C010706T
BERNARDINO René	G5	C010606A
GASSET Eric	G6	C020908
LEHARTEL Mathilde	G5	Secrétariat DAP - Bibliothèque
LEVY Péva	G5	C020802A-C020802B-C010203B
MAIHOTA Mayalène	G5	C020801
MATEHAU Ariora	G4	C010706T
MORICEAU Jacques	G7	C010706T
MOU Louise	G5	C010606A
NEDELEC Georges	G6/CTA	C020908
SOYEZ Claude	G5	C020801-C020801B
TEISSIER Hinano	G5	C020801-C020801B
TEMATAUA Miriama	G5	C020801
TETUMU Roger	G4	C020801-C020801B
TIAPARI Jérôme	G5	C020801-C020801B
TREGUIER Catherine	G6	C020802
VANAA Vincent	G5	C020801-C020801B
VONAU Vincent	G5	C020801-C020801B

Crédits affectés au Département

PGC01 : Durabilité des systèmes de production

Budget Investissement	Intitulé	Dotation (€)
Repanui - Crevettes	Petits équipements	5.200,00
Écologie larvaire	Petits équipements	10.000,00
	Total Investissement	15.200,00
Budget Fonctionnement	Intitulé	Dotation (€)
Repanui - Crevettes	Achats	20.570,00
	Autres	1.624,00
	Missions	7.333,00
Écologie larvaire	Achats	20.280,00
	Autres	11.508,00
	Missions	29.630,00
	Total Fonctionnement	90.945,00

PGC02 : Qualité des procédés et des produits

Budget Investissement	Intitulé	Dotation (€)
Huître perlière	Petits équipements 01	36.000,00
	02	6.500,00
	Total Investissement	42.500,00
Budget Fonctionnement	Intitulé	Dotation (€)
Huître perlière	Achats	79.130,00
	Autres	41.283,00
	Missions	32.339,00
Poisson lagonaire	Achats	18.400,00
	Autres	6.365,00
	Missions	5.325,00
	Total Fonctionnement	182.842,00

PGE03 : Valorisation des ressources biologiques

Budget Fonctionnement	Intitulé	Dotation (€)
Conco	Achats	1.000,00
	Autres	32.500,00
	Total Fonctionnement	33.500,00

Recettes

Libellé du Contrat	Contractant	N° Analytique	Montant (FCP)	Responsable du projet
Étude du déterminisme des défauts à la surface des perles de l'huître perlière <i>P. margaritifera</i>	Service de la Perliculture	C020802	1 491 647 12 500 €	N. Cochenne
Bilan 2005-2006 du Réseau de Veille Zoosanitaire des huîtres perlières <i>P. margaritifera</i> en Polynésie française	Service de la Perliculture	C020802	545 465 4 571 €	N. Cochenne
Analyse de l'opération de greffe pour en optimiser les résultats - Phase II	Service de la Perliculture	C020802	1 800 000 15 084 €	N. Cochenne
Etude des propriétés de nuclei – Phase II	Service de la Perliculture	C020802	4 979 952 41 732 €	N. Cochenne
Co-financement post-doc	Ministère de la Mer	C020802	1.710.024 14 330 €	N. Cochenne
Prophylaxie des poissons lagunaires en élevage	Service de la Pêche	C010212	3 750 000 31 425 €	N. Cochenne
Etude de la domestication de l'huître perlière <i>P. margaritifera</i> . Phase II	Service de la Perliculture	C020801	10 400 000 87 152 €	J.C. Cochard
PERDUR	A.N.R.	C020801	5 023 866 42.100 €	J.C. Cochard
PERDUR	Service de la Perliculture	C020801	5 023 866 42.100 €	J.C. Cochard
Modélisation de la dispersion larvaire en lagon polynésien	Ministère de la Mer		320 048 2 682 €	P. Garen
Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires	Service de la Pêche	C020908	8 775 060 73 535€	E. Gasset

Libellé du Contrat	Contractant	N° Analytique	Montant (FCP)	Responsable du projet
Qualité du platax	Service de la Pêche	C020908	647 972 5 430	E. Gasset
Convention annuelle crevette 2005-2006	Service de la Pêche	C010606A	3 000 000 25 140	J.Goguenheim
Convention annuelle crevette 2007-2009	Service de la Pêche	C010606A	3 000 000 25 140	J.Goguenheim
Vente de crevettes		C010606A	857 040 7 182	J.Goguenheim
TOTAL FCP			51 324 940	
TOTAL € :			430 103	

Infrastructures - Équipements

Surface du COP :	85.500 m ²
Bâtiments techniques, laboratoires et bureaux	17
Surface des bureaux :	1.380 m ²
Surface des laboratoires :	2.360 m ²
Surface logistique tous services :	1.020 m ²
Surface annexe : ²	1.390 m ²
Bassins	
22 Bassins terre :	14 400 m ²
42 Bassins scobalite :	1 200 m ²
Réseaux	
Eau de mer	2 800 m ³
Eau douce	2 000 m ³
Air surpressé	1 000 m ³
Alimentation électrique	
2 groupes électrogène puissance totale 600KVA	
Stations de pompage	
Station de pompage N°1	
Trois pompes 350 m3/h	puissance totale 45KW
Station de pompage N°2	
Deux pompes 180 m3/h	puissance 20KW
Station de pompage N°3	
Une pompe 70 m3/h	puissance 11KW
Station air surpressé	
Trois surpresseurs	7 500m3/h

Activités diverses

Missions en France, DOM-TOM et Étranger

Janvier

- D. BUESTEL : participation au séminaire à Nantes.
- V. VONAU et C. HERBINGER : comptage de rejet et de mortalité d'huîtres perlières à Rangiroa.

Février

- G. CUZON : cours de nutrition crevettes et poissons à l'UNAM au Mexique.
- C. MONTAGNANI et N. COCHENNEC : participation au congrès de la World Aquaculture Society au Texas – Etats-Unis.
- A. BENNETT et Y. THOMAS : étude du développement, de la dispersion et du recrutement des larves d'huîtres perlières à Ahe.
- V. VONAU : évaluation de la qualité

Mars

- N. COCHENNEC : participation à la réunion GDR à Paris - France.

Avril

- J.C. COCHARD : participation à la réunion des chefs de projet thème 3 à Nantes - France.
- P. GAREN, Y. THOMAS, A. BENNETT et A. MAZELLA : étude du développement, de la dispersion et du recrutement des larves d'huîtres perlières à Ahe.
- P. LEVY : greffe de nucleus d'huîtres perlières à Ahe.

Mai

- D. BUESTEL : encadrement d'un voyage d'étude conchyliculture pour un groupe de perliculteurs en France.
- A. BENNETT et C. SOYEZ : étude du développement, de la dispersion et du recrutement des larves d'huîtres perlières à Ahe.
- V. VONAU et C. HERBINGER : évaluation du taux de rétention de la greffe et greffes sur les huîtres triploïdes à Rangiroa.

Juin

- J.C. COCHARD : participation à la réunion QUALIPRO à Nantes - France.
- G. CUZON : participation au comité de suivi de la thèse de J. SUAREZ à l'UNAM et présentation d'une conférence sur la crevette à l'UNAM au Mérida - Mexique.

Juillet

- N. COCHENNEC : prélèvements d'huîtres perlières aux îles Gambiers.
- D. BUESTEL, Y. THOMAS, C. SOYEZ et A. MAZELLA : étude du développement, de la dispersion et du recrutement des larves d'huîtres perlières à Ahe.

Août

- J. GOGUENHEIM : contacts avec les responsables d'actions et projets à Nantes - France.
- D. BUESTEL : tournée dans les îles Tuamotu avec l'administrateur à Anaa, Faaité, Takapoto, Takaroa, Manihi et Ahe.
- C. SAUGEON : prélèvements d'huîtres perlières dans le cadre du Réseau Veille Zoosanitaire à Ahe.
- J.C. COCHARD et B. HUI : récolte et surgreffe d'huîtres triploïdes à Rangiroa.
- P. GAREN, Y. THOMAS, R. TETUMU, A. BENNETT et M. ARIIORA : étude du développement, de la dispersion et du recrutement des larves d'huîtres perlières à Ahe.

Septembre

- G. CUZON : expertise sur la qualité des produits de la mer en vue de l'exportation vers l'Europe sur les côtes atlantique et pacifique du Mexique.
- C. MONTAGNANI et M.E. SOUPE : récolte et surgreffe dans le cadre de la convention « Optimisation de l'acte de greffe phase II » à Rangiroa.

- P. GAREN, A. BENNETT et A. MATEHAU : étude du développement, de la dispersion et du recrutement des larves d'huîtres perlières à Ahe.
- C. SOYEZ : récolte et surgreffe d'huîtres triploïdes à Rangiroa.

Octobre

- J.C. COCHARD : participation au colloque « mise en place d'un réseau d'information sur les maladies de l'huître perlière » à Sydney - Australie.

Novembre

- B. HUI : rencontres avec les chercheurs spécialisés dans la cryoconservation en France.
- E. GASSET : bilan action filière poissons lagunaires à Montpellier - France.

Visites

Janvier

- Elèves de 3^{ème} technique du collège Anne-Marie Javouhey.
- Elèves de 4^{ème} du collège Henri HIRO.

Février

- M. GARNIER, de la Société Abyssal climatisation.
- F. RIVETA, ministre de l'Agriculture et de la Pêche, accompagné des agents du Service de la Pêche.
- Madame THALY, du groupe TAITBOUT.
- 30 personnes du RIMAPP.
- Amicale des personnels du lycée de Taravao.

Mars

- Elèves du collège de Rurutu.
- Elèves de l'Institut d'Insertion Médico Éducatif de Taravao.
- Madame PREVOIT, rédactrice de DREAMS magazine.
- P. ROUSSEL, secrétaire général permanent dans le Pacifique.
- Elèves de 3^{ème} année des MFR de Papara, Hao et Vairao.

Avril

- B. HUSSON, de Idée Aquaculture.
- Elèves CETAD du collège Faaroa - Raiatea.

Mai

- M. ATZEMHOFFER, propriétaire d'une ferme d'élevage de Mahi-Mahi en Australie.
- Elèves de CE2 des écoles de Rurutu et Teahupoo.

Juin

- O. JACOB, administrateur des îles du vent.
- J. WITKOWSKI, secrétaire général du Haut-Commissariat.
- F. BEAUFAYS, administrateur des Tuamotu Gambiers.

Septembre

- J.Y. PERROT, Président Directeur Général de l'Ifremer, accompagné de P. PESSEY-MARTINEAU des relations institutionnelles et A. GERARD, Directeur des Programmes et de la Stratégie (DPS).
- B. FAO et N. CORNUEL, du bureau des Pêches de la Province Sud de Nouvelle-Calédonie, accompagnés de T. GONTARD, chargé d'études et missions filières pêche et aquaculture de l'Entreprise ERPA.

Octobre

- M. COLINET, de la société CREOCEAN.

Novembre

- C. WASHETINE, ministre de l'Éducation et de la Recherche en Nouvelle-Calédonie.
- X. de LAGORCE, secrétaire général de la mer.
- H. BONNEL, professeur à l'Université de Nouvelle-Calédonie et J.P. BOUIT, professeur à l'Université Française du Pacifique.
- Les conseillers municipaux de la commune de Anaa - Faite.

Décembre

- O. TEMARU, président de la Polynésie française.
- Élèves des classes de 2nd ISI et MPI du lycée de Tairapu.

Objectifs et résultats 2007

Programme Qualité des procédés et des produits

Projet huître perlière - Domestication de l'huître perlière (C020801)

Introduction : objectifs

L'objectif principal de l'action Domestication de l'huître perlière est de créer les conditions nécessaires à la mise en oeuvre d'un programme de sélection d'huîtres perlières donneuses de greffon pour l'industrie perlière. Il s'agit principalement :

- de mettre au point les techniques d'élevage en éclosérie adaptées à la production des familles qui constitueront le stock fondateur de ce futur programme ;
- de se donner les moyens de contrôler les croisements par l'étude des possibilités de cryopréservation des spermatozoïdes et du conditionnement des reproducteurs ;
- de vérifier l'intérêt des huîtres perlières triploïdes
- de démontrer l'héritabilité des caractères phénotypiques sur lesquels portera cette sélection (couleur et croissance de la perle dans un premier temps).

Le choix des principales techniques d'élevage a été finalisé en 2006. La ponte est déclenchée par choc thermique. Les larves sont élevées en bacs à fond plat de 150l à la densité initiale de 6 ind/ml pendant trois semaines. Les post-larves sont élevées pendant un mois dans des tamis en circuit ouvert d'eau de mer filtrée. Durant cette phase de « micronurserie » le naissain atteint une taille moyenne de 2 mm. Il est ensuite élevé en « nurserie » dans des bacs de 35 l alimentés en eau de mer brute jusqu'à une taille moyenne de 2 cm. Les juvéniles sont ensuite élevés en mer dans des casiers Aquapurse suspendus à 6-8m de profondeur à une filière de sub-surface. L'activité de l'année 2007 a principalement consisté à produire les familles de frères et demi-frères nécessaires à la constitution du stock fondateur du futur programme de sélection.

Les travaux engagés depuis 2002 par l'Ifremer et le PRL et visant à la mise au point de techniques de cryoconservation efficace du sperme permettaient la survie de 10 à 20 % des gamètes mâles à la décongélation (motilité). Il n'avait pas été possible de démontrer leur pouvoir fécondant. L'objectif principal du travail de 2007 a été de démontrer la fécondance du sperme congelé et de poursuivre la recherche d'indices d'évaluation de la qualité du sperme en collaboration avec l'UPF.

Les travaux menés sur le conditionnement ont eu pour objectif :

De quantifier plus précisément les besoins nutritionnels des reproducteurs. Ce travail a été réalisé selon une approche bioénergétique par la mesure de la quantité de micro-algues ingérées et par l'analyse des bio-dépôts dans l'objectif d'établir les lois d'ingestion et d'assimilation en relation avec le niveau trophique.

La mise en place d'une unité de conditionnement de routine. Cette unité permet de déconnecter l'expérimentation fine sur la physiologie de la reproduction de l'huître perlière, des productions de gamètes nécessaires à la réalisation du programme de sélection génétique.

Le développement d'une méthode de mesure de l'effort de reproduction adaptée. L'analyse de l'impact des conditions expérimentales sur le développement de la gonade impose de disposer d'une méthode quantitative de mesure de l'effort de reproduction pour établir la relation entre le niveau trophique et l'effort de reproduction. Une méthode pratique d'évaluation de cet effort de reproduction a été mise au point dans le cadre du suivi de ces conditionnements de routine.

La dernière phase des travaux concernant la production d'huîtres perlières triploïdes a été engagée par l'utilisation de ces animaux comme donneuses ou receveuses de greffons. L'évaluation de la qualité des perles produites lors de cette première greffe a été réalisée.

Bilan des élevages

Élevages larvaires

Au total 29 familles ont été mises en élevage au cours du cycle annuel. Elles ont été obtenues lors des 10 stimulations de ponte ayant donné lieu à des émissions de gamètes femelles. Elles ont été élevées suivant le protocole standard décrit dans le rapport de la précédente convention. Le tableau 1 établit le bilan des élevages menés au cours de l'année 2007.

L'augmentation de la fréquence et de la diversité des élevages au cours du cycle annuel permet une analyse plus approfondie des résultats obtenus au cours de cette phase. Le rendement moyen de ces élevages apparaît très faible. Aucune mortalité massive du type de celles qui peuvent être observées en éclosure sous l'influence d'un vibriion pathogène n'a cependant été constatée. L'analyse de l'évolution du nombre de larves dans chaque bac d'élevage au cours du temps montre une diminution rapide des populations au cours du temps (figure 1). Une partie seulement de cette diminution est due à l'élimination des larves à croissance faible par tamisage.

La diminution des populations de larves ne suit pas un modèle logistique à mortalité constante. La figure 2 montre que la diminution du nombre de larves au cours de l'élevage augmente au cours du temps. Il semble que les conditions d'environnement des larves se détériorent au cours du temps. L'absence de mortalités brutales (par exemple 50% en 48h) plaide en faveur d'une zootechnie inadaptée plutôt qu'à l'incidence de pathogènes.

Malgré ces conditions défavorables un nombre significatif de larves pédivéligères a pu être transféré en micro-nurserie mais il est clair que des progrès significatifs doivent être réalisés sur cette phase de l'élevage, soit sur l'alimentation des larves soit sur les techniques d'élevage elles-mêmes.

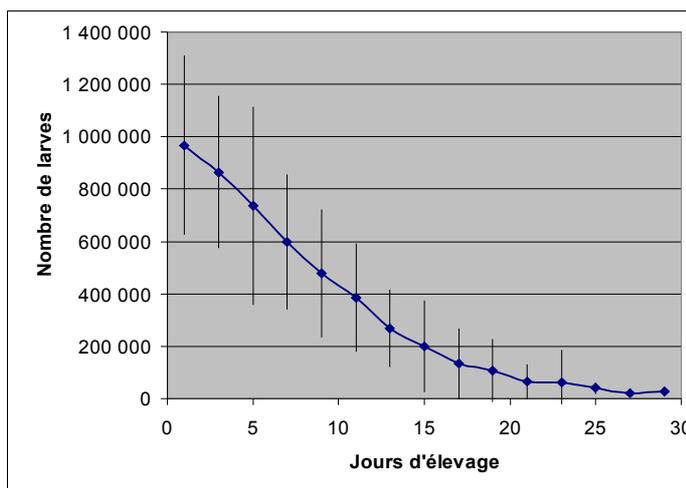


Figure 1 - Évolution du nombre de larves au cours des élevages

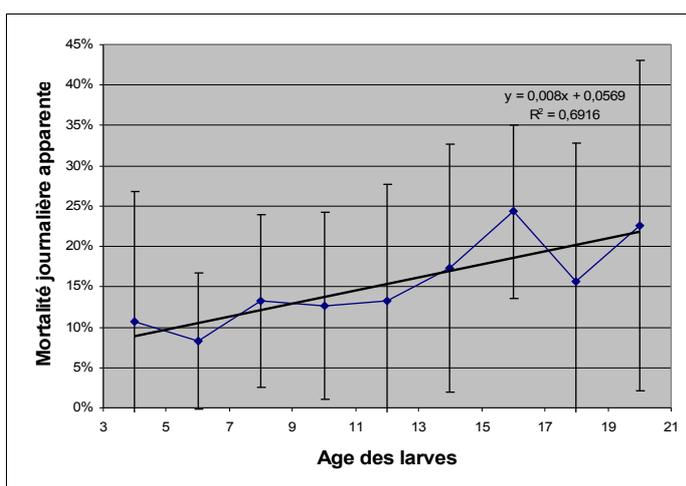


Figure 2 - Évolution de la mortalité apparente au cours de l'élevage

Tableau 1 - Bilan des élevages larvaires en 2007

N° lot	N° mâle	N° femelle	Bilan pontes x10 ⁶	Mise en élevage	Transfert en°nurserie	Taux de transfert %
701	367	279	8,4	3	45.000	0,02
702	W 2	O 48	10,5	10,5	132.000	0,01
703	268	O 48	13	13	143.000	0,01
704	251	237	3,3	3,3	34.000	0,01
705	B 26	237	2,6	2,6	44.000	0,02
706	329	W 3	2,8	2,8	15.000	0,01
707	251	W 3	1	1	16.000	0,02
708	?	?	26	15	200.000	0,01
709	M 52	468	0,6	0,6	2.000	0,003
710	154	468	0,6	0,6	2.000	0,003
711	AT 4	468	0,5	0,5	0	0
712	AT 5	468	0,5	0,5	0	0
713	37	468	0,5	0,5	0	0
714	38	468	0,5	0,5	0	0
715	AT 0	468	0,6	0,6	0	0
716	506	468	0,4	0,4	22.000	0,06
717	201	AT 2	0,6	0,6	1.300	0,002
718	AT 0	AT 2	0,8	0,8	0	0
719	267	AT 2	1	1	0	0
720	K 44	196	2,4	1,2	29.000	0,01
721	K 54	196	3	1,5	68.000	0,02
722	261	196	2,9	1,4	39.000	0,01

Bilan des élevages en nurserie

Le schéma d'élevage défini en 2006 a été affiné en 2007. La phase de micro nurserie est maintenant limitée à quatre semaines en tamis cylindriques. À l'issue de cette période les post-larves d'environ 2mm de hauteur moyenne sont transférés dans les « raceways » de la nurserie pour environ pour 3 à 4 mois. Les naissains sont transférés en mer lors que leur taille moyenne est d'environ 20mm soit après environ 3 mois d'élevage en nurserie. Le rendement en micro nurserie est d'environ 8% (de 2 à 30%), les survies en nurserie ont été proches de 100%.

Le bilan des élevages en nurserie montre aussi des rendements faibles en particulier sur les élevages menés en début d'année. Le maintien des naissains en cylindre-tamis dans la nurserie pendant de longues périodes est préjudiciable à la survie des juvéniles d'huîtres perlières. Malgré des taux de fixations significatifs (15-20% de larves pédivélégères) les élevages de février n'ont permis de transférer qu'un tout petit nombre de naissain. Le bilan global au transfert de la micro-nurserie vers la nurserie reste nettement inférieur à 5 %. Ce bilan est amélioré lorsque le transfert a eu lieu à moins de 3 mois. Nous nous proposons donc de réduire la durée de cette phase d'élevage en transférant les naissains vers la nurserie moins de deux mois après la fixation.

Inventaire des familles en élevage

L'inventaire des familles produites dont le nombre est suffisant pour un testage par greffe expérimentale sur 10 à 15 individus et une utilisation dans le cadre d'un programme de sélection est présenté dans le tableau 2. Les mortalités liées au transfert étant passées, la survie est supérieure à 90% dans les casiers Aquapurse. La plupart des familles produites en 2007 comptent plus de 1000 individus. Le cheptel en élevage en mer (plus de 20mm) se montait à 10 546 individus répartis en 28 familles à la fin 2007.

Tableau 2 - Inventaire des familles disponibles sur filière à la fin de l'année 2007

Année de production	Nom de famille	Nombre d'individus	Diamètre (cm)	Écart type
2006	612	458	6,043	1,293
2006	616	224	2,484	0,574
2006	616-617	61	3,02	0,603
2006	617	126	3,038	0,65
2006	618	57	3,402	0,57
2006	619	168	2,918	0,684
2006	620	74	3,164	0,605
2006	621	12	4,176	0,563
2006	622	77	3,408	0,79
2007	701	518	2,257	0,481
2007	702	2485	2,095	0,531
2007	703	2344	1,868	0,505
2007	704	469	2,169	0,525
2007	705	1282	1,562	0,38
2007	706	160	2,414	0,495
2007	707	521	2,601	0,496
2005	58	99	7,95	1,265
2005	78	76	8,127	1,601

Cryoconservation du sperme

L'objectif est de disposer d'une technique de cryoconservation fiable et reproductible pour préserver au mieux l'intégrité du potentiel fécondant des spermatozoïdes de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. À ce jour, les divers travaux réalisés sur les gamètes des mollusques bivalves mettent en évidence la possibilité de congeler la laitance de différentes espèces. Les premiers travaux publiés en matière de cryoconservation chez *P. margaritifera* par Lyons *et al* (2005) et Acosta-Salmón *et al* (2007), nous ont permis de progresser cette année vers une méthode de cryoconservation efficace des spermatozoïdes d'huîtres perlières. Il est apparu qu'un diluant adapté à la laitance de *Crassostrea gigas*, le DCSB4 avait un effet activateur sur les spermatozoïdes de *P. margaritifera*. Un sucre, le tréhalose est ajouté. En préservant les membranes, il limitera les lésions membranaires dues au choc osmotique et thermique. Le DMSO est conservé et utilisé à une plus faible concentration.

Le succès du conditionnement à terre des nacres pour la maturation a permis de disposer de matériel biologique en quantité et de façon continue pour nos expérimentations, ce qui n'était pas le cas jusqu'à présent. La collecte et la concentration des spermatozoïdes à l'émission, et non plus par scarification de la gonade, évite d'une part le sacrifice des individus mâles et d'autre part diminue les problèmes liés à leur maturation (activation) et à leur pouvoir fécondant.

La qualité des gamètes est un facteur déterminant de réussite dans l'application des protocoles de cryoconservation. Pour la majorité des modèles c'est la mobilité des spermatozoïdes qui est le critère le plus répandu pour déterminer la qualité. À défaut d'autres méthodes, nous utilisons l'indice de motilité basé sur l'échelle pratique de Christen *et al* (1987) pour comparer la motilité et donc la viabilité des cellules après les différents traitements.

La fertilisation non contrôlée, est un handicap pour valider les résultats de fécondation, parfois minime, obtenu avec du sperme congelé lors des tests des différents protocoles. Dans l'impossibilité actuelle, d'induire une émission d'ovocytes sans la présence obligée des spermatozoïdes dans le milieu, nous avons utilisé des ovocytes non fécondés récupérés par scarification et maturés artificiellement dans un bain d'eau de mer ammoniaquée. Le protocole de maturation ovocytaire a déjà fait l'objet d'une étude menée au COP en 2003. Cette technique a été utilisée ici pour démontrer la fécondance du sperme de *P. margaritifera* après décongélation.

Chez *P. margaritifera*, les spermatozoïdes perdent rapidement leur motilité. Celle-ci est réactivée grâce au chimiotactisme exercé par l'ovocyte et, de façon inattendue, par le DCSB4, utilisé comme diluant du sperme. Le DCSB4, composé de divers éléments organiques et minéraux, n'ayant aucun effet activateur connu sur la motilité des spermatozoïdes d'autres espèces, il était intéressant de comprendre comment il est capable de réactiver les spermatozoïdes de *P. margaritifera*.

Parallèlement à ces travaux de mise au point technique, la première étape des travaux d'évaluation de la qualité du sperme est la mise au point des outils destinés à évaluer la qualité du sperme de *P. margaritifera* et plus particulièrement :

L'évaluation de la qualité des spermatozoïdes par dosage de l'ATP et de l'activité respiratoire mitochondriale qui a été engagée en collaboration avec le laboratoire Biotem de l'UPF.

l'influence du DCSB4 et de ses divers composants organiques et minéraux sur la motilité des spermatozoïdes

l'influence de la congélation sur la motilité et l'activité des spermatozoïdes.

La motilité des spermatozoïdes

La durée du maintien de la motilité initiale des spermatozoïdes pour du sperme émis naturellement varie d'un individu à l'autre allant de 10 min à quelques heures. Les observations au microscope montrent que les déplacements des spermatozoïdes sont en

majorité circulaires peu après l'émission. Leur mouvement évolue ensuite en mouvement rectiligne et ils finissent par des sursauts et des vibrations jusqu'à l'immobilisation complète.

L'ajout de DCSB4 permet de rétablir l'IM initial. Le DCSB4 exerce une action immédiate en élevant le nombre de gamètes actifs et en augmentant la rapidité du mouvement de ceux qui sont motiles ainsi que la durée de motilité. La perte de motilité naturelle n'est donc pas synonyme de mortalité mais plutôt de mise en sommeil. Cette motilité ne réapparaît pas toujours spontanément à la décongélation. Le DCSB4 entraîne sur du sperme décongelé une augmentation nette du nombre de spermatozoïdes actifs, de 1 à 50% de réveil ce qui est un atout pour faciliter la fécondation.

A la décongélation, la motilité des spermatozoïdes varie en fonction des individus (sperme) mais également selon la concentration des cryoprotecteurs. Il est intéressant de constater que l'absence de DMSO n'engendre pas de réelle différence ce qui témoigne du rôle important du tréhalose dans le processus de protection cellulaire.

Évaluation de la fécondance à la décongélation

La maturation ovocytaire est déclenchée par l'ammoniaque à 6mM. Nous avons pu observer l'apparition des globules polaires au cours des 2 premières heures qui ont suivi la fécondation. Ceci témoigne d'une part que les ovocytes ont achevé leur développement post-méiotique, et d'autre part, qu'au moins une partie des spermatozoïdes décongelés sont vivants, motiles et féconds. Pour ce 1^{er} test de fécondation *in-vitro*, les taux de fécondation et d'éclosion n'ont pu être calculés correctement en raison de la lenteur du développement des embryons. La poursuite du développement embryonnaire jusqu'au stade trochophore et larve D s'est également réalisée en 36 heures au lieu des 24 heures habituelles (Figure 3).

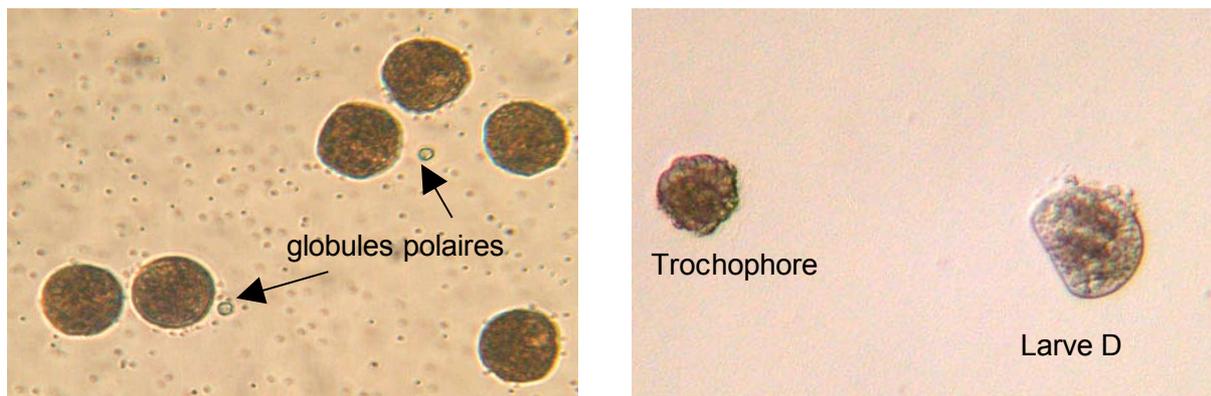


Figure 3 - Démonstration du pouvoir fécondant du sperme après congélation. Présence de globule polaires 2h après la fécondation (a) Larves trochophore et larve D 36h après la fécondation (b)

Le sperme décongelé apparaît donc fécondant ; en revanche l'utilisation d'ovocytes activés artificiellement par l'ammoniaque, bien qu'elle permette cette démonstration, paraît provoquer un développement anormal de l'embryon qui se traduit par un ralentissement de son évolution et une forte proportion de larves anormales.

Conservation à court et moyen terme du sperme à 4°C

Les spermatozoïdes de *P. margaritifera*, conservés uniquement dans de l'eau de mer à 4 °C, sont capables de survivre et de reprendre leur mobilité 2 semaines après leur émission sous l'effet du DCSB4. Ce délai a pu être prolongé jusqu'à 1 mois pour certains spermatozoïdes mais avec une chute importante de l'indice de motilité. La variabilité individuelle de la qualité des spermatozoïdes en termes de maintien et de survie cellulaire est une fois de plus mise en évidence.

Tableau 3 - Évaluation de l'IM sur des spermatozoïdes conservés à 4°C

IM	Sperme HC2	Sperme 427C	Sperme GW7	Sperme G03
J0	5	5	5	3
J17	2	1	2	1
J29	1	1	1	0

Conclusions

Les progrès réalisés en 2007 sur le contrôle de la reproduction nous ont permis de disposer d'un matériel biologique plus abondant pour nos expérimentations et de progresser dans la mise au point d'une technique efficace de conservation des gamètes mâles de *P. margaritifera*.

L'utilisation préférentielle de gamètes émis et concentrés par centrifugation plutôt que recueillis par troussage de la gonade évite en outre le sacrifice de reproducteurs précieux et garantit des spermatozoïdes matures c'est-à-dire motiles et féconds avant la congélation.

La capacité des spermatozoïdes à reprendre une activité sous l'effet d'un activateur (eau de mer, DCSB4, ovocytes) ouvre des perspectives de recherche intéressantes en matière de capacité de stockage et/ou de régénération des réserves énergétiques des spermatozoïdes chez cette espèce. Elle peut constituer une solution à la réalisation de croisements contrôlés puisqu'elle permet de s'affranchir du synchronisme des émissions mâles et femelles.

Le rôle essentiel du tréhalose dans la cryoconservation est démontré par la motilité des spermatozoïdes en présence de tréhalose seul. L'ajout de DMSO ne permet pas une augmentation significative des résultats. Le tréhalose, comme d'autres composés, préserve les membranes lors de leur déshydratation en stabilisant les phospholipides qui les composent. Par ailleurs, il est connu que le tréhalose diminue plus efficacement la formation de cristaux de glace comparé aux autres saccharides, ce qui expliquerait la récupération de la motilité des spermatozoïdes cryoconservés dans le tréhalose seul. La toxicité du DMSO augmente avec la concentration et ce composé peut nuire à la survie des spermatozoïdes mais aussi au développement embryonnaire. L'utilisation du tréhalose sans DMSO peut donc être envisagée.

Il a enfin été démontré que ces spermatozoïdes cryocongelés conservent leur pouvoir fécondant. Les résultats de ce premier test de fécondation sont encourageants car nous sommes parvenus au bout de 36h à récupérer des trochophores et des larves D. Ce développement larvaire atteste véritablement, non seulement de la conservation de l'intégrité cellulaire des spermatozoïdes après 4 mois à -196°C, mais aussi de leur capacité à féconder et à induire un développement embryonnaire.

Ce travail a permis de déterminer des conditions qui permettent de réaliser des croisements contrôlés chez l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. L'huître femelle est sélectionnée et ses ovocytes n'ont été à aucun moment en contact avec les spermatozoïdes donc il n'y a aucun risque de pollution génétique. L'achèvement *ex-situ* de la maturation ovocytaire est concevable et ne pose donc pas de problème à la réalisation de la fécondation *in vitro*. A terme, le nouveau protocole de cryoconservation permettrait de conserver indéfiniment dans l'azote liquide des spermatozoïdes sélectionnés, de les « réveiller » à tout moment et de les utiliser pour féconder des gamètes de femelles sélectionnées. Les faibles rendements obtenus nécessitent encore beaucoup d'améliorations techniques et une optimisation des protocoles, mais la réalisation concrète d'un conservatoire des ressources génétiques de l'huître perlière *P. margaritifera* par congélation de sperme s'avère déjà envisageable à court terme.

Une étape significative a été franchie dans le domaine de la cryoconservation puisque la modification des protocoles permet dorénavant une survie significative de la laitance dont la motilité à la décongélation est de l'ordre de 15 à 20%. La fécondance du sperme décongelé a été démontrée sans ambiguïté sur des ovocytes activés à l'ammoniaque. Le développement des embryons ainsi fécondés est cependant apparu anormalement lent peut être en raison du traitement drastique imposé pour l'activation des ovocytes. Ces résultats soulignent l'importance des travaux sur l'induction de la ponte ou sur l'activation des ovocytes obtenus par scarification.

Conditionnement des reproducteurs

Les travaux des années précédentes avaient pour but d'évaluer les conséquences d'une distribution de nourriture sur le développement de la gonade de l'huître perlière. Les premières expériences ont mis en évidence l'importance majeure d'une régularité de la distribution d'algues. La mise en oeuvre d'une régulation de cette distribution a permis dans un premier temps de réduire significativement les mortalités puis d'obtenir les premières émissions d'animaux conditionnés pendant une longue période en milieu contrôlé. Il reste que la maîtrise des flux entrants ne suffit pas à décrire le milieu dans lequel les animaux prélèvent leur nourriture : la concentration d'algues du milieu correspond à celle des apports moins celle des prélèvements par les animaux eux mêmes.

Il s'agissait donc ici d'étudier les modalités de l'ingestion en fonction du milieu trophique environnant, pour être en mesure d'établir une loi d'ingestion des reproducteurs en conditionnement. Ce travail a été réalisé en testant une large gamme de concentrations de micro-algues pour en déduire à l'aide d'un modèle dérivé de l'équation de Michaelis-Menten la valeur d'ingestion maximale (I_{max}) et la constante de demi-saturation (X_k) correspondant au milieu optimal environnant les huîtres.

Le milieu optimal environnant les huîtres serait d'environ 18 000 cellules.ml⁻¹. Cette valeur calculée est 1,8 à 2,6 fois supérieure à celles qui ont permis une croissance somatique et germinale et ont donc été considérées suffisantes dans les précédentes expériences. Le milieu trophique le plus riche testé pour le conditionnement en 2006 était en moyenne de 7000 cellules.ml⁻¹. Les valeurs d'ingestion observées en 2006 s'inscrivent dans le nuage de points observés dans ce travail. La modélisation inspirée de l'équation de Michaelis & Menten qui a été choisie semble adaptée à la description de l'écophysiologie de la nutrition de *P. margaritifera*.

Une structure de conditionnement largement inspirée de la nurserie constituée de 24 raceways en matière plastique ABS (acrylonitrile butadiène styrène), d'un volume de 25,5 litres (L) 133 × (l) 16 × (h) 12 (cm) a été mise en place pour développer des conditionnements destinés aux travaux sur la cryoconservation et la production de familles. Cet équipement libère l'infrastructure expérimentale destinée aux travaux d'écophysiologie. Pendant la phase d'essai, le développement gonadique a été suivi par analyse de la surface occupée par la gonade sur des coupes sagittales de la masse viscérale. La figure 4 montre l'évolution de la gonade dans la masse viscérale pendant la gamétogenèse entre les valeurs minimales et maximales mesurées de l'Indice de développement gonadique (IDG). La gonade se développe autour de la glande digestive et de la glande du byssus et principalement dans l'extension que constitue la poche perlière.

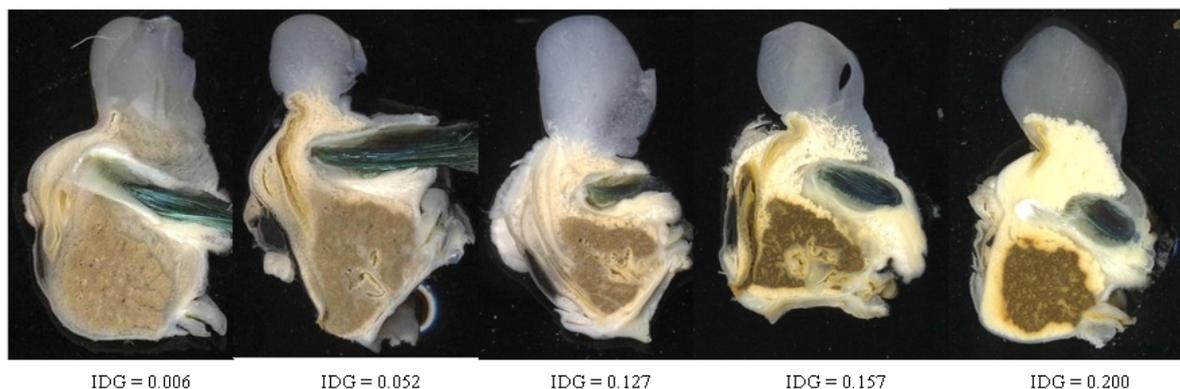


Figure 4- Développement de la gonade chez *P. margaritifera* et valeurs de l'IDG associé

L'analyse de la relation entre le niveau trophique ambiant et l'effort de reproduction a été effectuée à trois concentrations d'algues mesurées en sortie des bacs de conditionnement : 1000, 8000 et 18000 cell.ml⁻¹ respectivement appelés R1, R2 et R3 (Figure 5). Au terme de l'expérience, une stimulation d'émission de gamètes par choc thermique a été réalisée, afin d'évaluer le pourcentage d'individus matures. Les taux d'émission de gamètes observés ont été de 0% pour les huîtres soumises à R1, 30% pour celles soumises à R2 et 37,93% pour celles soumises à R3.

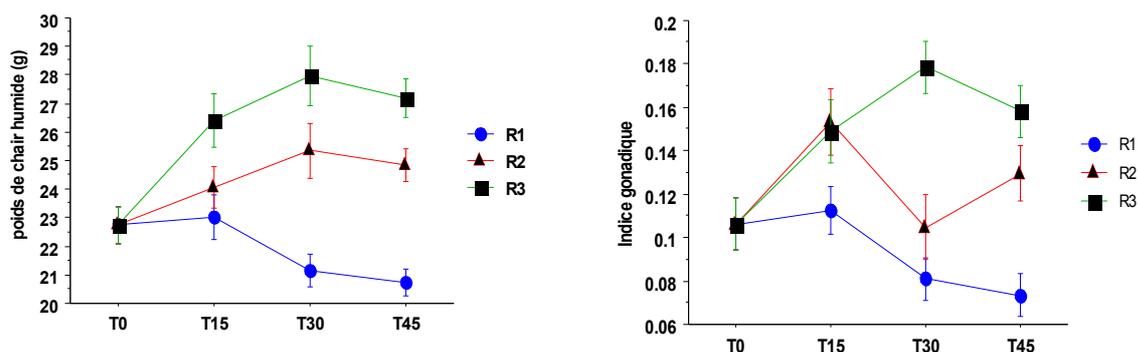


Figure 5 - Effet du niveau trophique sur le poids de chair et l'indice gonadique de *P. margaritifera* (moyenne \pm erreur standard, n=20).

La mise en service de l'unité de conditionnement de routine a permis d'augmenter significativement le nombre de pontes obtenues en 2007. Sur les 773 animaux stimulés au cours de l'année, 168 individus ont émis des gamètes mâles et 20 des ovocytes. Ces émissions ne semblent pas directement influencées par la température (fig. 6).

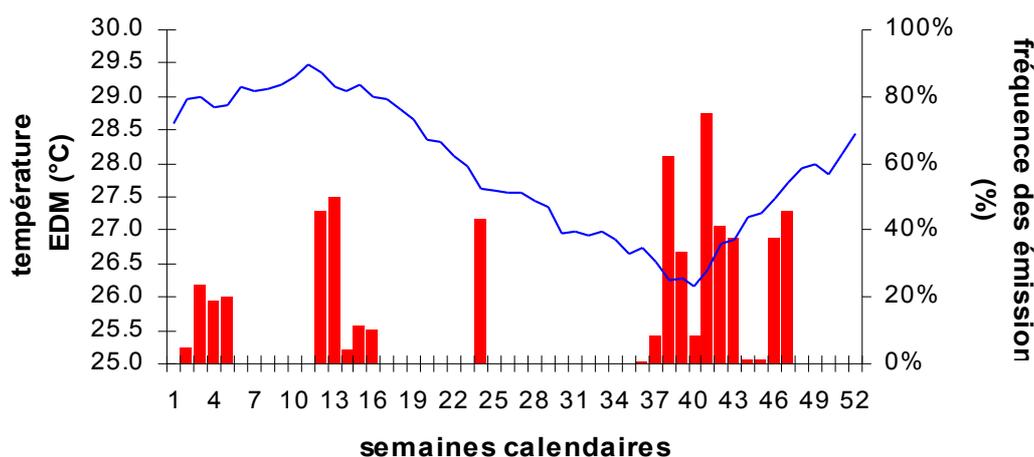


Figure 6 - Fréquence des émissions de gamètes par choc thermique en relation avec la température

Production de naissain triploïde : évaluation de l'intérêt pour la perliculture

Chez la plupart des bivalves, la triploïdie est associée à une activité reproductrice réduite voire absente et à une croissance accélérée. Ces caractères peuvent s'avérer profitables pour l'industrie de la perle, soit par la croissance des animaux, soit par une meilleure qualité moyenne des perles produites en raison du faible développement des gonades. La mise au point d'une méthode d'induction de la triploïdie adaptée à *P. margaritifera* a permis la production de plusieurs centaines de juvéniles triploïdes en 2003 et 2004.

Avant d'engager le développement d'une production de masse de ces animaux, il est nécessaire d'évaluer l'intérêt de cette approche, c'est-à-dire :

- de vérifier que les animaux triploïdes ont une croissance supérieure à celle des diploïdes ;
- de vérifier que ces animaux sont effectivement stériles ;
- d'évaluer leur intérêt comme donneurs ou receveurs de greffons.

Dans ce contexte, il a été jugé préférable de subordonner les nouvelles productions de juvéniles à la démonstration d'un effet positif de la polyploïdie. Les observations réalisées en 2005 et 2006 ont permis de montrer que la croissance des huîtres triploïdes produites en 2003 est significativement plus forte que celle des témoins diploïdes. Ces animaux sont stériles : le développement de la gonade est réduit, la lignée germinale mâle est interrompue au stade spermatocyte (seuls des mâles ont été observés). L'année 2007 a été consacrée à la vérification du troisième point.

Les deux objectifs prioritaires de cette expérience étaient de déterminer les avantages et inconvénients liés à la triploïdie dans le cadre de la greffe 1) pour les huîtres receveuses et 2) pour les huîtres donneuses de greffon. Dans les deux cas, les avantages potentiels sont principalement liés à la stérilité des individus triploïdes, mais pour des raisons différentes.

Pour les huîtres receveuses de greffon, l'intérêt potentiel lié à la triploïdie réside dans le fait que l'opération de vidange des gonades, couramment pratiquée par l'industrie, ne serait pas nécessaire en raison du faible développement du tissu gonadique et l'absence de gamètes chez les triploïdes. Il est en outre possible que les individus triploïdes présentent systématiquement de bonnes poches perlières en raison du faible développement gonadique. L'acte de greffe essentiel à l'obtention de perles de qualité serait donc facilité. Enfin, il est possible que la vitesse de dépôt de nacre autour du nucléus soit accélérée chez

les receveuses triploïdes. Ainsi, la triploïdie serait intéressante pour les receveuses si elle se traduit par un gain en termes de qualité des perles produites. *L'expérience avait donc pour objectif de démontrer un avantage à utiliser des receveuses triploïdes plutôt que diploïdes.*

Pour les huîtres donneuses de greffon, l'avantage de la triploïdie réside dans la possibilité de protéger les avancées obtenues dans le cadre d'améliorations génétiques. En effet, on peut s'attendre dans les années à venir au développement par sélection génétique de lignées de donneuses de qualité supérieure. Il s'agira, par exemple, de donneuses qui permettront une croissance de perle plus rapide ou bien qui aboutiront à la production de perles de couleur choisie. Le problème se posera alors de savoir comment protéger ces lignées supérieures; par exemple comment empêcher qu'un client potentiel achète plusieurs donneuses et s'en serve pour établir sa propre lignée de donneuses. Une solution classique à ce problème consiste à développer des lignées génétiquement supérieures mais stériles (dans le contexte de la commercialisation) et, de fait, les lignées triploïdes sont une solution particulièrement attractive en aquaculture. On peut donc voir que contrairement à la situation avec les receveuses, l'intérêt de la triploïdie serait démontré si les greffons triploïdes ne réduisent pas la croissance ou la qualité de la perle.

Les huîtres perlières ont donc été utilisées comme donneuses ou receveuses suivant un plan croisé aboutissant à quatre catégories d'individus :

Receveuse triploïde recevant un greffon triploïde : R3nxD3n

Receveuse diploïde recevant un greffon triploïde : R2nxD3n

Receveuse triploïde recevant un greffon diploïde : R3nxD2n

Receveuse diploïde recevant un greffon diploïde : R2nxD2n

Bilan des greffes

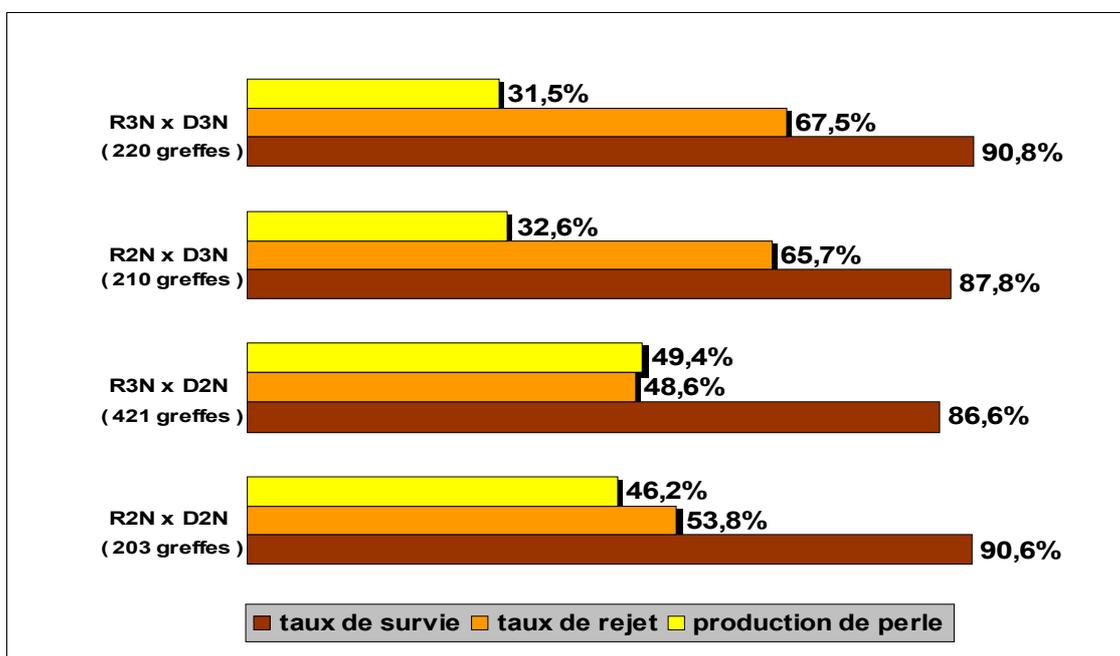


Figure 7 - Pourcentages de survie, de rejet et de maintien observés pour chacun des groupes étudiés.

L'analyse statistique des interactions donneuses/receveuses montre un rejet significativement plus élevé ($p < 0,0001$, $\chi^2 = 24,1$) pour les huîtres donneuses 3N (66,5% pour les donneuses 3N contre 50% pour les donneuses 2N), quelle que soit la ploïdie des huîtres receveuses avec lesquelles elles sont greffées. **La ploïdie des huîtres donneuses a eu un effet significatif sur le taux de production de perles.**

A la fin de l'expérience, les huîtres receveuses 3N ont donné des perles significativement plus lourdes ($p < 0,0001$, $F = 18,5$) avec une couche perlière plus épaisse que les huîtres 2N (0,83 mm d'épaisseur en moyenne pour les receveuses 3N contre 0,67 mm pour les receveuses 2N). Cette différence était plus marquée lorsque les huîtres receveuses 3N étaient greffées avec des huîtres donneuses 3N. **La vitesse de dépôt de nacre autour du nucléus étant accélérée chez les huîtres triploïdes.**

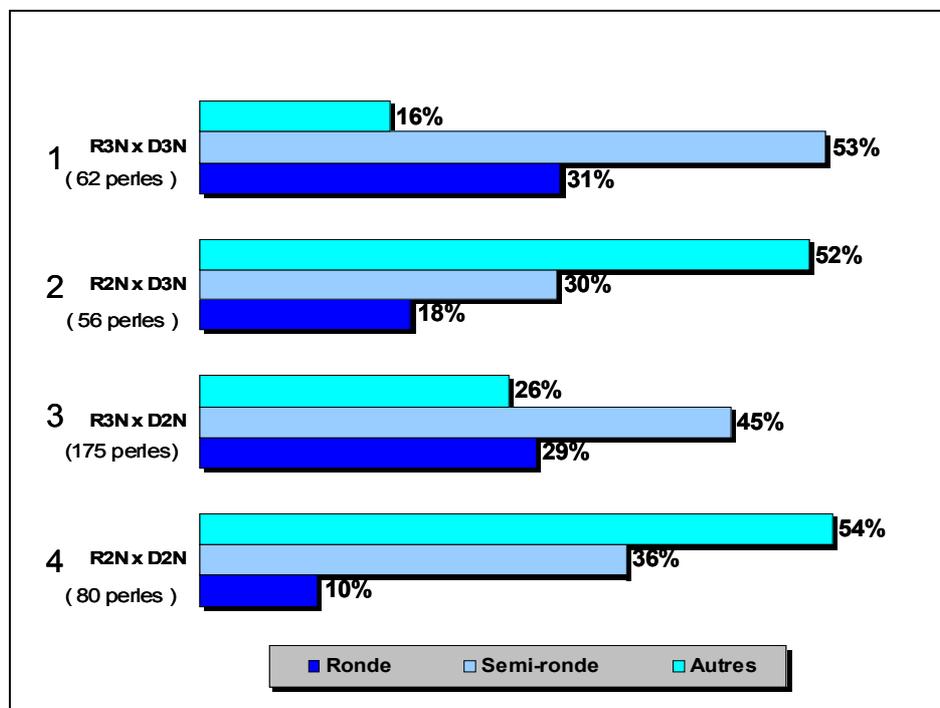


Figure 8- Influence de la ploïdie des donneuses ou des receveuses sur la forme des perles

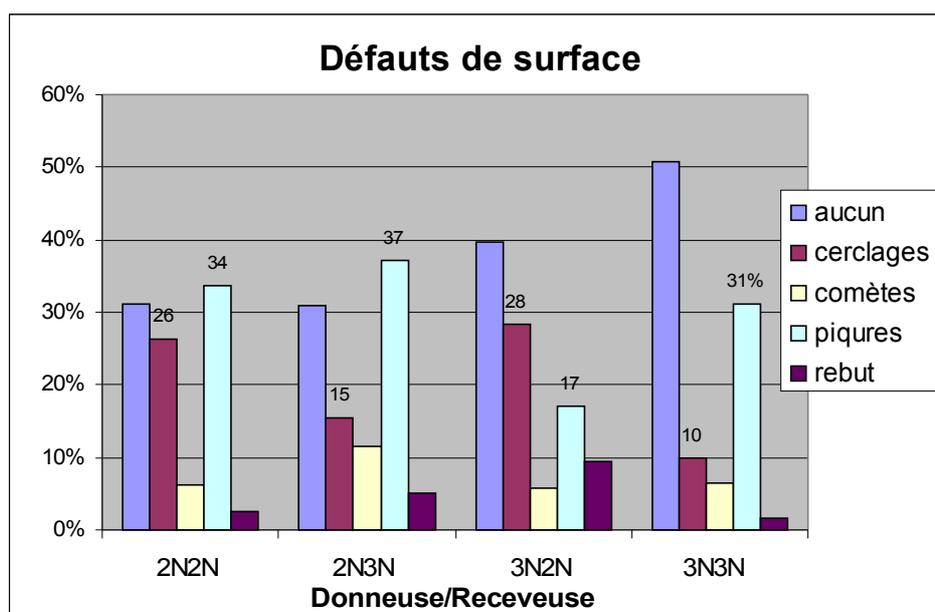


Figure 9 - Comparaison des défauts de surface des perles de donneuses et receveuses triploïdes et diploïdes.

La qualité générale des perles apparaît elle aussi améliorée chez les receveuses triploïdes chez lesquelles les perles rondes, semi rondes (figure 8) et sans défaut de surface sont plus abondantes et les perles cerclées apparaissent moins nombreuses (figure 9).

Le bilan de l'étude des triploïdes montre d'ores et déjà l'intérêt de la polyploidie pour la perliculture. Les huîtres triploïdes sont effectivement stériles. Leur croissance est significativement supérieure à celle des diploïdes mais le différentiel ne paraît pas suffisant pour justifier d'une production industrielle de triploïdes sur ce seul avantage.

Les donneuses triploïdes ont été caractérisées par un taux de rejet supérieur qui n'a pas été expliqué de manière certaine mais pourrait être dû à la contamination bactérienne d'une partie de ces animaux au moment de la greffe.

La stérilité des triploïdes de *P. margaritifera* étant confirmée, cette technique pourrait à terme utilisée pour éviter la dissémination des animaux issus de la sélection génétique, s'il apparaît que leur utilisation comme donneurs de greffon ne provoque pas une baisse systématique des taux de rejet.

Les données recueillies sur les perles apparaissent plus intéressantes : les perles produites par des receveuses triploïdes sont plus grosses et de meilleure qualité. Ces résultats confirment l'incidence de la gamétogénèse sur la qualité des perles. Au moment de la greffe, il est d'usage de provoquer la libération des gamètes de manière à éviter leur présence dans la poche perlière au moment de l'installation du sac perlier. Cette émission n'a pas été provoquée chez les huîtres diploïdes utilisées lors de l'expérience. L'état de développement des gonades n'a cependant pas été jugé excessif par le greffeur. De prochaines expériences comparant des huîtres triploïdes à des huîtres diploïdes dont la ponte aurait été préalablement provoquée ou non permettront de déterminer si le développement de la gonade ne joue un rôle qu'au moment de la greffe ou si l'activité reproductrice joue un rôle décisif tout au long de la phase de grossissement de la perle.

Projet huître perlière - Amélioration de la Qualité des perles (C020802)

La perliculture en Polynésie Française a connu un essor considérable depuis les années 80 mais fait face toutefois depuis 2001 à une phase de crise importante. Dans un souci de soutien à la perliculture, le département AQUAPOLY, par le biais du laboratoire « Biotechnologie et Qualité de la Perle », a entrepris en collaboration avec le Service de la Perliculture (PRL) de développer une action de recherche sur l'amélioration de la qualité de la perle.

Les perles de culture de Tahiti proviennent de la greffe et de l'élevage en milieu naturel des huîtres perlières, *Pinctada margaritifera*. La perliculture passe par une première phase de collecte puis d'élevage des huîtres qui serviront soit d'huîtres donneuses, soit d'huîtres receveuses. Au bout de deux ans d'élevage environ, les huîtres perlières sont greffées. La greffe est l'opération chirurgicale au cours de laquelle, le greffon, petite portion de manteau d'une huître "donneuse", est inséré dans la poche perlière d'une huître "receveuse", avec un nucléus qui servira de "noyau" à la perle. La fusion des tissus du greffon avec ceux de la poche perlière et la prolifération des cellules épithéliales minéralisatrices aboutissent à la mise en place d'un sac perlier qui est à l'origine des couches organiques (matrice organique extracellulaire) et minérales (nacre) déposées autour du nucléus qui constituent la perle. Ainsi, une perle sera récoltée entre 12 et 18 mois après la greffe.

L'objectif de l'action «Amélioration de la qualité des perles » est d'étudier les processus cellulaires et moléculaires impliqués, de l'acte de greffe jusqu'à la formation de la perle. Ces travaux permettront à terme de proposer des méthodes et des outils améliorant la production de perles de qualité. Dans le cadre de cette action, les thèmes de recherche abordés sont : (i) l'optimisation de la greffe et (ii) l'analyse moléculaire et cellulaire des mécanismes de formation de la perle.

Optimisation de la greffe

Sans partage réel des connaissances, les techniques de greffe se sont multipliées de façon empirique et ne sont donc pas standardisées ni suffisamment maîtrisées. Il en résulte des taux de mortalités post-opératoires, des taux de rétention du nucléus et des qualités de perles très hétérogènes d'un greffeur à l'autre. Dans le cadre d'une collaboration entre l'Ifremer de Tahiti, le Centre des Métiers de la Nacre et de la Perliculture (CMNP) et le Service de la Perliculture (PRL), une description très précise de l'acte opératoire de greffe de l'huître perlière *P. margaritifera* a ainsi été réalisée pour tenter d'en optimiser les résultats et d'une manière générale de fournir aux greffeurs des arguments scientifiques pour appuyer les gestes techniques (Tréguier *et al.*, 2006). A l'issue de ce travail, nous avons choisi de tester expérimentalement une des variantes principales observée entre les greffeurs : la hauteur de découpe du manteau qui sert à préparer les greffons.

Influence de la hauteur de découpe du greffon sur la qualité des perles

Les greffeurs s'accordent à dire que la hauteur de découpe est supposée être directement liée à la nature des dépôts (aragonite ou calcite) et à la couleur des perles. La bandelette de manteau est découpée à partir d'un repère physique, qui correspond à une ligne nette soit pigmentée, soit blanche, située au niveau de la zone marginale du manteau. Les greffeurs choisissent ensuite de découper des greffons plus ou moins hauts par rapport à cette ligne colorée (Figure 10).

Une greffe expérimentale (1615 huîtres greffées) a été effectuée pour comparer statistiquement l'influence de la hauteur de découpe des greffons sur les caractéristiques des perles : qualité et nature des dépôts (nacre ou calcite), couleur, épaisseur de nacre déposée, présence de défauts à la surface, lustre.

Nous avons choisi, sur les bases des résultats obtenus concernant les premiers marqueurs de minéralisation, de greffer avec des greffons découpés à quatre différents niveaux de hauteur par rapport à la ligne colorée (Figure 10) : (1) greffons découpés 100% au-dessus de la ligne colorée en conservant le bourrelet externe (notés "bourrelets"); (2) greffons

découpés 90% au-dessus de la ligne colorée (notés "90/10") ; (3) greffons découpés 90% au dessous de la ligne colorée (notés "10/90") et (4) greffons découpés à 100% sous la ligne colorée dans la partie centrale du manteau (notés "central"). Environ 32 greffons ont été découpés dans chacune des valves des huîtres donneuses permettant de greffer 60 huîtres receveuses par huître donneuse.

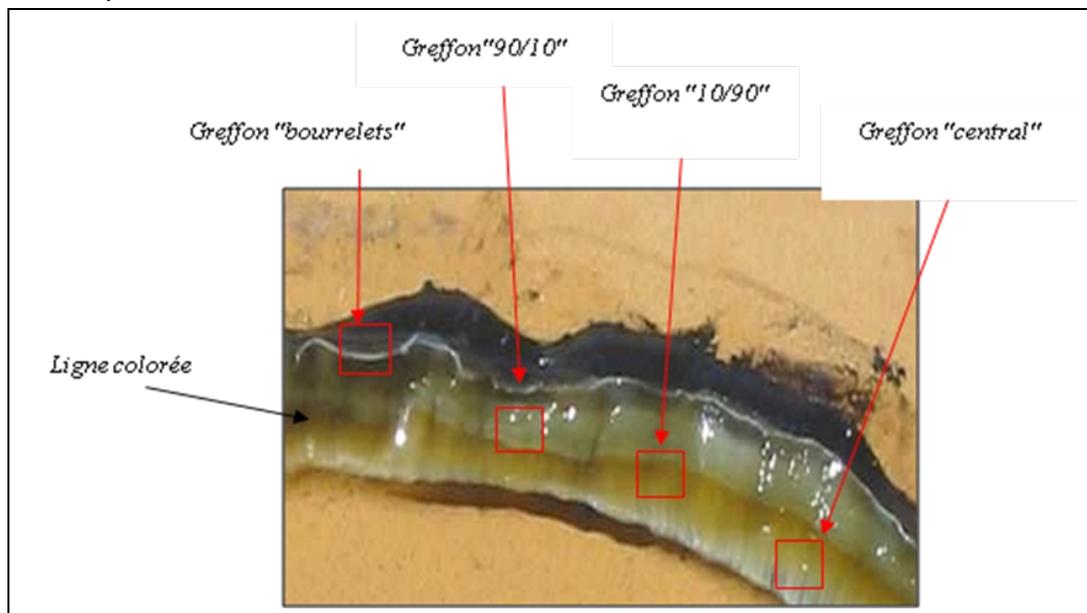


Figure 10 : Différentes hauteurs de découpe des greffons utilisées dans le cadre de la greffe expérimentale

Les premiers résultats obtenus montrent que le taux de maintien global est de 65,2 % sur l'ensemble des huîtres greffées. Le taux de rejet est de 33 % et le taux de mortalité moyen est faible, 1,8 %. La comparaison des résultats fait apparaître une variabilité importante des taux de maintien d'une huître donneuse à une autre (de 45 à 78 %) quel que soit le greffeur. Concernant les taux de rejet et de mortalité, ils varient de 18 à 55 % pour les rejets et de 0 à 7 % pour les mortalités.

L'influence de la hauteur de découpe de greffons, sur les taux de maintien, mortalité et rejets a été testée. Les greffons "90/10" et "10/90" donnent des taux de 64 % et 65% respectivement. Les greffons "bourrelets" donnent un taux de maintien de 79 %, et les greffons "central" un taux de 56%. Cette différence est significative ($p=0,0513$). Les taux de rejet sont également significativement différents ($p= 0,0725$) entre les 4 hauteurs testées. Ces taux sont de 33%, pour les greffons "10/90", 34% pour les greffons "90/10", 20% pour les greffons "bourrelets" et 43% pour les greffons "central".

Les résultats les plus importants seront obtenus après la classification et la codification des perles qui permettront de préciser toutes les caractéristiques des perles : couleur, épaisseur de nacre, qualité de surface, lustre, forme, etc... Ces résultats permettront de vérifier l'hypothèse de l'influence de la hauteur de découpe des greffons sur la qualité des perles obtenues. La récolte a été effectuée fin 2007. Une surgreffe a ensuite été réalisée et les résultats complets seront analysés fin 2008.

Influence du choix des nucléus

Un des autres facteurs influençant directement la réussite de la greffe est la qualité du nucléus (nature et enrobage). Une expérimentation a été mise en place en 2007 et avait pour objectif de tester les performances des principaux nucléus commercialisés en Polynésie française et de confirmer les résultats de la greffe expérimentale réalisée en 2005 à l'Antenne du Service de la Perliculture à Takapoto (Cochennec-Laureau *et al.*, 2005). Ces travaux avaient démontré une supériorité des nucléus « bio » en termes de taux de maintien et de qualité des perles (15% de A obtenus avec un type de nucléus « bio »).

Trois fermes dans 3 sites différents (Ahe, Mangareva, Tahaa) ont été choisis, en concertation avec le Service de la Perliculture, pour réaliser cette expérience et 7 nucléus ont été testés (6 nucléus commercialisés en Polynésie française et le nucléus classiquement utilisé en greffe à la ferme atelier). Le plan général de l'expérimentation est détaillé dans la Figure 11.

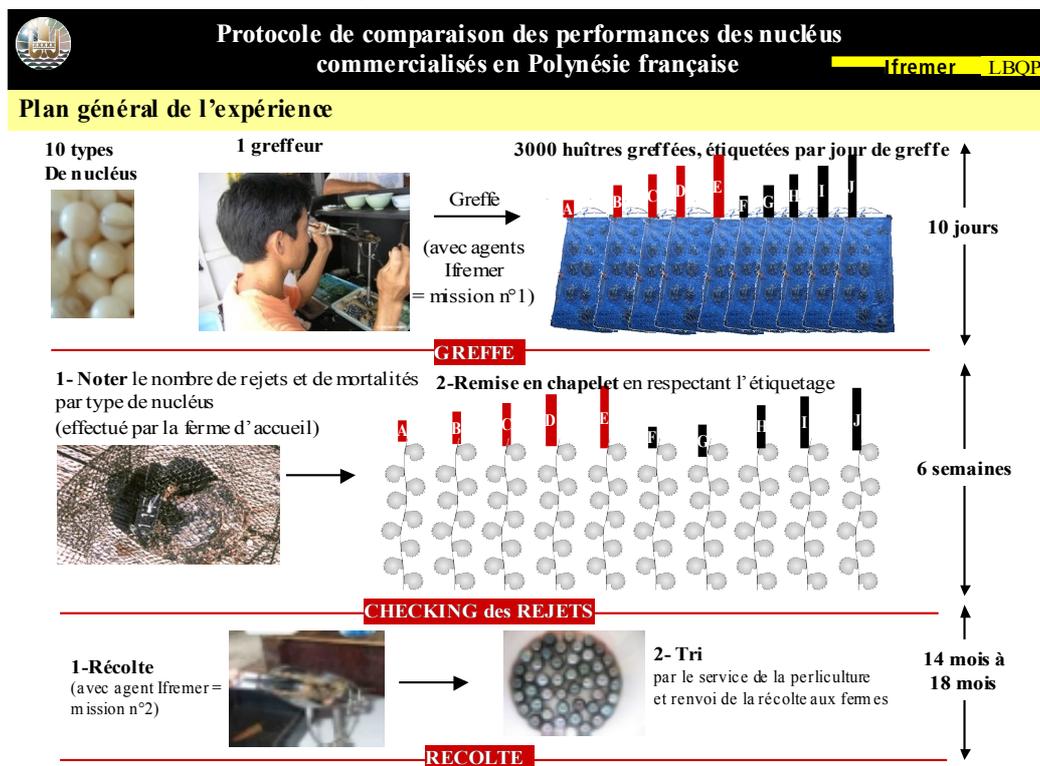


Figure 11 - Plan général de l'expérimentation « test de performance des nucléi »

La récolte sera effectuée fin 2008 ou début 2009. Les caractéristiques des perles seront analysées : poids de la perle, couleur, présence ou non de défauts à la surface, forme... Une classification sera également effectuée par le PRL ainsi que l'estimation de l'épaisseur de nacre autour du nucléus. Des recommandations pourront ainsi être formulées aux perliculteurs quant au choix des nucléus.

Analyse moléculaire et cellulaire des mécanismes de formation de la perle

L'objectif de ces travaux est d'approfondir les connaissances concernant les processus de minéralisation de la perle afin de mieux comprendre les dysfonctionnements aboutissant à la formation de perles à défauts. Pour cela, notre approche consiste à avoir une vision intégrée des événements de transcriptomique (et protéomique) ayant lieu au niveau des tissus responsables de la greffe (greffons, poche perlière).

Pour étudier l'implication des différents compartiments de la greffe (greffon/sac perlier) dans la formation de la perle, il est important de bien comprendre les phénomènes de minéralisation mis en jeu. Chez les mollusques, l'épithélium du manteau est l'organe responsable de la biominéralisation. Cette dernière a lieu dans l'espace extra-palléal entre le manteau et la coquille formée d'un complexe hétérogène de matrice organique extracellulaire et de cristaux de carbonate de calcium. La composition de cette matrice organique, partie intégrante des cristaux de calcium, conditionne celle du fluide extra-palléal et est un facteur essentiel à la régulation de la calcification. La matrice extracellulaire de la coquille représente un mélange de protéines, glycoprotéines, de polysaccharides acides et de chitine (Marin and Luquet 2004). Dans le milieu sursaturé que représente le liquide extra-palléal, ces protéines s'auto-assemblent de façon précise et interagissent avec des ions minéraux. Le produit final, la coquille calcaire, est l'assemblage de deux couches superposées de deux polymorphes du carbonate de calcium appelées calcite et aragonite (la

nacre), de microstructures différentes. Il semble que certaines zones du manteau, une zone ventrale (ou distale) et une zone dorsale (ou proximale) aient été respectivement impliquées soit dans la formation de calcite, soit dans celle d'aragonite (Lowenstam and Weiner 1989 ; Fritz, Belcher *et al.* 1994 ; Belcher and Gooch 2000 ; Mao Che, Golubic *et al.* 2001 ; Trecanni, Khoshnavav *et al.* 2003; Wilt, Killian *et al.* 2003 ; Wilt 2005; Takeuchi and Endo 2006).

Dans ce contexte, des travaux ont été entrepris pour caractériser des gènes codant des protéines clés, marqueurs de la minéralisation chez *P. margaritifera*. Différentes approches ont été développées pour identifier des marqueurs moléculaires de minéralisation, des approches dites « gènes candidats », « transcriptomique globale », et « protéomique ». Ainsi, deux séquences de gènes appelés « *Perline* » et « *Calcine* », ont été mises en évidence au laboratoire (Montagnani, *et al.* 2006). Ces gènes étaient parmi les premiers gènes de la matrice extracellulaire décrits chez *P. margaritifera* et ils constituent les premiers outils disponibles pour l'étude du développement du sac perlier à partir du greffon. Leurs transcrits ont pu être localisés spécifiquement au sein des tissus minéralisateurs responsables de la formation de la couche nacrée (aragonite) pour la *Perline* et de la coquille externe (calcite) pour la *Calcine*. Leur caractérisation, ainsi que celle des nouveaux « marqueurs » isolés, permettra de mieux comprendre les mécanismes cellulaires et moléculaires de la greffe et de la formation des perles, et constitue le préalable à l'objectif appliqué de développer des outils d'évaluation et de sélection des huîtres donneuses de greffons de « haute qualité minéralisatrice ».

Identification de marqueurs de minéralisation - Approche « gènes candidats »

Trois familles de gènes impliqués dans les processus de minéralisation ont maintenant été identifiées à partir de manteaux de *P. margaritifera*. Outre le gène de la *Perline*, dont nous avons obtenu précédemment la séquence complète (Montagnani *et al.* 2006), l'identification de la séquence complète de la *Calcine* a été poursuivie et l'identification d'un troisième gène, appelé *Aspeine*, a été réalisée.

La recherche de la séquence complète de la *Calcine* a abouti à l'identification d'une famille de gènes de séquences polymorphes dont l'intégralité reste à établir (Figure 12). La recherche d'un homologue du gène de l'*Aspeine*, jusqu'alors inconnu chez *P. margaritifera* (Marin and Luquet 2004; Tsukamoto, Sarashina *et al.* 2004), par une approche en PCR dégénérée a permis de mettre en évidence une nouvelle famille de gènes (6 séquences potentielles) codant des protéines putatives particulièrement riches en acide aspartique (Figure 14) (Gotliv *et al.* 2005). Cette nouvelle famille comprend entre autres les gènes codant l'*Aspeine* (Gotliv *et al.* 2005).

Une fois les séquences complètes des cDNA des différents gènes étudiés déterminées, les analyses transcriptomiques seront poursuivies afin de tester l'implication de chaque isoforme dans les processus de minéralisation de la perle (localisation et quantification de l'expression au sein des tissus minéralisateurs) et d'établir si une des isoformes pourrait représenter un biomarqueur de minéralisation.

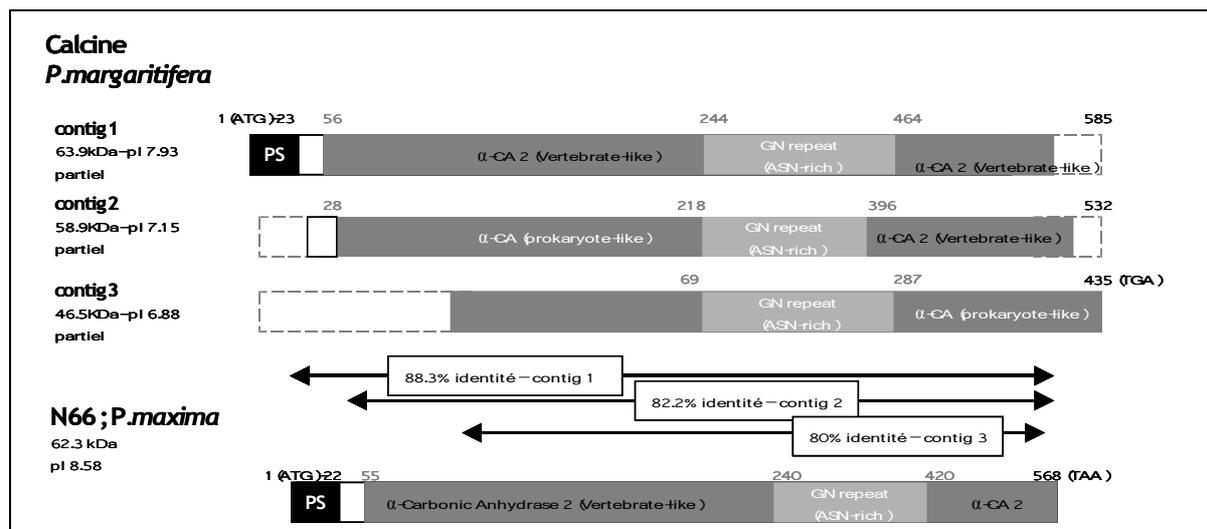


Figure 12 : Schématisation des séquences partielles des protéines putatives Calcine obtenues chez *P. margaritifera*.

Les séquences des protéines putatives codées par les 3 trois « contigs » obtenus sont indiquées sous forme de barres. Les différents domaines caractéristiques retrouvés sur les banques de données sont indiqués par les premiers et derniers acides aminés les composants (peptide signal PS et domaine carbonique anhydrase de type alpha « α -CA »). Une comparaison (sous forme de pourcentage d'identité) est indiquée avec la protéine la plus proche appelée N66 présente chez *Pinctada maxima*.

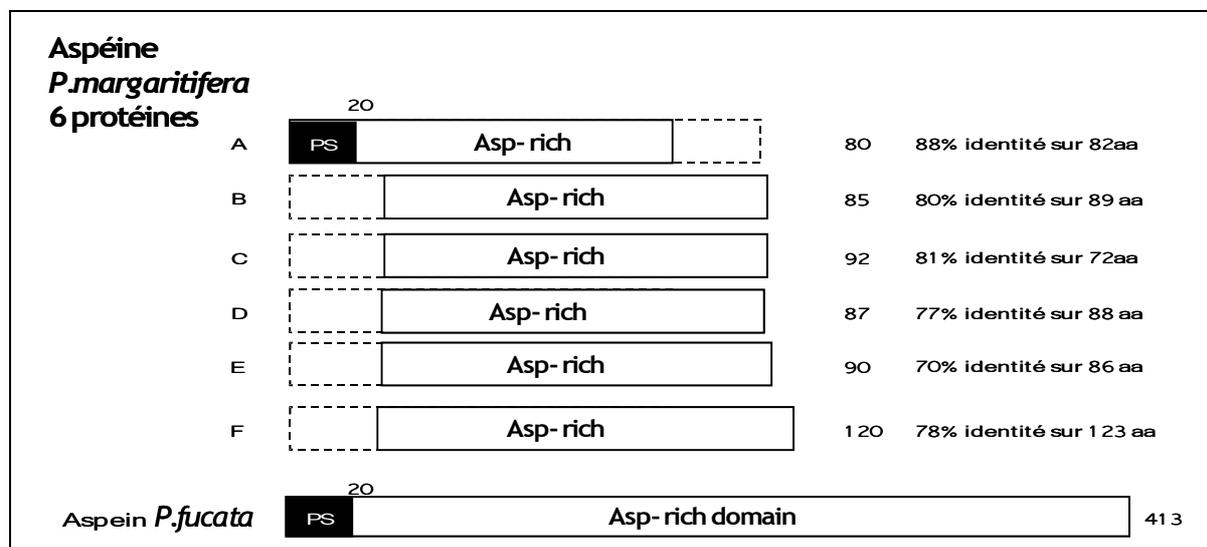


Figure 13. Schématisation des séquences partielles des protéines putatives Aspéine obtenues chez *P. margaritifera*.

Les séquences des protéines putatives codées par les 6 contigs obtenus sont indiquées sous forme de barres et la longueur des séquences obtenues est indiquée après chaque protéine (en acide aminés). Les différents domaines caractéristiques retrouvés sur les banques de données sont indiqués par les premiers et derniers acides aminés les composants (peptide signal PS et le domaine riche en acide aspartique « asp-rich »). Une comparaison (sous forme de pourcentage d'identité) est indiquée avec la protéine la plus proche présente chez *Pinctada fucata*.

Analyse spatio-temporelle de l'expression des gènes identifiés au niveau des tissus minéralisateurs

Variation de l'expression du gène de la Perline suivant les axes antéro-postérieurs et ventro-dorsaux

Nous avons montré que l'expression de *Perline* était spécifique des tissus minéralisateurs, et plus précisément la zone dorsale du manteau traditionnellement impliquée dans la production de nacre (Montagnani *et al.* 2006). Par ailleurs, la quantification de l'expression, par PCR en temps réel, a révélé une hétérogénéité de l'expression suivant un axe dorso-ventral avec des taux d'expression majoritaires dans les zones de découpe préférentielles des greffeurs (Figure 14). Afin de compléter cette « carte » de l'expression du gène de la *Perline*, nous avons quantifié son expression suivant un axe antéro-postérieur (Figure 15A). Les greffeurs sont en effet particulièrement précis quant à la zone de découpe choisie pour sélectionner leurs greffons. Dans la même mesure que pour l'axe dorso-ventral, il est apparu intéressant de confronter les données empiriques des professionnels aux données moléculaires.

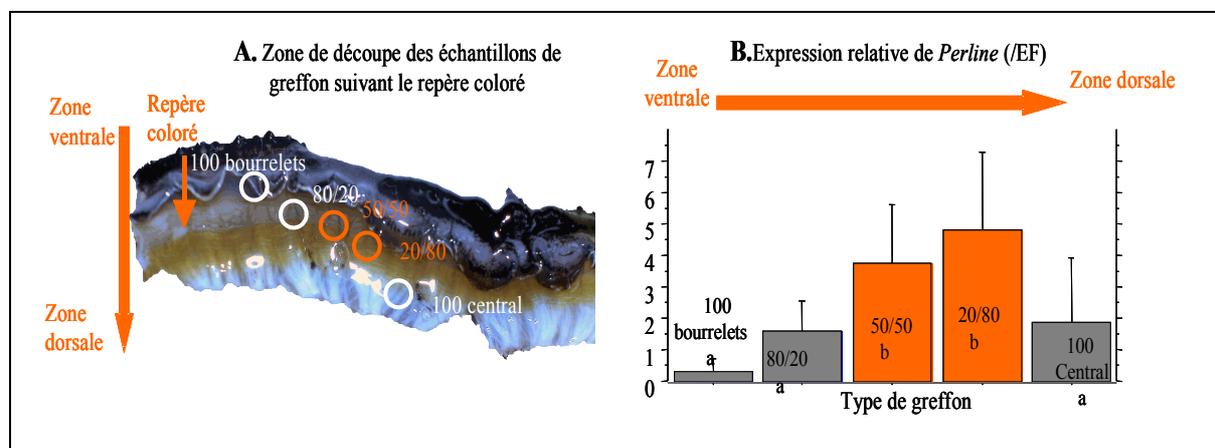


Figure 14 : Variation du taux d'expression de *Perline* suivant l'axe dorso-ventral du manteau.

A. Photographie d'une bandelette de manteau (face externe) : les cercles blancs correspondent aux zones de découpe des greffons de part et d'autre de la ligne colorée: 100B pour 100% bourrelets; 80/20 pour 80% au-dessus et 20% au-dessous; 50/50 pour le milieu de la ligne; 20/80 pour 20% au-dessus et 80% au-dessous et 100CE pour 100% au-dessous.

B. Graphe représentant la relation entre le taux d'expression relative de *Perline* et les hauteurs de découpe des greffons : les lettres alphabétiques a et b indiquent les groupes statistiquement homogènes.

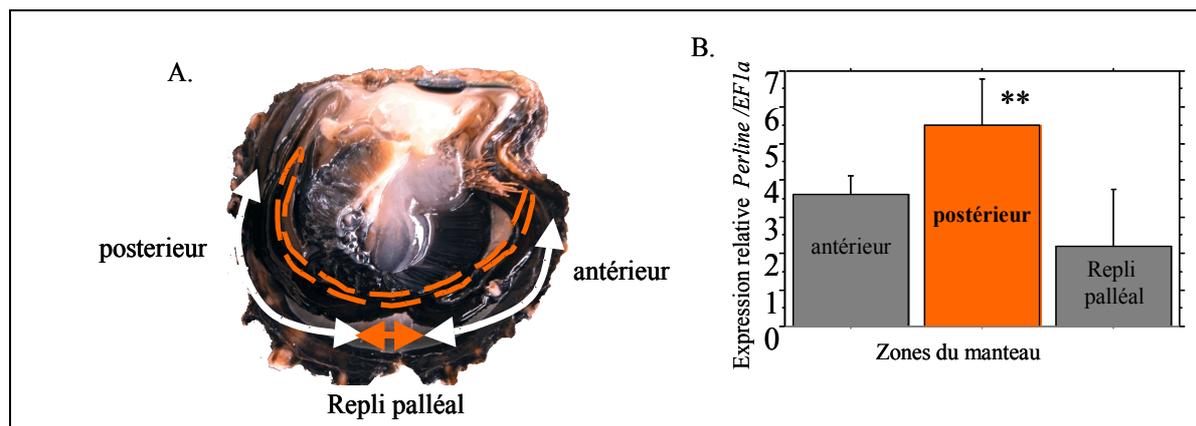


Figure 15. Variation du taux d'expression de *Perline* suivant l'axe antéro-postérieur du manteau.

A. Zones de prélèvement des greffons (50/50). : trois zones ont été sectionnées le long de l'axe antéro-postérieur du manteau; avant, autour et après le repli palléal. En pointillé est indiquée la zone de découpe suivant l'axe dorso-ventral qui correspond à la zone 50/50 (« afa/afa »).

B. Graphe représentant le taux d'expression relative de *Perline* suivant l'axe antéro-postérieur : les astérisques indiquent les groupes statistiquement différents ($p < 0.01$).

Les résultats (Figure 15B) montrent que l'expression de ce gène de minéralisation est également hétérogène suivant l'axe antéro-postérieur du manteau avec un taux d'expression plus important dans la zone postérieure au repli palléal. Les zones antérieures et entourant le repli présentent des expressions plus faibles mais non significativement différentes entre elles. Bien que la zone la plus postérieure soit traditionnellement évitée pour la découpe de greffon, l'existence d'une zone « privilégiée » postérieure au repli palléal était jusqu'alors ignorée. Les résultats de la greffe expérimentale réalisée en 2006 où chaque greffon a été identifié et suivi au cours de la greffe devraient nous permettre de confirmer cette hypothèse (Tréguier *et al.* 2006).

Variabilité temporelle de l'expression du gène *Perline*

Dans le but de tester la variabilité temporelle de l'expression du gène codant la *Perline*, la quantification de son taux d'expression a été réalisée sur une période d'une année, au sein de greffons découpés dans la zone 50/50 (zone antérieure au repli palléal). Les résultats obtenus montrent clairement une variation du taux d'expression de *Perline* en fonction du temps, avec une décroissance significative ($p < 0.0001$) au cours de la saison froide de la zone tropicale en hémisphère sud (Figure 17). On observe une chute notable à partir du mois d'août puis une augmentation progressive jusqu'au mois de janvier et un retour au taux maximum en avril. Cet effet semble bien saisonnier puisqu'une corrélation positive entre ce taux d'expression et la température de l'eau, ainsi qu'une corrélation négative avec la durée de la photopériode, ont été mises en évidence.

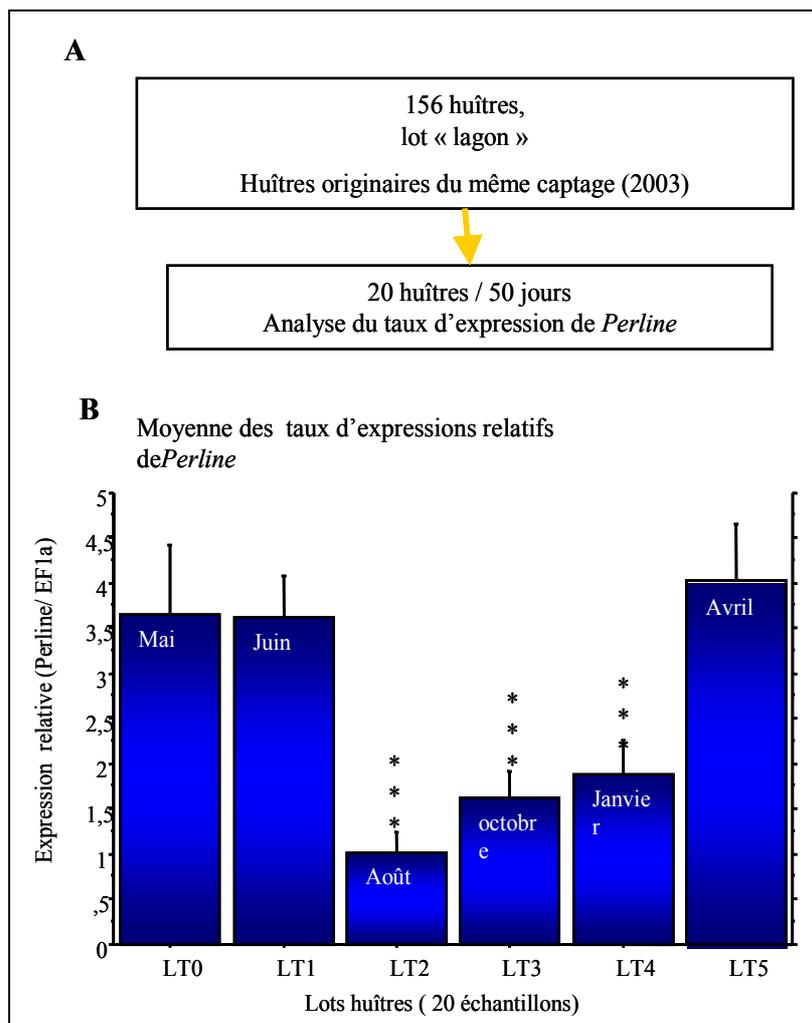


Figure 16 : Analyse de la variabilité temporelle du taux d'expression de *Perline*.

A. Plan d'échantillonnage pour l'analyse de la stabilité temporelle du taux d'expression de *Perline*;

B. Résultats de l'analyse de la quantification du taux d'expression de *Perline* en fonction du temps.

Le taux d'expression moyen (20 huîtres par lot (LT) a été calculé par la méthode des « delta Ct » pour les 5 lots au cours d'une année. Les barres d'erreurs correspondent à ± 1 Erreur(s) standard. On observe une Diminution significative (astérisques, $p < 0.0001$) de l'expression de la *Perline* entre août et janvier (Lots: LT2, LT3 et LT4).

Ces analyses, résultats d'une unique expérience sur une période d'une année, seront à confirmer. Il serait par ailleurs intéressant d'identifier plus précisément les causes de cette chute du taux d'expression qu'elles soient environnementales (température, nourriture, etc..) ou physiologiques (gaméto-genèse...). Il serait également intéressant de connaître l'influence de différentes conditions environnementales sur le taux d'expression de ces gènes, notamment sur des lots d'huîtres prêtes à la greffe et élevées dans les atolls perlicoles des différents archipels (Société, Tuamotu, Gambier). En effet, établir un lien entre la variation de l'expression d'un marqueur de minéralisation et les conditions environnementales, pourraient fournir de nouvelles clés pour comprendre la variabilité des récoltes observées en fonction des origines géographiques.

Quantification du taux d'expression des marqueurs de minéralisation en fonction de la hauteur des découpes de greffons : mise en évidence de marqueurs de qualité

Si l'on a pu montrer que les gènes identifiés étaient bien spécifiques des tissus minéralisateurs et sont donc impliqués dans les processus de minéralisation, il reste nécessaire d'étudier la corrélation entre ces marqueurs et la qualité des perles. Dans ce but, des échantillons de greffons ont été prélevés en parallèle de la greffe expérimentale de grande ampleur réalisée en 2006 (Tréguier et al. 2006). Ces greffons ont été stockés jusqu'à la récolte effectuée en septembre 2007 où les perles ont pu être classées, analysées en fonction de critères de qualité définis par le service de la perliculture territorial. L'analyse du taux d'expression des différents marqueurs au sein de la centaine de greffons échantillonnés et la corrélation de cette expression avec les quelques 500 perles récoltées sont en cours.

Étude du sac perlier

Une récolte de sacs perliers de perles à défaut comme de perles de qualité a été réalisée à l'antenne du service de la perliculture de Takapoto (Tuamotu). Au cours de cette mission, 78 poches ont été prélevées et placées dans un fixateur adapté à l'extraction d'ARN et en parallèle, 53 poches et perles ont été échantillonnées. Ainsi, la localisation des transcrits des 6 isoformes du gène *Aspéine* a révélé des zones d'expression différentielles (Figure 17). Ces résultats soulignent la nécessité d'identifier la totalité des séquences obtenues pour déterminer leur appartenance à une même famille de gènes ou de protéines mais aussi la complexité du fonctionnement des tissus minéralisateurs. En effet, le gène de l'Aspein a clairement été impliqué dans la structure des couches prismatiques chez l'huître *P. fucata* (Takeuchi and Endo 2006). L'expression d'homologues chez *P. margaritifera* au sein de tissus dédiés à la production de nacre révèle un nouveau niveau de complexité dans la formation des cristaux de carbonate de calcium. Cette technique est cependant limitée, ne donnant qu'une information qualitative sur le taux d'expression des gènes et ponctuelle, sur une zone précise des tissus étudiés. Une approche *in situ* sur des sacs *in toto* peut donc être envisagée pour obtenir une image plus précise de la fonctionnalité des cellules en regard des différents défauts comme le développement d'analyse globale de quantification.

Afin de compléter les analyses fonctionnelles des cellules du sac perlier, la mise au point de l'extraction d'ARN totaux et de la quantification en temps réel des gènes de minéralisation a également été entreprise sur ces tissus. Cette technique nous permettra d'analyser les propriétés de ces tissus à plus haut débit et de manière quantitative. L'étude de la variabilité des taux d'expression des différents marqueurs de minéralisation, nous permettra de caractériser des sacs perliers en fonction des défauts des perles et ainsi avoir des informations plus précises sur leur fonctionnement.

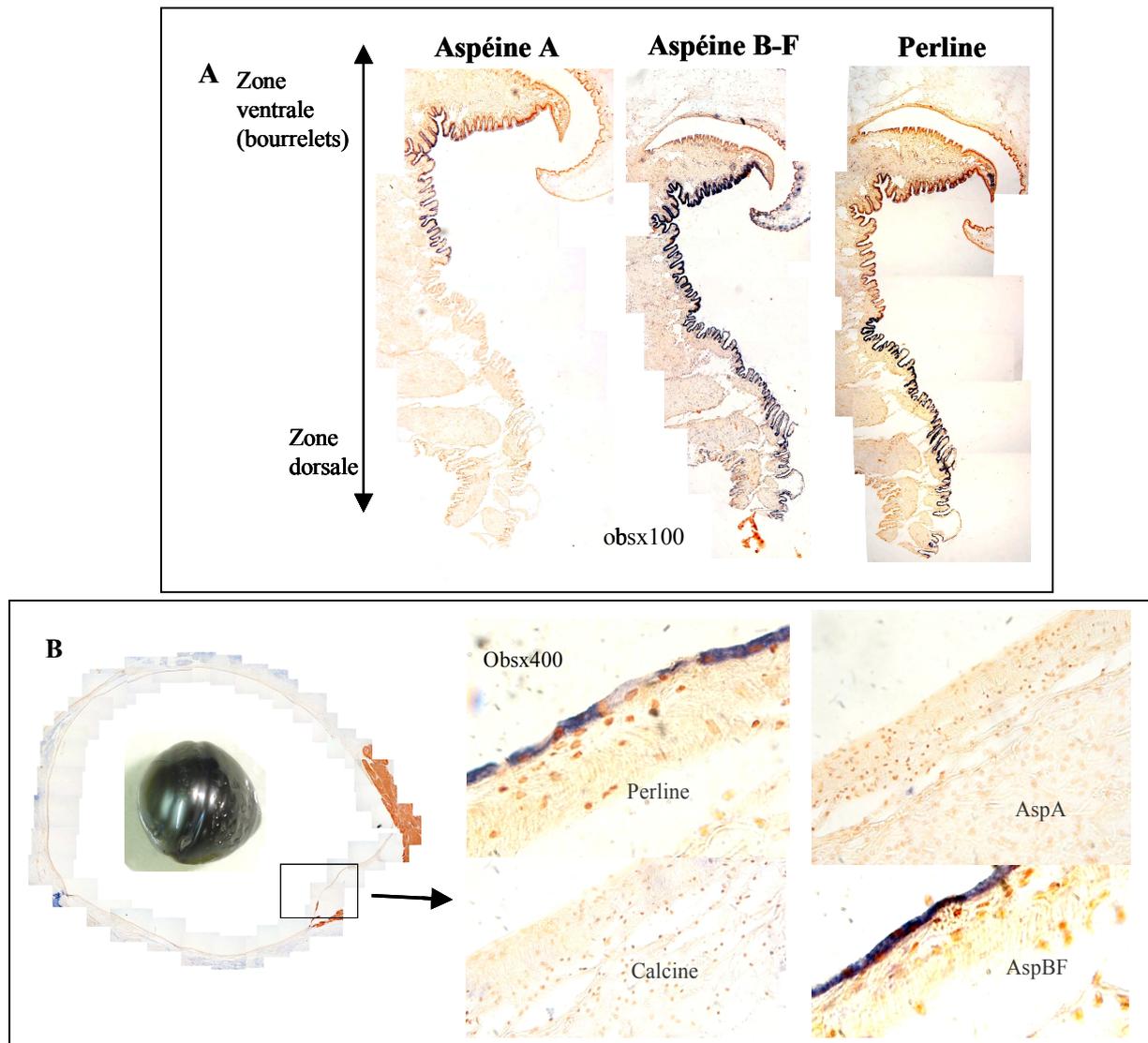


Figure 17 : Localisation des transcrits d'Aspéine sur coupes de tissus minéralisateurs de *P.margaritifera* par Hybridation *in situ*.

A. Sur coupes de manteau : les transcrits des différentes isoformes de l'Aspéine (A à F) ont été localisés par colorimétrie (DIG- précipité bleuté) au niveau des différentes zones de l'épithélium minéralisateur (externe-face coquille) d'un même manteau. Une image de la localisation des transcrits de *Perline*, spécifiques de la zone dorsale, au niveau du même tissu est également présente.

B. sur coupe de sac perlier de perle à défauts : les transcrits de l'Aspéine (A à F) ainsi que ceux de la *Calcine* (contig1) et de la *Perline* ont été localisés successivement sur le même tissu.

Identification de marqueurs de minéralisation - «analyse globale du transcriptome» (Travaux réalisés en collaboration avec la société Skuld-Tech - Thèse de doctorat de Caroline Joubert)

A la lumière de l'ensemble des travaux entrepris jusqu'alors, il est désormais évident que les causes d'imperfections à la surface des perles sont multifactorielles (technique de greffe, mécanismes cellulaires et génétiques...). De plus, bien que la structure des cristaux ou la nature des protéines composant les coquilles des huîtres soient aujourd'hui mieux étudiées, l'ensemble des mécanismes moléculaires sous-jacents la formation des perles reste largement méconnue.

Le travail consiste à développer une approche globale d'analyse du transcriptome afin de caractériser des gènes exprimés au sein des cellules épithéliales des greffons et de poches perlières, impliqués dans la minéralisation. Cette approche sera menée sur deux types de greffons, sur la base des résultats déjà obtenus sur la caractérisation de zones fonctionnelles distinctes du manteau (Montagnani *et al.* 2006). La technologie SAGE (Serial Analysis of Gene Expression) a été choisie car elle permet d'identifier l'ensemble des gènes exprimés dans un échantillon, et offre ainsi une vision globale des événements de transcriptomique encore inexplorés. Il s'agira de développer des biomarqueurs (gènes différentiellement exprimés) en corrélation avec la qualité des perles (Figure 18).

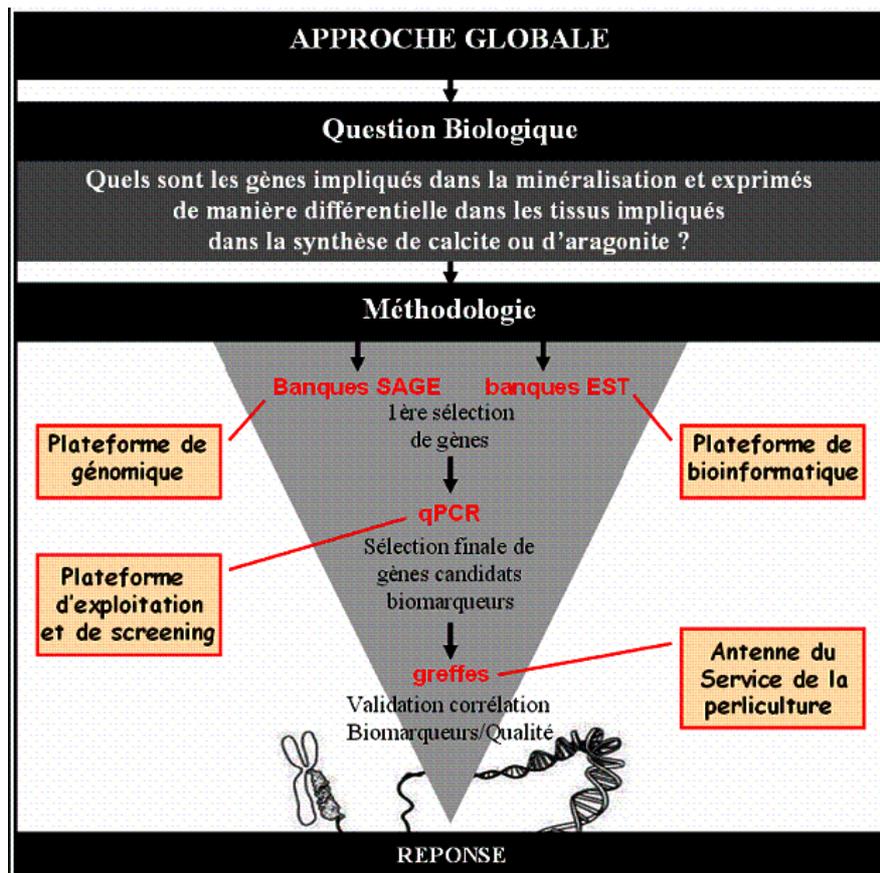


Figure 18 : Objectifs et démarche de l'analyse transcriptomique globale

La greffe expérimentale ADEQUA #1 (Figure 19), réalisée au centre des métiers de la Nacre et de la Perle (CMNP) en novembre 2007, avait pour objectif d'obtenir des échantillons de deux types de greffons et de poches perlières, 3 et 59 jours après greffe, afin d'en comparer leur transcriptome mais aussi leur protéome (travaux réalisés en collaboration avec le laboratoire "Physiologie et Ecophysiologie des Mollusques Marins" <http://www.unicaen.fr/ufr/ibfa/lbbm/> dans le cadre du GDR ADEQUA). Ces échantillons de greffons et de poches perlières ont été utilisés pour la constitution des quatre banques SAGE. La banque EST a été réalisée à partir d'échantillons de manteaux de *Pinctada margaritifera*. Deux banques SAGE ont été réalisées à partir d'échantillons de greffons : (i) une banque SAGE de greffons de valve gauche (10/90) et (ii) une banque SAGE de greffons de valve droite (90/10). Les deux autres banques SAGE ont été réalisées à partir d'échantillons de poches perlières : (i) une banque SAGE de poches perlières issues d'une greffe avec un greffon de valve gauche (10/90) et (ii) une banque SAGE de poches perlières issues d'une greffe avec un greffon de valve droite (90/10).

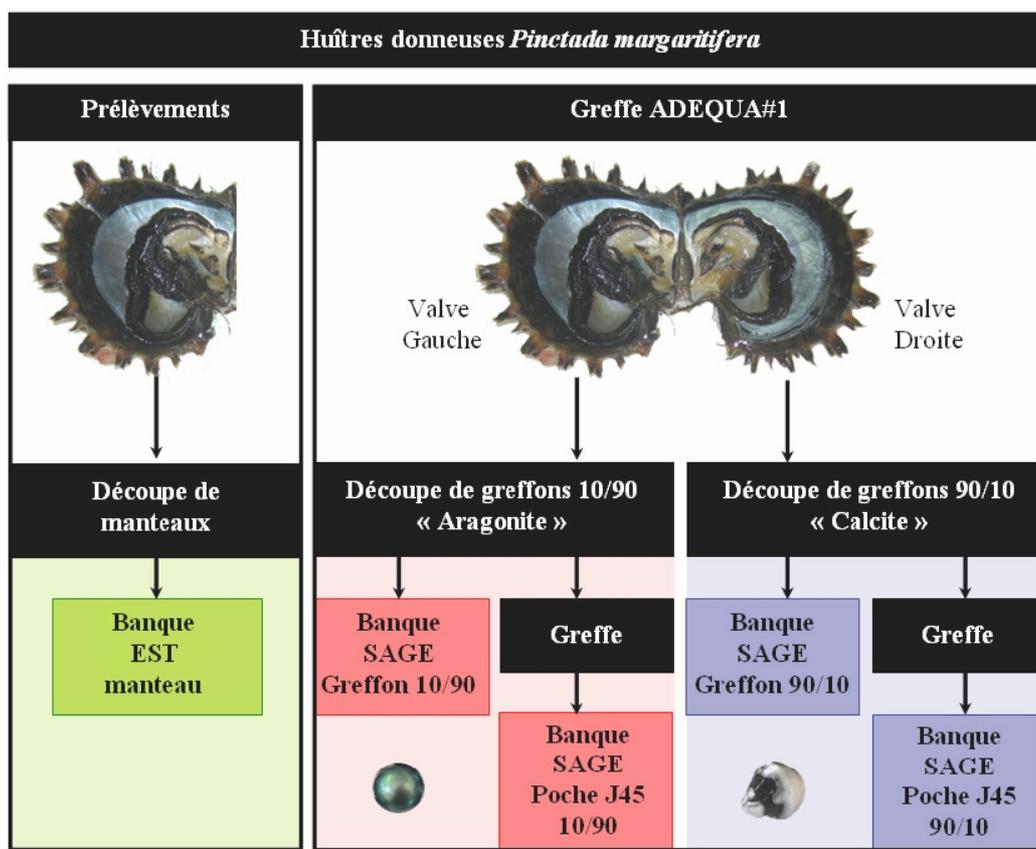


Figure 19 : Démarche de la greffe ADEQUA#1 pour l'analyse du transcriptome

L'ensemble des banques sera séquencé par pyroséquençage durant le 1^{er} trimestre 2008. La caractérisation des gènes potentiellement impliqués dans la régulation des processus de minéralisation ou directement impliqués dans les dépôts sera entreprise par qRT-PCR. Cette technique permettra de quantifier avec précision le niveau d'expression des gènes dans les différents compartiments de la greffe (greffon, sac perlier). Elle viendra confirmer les premiers niveaux d'expression initialement mesurés par la technique SAGE. Ce travail permettra d'identifier un ensemble de gènes candidats plus réduit : des biomarqueurs potentiels d'activité minéralisatrice ainsi que des processus qui la régulent. Enfin, une étape de validation expérimentale se concentrera sur quelques gènes candidats.

La corrélation entre le niveau d'expression (sur ou sous-expression) de ces biomarqueurs potentiels chez les huîtres donneuses de greffons et la qualité des perles (présence ou non de défauts, qualité et quantité des dépôts....) seront évaluées par des greffes expérimentales qui seront réalisées à l'Antenne du Service de la Perliculture de Takapoto. L'analyse de la qualité commerciale des perles récoltées et leur classification selon les catégories établies sera réalisée en collaboration avec le Service de la Perliculture. De façon plus appliquée, en cas de corrélation effective, les biomarqueurs développés pourront servir de « marqueurs de sélection » d'huîtres donneuses de greffons de « haute propriété » de minéralisation. Ces marqueurs pourront alors être directement appliqués aux travaux d'amélioration génétique des huîtres donneuses.

Les données obtenues permettront d'avoir une vision globale des événements de transcriptomique encore inexplorés, et ouvriront de nombreuses pistes vers une meilleure compréhension du fonctionnement des tissus responsables de la minéralisation.

Identification de marqueurs de minéralisation - approche « protéomique »

Une approche protéomique est en cours de développement pour analyser la constitution protéique des matrices de coquille et de perles chez *P. margaritifera*. L'objectif est de mettre en évidence des protéines de la matrice spécifiques des différents types de microstructures coquillières (aragonite/calcite) et capitales pour la structure des perles. La production d'anticorps dirigés contre ces protéines a pour objectif de fournir des outils de détection de leur présence au sein des tissus minéralisés ou minéralisateurs. Une fois ces protéines identifiées, leur séquence nucléique sera recherchée et le suivi de leur production, depuis l'expression du gène jusqu'à la sécrétion de la protéine, sera entrepris. Ces analyses permettront notamment de comprendre l'implication directe des protéines de la matrice extracellulaire dans la structure des différents polymorphes de carbonate de calcium.

La Perline recombinante a ainsi été produite chez *E. coli* (Proteogenix) et un anticorps dirigé contre cette protéine a été produit. La localisation de la protéine par immuno-histologie au sein des tissus minéralisateurs est en cours de réalisation. La localisation de la protéine au sein des tissus minéralisés ainsi que les tests de fonctionnalité de la protéine recombinante feront l'objet d'une collaboration avec le laboratoire « Biogéosciences » (CNRS-Université de Bourgogne - <http://www.u-bourgogne.fr/BIOGEOSCIENCE>) (Marin, Amons *et al.* 2005).

Action C010201D - Veille zoosanitaire - REPANUI (Réseau de Surveillance pathologie des huîtres perlières en Polynésie française)

Les modalités du réseau de surveillance pathologique, dispositif de fonctionnement du réseau (acteurs), plan d'échantillonnage, définition des zones de surveillance, standardisation des prélèvements, interprétation des analyses histologiques, ont été définies depuis 2003. Une procédure d'urgence en cas de mortalité et/ou de morbidités anormales a été établie. L'effort analytique consenti a permis de déterminer les taux de prévalence, d'infection et les répartitions géographique et temporelle des principaux organismes décrits chez *P. margaritifera* (protozoaires, métazoaires). De plus, la première « bibliothèque » de lames histologiques de référence des tissus sains et parasités des mollusques de Polynésie a été réalisée. En 2007, 440 analyses ont été réalisées et aucun agent pathogène à déclaration obligatoire de la liste de l'Office International des Epizooties (OIE) n'a été diagnostiqué, confirmant le bon état sanitaire des mollusques bivalves analysés en Polynésie française. En outre, aucune déclaration de mortalité et/ou de morbidités anormales n'a été enregistrée au Service de la Perliculture (PRL).

L'ensemble de ces données et le transfert prévu du réseau au PRL, courant 2008, apporteront au Pays les informations et les compétences nécessaires à la gestion de situations de crise liées à la détection de nouveaux agents pathogènes. Afin d'asseoir ce réseau au niveau international, une collaboration avec le Département des Pêches australien vient d'être développée pour poser les bases du premier réseau d'information Pacifique des maladies des huîtres perlières.

Projet Pisciculture marine d'Outre mer - Soutien à la filière poissons lagunaires (C020908)

L'année 2007 est le terme de la convention n° 6.0175 de collaboration sur la « maîtrise technique de la production de poissons lagunaires » entre l'Ifremer et le Service de la Pêche (SPE). Au cours de cette année, les résultats obtenus dans le cadre de la définition du référentiel d'élevage du Paraha peu (*Platax orbicularis*) concernent la totalité des phases de l'élevage, du reproducteur au poisson de taille commerciale.

La reproduction

Entrée en reproduction de géniteurs de 1^{ère} génération (F1)

Pour la première fois, le cycle biologique a été fermé en captivité grâce à l'obtention de pontes fécondées issues d'animaux d'élevage (F1). En effet, deux lots produits en 2004, indemnes de Nodavirus, se reproduisent naturellement après quelques mois d'acclimatation en zone de maturation. Le taux de fécondation des pontes évolue rapidement pour atteindre 90 % en moyenne. La qualité de ces pontes permet pour la 1^{ère} fois la production d'alevins de 2^{ème} génération dont un lot est conservé dans les installations bio-sécurisées pour créer une famille de géniteurs.

Induction environnementale des pontes

Une probable synchronisation environnementale des pontes a été mise en évidence. En effet, la modification du couple « température/salinité » réalisée initialement pour la prévention parasitaire des géniteurs s'accompagne très fréquemment de pontes synchronisées. Deux jours après l'arrêt de cette modification environnementale, une ponte multi-parentale impliquant la majorité des femelles du bassin est obtenue dans plus de 90 % des essais.

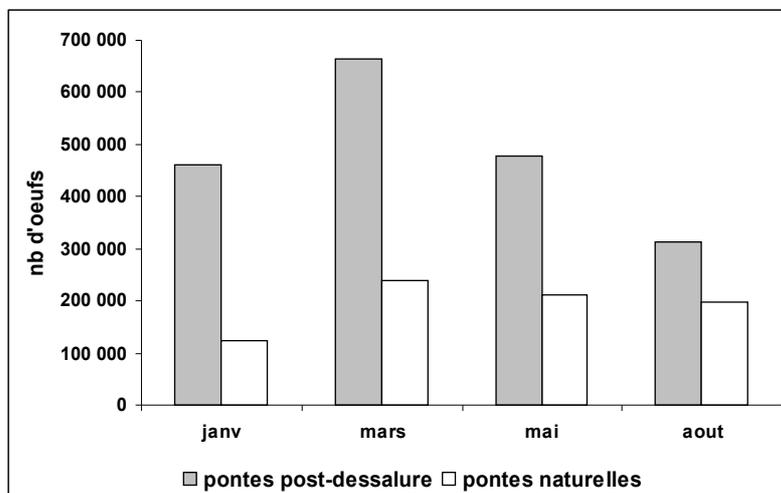


Figure 20 : Comparaison du volume d'œufs récolté sur un lot d'origine sauvage (lot 6) des pontes naturelles et des pontes post dessalure.

La figure 20 montre l'effet positif de cette modification sur le volume d'œufs récolté par ponte. Cet « outil » de gestion est déjà utilisé en routine pour gérer le démarrage des cycles larvaires expérimentaux. Il fera l'objet d'un travail spécifique en 2008 pour évaluer dans un premier temps le rôle joué par le gradient de salinité en température stabilisée. Si cette hypothèse est confirmée, cela contribuera de manière efficace au démarrage du programme de gestion des croisements qui nécessitent l'obtention simultanément de pontes non-parentales.

La phase larvaire et alevinage

Les trois cycles d'élevage larvaire et d'alevinage permettent de disposer aujourd'hui d'une méthode de production d'alevins de *Platax* fiable et reproductible. Cette méthode présente des survies moyennes de 35 % en phase larvaire, et plus de 90 % dans la phase d'alevinage (sevrage compris). De plus, la qualité des alevins produits est optimale avec 100 % de vessies natatoires fonctionnelles et l'absence de malformations (fig. 21).



Figure 21 : Radiographie de contrôle de la présence de la vessie natatoire et de l'absence de malformation vertébrale chez les alevins de Paraha peu (*Platax orbicularis*)

Cette méthode qui doit être fiabilisée et optimisée en 2008 (avec l'augmentation des densités, effet de la domestication...) pourra alors faire l'objet d'un transfert à l'écloserie territoriale de production d'alevins de Paraha peu.

Les premiers essais de sevrage précoce sur un régime alimentaire simplifié, avec l'utilisation de micro-particules dès le 8^{ème} jour d'élevage ont donné des résultats faibles en survie (5,6 %). Par contre, des effets positifs sont observés sur l'homogénéité des tailles des animaux en phase larvaire et sur le passage difficile de la période de la métamorphose. Les larves significativement plus petites à l'issue de cette période, expriment ensuite une croissance compensatrice lors de l'alevinage par rapport aux lots témoins qui subissent quand à eux l'effet du sevrage plus tardif (fig. 22). Une amélioration de la survie est envisageable avec l'optimisation de la disponibilité des micro-particules pour les larves et leur maintien dans le milieu d'élevage.

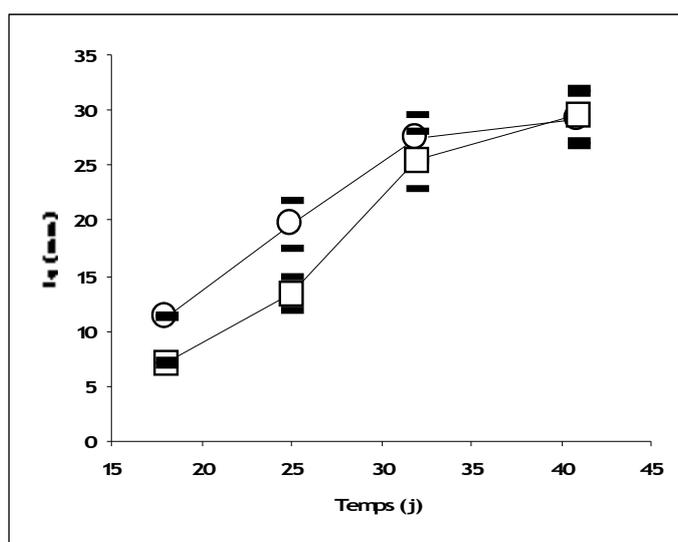


Figure 22 : Evolution de la longueur des alevins en fonction de la période du sevrage (o bassins témoins, bassins sevrage précoce).

Le grossissement

Les élevages en cours

La maîtrise de la production d'alevins a permis la reprise des essais de grossissement en cages, avec le suivi de 8 cages expérimentales à partir de 2 cycles de production. Ce travail qui permet d'établir les références zootechniques de cette phase de l'élevage (Fig. 23 et 24) est une base à conforter sur laquelle des essais en conditions de production sur différents sites pourront être envisagés à moyen terme (début 2009). Un effort particulier concernant la mise au point de méthodes préventives et curatives de traitement des animaux envers les ectoparasites devra être entrepris en priorité en 2008.

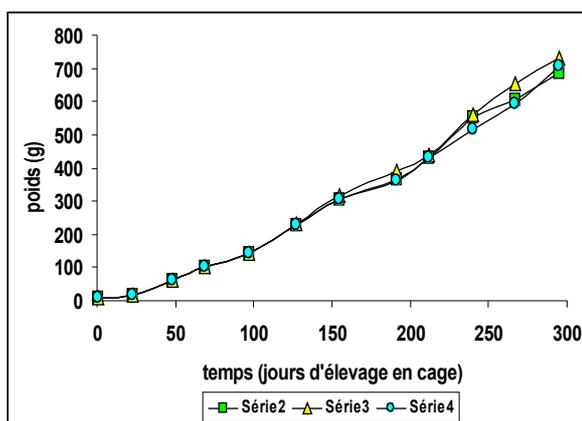
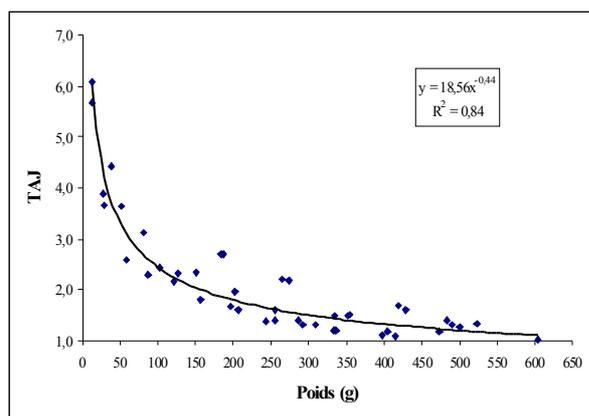


Figure 23 : Evolution du taux d'alimentation journalier en fonction du poids des animaux Figure 24 : Evolution du poids moyen des 3 lots de Paraha peu mis en cages en 2007.

Évaluation de la qualité des animaux produits

En collaboration avec le département STAM, l'étude «**Valorisation du Platax issu d'aquaculture : Transformation - Composition chimique - Caractérisation sensorielle**» a débuté par l'envoi de premiers échantillons d'animaux de 500 g sur Nantes. L'objectif de ce travail est d'apporter aux futurs producteurs des informations indispensables à la bonne conduite des opérations péri abattage et aux étapes de conditionnement/transformation. Les produits bruts et transformés seront caractérisés d'un point de vue biochimique et sensoriel. La recherche de bio-marqueurs permettant d'éviter une concurrence déloyale sur les produits transformés sera effectuée. Cette étude se poursuivra en 2008 par l'analyse de 2 gammes de poids (900 et 1300 g).

Action C020908 - Prophylaxie des poissons lagunaires

Les travaux réalisés dans cette action se déroulent dans le cadre d'une convention entre le service de la pêche (SPE) et l'Ifremer Tahiti (COP). Un agent du SPE est accueilli à plein temps au laboratoire Biotechnologie et qualité de la perle (LBQP) pour travailler sur la prophylaxie des poissons lagunaires (*Platax orbicularis*) et des invertébrés marins (crevette et bécarré). Ainsi, cet agent du SPE a complété sa formation aux techniques d'analyses histologiques, microbiologiques et de biologie moléculaire en accédant à la plate-forme technologique mise en place. Cette plateforme regroupe le matériel de trois organismes que sont l'Ifremer (COPi), le service de la perliculture (PRL) et SPE. Ces deux dernières entités sont des partenaires gouvernementaux.

En 2007, des améliorations ont été apportées au niveau de la biosécurisation de l'écloserie de *Platax orbicularis*. Ainsi des pédiluves et des systèmes de désinfection des mains ont été installés pour limiter l'introduction d'agents pathogènes dans cette zone. Une zone de quarantaine a été aménagée pour accueillir les futurs géniteurs. Ainsi, tous les poissons issus du milieu naturel sont isolés de la zone de maturation pour être traités contre les ectoparasites et font l'objet d'un dépistage du Nodavirus. Suite aux divers traitements et

vérification (absence de parasites externes), seuls les poissons indemnes de Nodavirus sont introduits dans la zone de maturation. Durant cette année, aucune mortalité due au Nodavirus n'a été constatée dans les élevages larvaires de *Platax orbicularis*. La détection se fait toujours à partir des gamètes et par amplification génique (PCR). Afin de faciliter cette détection un projet MOM (Ministère de l'Outre-Mer) a été initié. L'objectif est de développer un kit de détection du Nodavirus pour une sécurisation sanitaire des reproducteurs de poissons d'intérêt aquacole en zone tropicale (La Réunion, Mayotte, Martinique, Polynésie française). Les seules mortalités observées furent dans les élevages en milieu ouvert (cages flottantes dans le lagon). Ces pathologies étaient causées par des ectoparasitoses. Elles entraînent des morbidités et des infections secondaires qui affaiblissent le poisson. De plus le poisson devient impropre à la commercialisation du fait de son aspect peu attractif (plaies rouges sur les flancs, exophtalmie) (Figure 25). Des traitements curatifs et préventifs en milieu ouvert ont été préconisés et sont en cours de développement.



Figure 25 : *Platax orbicularis* affaibli et en cours de traitement suite à une ectoparasitoses

Programme Durabilité des systèmes de production

Modélisation de la dispersion des larves de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en lagon polynésien (C010706)

L'objectif général de cette étude est d'améliorer la connaissance scientifique sur les larves et sur les conditions de leur développement jusqu'à la fixation. Son objectif appliqué est à terme l'élaboration d'outils permettant une gestion intégrée et durable de l'activité de captage de naissain de *Pinctada margaritifera*.

Le travail de l'année a été organisé en trois axes :

- mise en place d'un outil pour la reconnaissance spécifique des larves ;
- étude de l'écologie larvaire (croissance, survie, transport) dans un lagon atelier (Ahe, archipel des Tuamotu) ;
- étude de l'écophysiologie des larves de l'huître perlière en vue du développement d'un modèle de croissance.

Reconnaissance spécifique des larves de l'huître perlière

Le développement d'une méthode de marquage immunologique pour la reconnaissance spécifique des larves de l'huître perlière a débuté en 2005. Ce type d'outil, non destructif, permet d'identifier individuellement les larves de l'espèce cible, de les compter et de déterminer leur stade de développement. Il permet en outre d'envisager la lecture rapide d'une série temporelle de prélèvements. Cette méthode autorise alors l'obtention de données primordiales pour des études sur la croissance et le suivi de cohortes larvaires *in situ*.

L'obtention d'un anticorps spécifique ainsi que le transfert de la méthode d'immuno-marquage au COP ont été menés en 2005-2006. Le protocole de marquage a ainsi pu être testé et validé et a permis de traiter, de manière normalisée, les échantillons de plancton -ou de larves d'écloserie- avec l'objectif de marquer les larves de *P. margaritifera*. Cependant, la spécificité de l'anticorps disponible est apparue insuffisante pour permettre de discriminer correctement les deux espèces du genre *Pinctada* : *P. margaritifera* et *P. maculata*.

Aussi, des essais complémentaires ont été menés en 2007 pour améliorer la spécificité de l'outil immunologique envers les larves de *P. margaritifera*. Il s'agit essentiellement de réaliser une purification du volume restant de sérum obtenu en 2005, dans le but d'en extraire des anticorps (immunoglobulines) plus spécifiques.

Cette opération, qui a été effectuée en collaboration avec le laboratoire de biologie de l'UPF (Université de Polynésie Française), n'a cependant pas permis d'obtenir une concentration suffisante en produit pour être exploitable sur un nombre important d'échantillons. En outre la plus grande partie du sérum restant et des immunoglobulines produites a été perdue par décongélation accidentelle, bien que le stockage ait été organisé en deux lieux différents.

Ceci nous a conduit à prévoir pour 2008 de faire fabriquer de nouveaux anticorps par un laboratoire de génie biologique en métropole, à partir d'un ensemble de larves des deux espèces de *Pinctada* produites sur le COP.

Une alternative par une méthode d'hybridation *in situ* permettant de maintenir l'intégrité des individus marqués (Le Goff-Vitry et al., 2007) est également envisagée. Le marquage, fait dans ce cas directement au niveau de l'ADN, pourrait offrir une spécificité accrue.

Étude de l'écologie larvaire

Quatre campagnes de prélèvement d'environ 6 semaines ont été menées entre avril 2007 et mars 2008 (avril-mai 07, juillet-août 07, novembre 07, février-mars 08). Au cours de ces campagnes, la dispersion des larves et l'évolution des paramètres influençant le développement et la répartition de ces dernières (par exemple : météorologie, température de l'eau, ressource trophique) ont été suivis conjointement. Un plan d'échantillonnage selon différentes échelles spatio-temporelles a été mené afin d'une part, d'identifier les modes de répartition des cohortes larvaires (formation d'agrégats, migration verticale) et d'autre part, de suivre la dispersion de ces cohortes à l'échelle du lagon (zones d'émission, zones de rétention, transferts...). En parallèle, l'étude de collecteurs expérimentaux disposés à chaque campagne permet d'évaluer le succès des fixations en différents sites et selon un profil vertical.

Notre étude permet d'identifier les différentes communautés pico et nano-planctoniques présentes dans le lagon d'Ahe. Nous identifions ainsi deux communautés de nano-plancton (N1 et N2) et 4 communautés de pico-plancton : *Prochlorococcus* (prochl), des pico-eucaryotes (PE) et deux communautés de *Synechococcus* (sy1 et sy2). L'analyse des prélèvements des quatre campagnes permet en outre de mettre en évidence une variabilité spatio-temporelle significative des concentrations aux différents niveaux d'étude. Ainsi, une nette stratification verticale apparaît lors des périodes de faible vent (Fig. 26 a), avec un cycle nyctéméral marqué (Fig. 26 b). D'autre part, des variations de concentration sont mises en évidence à courte échelle temporelle (Fig. 26 a) ainsi qu'à l'échelle saisonnière (Fig. 26 c).

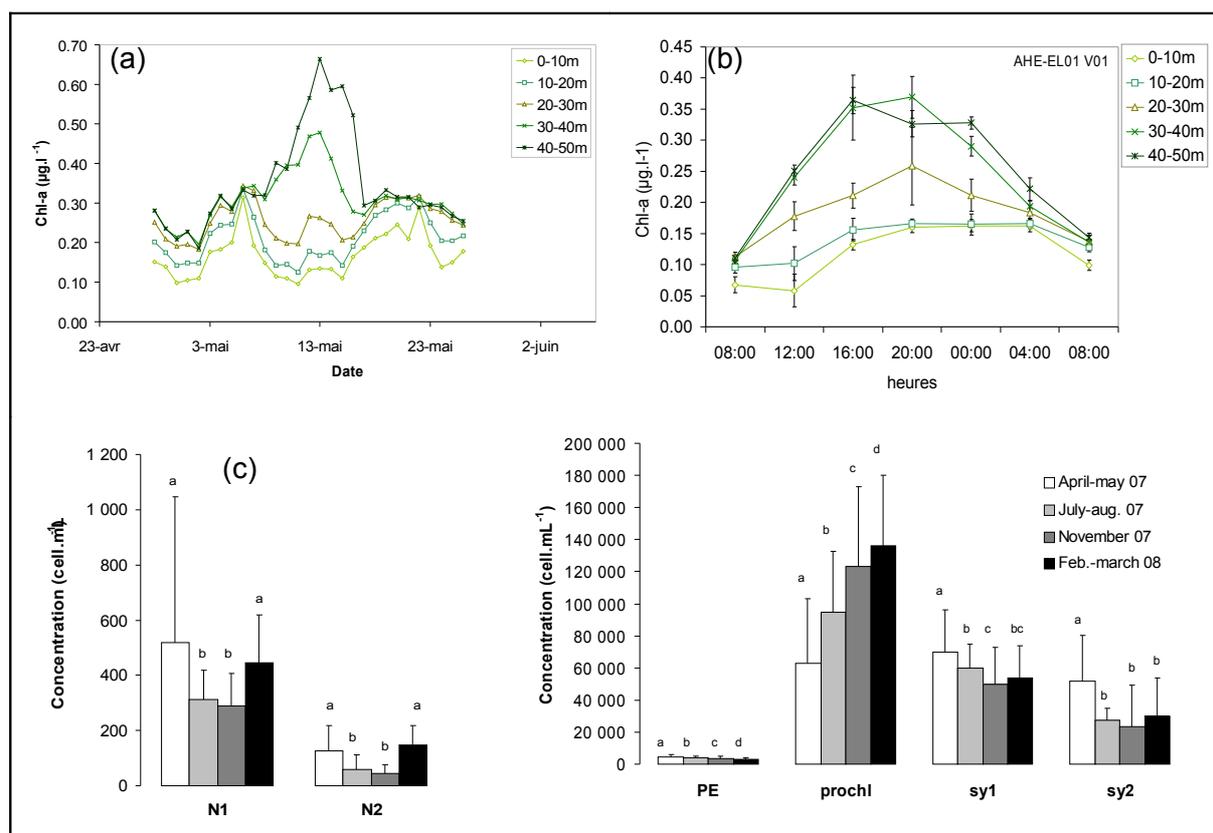


Figure 26 : Extrait de résultats exposant (a) la variation de la concentration en Chlorophylle-a *in vivo* par tranches d'eau de 10 m au cours de la première campagne, (b) la variation nyctémérale de la concentration en Chlorophylle-a *in vivo* au cours d'un cycle de 24h sur la station V01 en avril 2007 et (c) la variation des concentrations des différentes communautés pico et nano-planctoniques au cours des quatre campagnes.

D'autre part, l'analyse des échantillons de plancton récoltés permet d'identifier les patrons de répartition des larves de bivalves aux différentes échelles spatio-temporelles. Il apparaît ainsi une nette structuration verticale des concentrations en larves (Fig. 27 a). Ces dernières se répartissent principalement en milieu de tranche d'eau, entre 15 et 35 mètres de fond. Les suivis sur 24h mettent cependant en évidence l'existence d'une migration verticale vers la surface la nuit et vers le fond la journée (Fig. 27 b). A l'échelle du lagon, une structuration spatiale apparaît nettement d'est en ouest (Fig. 27 c). Deux zones sont plus concentrées à l'est et à l'ouest du lagon et une troisième, en face de la passe, présente des concentrations nettement inférieures.

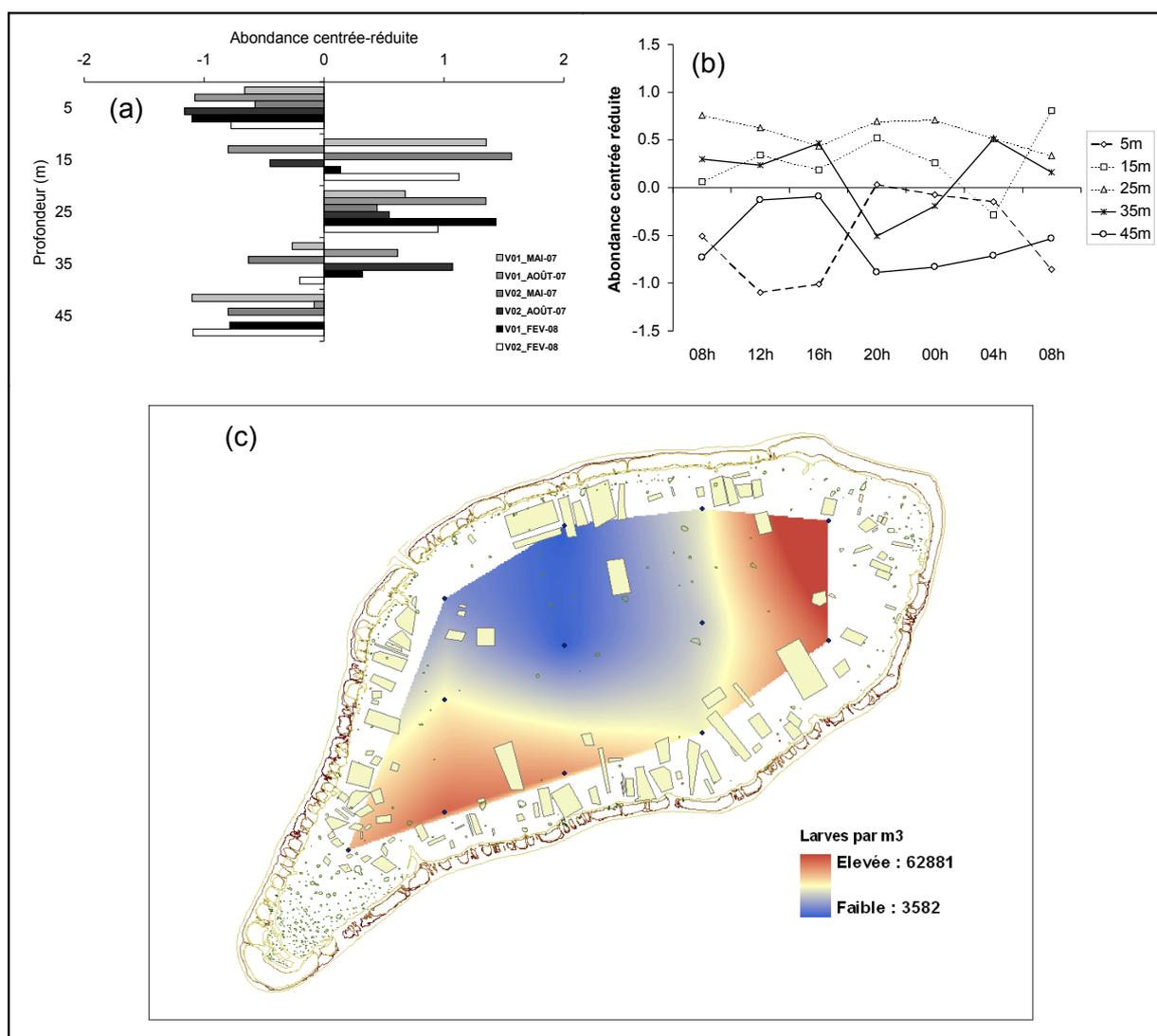


Figure 27 : (a) abondances centrées réduites de larves de bivalves le long du gradient bathymétrique pour les 2 stations et les 3 cycles, (b) évolution des abondances centrées réduites dans les 5 tranches d'eau étudiées au cours des cycles nyctéméraux et (c) cartographie de la répartition des densités moyennes en larves de bivalves à l'échelle du lagon au cours de la campagne de février mars 2008

Enfin, l'analyse des collecteurs expérimentaux, disposés au cours des quatre campagnes permet d'identifier une profondeur privilégiée à 5 mètres pour la fixation des larves d'huître perlière (Figure 28a). D'autre part, des fixations sont observées à chaque saison avec une variabilité spatiale significative pour une des 4 campagnes et une collecte cumulée supérieure en période chaude (Figure 28 b).

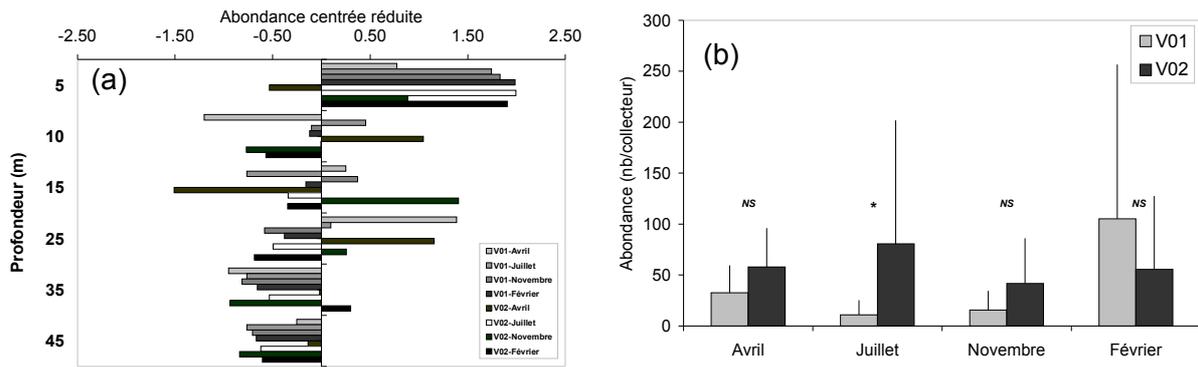


Figure 28 : (a) bilan des abondances centrées réduites de naissain de *P. margaritifera* le long du gradient bathymétrique pour les 2 stations et les 4 campagnes et (b) abondance en naissains de *P. margaritifera* moyennée sur la colonne d'eau pour les deux stations de collectage aux quatre périodes étudiées (écarts types représentant la variation sur la colonne d'eau).

L'ensemble de ces résultats doit être analysé, notamment afin d'extraire les principaux paramètres influençant la répartition des larves et le succès de leur fixation. D'autre part, un travail a été initié avec l'équipe en charge de la modélisation hydrodynamique de l'atoll de Ahe. Ce travail permettra d'extraire la contribution du transport par le courant dans la répartition des larves. A terme, cet outil permettra d'effectuer des tests de scénarios (par exemple : zones de ponte, conditions climatiques) pour évaluer la connectivité à l'intérieur du lagon et extraire les zones de fixation privilégiées.

Écophysiologie des larves et modèle de croissance

Les expérimentations sur l'écophysiologie des larves de l'huître perlière ont pour principal objectif de paramétrer le modèle de croissance (modèle de Dynamique du Budget d'Énergie: DEB, Kooijman, 2000). Le développement d'un tel modèle dans le cas de l'huître perlière doit permettre de simuler la croissance des larves en fonction de deux variables environnementales, température et ressource trophique. Deux actions principales ont été identifiées dans la démarche expérimentale : (i) mesure du taux d'ingestion des larves et (ii) acquisition de données de croissance pour la validation du modèle.

Ingestion

Trois étapes expérimentales ont été programmées : (i) mesure de l'ingestion sur une ration mono-spécifique à différents stades du développement larvaire, (ii) mesure de l'ingestion sur des rations mono-spécifiques d'autres algues à des stades de développement donnés (déterminés d'après (i)) et (iii) mesure de l'ingestion sur du plancton naturel avec l'identification des communautés planctoniques consommées.

Au cours de l'année 2007, un matériel spécifique a été mis au point pour les expérimentations (Fig. 29) et une première série de mesures a été effectuée sur des rations mono-spécifiques de *Chaetoceros sp.* «minus».

Cinq rations ont été suivies en parallèle à raison de 4 bacs (3 litres) par ration : trois bacs avec larves (densité de 7/ml) et un bac témoin sans larves (20 bacs au total). Tous les bacs expérimentaux ont été alimentés en continu de manière à garder une concentration en algues constante autour des larves (100% de renouvellement par heure). Des prélèvements d'eau ont été faits en sortie des bacs expérimentaux et pour chaque ration l'ingestion a été calculée par différence entre les concentrations en algues (mesurées au fluorimètre Turner AC10) dans le bac témoin sans larves et dans chacun des bacs avec larves. Les mesures successives des concentrations en sortie de bac ont été réalisées sur une journée. Cette série de mesures a été répétée sur des larves d'âges différents (3, 7, 11, 15, 19, 22 jours).

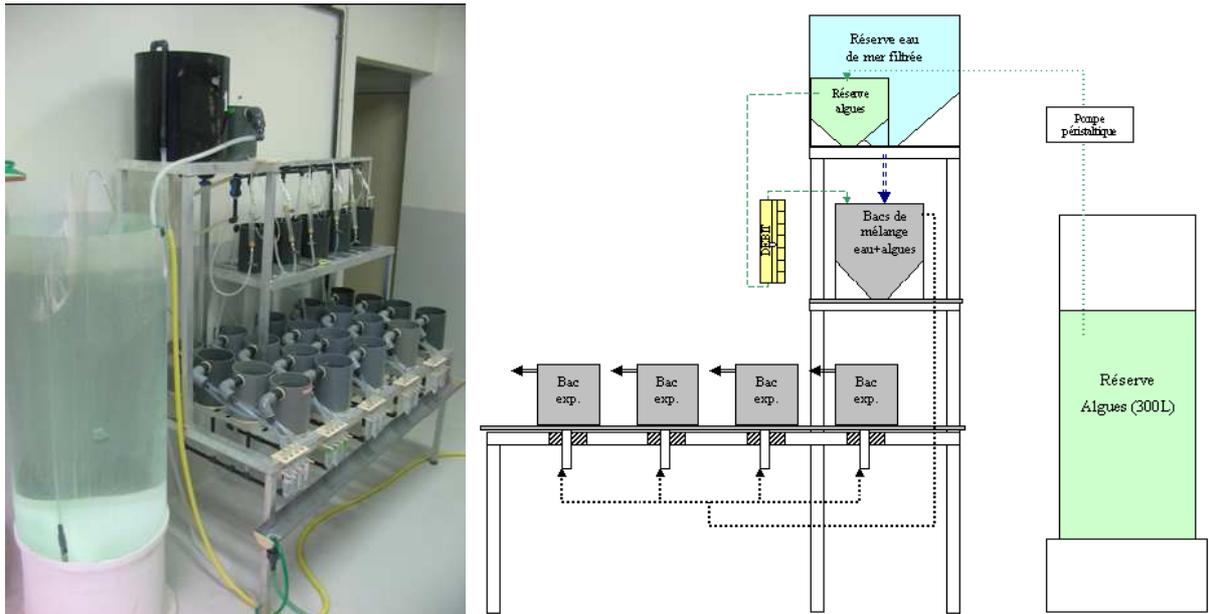


Fig. 29 : photo et schéma de principe de la structure expérimentale pour la mesure de l'ingestion larvaire

Les premiers résultats d'ingestion obtenus (Figure 30) ont été affectés par une répartition non optimale des larves par sous-échantillonnage. A J3, les mesures d'ingestion sont très éclatées avec une gamme de rations testées très insuffisante. A J7, malgré une gamme de rations encore limitée, un profil de saturation de l'ingestion peut être extrait. A J11, les points erronés peuvent être dus à la non-stabilisation du système. Les profils à J15, J18 et J22, bien que peu dispersés, sont correctement marqués avec un niveau d'ingestion maximale bien identifié.

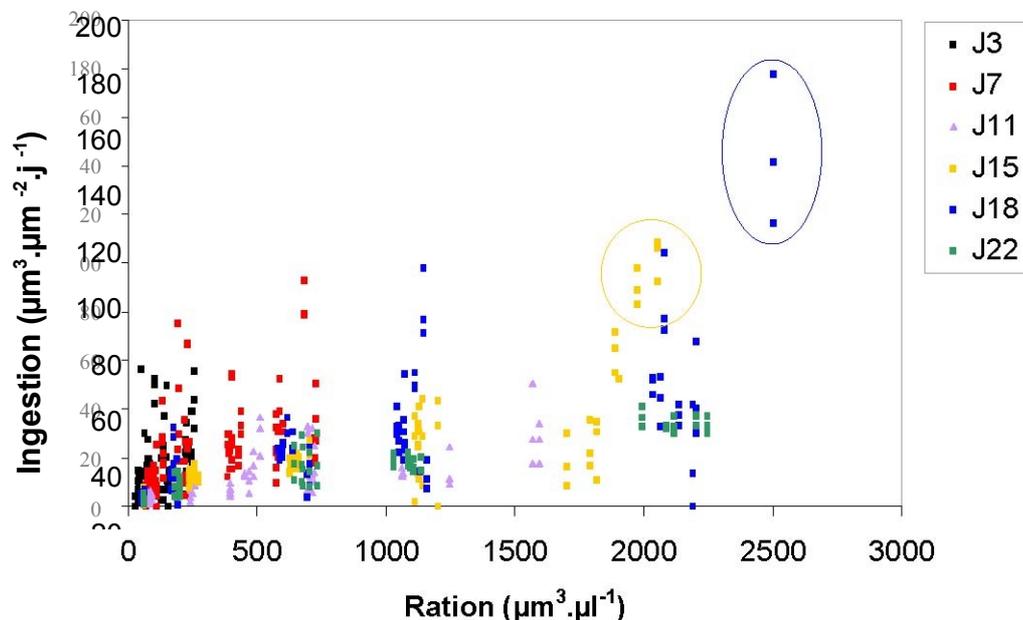


Figure 30 : Évolution de l'ingestion (toutes données non triées) des larves de *P. margaritifera* à J3, J7, J11, J15, J18 et J22 en fonction de la concentration en algue (*C. minus*). Résultats intermédiaires, les surfaces larvaires étant calculées à partir du coefficient de forme de 0,57 (équivalent à celui des larves de *C. Gigas*).

Croissance

Les données de croissance disponibles ont été acquises au cours d'élevages larvaires réalisés au COP en discontinu en bac de 150 litres. Les premières simulations permettent un ajustement correct, malgré des données de forçage nourriture incertaines. Un protocole d'élevage en circuit ouvert semble indispensable pour disposer de données de croissance fiables. La technique est cependant encore expérimentale et les difficultés d'obtention de larves n'ont pas permis plusieurs essais.

Surveillance crevetticulture en Polynésie (C010211A)

L'objectif global de l'action crevetticulture à l'Ifremer est d'apporter un soutien au Pays pour mettre en place un développement durable de la filière crevettes, encore balbutiante, et fragilisée par des dérives zootechniques récurrentes en Polynésie Française. L'objectif est d'approvisionner le marché local en diminuant les importations (50 t de production pour 600 tonnes importées), créant des emplois, et développant une utilisation harmonieuse des ressources lagunaires. Ce travail est réalisé en partenariat avec le Service de la Pêche dans le cadre de conventions (18/02/2005-15/07/2007 suivie de 23/05/2007- 31/03/2009).

Les travaux ont concerné en premier lieu à une assistance technique aux professionnels existants, au transfert des techniques d'élevage aux agents du SPE, à l'expertise au Pays pour la création du futur centre aquacole et à l'accompagnement du développement de la filière. Ces travaux ont donné lieu à de très nombreux contacts résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : visites de fermes et réunions organisées au cours de l'année 2007

Contactés avec la filière et l'EPT	Réunions avec le SPE	Réunions extérieures	Visites extérieures
34	15	5	

En parallèle et sur le plan scientifique les expérimentations ont concerné la poursuite du programme d'expérimentation des élevages de crevettes en cages et la gestion des souches de crevettes. Dans ce cadre ont été effectués des tests de nurserie, de prégrossissement et de maturation en bassins au COP pour une utilisation future par la nouvelle écloserie crevette.

Soutien à la filière

Assistance technique aux éleveurs de crevettes

L'assistance technique aux fermes de crevettes a permis d'aider les fermes au choix technico-économique de production et de fourniture d'un produit frais de grande qualité, gros calibre (30/40) obtenu en mode semi intensif à moindre coût.

Accompagnement de la filière

Un travail en partenariat avec le SPE a été fait pour étudier les mesures de soutien à la filière : projet d'aides directes ou indirectes aux professionnels, projet de protection face aux importations de produits crus, promotion (court-métrage télévisuel, dépliant ...). En effet, au vu des échecs des deux dernières décennies et de la situation de la filière, l'objectif prioritaire doit être de mettre en œuvre des mesures d'accompagnement des nouveaux projets actuels et futurs afin d'aboutir à un développement durable de la filière. Par ailleurs l'Ifremer a participé à l'ensemble des travaux concernant la définition de la nouvelle écloserie avec en particulier le transfert des techniques aux agents du SPE.

Gestion des souches de crevettes polynésiennes

Tests de nurserie pour la nouvelle écloserie

Des essais de nurserie ont été réalisés dans les enceintes de la nouvelle éclosérie. Les performances en survie des post larves ont été comparées à celle de l'éclosérie commerciale du territoire (EPT) (tableau 5). Les résultats confirment l'intérêt d'utiliser des bacs en fibre de verre de 30m³ pour la phase nurserie dans le cadre de la nouvelle éclosérie.

Tableau 5 : Essais de production en nurserie à l'EPT et à Vairao

	EPT		COP	
Mars 2006 cycle EPT 02.06	49 %	65 %	70 %	-
Décembre 2006 cycle EPT 06.06	74 %	51 %	79 %	-
Juillet 2007 cycle COP A-07	64 %	-	89 %	95%

Gestion des lots de reproducteurs en « floc bactérien »

La technique de gestion des lots de reproducteurs en 'floc' est un atout pour le futur centre technique aquacole. En effet, il a été démontré que, en saison chaude, les géniteurs femelles élevés sur milieu floc sans complément alimentaire sont de meilleure qualité (survie, taux de ponte, ...) que ceux élevés en bassin avec un complément alimentaire. En éclosérie de production, outre la meilleure fiabilité de la production en floc, un retraitement de rejets de bassins floc moins importants (mais plus concentrés que ceux des bassins) sera plus facile à mettre en œuvre.

Maturation avec réfrigération du milieu d'élevage

Des tests de réfrigération avec des géniteurs de saison chaude sont réalisés en passant le milieu à température contrôlée (26-27°C) sur une période d'un mois. Ils ont montré qu'il était possible d'obtenir une certaine récupération qualitative (mâles et femelles) sans manipulation stressante des animaux (élimination des spermatophores chez les mâles). La figure 31 montre que les taux de survie dans les bacs floc sont nettement supérieurs à ceux de toutes les autres méthodes. Les résultats de 2007 sur les deux souches élevées au Centre se situent au meilleur niveau des résultats obtenus sur des géniteurs d'élevage au COP. Les meilleurs résultats précédents obtenus dans les années 80 étaient de l'ordre de 4,7 pontes par femelle et par mois, à comparer aux 5,3 pontes obtenus dans cette expérience, et aux 2 à 3 pontes par femelle et par mois obtenues à l'éclosérie territoriale (figure 32).

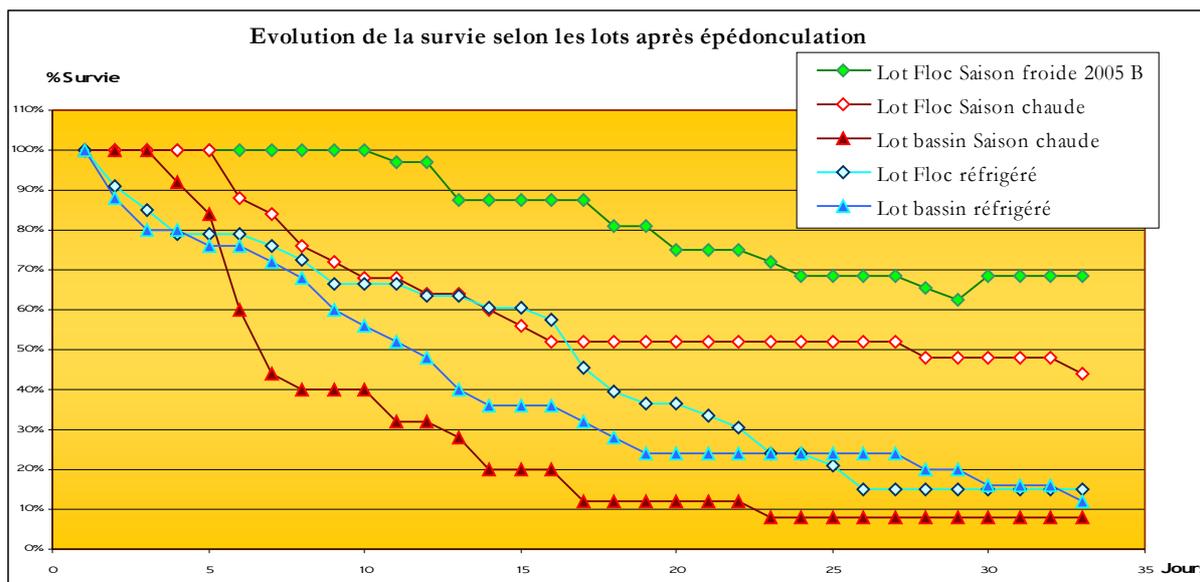


Figure 31 : Évolution de la survie après épédonculation en fonction des conditions d'élevage et de température

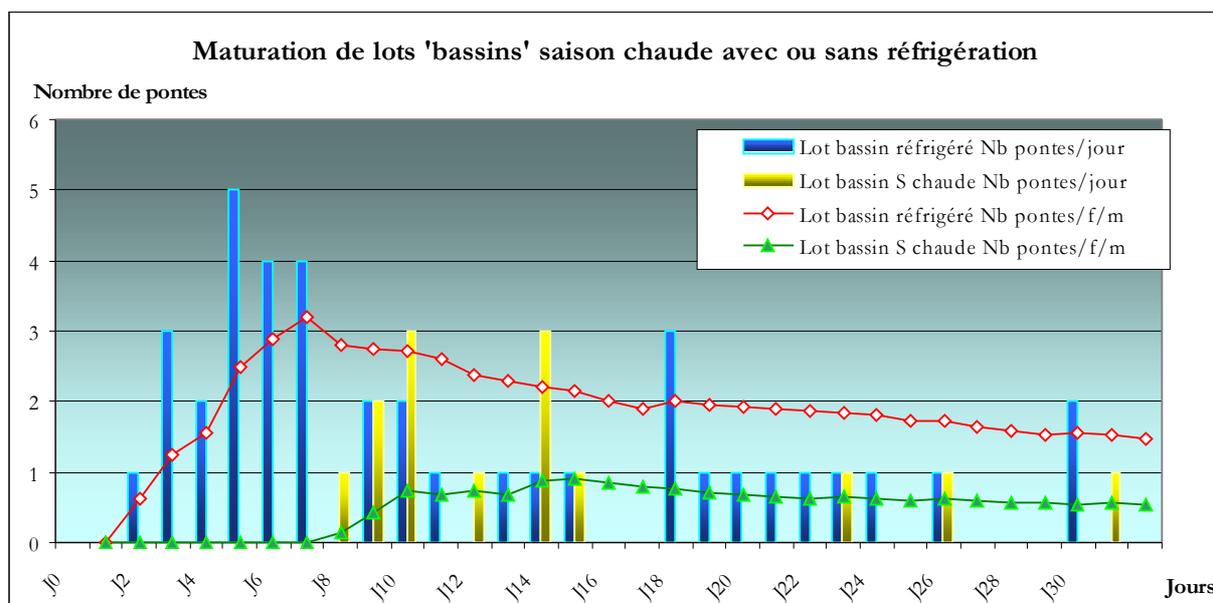


Figure 32 : Évolution du nombre de pontes journalières et du taux de ponte par mois sur des animaux élevés en bassin terre en saison chaude soit sans réfrigération, soit après réfrigération

Un premier essai de production de géniteurs en cages en saison chaude a par ailleurs montré une amélioration du taux de pontes par rapport aux géniteurs produits en bassins. Ces travaux devront être confirmés lors de prochains essais.

Techniques d'élevage des crevettes en cages

Procédures d'élevage et d'essais

Les essais réalisés à ce jour ont permis d'améliorer les structures d'élevage afin d'éviter le problème majeur de la prédation par les poissons. Après ces premiers résultats positifs obtenus sur les structures, mais également sur l'alimentation (enrobage, ajout de supports de biofouling, et apport de plancton par éclairage solaire), les procédures techniques de base pour les phases de prégrossissement et de grossissement sont bien avancées mais pas encore arrêtées. Pour valider ces protocoles de base et améliorer la technique, une

méthode rigoureuse d'expérimentation sera désormais développée : obtention de lots homogènes, utilisation de triplicats et comparaison statistique des résultats.

Structures

Malgré quelques différences sur certaines expériences, les conditions expérimentales ne nous permettent pas encore de fixer le choix du filet.

Prégrossissement

Les essais ont montré la nécessité de bien contrôler l'alimentation des post-larves. Malgré une bonne croissance et un bon indice de conversion, la survie la meilleure obtenue jusqu'à présent est de 37,5%. L'objectif est donc désormais d'atteindre 50 % et si possible 70% en survie de pré grossissement. Il s'agit également de fixer la taille finale de cette phase et de préciser les conditions de transfert en grossissement (sans ou avec manipulations, tris, échantillonnages). Les prochaines expérimentations porteront sur l'âge initial à la mise en cages, le tri initial éventuel, la densité, le volume, et les conditions de transfert.

Grossissement

Malgré des premiers résultats de croissance et de rendements intéressants (2,5 kg/m²/production) la survie en cages de grossissement reste encore faible (18%) et de ce fait des taux de conversion élevés, et donc c'est le premier problème à résoudre. Notre priorité doit être de développer un protocole de base qui reste à préciser. Plusieurs pistes de travail sont prévues : densité, tri initial, volume d'élevage, et surtout l'alimentation.

Tableau 6 : Résultats de grossissement en cages « essai 2007-01 » comparés à l'essai 2006-02

Cages	Brésil 1	Brésil 2	Kersaudy 1	Kersaudy 2	T1 2006-02
Nombre semencé	2573	2527	4248	4230	5000
Quantité pêchée (en g)	10 055	9 760	11 495	8 465	10 245
Poids ind. à la pêche	18,38±0,57	18,88±0,65	16,82±0,71	18,19±0,80	16,3±0,75
N. animaux pêchés	547	517	683	465	645
Survie en %	21,3	20,5	16,1	11,0	11,5
Indice de conversion	4,1	3,7	5,1	6,2	6,2
Durée élevage (jours)	128	128	128	128	89

Les courbes de croissance des animaux, quelque soit le type de filets, semblent similaires. Les courbes vertes (Figure 33) foncé et clair représentent respectivement la croissance moyenne des 2 élevages de crevettes en cage du test 02-2006 à 250/m² utile et la croissance des crevettes élevées en bassin terre par les stagiaires Kraken à 60/ m².

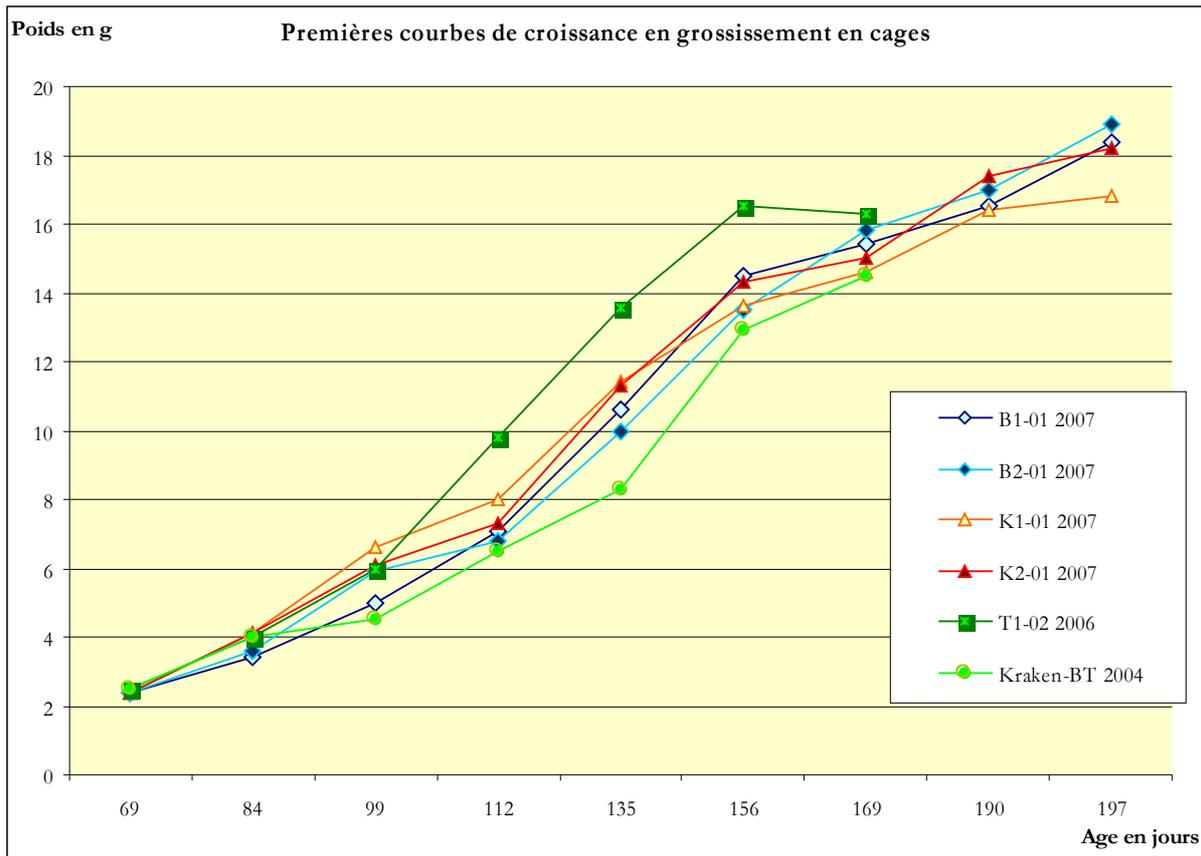


Figure 33 : Croissance des crevettes en cages « essai 2007.01 » comparées à T1 (essai 2006.02) et témoin Kraken

Perspectives 2008

La convention générale du GDR ADEQUA a été signée en 2007. L'objectif de 2008 sera de préciser et planifier les différentes actions du GDR. Une réunion regroupant l'ensemble des acteurs du programme est prévue en début d'année début 2008. Par la suite, chacun des dix organismes de recherche concernés devra passer une convention particulière avec le Ministère de la Pêcheries de Polynésie française qui finance le GDR.

La première phase de deux ans du programme PERDUR sera menée à terme. La suite de ce programme axée sur les ressources génétiques de l'huître perlière (contrat de projet Etat-Polynésie) sera à définir en 2008.

Dans le domaine de la perliculture, le renforcement des relations avec l'Université de Polynésie française sera poursuivi. L'Ifremer accueille et co-encadre quatre doctorants. L'Ifremer met également à disposition de l'UPF les facilités du Centre Océanologique du Pacifique dans le cadre de l'accueil de deux maîtres de conférence impliqués dans les programmes de recherche sur la perliculture (cryopréservation des gamètes, étude de la qualité des nucleus). L'Ifremer participera à la mise en place de l'Ecole doctorale UPF-UNC. Cette coopération très active a été mise en place de manière informelle en fonction des possibilités de financement des projets et de la disponibilité des équipes. On cherchera en 2008 à la formaliser en travaillant à la définition d'une unité mixte de recherche.

Dans le domaine de la pisciculture et de la crevetticulture, outre la poursuite des programmes engagés, le COP poursuivra son soutien du Service de la pêche pour la création du Centre Technique Aquacole.

Programmes

Ecologie larvaire, croissance et reproduction de l'huître perlière

La thèse sur l'écologie larvaire sera poursuivie avec un accent mis sur la définition du modèle de croissance larvaire (modèle DEB). Les données d'écophysiologie en laboratoire seront complétées par des données in situ de broutage sur le plancton de l'atoll de Ahe acquises au moment des missions sur le terrain du programme FED concernant la détermination des ressources trophiques de l'huître perlière. Un travail sur le couplage du modèle biologique et le modèle hydrodynamique sera entamé avec l'IRD.

La thèse sur la croissance et la reproduction de l'huître perlière intitulée « **Déterminisme environnemental de la croissance et de la reproduction de l'huître perlière "*Pinctada margaritifera* »** (J Fournier) débutera en 2008. L'accent sera mis sur l'étude du comportement alimentaire des juvéniles et adultes. Ce travail sera également couplé avec l'étude des ressources trophiques de l'huître perlière du programme FED.

Domestication

La technique d'élevage en éclosérie mise au point au COP permet de produire les familles nécessaires au travail de sélection. Cependant un travail reste à faire sur certaines phases perfectibles et en particulier au niveau des élevages larvaires pour lesquels un système en circuit ouvert sera testé. De la même façon le conditionnement des reproducteurs n'est pas encore suffisamment au point et devra faire l'objet d'un travail soutenu en 2008.

Le travail sur la sélection sur la couleur des perles sera poursuivi avec d'une part la mise au point d'une méthode objective de mesure de la couleur des perles à partir de photos numériques et d'autre part la vérification de l'héritabilité de la couleur au moyen de greffes expérimentales sur les familles d'huîtres perlière disponibles.

Pour les huîtres triploïdes, une surgreffe a été pratiquée sur les individus analysés dans ce rapport. Elle permettra de compléter et de confirmer les résultats obtenus concernant

l'amélioration de la qualité des perles apportée par l'utilisation d'huîtres receveuses triploïdes.

Amélioration de la Qualité des Perles

Dans le domaine de l'optimisation de la greffe différents résultats obtenus en 2007 seront analysés. C'est le cas de l'expérimentation sur l'influence de la hauteur de découpe des greffons sur la qualité des perles : la récolte des perles a été effectuée fin 2007 et a été suivie d'une surgreffe. Les résultats complets seront disponibles fin 2008. Cette expérience donnera lieu à une analyse complémentaire pour étudier la corrélation éventuelle entre le taux d'expression dans les greffons des différents marqueurs de minéralisation et la qualité des perles

L'expérimentation concernant l'influence des différents nucleus utilisés en Polynésie donnera lieu à une récolte fin 2008 ou début 2009.

Le travail sur les marqueurs de minéralisation sera amplifié. L'approche gènes-candidats a permis d'identifier trois gènes impliqués dans la minéralisation : perline, calcine et aspéine. Les connaissances concernant ces trois gènes seront approfondies en 2008. Cette approche gènes-candidats sera complétée par une approche plus globale pour identifier d'autres marqueurs de bio minéralisation. La première campagne d'échantillonnage (greffe ADEQUA#1) effectuée en novembre 2007 a permis de récolter les échantillons pour l'étude du transcriptome et du protéome des greffons et sacs perliers. Ce travail sera réalisé dans le cadre d'une thèse (C. Joubert) débutée en Novembre 2007 et intitulée « **Amélioration de la qualité des perles de *Pinctada margaritifera* de Polynésie française : identification de gènes de la minéralisation de la perle et développement de biomarqueurs appliqués à la sélection d'huîtres donneuses de greffons** ». Il s'élargira par des travaux post-doctoraux portant sur la « **Mise au point et le suivi de marqueurs biochimiques de la biominéralisation des perles de l'huître perlière, *Pinctada margaritifera*** ».

Une autre thèse visant à déterminer l'influence de l'environnement sur la qualité des perles débutera en 2008 : « **Écophysiologie de la croissance coquillière de la pintadine, *Pinctada margaritifera* et relations avec la croissance de la perle.** » (C. Linard)

Veille zoosanitaire

L'année 2008 verra le transfert complet de la gestion du réseau de veille zoo sanitaire sur l'huître perlière au Service de la perliculture. Un adossement du COP au laboratoire de pathologie des mollusques de La Tremblade est prévu pour apporter un soutien en cas d'apparition d'agents pathogènes nouveaux.

Pisciculture

Le point fort de la convention 2006/2007 est la levée de tous les points de blocage identifiés dans la phase larvaire et l'établissement d'une référence de production de larves. Ceci va permettre de poursuivre les expériences de grossissement avec de meilleures bases, c'est à dire sans limitations ni de la quantité ni de la qualité des alevins produits. Dans le cadre de la nouvelle convention (2008/2009) nous devons d'abord poursuivre l'acquisition de connaissances qui va consolider nos acquis et apporter des réponses à nos interrogations, avec plusieurs priorités :

- Tests de grossissement en cages à grande échelle avec des producteurs, informations sur la qualité et sur les paramètres technico économiques (coût de production et marché).
- Synchronisation des pontes et mise en place d'un plan de croisement de géniteurs de Paraha peu pour diminuer le risque lié à la consanguinité et engendrer du progrès génétique par domestication et/ou sélection.
- Optimisation et fiabilisation de la phase larvaire avec comme objectifs de répondre aux questions de l'effet de la densité, du sevrage précoce, de la génération (F1/F2) sur la survie, la croissance et la qualité des larves produites.
- Evaluation des rejets biologiques des poissons en cages. Ce sera la première étape des travaux liés aux relations entre l'aquaculture et l'environnement qui nous permettront à terme de comprendre, d'évaluer puis de gérer les impacts éventuels des rejets de la pisciculture sur le milieu lagunaire.

En parallèle, un deuxième objectif concerne le transfert de savoir faire et de méthodologie vers le secteur privé. Ce transfert sera initié dès 2008 en apportant un soutien dans le cadre de la construction de l'écloserie du pays.

En ce qui concerne la prophylaxie les résultats obtenus sur le nodavirus sont à la base du projet inter ministériel de l'Outre Mer (MOM), Trident (TRIple DEtection du Nodavirus tropical) qui sera financé à partir de 2008 pour deux ans.

Crevetticulture

Les principales actions qui devraient être menées dans le cadre de la collaboration SPE-Ifremer seront les suivantes :

- Gérer la souche de reproducteurs crevettes et programmer les conditions du transfert au Pays.
- Poursuivre le programme d'expérimentation des élevages de crevettes en cages de façon à fournir les réponses liées aux conditions nécessaires au transfert et au développement de fermes liées à cette technique.
- Poursuivre l'activité d'expertise et d'assistance technique aux professionnels et porteurs de projet polynésiens.
- Poursuivre la formation des techniciens et CVD en aquaculture du service de la pêche.
- Assister le Pays à la mise place et au démarrage de deux écloseries sur le site de Vairao.
- Pratiquer des essais de nurserie, de pré grossissement et de maturation en bassins au COP pour une utilisation future par la nouvelle écloserie crevette.
- Reprendre les relations avec la filière Calédonienne, et les développer dans un cadre consensuel avec le Pays.

Bibliographie

- Belcher, A. M. and E. E. Gooch (2000). Protein components and inorganic structure in shell nacre. . Biomaterialization. E. Baeuerlein. Weinheim, Wiley-VCH: 221-249.
- Cochennec-Laureau N., Cochard J.C, Levy P., Haffner P. et Tréguier C. (2005). Etude comparative de la qualité des nucleus commercialisés en Polynésie Française : influence sur la qualité de la perle. Rapport de convention Ifremer - PRL n° 4.0019.
- Fritz, M., A. M. Belcher, et al. (1994). "Flat pearls from biofabrication of organized composites on inorganic substrates. ." Nature **371**(01 Sep 1994) : 49-51.
- Gotliv, B. A., N. Kessler, et al. (2005). "Asprich: A novel aspartic acid-rich protein family from the prismatic shell matrix of the bivalve *Atrina rigida*." Chembiochem **6**(2) : 304-14.
- Lowenstam, H. A. and S. Weiner (1989). Minerals and Macromolecules. on biomaterialization. Oxford, Oxford University Press : 7-24.
- Mao Che, L., S. Golubic, et al. (2001). "Developmental aspects in the Polynesian pearl oyster *Pinctada margaritifera* var. *cumingii*. ." Oceanol Acta **24** : S37-S49.
- Marin, F., R. Amons, et al. (2005). "Caspartin and calprismin, two proteins of the shell calcitic prisms of the Mediterranean fan mussel *Pinna nobilis*." J Biol Chem **280**(40): 33895-908.
- Marin, F. and G. Luquet (2004) Molluscan shell proteins C.R. Palevol **3** : 469-492.
- Montagnani C., Belliard C., Hui B., Levy P., Cochennec-Laureau N. (2006). Etude du déterminisme des défauts à la surface des perles de l' huître perlière, *Pinctada margaritifera*. Rapport de convention Ifremer-PRL n° 5.0117.
- Takeuchi, T. and K. Endo (2006). "Biphasic and dually coordinated expression of the genes encoding major shell matrix proteins in the pearl oyster *Pinctada fucata*." Mar Biotechnol (NY) **8**(1) : 52-61.
- Takeuchi, T. and K. Endo (2006). "Biphasic and dually coordinated expression of the genes encoding major shell matrix proteins in the pearl oyster *Pinctada fucata*." Mar Biotechnol (NY) **8**(1) : 52-61.
- Trecanni, L., S. Khoshnavav, et al. (2003). Biomaterializing proteins with emphasis on invertebrate-mineralized structures. Biopolymers.
- Tréguier C., Hui B., Montagnani C., Cochennec-Laureau N. (2006) Analyse de l'opération de greffe pour en optimiser les résultats. Rapport final de la convention Ifremer- PRL N° 6.0133
- Tsukamoto, D., I. Sarashina, et al. (2004). "Structure and expression of an unusually acidic matrix protein of pearl oyster shells." Biochem Biophys Res Commun **320**(4) : 1175-80.
- Wilt, F. H. (2005). "Developmental biology meets materials science: Morphogenesis of biomaterialized structures." Dev Biol **280**(1) : 15-25.
- Wilt, F. H., C. E. Killian, et al. (2003). "Development of calcareous skeletal elements in invertebrates." Differentiation **71**(4-5) : 237-50.

Publications 2007

Articles dans revue à comité de lecture

Gauquelin F., G. Cuzon, G. Gaxiola, C. Rosas, D.P. Bureau, L. Arena and J.C. Cochard (2007). Effects of dietary protein level on growth and energy utilisation by *litopenaeus stylirostris* under laboratory conditions. *Aquaculture*, **271(1-4)** : 439-448.

Aquila J., G. Cuzon, C. Pascual, P.M. Domingues, G. Gaxiola, A. Sanchez, T. Maldonado and C. Rosas (2007). The effects of fish hydrolysate (CPSP) level on *Octopus maya* (Voss and Solis) diet : digestive enzyme activity, blood metabolites and energy balance. *Aquaculture*, **273(4)** : 641-655.

Rosas C., G. Cuzon, C. Pascual, G. Gaxiola, C. Gabriela, L. Darwin, M. Nelda, D. Teresita and M. Pedro (2007). Energy balance of *Octopus maya* fed crab or an artificial diet. *Marine Biology*, **152(2)** : 371-381.

Le Moullac G., H. Bacca, A. Huvet, J. Moal, S. Pouvreau and A. Van Wormhoudt (2007). Transcriptional regulation of pyruvate kinase and phosphoenolpyruvate carboxykinase in the adductor muscle of the oyster *Crassostrea gigas* during prolonged hypoxia. *J Exp. Zool.*, **307A** : 371-382.

Le Moullac G., P.G. Fleury, J.R. Le Coz, J. Moal and J.F. Samain (2007). Effect of sediment nearness on the metabolic enzyme activity and energy state of the oyster *Crassostrea gigas*. *Aquatic Living Resources*, **20** : 279-286.

Le Moullac G., I. Quéau, P. Le Souchu, S. Pouvreau, J. Moal, J.R. Le Coz and J.F. Samain (2007). Metabolic adjustments in the oyster *Crassostrea gigas* according to oxygen level and temperature. *Marine Biology Research*, **3** : 357-366.

Montagnani C., J.C. Avarre et al. (2007). First evidence of the activation of Cg-timp, an immune response component of Pacific oysters, through a damage-associated molecular pattern pathway. *Dev. Comp. Immunol.*, **31(1)** : 1-11.

Ouvrages ou articles de synthèse dans ouvrages

Lambert C., J. Moal, G. Le Moullac et S. Pouvreau (2007). Les risques associés à la physiologie de l'huître en période de reproduction. *Défi Morest. Samain J.F. and McCombie H. (eds). Ed. Ifremer/Quoe.* pp 51-94.

Burgeot T., B. Gagnaire, T. Renault; J. Haure, D. Moraga, E. David, I. Boutet, P.G. Sauriau, N. Malet, V. Bouchet, A. Le Roux, S. Lapègue, K. Bouilly, G. Le Moullac, G. Arzul, J. Knoery, F. Quiniou, C. Bacher and P. Soletchnik (2007). Les risques associés au stress environnemental. *Défi Morest. Samain J.F. and McCombie H. (eds). Ed. Ifremer/Quoe.* pp 95-139.

Moal J., C. Lambert, S. Pouvreau, G. Le Moullac, J.F. Samain (2007). Le facteur de risque température. *Défi Morest. Samain J.F. and McCombie H. (Eds). Ed. Ifremer/Quoe.* pp 271-289.

Communications pour colloque ou groupe de travail

Cochennec-Laureau N., A. Fougerouse, A. Pellan and P. Levy (2007). Zoo-sanitary monitoring network for the pearl oysters *Pinctada margaritifera* in French Polynesia. *World Aquaculture Society, March 5-9 2007, San Antonio.*

Montagnani C., C. Belliard, E. Fleury, D. Piquemal and N. Cochenec-Laureau (2007). Fonctionnal characterization of mineralization markers in the Pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *World Aquaculture Society, March 5-9 2007, San Antonio.*

Évaluation du Département Aquapoly

Aquapoly et al., (2007). *Rapport de bilan et prospective pour la période comprise entre le 1^{er} janvier 2002 et le 31 décembre 2006.* 104pp.

Rapports finaux de contrat (CEE, FAO, Convention)

Cochard J.C., A. Bennett, B. Hui, G. Le Moullac, M. Maihota, A. Matehau, J. Moriceau, R. Ramanantseheno, C. Soyey, M. Temataua, R. Tetumu, H. Teissier, J. Tiapari, V. Vonau, V. Vanaa et M. Demoy-Schneider (2007). Etude de la domestication de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. *Rapport final de la convention n°7.0028 établie entre le Service de la Perliculture et l'Ifremer-Tahiti.* 79pp.

Saugeon C., A. Fougerouse, A. Pellan, P. Levy et N. Cochenec-Laureau (2007). Bilan final 2004-2007 du Réseau de Veille Zoosanitaire REPANUI des huîtres perlières *Pinctada margaritifera* en Polynésie française. *Rapport final de la convention n°7.0029 établie entre le Service de la Perliculture et l'Ifremer-Tahiti.* 53pp.

Goguenheim J., G. Remoissenet, G. Cuzon, R. Bernardino, L. Vehiatua, S. Flohr et T. Blais (2007). Assistance technique et au développement durable de la filière crevettes en Polynésie française. *Rapport final de la convention 5.0016/2005 établie entre le Service de la Pêche et l'Ifremer-Tahiti.* 74pp.

Autres types de rapports

Mémoires d'étudiants (INA-PG, DEA, ISPA, IUT, Maîtrise, Ingénieurs)

Delahaye C. (2007). Ecophysiologie de la nutrition de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* et relation entre le niveau trophique et l'effort de reproduction. Rapport de stage Master 2 Professionnel «Exploitation des Ressources Vivantes Côtières» Université de Caen - I.B.F.A. 59pp.

Mazella A. (2007). Etude des sources d'alimentation potentielles des larves de l'huître perlière à l'échelle d'un lagon des Tuamotu, Ahe (Polynésie française). *Mémoire de fin d'étude Licence Professionnelle «Aquaculture et Gestion Durable de l'Environnement» Université de la Rochelle.* 43pp.

Saugeon C. (2007). Bilan du réseau de surveillance épidémiologique des pathologies de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en Polynésie française. Bilan des années 2004 à 2007. *Rapport de stage C.E.A.V. de Pathologies animales en régions chaudes.* 60pp.

Saugeon C. (2007). Validation du fonctionnement du réseau de surveillance épidémiologique des pathologies de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en Polynésie française (REPANUI). *Rapport de stage C.E.S. d'épidémiologie animale.* 54pp.

Ramanantseheno R. (2007). Mesure de la fertilité et de l'effort de reproduction de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* : effet du conditionnement. *Rapport de stage de 2^{ème} année de Master BGAE.* 46pp.

INDICATEURS DE PRODUCTION 2007

Fiche n°3	Publications scientifiques et technologiques référencées dans une base documentaire (Current - CC et Institute for Scientific Information - ISI)	2
Fiche n°4	Articles destinés au grand public	12
Fiche n°5	Autres publications et rapports à diffusion restreinte	5
Fiche n°6	Communications scientifiques et technologiques en réunions professionnelles	7
Fiche n°14	Nombre d'avis et expertises ayant donné lieu à un document écrit	
Fiche n°15	Nombre de données annuelles de surveillance enregistrées dans les bases de données (Quadrigé, SIH, REMORA, REPAMO, REPANUI)	967
Fiche n°31	Pourcentage de ressources propres	11 %
Fiche n°35	Nombre de doctorants accueillis dans des locaux de l'Ifremer et dans les UMR contractualisées pour des périodes supérieures à trois mois	1
Fiche n°37	Nombre de post-doctorants accueillis dans les mêmes conditions	1
Fiche n°38	Nombre de docteurs d'Etat et de personnels HDR dans les effectifs CDI de l'Ifremer	1
Fiche n°39	Nombre de personnels ayant donné des cours	1
Fiche n°40	Nombre d'heures de cours	30
Fiche n°41	Nombre de stagiaires pour une durée supérieure à 5 jours bac à bac+2	3
Fiche n°42	Nombre de stagiaires pour une durée supérieure à 5 jours bac à bac+3 et plus	4
Fiche n°43	Nombre de missions de chercheurs à l'Ifremer et à l'étranger	6
Fiche n°44	Séjours de plus de 2 mois de chercheurs étrangers dans des laboratoires IFREMER	1
Fiche n°45	Nombre de visites de délégations étrangères	1
Fiche n°46	Conventions de coopération avec des organismes étrangers, européens inclus : PAI, Australie	

ANNEXES

ANNEXE 1

Programme intégré État-Polynésie Française « Perliculture Durable »

Acronyme : PERDUR

Contexte

Fin du contrat de développement État-PF CD2, report *sine die* d'un éventuel CD3.

Décision État : cofinancer un nombre restreint de projets de recherche proposés par la PF.

Critères décisifs : Intégration des équipes dans une démarche commune, coordination par agent d'un organisme de recherche reconnu.

Procédure et calendrier

	Prévision	Réalisation
Proposition aux organismes de recherche (DRRT)		Septembre
Dépôt des projets, pré-évaluation par DRRT	mi octobre	mi-octobre
Transmission gouvernement PF	décembre	mi-décembre
Choix de projets PF et transmission ANR	mi-janvier	avril
Retour expertise ANR	mars	septembre
Mise à disposition des fonds ANR		décembre 2007
Mise à disposition des fonds PF		février 2007 ?Objectifs

Poursuivre, dans une perspective pluriannuelle à plus long terme, les actions déjà engagées destinées à fournir à la Polynésie française des méthodes permettant de sécuriser et de pérenniser la production et des outils permettant d'en améliorer la rentabilité.

Actions

1. Écologie larvaire : analyse et modélisation de la production naturelle des larves et de leur dispersion (Ifremer, PRL, UBO, UPF, IRD)
2. Analyse génétique de la collecte du naissain : collecte expérimentale analyse de la composition des cohortes (Dalhousie, PRL)
3. Analyse de la variabilité de la ressource : analyse de la variabilité génétique des populations de 10 atolls, relation entre populations sauvages et cultivées (Dalhousie, EPHE-CNRS, PRL)
4. Conservation du patrimoine génétique : Cryoconservation du sperme (UPF, Ifremer, PRL)
5. Techniques d'écloserie et conditionnement des reproducteurs : Production de familles biparentales (Ifremer, Dalhousie, PRL)
6. Production de naissain triploïde : évaluation de l'intérêt pour la perliculture (PRL, Ifremer)
7. Sélection d'huîtres donneuses de greffon : analyse de la variabilité de couleur et de croissance de perles issues de familles produites en écloserie (Ifremer, PRL)
8. Approche génomique de l'expression de la couleur : comparaison de l'expression d'huîtres de couleurs différentes par banques soustractives (EPHE-CNRS, PRL)
9. Optimisation de la greffe : description et l'analyse des différentes étapes de l'acte opératoire, validation expérimentale (Ifremer, PRL)
10. Évaluation du rôle du nucléus : testage à grande échelle dans 5 fermes (IFREMER, PRL)
11. Analyse fonctionnelle du sac perlier : comparaison de sacs perliers ayant abouti à la formation de perles de qualité différente par approche SAGE, banques EST (Skuld-tech, UM2, Ifremer)
12. Veille zoo sanitaire (PRL, Ifremer)

Répartition des subventions État et Polynésie française (total : 323 604 €)

	2006	2007	Total par partenaire
IFREMER (dont Skuld-tech)	42 100 €	45 231 €	87 332 €
EPHE / CNRS	21 122 €	22 693 €	43 815 €
UPF	7 619 €	8 186 €	15 805 €
DALHOUSIE UNIV.	7 159 €	7 691 €	14 850 €
Subventions ANR ou PF	78 000 €	83 802 €	161 802 €

ANNEXE 2
Projet du Groupement De Recherche (GDR)
Amélioration de la Qualité des perles de *Pinctada margaritifera*
en Polynésie française
Acronyme : ADEQUA

Organisme responsable du projet : Service de la perliculture

Organisme coordonnateur scientifique du projet : Ifremer COP, Laboratoire de Biotechnologie et Qualité de la Perle

Durée du projet : 4 ans (2007-2010)

Contexte : La perliculture est le premier secteur exportateur polynésien pour une valeur d'environ 100 millions d'euros (2005). Toutefois, la dégradation de la qualité des perles entraîne, depuis 2001, une chute du prix du gramme de perle à l'exportation (>30%). Plusieurs conventions (Ifremer-PRL) ont montré qu'il n'existe pas une seule cause identifiée pour expliquer, de façon systématique, la baisse de qualité des perles. Ce phénomène résulterait de la synergie de différents paramètres.

Objectif : Projet de recherche pluridisciplinaire qui devrait permettre de décrire, comprendre les processus de la greffe pour améliorer la qualité des caractéristiques des récoltées (croissance, qualité de surface, couleur).

7 Actions : influence des facteurs externes sur la qualité des perles, amélioration de la qualité du nucléus, analyse du processus complet de la greffe, du choix du greffon à la perle récoltée, caractérisation de la couleur de la coquille et de la perle, amélioration génétique de l'huître donneuse de greffons, recensement des défauts observées à la surface des perles.

11 partenaires : Ce programme fédère l'ensemble des compétences nécessaires (perliculture, génétique, transcriptome, protéome, immunologie, biologie cellulaire, cristallographie..) par la coopération de 6 laboratoires universitaires (Caen, Montpellier, Orsay, Dijon, Perpignan, Polynésie française), 2 laboratoires privés, 2 laboratoires Ifremer (LDHP, LBQP), le Service Territorial de la Perliculture.

Résultats attendus : Données fondamentales et appliquées : mécanismes cellulaires et moléculaires de la minéralisation des perles de Polynésie ; développement de biomarqueurs et/ou bio-essais pour aider à la sélection des huîtres donneuses (couleur et qualité minéralisatrice) ; développement d'un nucléus de qualité contrôlé et homogène présentant un enrobage respectueux de l'environnement ; transfert vers la profession : recommandations zootechniques pour prévenir la fréquence des défauts à la surface des perles.

Montant prévisionnel total du projet : 182 520 000 CFP soit : 1 521 000 euros

Soutiens demandés se répartissant en :

Ministère de la Perliculture :	Fonctionnement :	89 640 000 CFP (747 000 €)
<i>(Environ 82 % du montant total du projet)</i>	3 Thèses et 3 post-doc	59 280 000 CFP (494 000 €)
Ifremer :	Fonctionnement :	24 000 000 CFP (200 000 €)
PERDUR :	Fonctionnement :	9 600 000 CFP (80 000 €)

(Projet ANR-Polynésie française)

ANNEXE 3
Programme FED
Professionnalisation et Pérennisation de la Perliculture

Le FED finance un programme correspondant aux problématiques de la perliculture en Polynésie Française dont le volet recherche s'intéressera à l'optimisation du collectage des naissains et la gestion durable des ressources lagunaires.

La durée contractuelle du projet est de 3 ans (2008 - 2010).

Objectifs

Réaliser une évaluation qualitative et quantitative, de la capacité trophique des lagons et donc des seuils d'exploitation, des temps de génération de chaque proie planctonique, le tout en liaison avec l'étude de la circulation lagunaire et des temps de renouvellement des eaux.

Analyser quantitativement les performances de croissance, de reproduction et de recrutement de l'huître perlière (ou pintadine, ou nacre), *Pinctada margaritifera*, en milieu lagunaire.

Actions

Trois axes majeurs de recherche ont été déterminés : la description hydrodynamique du lagon, la description des communautés planctoniques et des autres composants du seston, et la construction d'un modèle bio-énergétique dynamique de l'huître perlière.

Ces travaux s'effectueront sur deux atolls de l'archipel des Tuamotu réputés pour leur rendement élevé de collectage et pour leur capacité de production perlicole : Ahe et Takaroa.

Résultats attendus

La modélisation hydrodynamique du lagon permettra de cerner le mouvement des larves d'huître planctoniques. La description des ressources trophiques permettra d'évaluer la capacité trophique des lagons étudiés. Le modèle bioénergétique de l'huître perlière permettra d'améliorer la précision temporelle et spatiale du captage et constituera un outil de gestion des lagons perlicoles. Les modèles physiques et biologiques mis en œuvre durant ce programme seront adaptables à d'autres types d'atolls.

Partenaires

Enfin, ce programme intégrera les compétences de nombreuses équipes de recherche à une échelle nationale et internationale : IRD (Nouvelle Calédonie), Ifremer (Polynésie Française, Brest), Universités Françaises (Marseille, La Rochelle, Polynésie Française) AIMS (Australie), NIES (Japon), HIMB (Hawaii), SARL (Corée).

Montant prévisionnel total du projet : 126 847 790 CFP soit 1 063 000 euros

IRD et partenaires : Fonctionnement 478 000 €

UPF et partenaires : Fonctionnement 136 000 €

Perliculture : Fonctionnement 197 000 €

Investissement 252 000 €