

ifremer

Centre du Pacifique

BP 7004 Taravao
98719 - Tahiti
Polynésie Française

Juin 2012

Unité de Recherche Ressources Marines
de Polynésie française

Rapport d'activités 2011



Diffusion

CONFIDENTIEL - USAGE INTERNE

| | Exemplaires |
|--|-------------|
| - PDG, J.Y. Perrot | 1 |
| - Directrice scientifique, M-H Tusseau-Vuillemin | 1 |
| - Département RBE, B. Beliaeff | 1 |
| - Correspondant DS, Ph. Gouletquer | 1 |
| - DISCOM&RI, P. Pessey-Martineau | 1 |
| - DGOM, P. Lemerancier | 1 |
| - Correspondant DAEI, E. Thouard | 1 |
| - CNP, B. Chatain | 1 |
| - HMMN, A. Carpentier | 1 |
| - Economie Maritime, O. Guyader | 1 |
| - STH, C. Talidec | 1 |
| - PFOM, P. Boudry | 1 |
| - EMH, P. Petitgas | 1 |
| - EMP, P. Hess | 1 |
| - HM, C. Mellon | 1 |
| - BE, T. Burgeot | 1 |
| - BRM, P. Durand | 1 |
| - BOME, E. Rezzouk | 1 |
| - AGSAE, T. Renault | 1 |
| - HGG, G. Biais | 1 |
| - Département REM, L. Lemoine | 1 |
| - Département ODE, L. Dreves | 1 |
| - Département IMN, Pierre Cotty | 1 |
| - EMR, M. Paillard | 1 |
| - DEDUCTION, T. Laugier | 1 |
| - DDPMOM, D. Coves | 1 |
| | |
| - Délégation Océan Indien | 1 |
| - Délégation Saint-Pierre et Miquelon | 1 |
| - Délégation Ifremer en Martinique | 1 |
| - LEAD NC, L. Loubersac | 1 |
| | |
| IFREMER/Tahiti | |
| - D/CP | 1 |
| - Unité RMPF | 7 |
| - Bibliothèque COP | 2 |

Sommaire

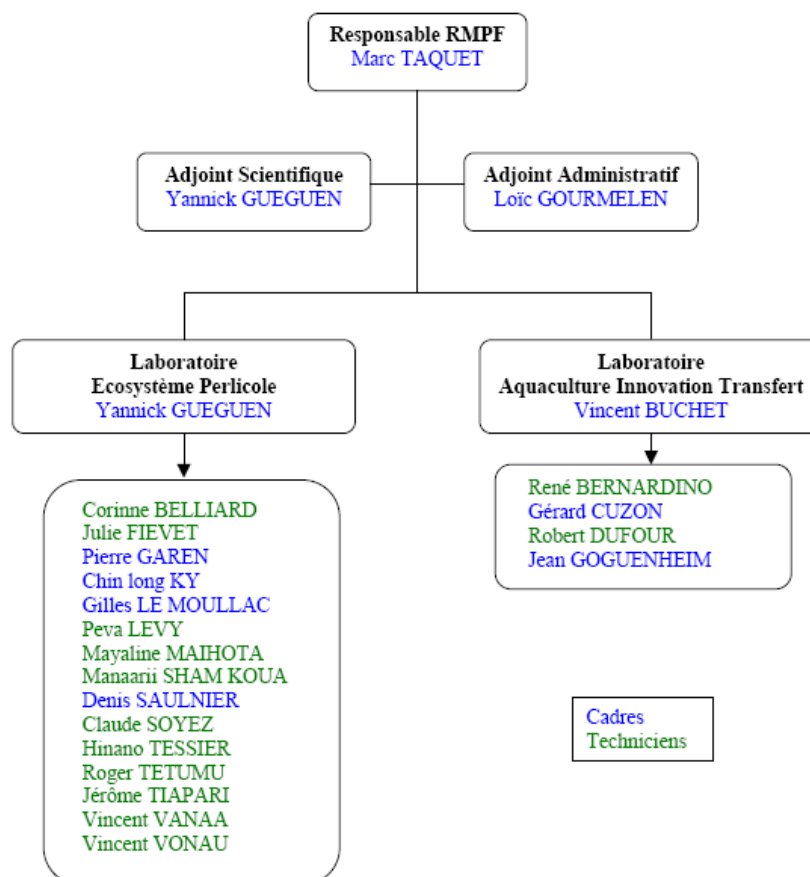
| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 4 |
| OBJECTIFS ET RESULTATS 2011 | 7 |
| PROJET DEVELOPPEMENT DURABLE DE LA PERLICULTURE PJ0707 | 7 |
| DOMESTICATION DE L’HUITRE PERLIERE POUR LA SELECTION GENETIQUE (A070702) | 7 |
| <i>Croissance et reproduction de l’huître perlière</i> | 7 |
| <i>Modélisation de la croissance et de la reproduction</i> | 8 |
| <i>Bioénergétique de la reproduction</i> | 9 |
| <i>Analyse bioénergétique des besoins des mâles et des femelles</i> | 10 |
| <i>Reproduction et bioénergétique des femelles Pinctada margaritifera</i> | 10 |
| <i>Zootchnie</i> | 11 |
| AMELIORATION DE LA QUALITE DES PERLES (A070703) | 15 |
| <i>Influence des facteurs externes sur la coquille</i> | 15 |
| <i>Amélioration de la qualité du nucléus</i> | 17 |
| <i>Analyse du processus complet de la greffe, du choix du greffon à la minéralisation de la perle</i> . | 18 |
| «ANIMATION DU GDR ADEQUA» (A070707) | 20 |
| OPTIMISATION DE LA COLLECTE DE NAISSAIN ET GESTION DES LAGONS (A070705) | 21 |
| <i>Identification des larves de Pinctada margaritifera par hybridation in situ (HIS)</i> | 21 |
| SURVEILLANCE CREVETTICULTURE EN POLYNESIE (A070807)..... | 25 |
| PROJET DDPMOM «POISSONS LAGONAIRES» (A070908A) | 28 |
| COLLOQUE INTERNATIONAL «PECHES THONIERES ET DCP» (A070908A)..... | 31 |
| SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS EN LAGONS POLYNESEIENS (A050503E) | 31 |
| ENERGIE HYDROLIENNE DE L’ATOLL DE HAO (A081011)..... | 34 |
| PERSPECTIVES 2012 | 36 |
| MOYENS ET EFFECTIFS | 37 |
| PERSONNELS STATUTAIRES AFFECTES A L’UNITE RMPF- SITUATION AU 31/12/11 | 37 |
| MOUVEMENTS DE PERSONNEL | 38 |
| FORMATIONS REÇUES | 38 |
| RECETTES | 38 |
| ACTIVITES DIVERSES | 39 |
| <i>Missions en France, DOM-TOM et Étranger</i> | 39 |
| <i>Visites</i> | 40 |
| PUBLICATIONS 2011 | 42 |
| ACL : ARTICLES DANS DES REVUES INTERNATIONALES OU NATIONALES AVEC COMITE DE LECTURE | 42 |
| ACTI : COMMUNICATIONS AVEC ACTES DANS UN CONGRES INTERNATIONAL..... | 43 |
| AP : AUTRES PRODUCTIONS : BASES DE DONNEES, LOGICIELS ENREGISTRES, TRADUCTIONS, COMPTE-RENDUS D’OUVRAGES, RAPPORTS DE FOUILLES, GUIDES TECHNIQUES, CATALOGUES D’EXPOSITION, RAPPORTS INTERMEDIAIRES DE GRANDS PROJETS INTERNATIONAUX, ETC..... | 44 |
| THESES | 44 |
| MEMOIRES D’ETUDIANTS (INA-PG, DEA, ISPA, IUT, MAITRISE, INGENIEURS) | 44 |
| INDICATEURS DE PRODUCTION 2011 | 45 |

Introduction

L'année 2011 a été marquée par une réorganisation structurelle de l'Ifremer qui a conduit à supprimer l'organisation matricielle précédente au bénéfice d'une structure plus pyramidale, articulée autour de 4 grands départements. Dans ce contexte, l'activité outre-mer a été regroupée dans le Département «Ressources Biologiques et Environnement» (RBE). Cette réorganisation a conduit à la suppression des anciens départements de recherche précédemment rattachés aux centres. Ils ont été remplacés par des unités de recherche (regroupant des équipes ou des laboratoires) dont les responsables sont placés sous l'autorité des Directeurs des nouveaux Départements.

Pour le Centre Ifremer du Pacifique, cette nouvelle structure a conduit à la suppression des deux départements de recherche, LEAD/PF et LEAD/NC et à la création des deux unités de recherche du Pacifique : Ressources Marines en Polynésie française (RMPF) et Lagons Environnement Aquaculture Durable (LEAD/NC) en Nouvelle-Calédonie.

Organigramme de l'Unité Ressources Marines de Polynésie française



Personnel statutaire auquel s'ajoutent les doctorants, Volontaires Service Civique et stagiaires.

L'année 2011 est marquée par la fin de la convention cadre (2007-2011) entre le Gouvernement de la Polynésie française et l'Ifremer et la négociation du nouvel accord cadre quadriennal (2012-2015). Cette convention qui fixe les nouveaux axes de recherche pour l'unité RMPF, a pour objet de définir les conditions dans lesquelles l'Ifremer et la Polynésie française entendent unir leurs efforts afin de mieux répondre aux besoins de

recherche et de développement retenus par la Polynésie française, dans le cadre de sa politique de développement durable. Pour plus de clarté, et en accord avec le Ministère polynésien des Ressources Marines, il a été décidé également de regrouper les multiples conventions de partenariat en 2 conventions thématiques plus larges : une convention «Aquaculture» regroupant la crevetticulture, la pisciculture et la santé aquacole dont la négociation a débuté en septembre 2011 et une convention «Perliculture» qui sera négociée au 2^e semestre 2012.



Le Centre Ifremer de Tahiti localisé à Vairao et ses infrastructures de recherche et développement.

Le recentrage des activités de recherche du Centre Ifremer du Pacifique s'est traduit en 2011 par une augmentation significative de la production scientifique de rang A, notamment dans la thématique «perliculture» avec également deux thèses soutenues pendant cette période. Ces excellents résultats ont conduit à une reconnaissance scientifique de l'équipe au plus haut niveau marquée en 2011 par le succès à l'appel d'offre national des laboratoires d'excellence qui a conduit à la création du Labex «Corail» auquel nous sommes désormais rattachés. Le succès du projet «POLYPERL -*Gestion intégrée et adaptation de la perliculture en Polynésie française dans le contexte du changement global : approche environnementale, économique et sociale*» à l'appel à projet AGROBIOSPHERE, de l'ANR sous la coordination du responsable du laboratoire Ecosystèmes Perlicoles (Ifremer/RMPF, durée 3 ans, 10 partenaires) est un autre exemple de cette dynamique scientifique très positive. Dans le domaine de l'aquaculture, cet exercice 2011 a été marqué par la poursuite des opérations de transfert des résultats zootechniques vers la profession notamment au travers du soutien apporté au démarrage du Centre Technique Aquacole Vaia inauguré en octobre 2011, mais également au démarrage de la filière «Paraha Peue» (*Platax orbicularis*) avec la commercialisation en juin 2011 des poissons du premier pisciculteur installé à Tautira, sur la presqu'île de Tahiti.

L'année 2011 a également permis de concrétiser l'ouverture vers des axes émergents, dans le domaine de l'environnement, et en particulier du projet de «surveillance des contaminants chimiques dans les lagons», action de recherche engagée avec le laboratoire LESE de l'IRSN et le Criobe, dans le cadre d'un financement obtenu à l'appel à projet du Ministère de l'Outre-Mer. D'autre part, le succès du projet pilote «d'évaluation du potentiel hydrolien de la passe de Hao» aux Tuamotu, achevé en septembre 2011 par deux restitutions publiques et la diffusion du rapport final d'étude, marque également l'acquisition de nouvelles compétences reconnues pour l'équipe RMPF et les plongeurs du Centre dans le domaine des énergies marines renouvelables. Enfin, le succès du colloque international «Pêches thonières et DCP», Tahiti, novembre 2011, coordonné par le responsable de l'unité RMPF, dans le cadre d'une collaboration avec le Ministère polynésien des Ressources Marines, le Secrétariat de la Communauté du Pacifique Sud (CPS) et l'IRD, contribue à la reconnaissance internationale de notre unité RMPF dans un domaine où notre action se limite actuellement à de l'expertise.

L'Unité « Ressources Marines en Polynésie Française » (RMPF) met des moyens à disposition des projets et actions suivants :

- **PJ0707 Développement durable de l'huître perlière** (A070701 Animation, A070702 Domestication de l'huître perlière, A070703 Amélioration de la qualité des perles, A070704 Animation du GDR ADEQUA, A070705 Optimisation de la collecte de naissain et gestion des lagons)
- **PJ0708 Développement durable de la crevetticulture** (A070807 Surveillance de la crevetticulture en Polynésie française)
- **PJ0709 Développement durable de la pisciculture marine d'outre-mer** (A070903 Abattage et conditionnement du Platax, A070908A Poissons lagunaires Polynésie, A070908A Colloque international « Pêches thonières et DCP »)
- **PJ0503 Surveillance de la contamination chimique** (A050302E Surveillance des polluants chimiques dans les eaux lagunaires de Polynésie française)
- **PJ0810 Energies Marines Renouvelables** (A081011 Energie hydrolienne de l'atoll de Hao)



Le personnel Ifremer de Tahiti mobilisé lors des Journées portes ouvertes d'octobre 2011.

Objectifs et résultats 2011

PROJET DEVELOPPEMENT DURABLE DE LA PERLICULTURE PJ0707

La perliculture est une activité essentielle à l'économie de la Polynésie française. Elle génère environ 4000 emplois dans une trentaine d'îles et contribue à l'équilibre spatial de l'économie du territoire. La recherche contribue à sécuriser et pérenniser la production en fournissant des outils d'amélioration de la rentabilité des entreprises. L'objectif central du projet PJ0707 « Développement Durable de la Perliculture » est de poursuivre les efforts engagés pour la production de perles de qualité. Les recherches portent sur la compréhension des mécanismes de formation de la perle ainsi que sur la sélection génétique d'huîtres donneuses de greffons pour des perles de couleur et de taille choisies. En parallèle, des outils permettant l'optimisation des stratégies de captage de naissains de nacres (*Pinctada margaritifera*) sont développés.

DOMESTICATION DE L'HUITRE PERLIERE POUR LA SELECTION GENETIQUE (A070702)

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.

Croissance et reproduction de l'huître perlière

Effet de la disponibilité en nourriture

Le suivi de la reproduction sur l'atoll d'Ahe a permis de mieux comprendre l'influence des variations naturelles de la concentration du plancton sur la maturation et la ponte des huîtres perlières. Deux indicateurs trophiques ont été mesurés, la concentration en chlorophylle a (Chl a) pour deux classes de filtration ($< 2\mu\text{m}$ et $> 2\mu\text{m}$) et la concentration en diatomées, dinoflagellés et ciliés. Trois indicateurs de l'état de maturité des huîtres perlières ont été mesurés : le poids sec des masses viscérales, un indice quantitatif de la taille de la gonade (rapport de surface sur une coupe sagittale de la masse gonado-viscérale et la gonade) et l'étude histologique des stades de maturité (Figure 1). Des données météorologiques horaires ont également été obtenues à Météo France. Nous avons ainsi observé : (i) une corrélation entre la concentration en Chl a $> 2\mu\text{m}$ et la concentration des dinoflagellés et des diatomées, (ii) une corrélation entre la force du vent et la concentration en Chl a $> 2\mu\text{m}$, en dinoflagellés et en diatomées, et (iii) une période de forte concentration en Chl a $> 2\mu\text{m}$ correspondant à la succession d'un pic de concentration en dinoflagellés et en diatomées. Au début du suivi de la reproduction, une proportion importante d'huîtres perlières était mature, engendrant une ponte majeure concernant 80% des individus. La période de cette émission massive et synchronisée de gamètes (confirmée par histologie) correspondait à une période de forte abondance en Chl a $> 2\mu\text{m}$ et à la succession d'un pic de concentration en dinoflagellés et d'un pic de concentration en diatomées.

Les résultats montrent que le régime des vents a un impact majeur sur la concentration en plancton qui, à son tour, joue un rôle prépondérant dans la maturation des huîtres perlières et dans la synchronisation des pontes. Lorsque le vent est suffisamment fort, il provoque (i) le déplacement des couches d'eau supérieures du lagon vers les côtes sous le vent et (ii) l'ascension vers la surface des couches d'eau inférieures du lagon le long des côtes situées au vent. La remontée de ces couches d'eau inférieures que la sédimentation a probablement enrichi en nutriments, en particules organiques en décomposition ou en particules phyto- ou zoo-planctoniques vivantes, serait responsable des pics de concentration en plancton observés dans la zone du lagon située au vent des vents dominants. Les résultats montrent également que les conditions d'abondance en plancton permettent aux huîtres perlières de

produire des gamètes toute l'année sur l'atoll d'Ahe. Au fur et à mesure de leur production, les gamètes s'accumulent dans les tissus gonadiques jusqu'à ce que la capacité maximale de stockage soit atteinte, provoquant l'émission des gamètes. La vitesse de maturation semble liée à la concentration en plancton, la capacité maximum de stockage des gonades est atteinte plus rapidement et la fréquence des émissions de gamètes augmente également. La concentration en plancton est donc un élément déterminant dans la synchronisation des pontes d'huîtres perlières dans les lagons de Polynésie française.

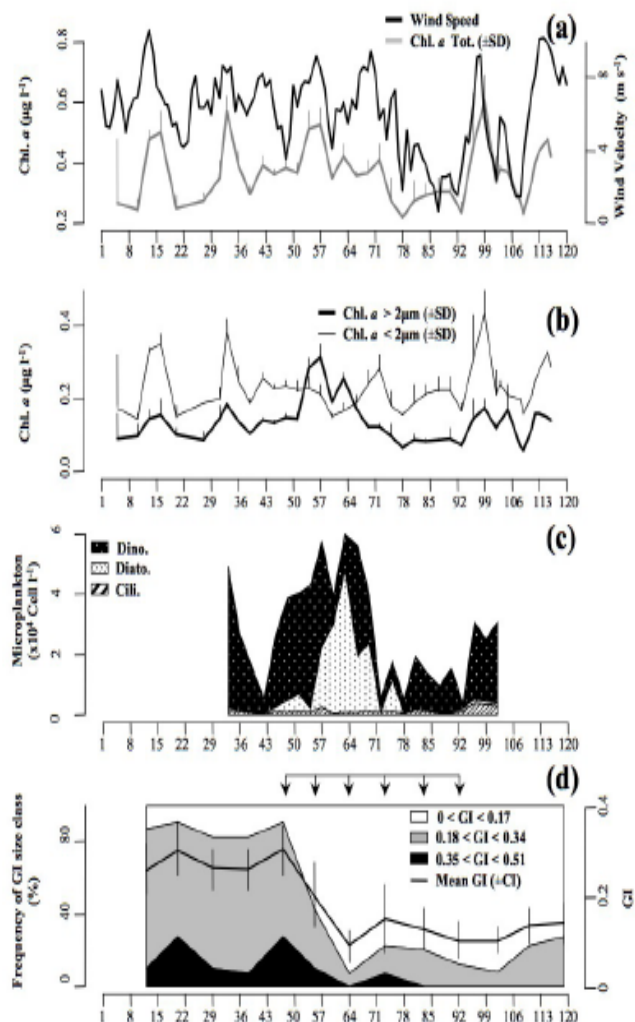


Figure 1 : (a) vitesse du vent et concentration en Chl a Tot. (b) concentration en Chl a $> 2\mu\text{m}$ et Chl a $< 2\mu\text{m}$; (c) concentrations en dinoflagellés (Din.), diatomées (Diat.) et ciliés (Cili.) (d) Index gonadosomatique (GSI) et fréquence relative GSI < 0.17 (zone blanche), $0.18 < \text{GSI} < 0.34$ (zone grise) et $\text{GSI} > 0.34$ (zone noire). Tous les paramètres sont mesurés dans le lagon de l'atoll de l'Ahe entre le 7/02/09 (J1) et le 6/06/09 (J120).

Modélisation de la croissance et de la reproduction

Les modèles bioénergétiques de croissance et de reproduction des bivalves permettent une meilleure compréhension de l'influence des conditions environnementales sur la croissance et la reproduction des bivalves. Dans cette étude, l'objectif était donc de vérifier les conclusions du déterminisme trophique de la reproduction des huîtres perlières par l'application d'un modèle basé sur la théorie des budgets énergétiques dynamiques (DEB). La structure et les équations du modèle DEB établi pour *C. gigas* ont servi de base à la mise en place du modèle DEB pour *P. margaritifera*. Les valeurs des paramètres spécifiques à l'huître perlière ont été calculées en suivant les principes théoriques de la modélisation DEB et en combinant un jeu de données spécifiques à *P. margaritifera* avec les données disponibles dans la littérature. Le modèle ainsi paramétré a été utilisé pour simuler le poids

sec des huîtres perlières sur l'atoll d'Ahe (1 cohorte d'huîtres perlières âgées de 6 ans). Les variables forçantes des modèles de type DEB sont la température et la densité de nourriture. Dans le cas présent, les indicateurs de la concentration en plancton étaient : la concentration en chlorophylle a > 2µm sur Ahe (Chl a > 2 µm). Les simulations du modèle sont en accord avec les valeurs de poids secs observés (Figure 2). La croissance et l'effort de reproduction sont simulés efficacement par le modèle. La durée minimale de la maturation simulée par le modèle est de 60 jours. Ces résultats confirment le déterminisme trophique de la gamétogenèse et de la synchronisation des pontes et montrent que la concentration en Chl a > 2 µm est un indicateur pertinent de la concentration en plancton « utile » pour les huîtres perlières.

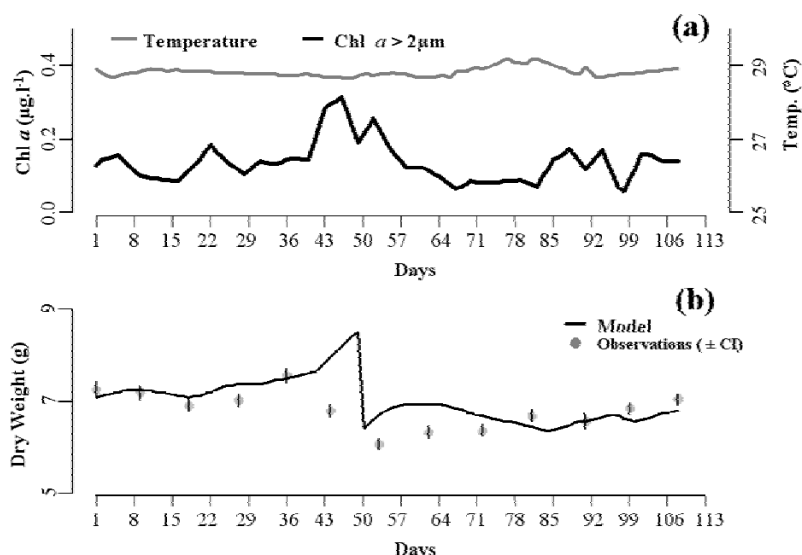


Figure 2 : Variations de (a) la température (°C) et de la concentration en Chl a > 2µm (mg l⁻¹); et (b) du poids sec des huîtres perlières dans le lagon d'Ahe pendant 108 jours.

Étant donné le fort asynchronisme de la reproduction des huîtres perlières, il est suggéré que ce modèle DEB soit intégré dans un modèle populationnel de type IBM (Individual Based Model) en y incluant une variabilité individuelle au niveau du paramètre X_k (coefficient de demie saturation). Ce type de modèle serait en effet beaucoup mieux adapté pour simuler aussi bien l'asynchronisme global de l'état de maturité des populations d'huîtres perlières que les périodes de synchronisation des pontes.

Bioénergétique de la reproduction

La mesure des flux physiologiques

Un banc de mesures écophysiological a été conçu avec le support du service technique du COP, permettant de mesurer individuellement les vitesses de filtration et de consommation d'oxygène des huîtres perlières (Figure 3). Ce système est constitué de 5 chambres métaboliques. Le milieu entrant est régulé : niveau trophique (algues unicellulaires), paramètres physico-chimiques. Le milieu sortant est mesuré par un ensemble de capteurs (fluorimètre, oxygène, température...). Les données sont collectées via une carte d'acquisition dans un ordinateur puis sur un tableur Excel. Les enregistrements des chambres contenant les animaux sont comparés à ceux de la chambre témoin. Cet outil va trouver des applications dans les nombreux domaines des recherches menées sur l'huître perlière (projet ANR POLYPERL) et peut-être d'autres modèles biologiques lagunaires. En matière de reproduction, les premières applications ont concerné l'analyse différentielle des mâles et des femelles, la préparation des huîtres à la greffe.

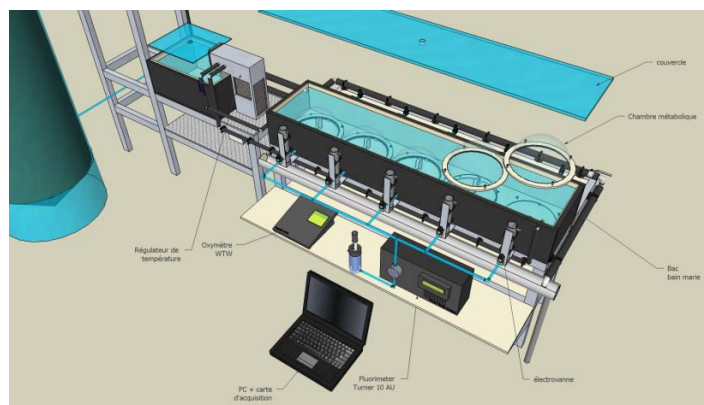


Figure 3 : Banc de mesures écophysiologicals

Analyse bioénergétique des besoins des mâles et des femelles

La sexualité de l'huître *P. margaritifera* est complexe, l'espèce est définie comme hermaphrodite protandre. À la première maturité, la quasi totalité de la population est mâle, l'équilibre mâle-femelle sera atteint à partir de 10 ans. Le programme de sélection génétique en Polynésie française requiert la maîtrise des croisements, encore faut-il que les 2 sexes soient représentés de manière significative. L'analyse de l'évolution de la sex ratio indique qu'il faut attendre plus de 5 ans pour disposer d'une population dont la proportion de femelle est supérieure à 20%. Ce délai retarde d'autant un programme de sélection génétique. Il est donc apparu opportun de se poser la question des déterminants de la sex ratio et des mécanismes contrôlant l'apparition du sexe femelle. L'hypothèse environnementale se pose une fois de plus et les paramètres « température et alimentation » semblent les plus pertinents. Une approche écophysiological conduit vers la question des besoins : sont-ils les mêmes pour les mâles et les femelles, comment gèrent-ils leur énergie ?

En appui un chercheur mexicain du CIBNOR en année sabbatique, Jorge Chavez-Villaba, a été accueilli pendant 9 mois (novembre 2010-juillet 2011). Les premiers résultats de l'analyse bioénergétique des mâles et des femelles révèlent un comportement spécifique des mâles et des femelles en fonction de la température. Les mesures de consommation d'oxygène et de vitesse d'ingestion ont été effectuées à 24 et 27°C et à 2 concentrations d'algues 5000 et 30000 cellules/mL. Il apparaît que la quantité de nourriture module significativement la consommation d'oxygène ($P < 0,01$) et la vitesse d'ingestion ($P < 0,05$) (Figure 4).

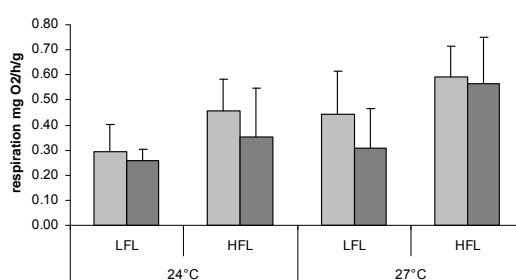


Figure 4 : Effet de la concentration en algues (HFL et LFL) et la température (24°C et 27°C) sur la vitesse d'ingestion chez les femelles (gris) et des mâles (noir). Les moyennes sont présentées avec l'erreur standard.

Reproduction et bioénergétique des femelles *Pinctada margaritifera*

Une collaboration menée avec l'équipe coréenne du Pr Choi (*Shellfish Research and Aquaculture Laboratory, Cheju National University*) avait pour objectif de quantifier les gamètes chez l'huître perlière pour avoir une vraie estimation de l'effort de reproduction. Ce

projet est basé sur le testage des anticorps antiprotéines ovocytaires de *P. margaritifera* de Micronésie sur les huîtres perlières *P. margaritifera* de Polynésie française (Figure 5)

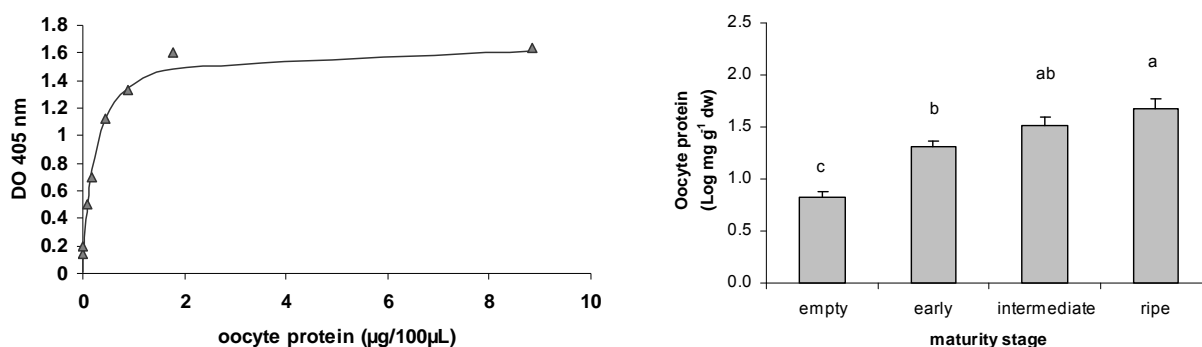


Figure 5 : Courbe standard de la quantification des protéines ovocytaires à l'aide des anticorps IgG lapin anti-protéines ovocytaires de *P. margaritifera* comme anticorps primaire et à l'aide des anticorps IgG chèvre conjuguée à l'alkaline phosphatase comme anticorps secondaire. (b) accumulation des protéines ovocytaires en fonction du stade de maturité macroscopique.

Cet outil immunologique a permis de montrer que les protéines ovocytaires s'accumulent dans des gonades au cours de la gamétogenèse en relation avec la croissance de la gonade, validant ainsi l'efficacité des anticorps anti-ovocyte de *P. margaritifera* pour détecter et quantifier l'accumulation de protéines ovocytaires dans les gonades femelles. D'un point de vue bioénergétique, nous avons observé une diminution significative de la vitesse d'ingestion et de la consommation d'oxygène simultanément à l'accumulation des protéines ovocytaires. Ces résultats suggèrent que le coût métabolique de la gamétogenèse diminue au cours de la maturation des ovocytes dans les gonades de *P. margaritifera*. Les ovocytes pourraient être en dormance en attendant la ponte.

Zootchnie

Transfert du module de production de larves

Le procédé d'élevage larvaire de l'huître perlière mis en œuvre interdisait l'usage d'antibiotique, par conséquent les rendements étaient très faibles (< 0,1% de larves pédivéligères). Dans ces conditions, il était compliqué de s'engager dans une sélection génétique. La voie alternative en élevage larvaire est le renouvellement continu. Ce système d'élevage a suscité l'intérêt du Service de la Perliculture (PRL) pour son éclosier située sur l'atoll de Rangiroa. Une convention prévoyant la formation du personnel de l'éclosier du PRL à Ifremer (Vairao), la fourniture d'un module d'élevage, et la formation sur place à Rangiroa a été mise en place. Cette séquence s'est déroulée de juin 2011 à décembre 2011. Une formation de 1 mois s'est déroulée au COP à Vairao et 4 agents du Service de la Perliculture ont été formés (Figure 6). Le module d'élevage des larves de *P. margaritifera* a été transféré en octobre 2011 à l'éclosier du Service de la Perliculture à Rangiroa. L'installation du module d'élevage a été conduite par Vincent Vanaa qui a séjourné tout le mois de décembre 2011 à l'éclosier de Rangiroa pour réaliser un test d'élevage en complétant la formation des agents du site.



Figure 6 : Une formation en élevage larvaire de 1 mois s'est déroulée à Ifremer Vairao pour 4 agents du Service de la Perliculture.

Sélection génétique de l'huître perlière donneuse de greffon

L'amélioration de la qualité des perles produites chez l'huître perlière *P. margaritifera* en Polynésie française est l'une des priorités en matière de recherche et développement. L'une des voies d'amélioration possible passe par l'amélioration génétique et particulièrement par la sélection familiale de cohorte générée en éclosérie. Ceci est rendu possible par le contrôle des croisements dirigés, une étape maîtrisée et permettant la création de familles G1. Dans le cadre de ce rapport d'activités, nous prendrons pour illustration un caractère d'intérêt perlicole ciblé que constitue la couleur des perles produites.

La diversité phénotypique comme ressource pour la sélection des géniteurs

La couleur de nacre de la face interne de la coquille de l'huître perlière est un caractère majeur d'intérêt perlicole, qui oriente la couleur des perles produites (Figure 7). Pourquoi s'intéresser à cette diversité de couleur ? Lors du processus de greffe, un lot d'huîtres perlières provenant d'un atoll recruteur est acheminé chez le perliculteur. Dans ce lot qui compte souvent plusieurs milliers d'individus, le greffeur opère une sélection afin de séparer les futures huîtres perlières donneuses de greffons (minoritaires) des autres huîtres (majoritaires) qui seront utilisées comme receveuses. Les huîtres donneuses de greffons représentent moins de 5% des cheptels à la greffe. Cette sélection propre à la "perception" de chaque greffeur est basée sur deux critères: 1) l'état physiologique/sanitaire de l'huître, et surtout 2) la coloration de la nacre, présente au niveau de la face interne de la coquille (zone en contact avec le manteau). Selon la nature de la coloration, son intensité, son étendue et son lustre, le greffeur va retenir ou pas l'huître comme donneuse de greffon, qui peut fournir jusqu'à 50 greffons. En fonction des introductions de lots, certains perliculteurs ne trouvent pas d'huîtres de qualité suffisantes à utiliser comme donneuses de greffons. Ceci laisse à penser que les bases génétiques gouvernant les bons critères de coloration de nacre sont: 1) dépendantes de l'origine géographique des introductions, et 2) récessives. En effet, à l'inverse de nombreux caractères phénotypiques, le polymorphisme de la couleur a une base génétique simple. C'est par exemple ce qui est observé sur la couleur de coquille de l'huître *Crassostrea gigas*, où les phénotypes "clair" et "foncé" sont gouvernés par un gène majeur, avec l'allèle "clair" dominant. En "forçant" la rencontre par croisement artificiel contrôlé de phénotype rare et récessif (coloré), on peut espérer augmenter significativement dès la première génération la proportion d'huîtres colorées.

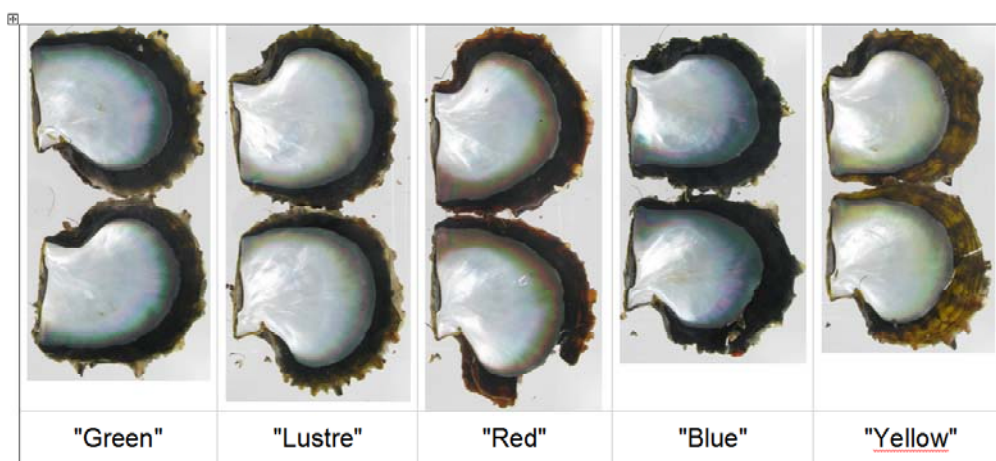


Figure 7 : Quelques classes de coloration d'huîtres donneuses de greffon sélectionnées.

Existence d'effet familial des huîtres donneuses de greffons sur la couleur des perles produites par validation en greffe expérimentale

Un ensemble de travaux sur la sélection génétique familiale de l'huître donneuse de greffons et sa validation dans le cadre de greffes expérimentales est en cours (GDR Adequa). Cinquante familles G1 ont été constituées au sein desquelles la moitié des individus ont été utilisés comme donneurs de greffons afin de caractériser les perles issues des greffes expérimentales. En 2008, dix premières familles ont été testées en greffe expérimentale sur l'archipel des Gambier et la récolte des 595 perles associées a été faite en 2009. Les perles récoltées ont été mesurées à partir de photos numériques. L'analyse des résultats indique l'existence d'effet familial hautement significatif pour la couleur de perle produite, où les familles peuvent être classées selon leur fréquence de couleur, sur la base d'un classement en 6 modes visuels (gris, vert, aubergine, "peacock", jaune et blanc) (Figure 8).

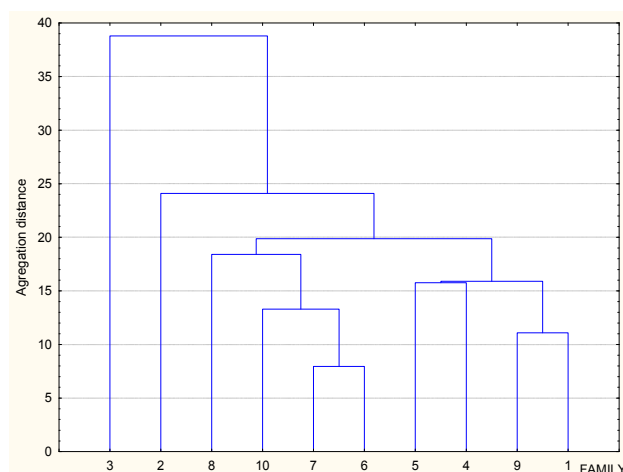


Figure 8 : Dendrogramme révélant la possibilité de classer les 10 familles testées aux Gambier selon leur fréquence de couleur de perle. Quatre groupes majoritaires de tendance de couleur peuvent être affectés aux familles : groupe de couleur vert-gris (familles 6, 7, 8 et 10), groupe de couleur gris/vert (familles 1, 4, 5 et 9), groupe aubergine-peacock (famille 3), et groupe vert (famille 2).

Il existe donc une propension marquée au sein des familles à donner à l'issue de la greffe une tendance de couleur plutôt qu'une autre au niveau des perles produites. La relative homogénéité génétique familiale se traduirait donc par une relative homogénéité de coloration des perles produites. Il y a par exemple des familles produisant plus de 50% de perles de couleur verte ou aubergine.

Mise en place d'une greffe expérimentale visant à évaluer l'effet du tri précoce sur la couleur des naissains

Une greffe "tri-couleur précoce" a été réalisée en octobre 2011 afin d'évaluer l'effet du tri précoce de la couleur de la coquille des juvéniles d'huîtres perlières en sortie de nurserie, sur la qualité des perles et notamment leur couleur. Pour cela, 4 familles : 1 de 2006 (616), 1 de 2009 (906) et 2 de 2010 (1011 et 1012) triées sur cette base (vert, jaune, rouge et gris) ont été utilisées comme donneuses de greffon. Près de 1600 greffes ont ainsi été réalisées du 03/10/2011 au 07/10/2011 en collaboration avec notre partenaire privé (Gauguin's Pearl - Rangiroa). La récolte des perles produites est prévue en février 2013.

Génération de lignée G1 en collaboration avec le Service de la Perliculture

Ce partenariat est principalement motivé par les qualités environnementales du lagon de Rangiroa qui permettent à la fois la possibilité, d'effectuer des reproductions à fréquences plus élevées et d'avoir un très bon niveau de croissance des huîtres en élevage, par rapport au site Ifremer de Vairao. L'accès à la nacrothèque de Rangiroa, unique en Polynésie, ouvre aussi la possibilité de croisement à partir de géniteurs d'origine géographique et génétique plus large, que le cheptel actuellement présent sur Vairao. Les avantages pour le programme de sélection d'huîtres perlières donneuses de greffon mis en place par l'Ifremer avec le Service de la Perliculture pour les années à venir sont (1) l'existence de familles sélectionnées couvrant une plus importante amplitude de variabilité et (2) un gain de croissance qui amènera les huîtres plus rapidement à la taille requise.

Dans le cadre de ce partenariat avec l'écloserie de Rangiroa, les équipes ont réalisé la génération d'une cohorte G1 (milliers d'individus) issue de reproducteurs sauvages de l'atoll d'Apataki. Les individus issus de cette reproduction ont été triés sur leur potentiel de croissance (Figure 9). Les individus issus de la "tête de lot" ont ainsi été sélectionnés quelque soit l'expression de la couleur de leur coquille. Ce lot permettra de corrélérer, dans le cadre d'une future greffe expérimentale, le potentiel de croissance avec une capacité minéralisatrice potentiellement améliorée, pour la production de perle présentant une épaisseur de nacre plus importante.



Figure 9 : Photo illustrant un échantillon des descendants produits à partir de géniteurs originaires de l'atoll d'Apataki (croisements réalisés en juin dernier) et révélant clairement l'existence d'individus à fort potentiel de croissance (tête de lot), élevés dans un milieu identique au sein d'un système d'élevage en nurserie composés de 32 unités.

AMELIORATION DE LA QUALITE DES PERLES (A070703)

Les travaux portant sur l'amélioration de la qualité des perles de culture chez *Pinctada margaritifera* s'inscrivent dans le programme de recherche GDR Adequa (2008-2012).

Influence des facteurs externes sur la coquille

Le rôle de la température et de l'alimentation sur la capacité des huîtres perlières à biominéraliser a été étudié. Les résultats présentés dans la Figure 10 illustrent l'effet de la température et de la quantité de nourriture sur la vitesse de dépôt nacré mesurée au bord ventral de la coquille. Lorsque la quantité de nourriture disponible est faible, la vitesse de croissance du dépôt nacré est de $1,8 \pm 0,5 \mu\text{m}\cdot\text{jour}^{-1}$ au bord ventral, toutes températures confondues. Lorsque la quantité de nourriture augmente, la vitesse de croissance du dépôt nacré est de $8,52 \pm 1,43 \mu\text{m}\cdot\text{jour}^{-1}$ au bord ventral, toutes températures confondues.

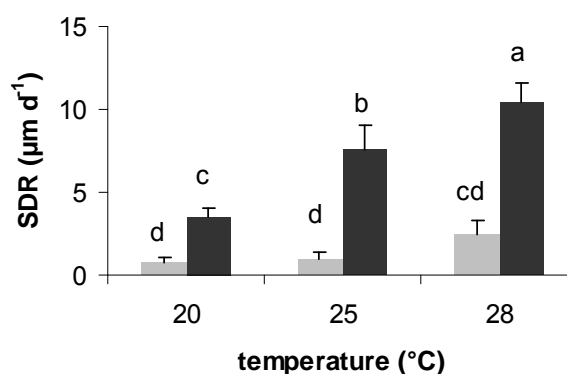


Figure 10: Évolution de la vitesse de dépôt nacré (SDR : shell deposit rate) au bord ventral ($\mu\text{m}\cdot\text{jour}^{-1}$) en fonction de la température et la quantité de nourriture (gris clair : régime faible, noir : régime élevé) après deux mois.

L'activité minéralisatrice du manteau d'huîtres perlières maintenues dans différentes conditions environnementales (température et régime trophique) a également été évaluée en quantifiant par PCR en temps réel les niveaux d'expression de 14 gènes codant pour des protéines potentiellement impliquées dans la biominéralisation. L'expression de la plupart des gènes est corrélée à la température (13 gènes /14) et à la disponibilité en nourriture (12 gènes/14). En revanche, seule l'expression de 5 gènes est corrélée à la vitesse de dépôt nacré. Le détail de l'ensemble de ces résultats est disponible dans la thèse de Clémentine Linard. La structure du dépôt nacré de la coquille a été analysée en microscopie électronique à balayage (MEB). Cette étude menée en collaboration avec le Partenaire UMR IDES (Orsay) du GDR Adequa a permis de mettre en évidence l'influence de la quantité de nourriture disponible sur l'organisation des dépôts nacrés : épaisseur et nombre des tablettes d'aragonite. En premier lieu, les images réalisées pour chaque échantillon sont présentées. Des images de coupes de coquilles sont présentées en Figure 11. Cinq photographies sont prises à intervalle régulier dans la coupe de nacre déposée dans la coquille au niveau du bord ventral.

Les huîtres perlières exposées à une faible quantité de nourriture ont un dépôt nacré homogène, la microstructure des tablettes ne change pas au cours du temps. En revanche, la microstructure du dépôt nacré est plus hétérogène pour les huîtres perlières exposées à une forte quantité de nourriture. Des différences d'épaisseur des tablettes d'aragonite sont facilement observables pour les premiers dépôts. Afin d'étudier plus précisément la microstructure du dépôt nacré pour chaque échantillon, le nombre de couches par

micromètre a été comptabilisé et l'épaisseur des tablettes d'aragonite mesurée (Figure 11). Les résultats montrent que sous l'effet d'une quantité de nourriture élevée, le nombre de couches par micromètre de dépôt nacré est significativement plus faible au début de l'expérimentation qu'à la fin de l'expérience (Figure 11), ceci se traduit par une baisse de l'épaisseur moyenne des tablettes d'aragonite déposées (Figure 11).

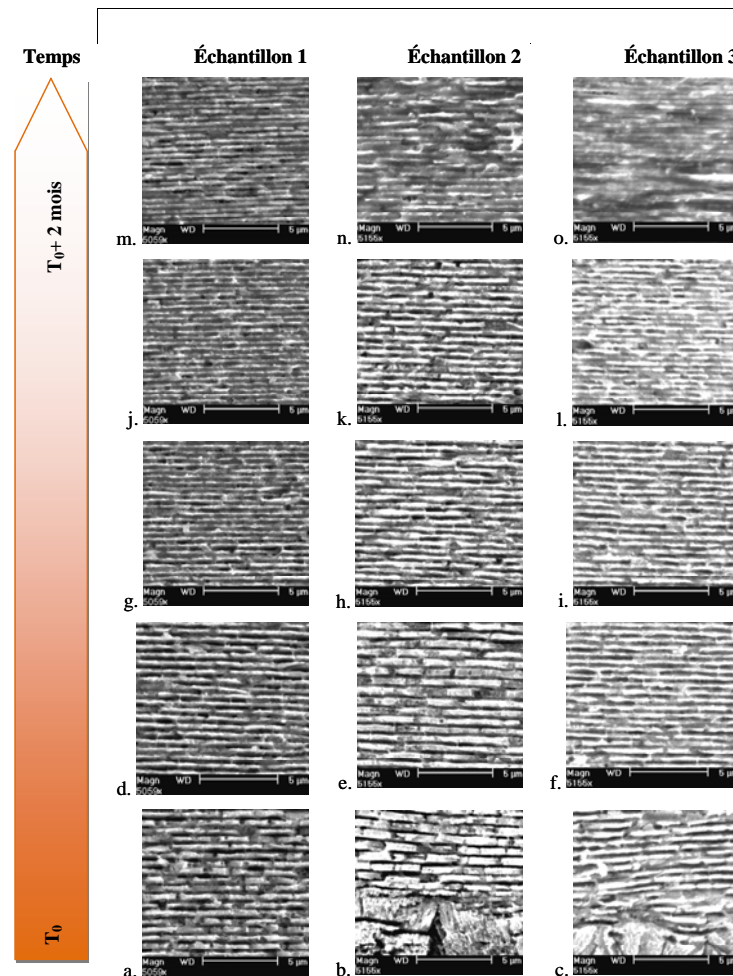


Figure 11 : Images en MEB du dépôt nacré du bord ventral des 3 échantillons de coquille de *P. margaritifera* exposés au régime trophique élevé (X5000). a. b. c. : premières tablettes déposées au début de l'expérience (T_0), m. n. o. : dernières tablettes déposées après deux mois d'expérience.

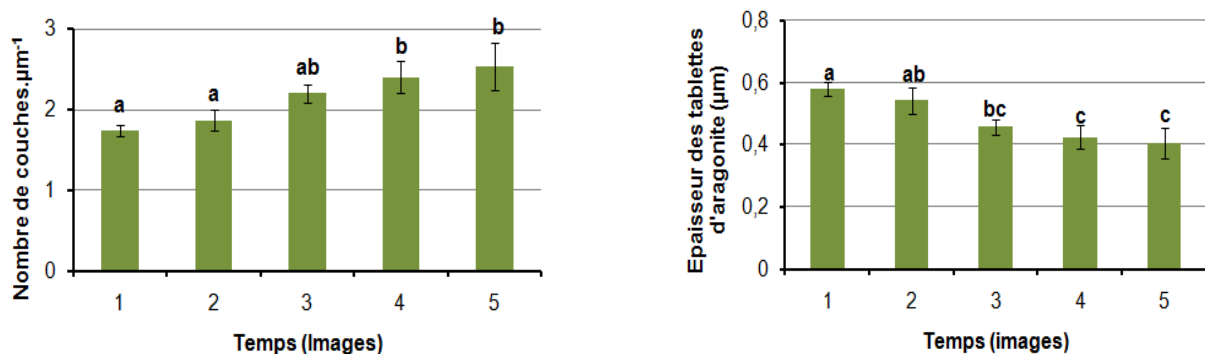


Figure 12 : Variations de l'épaisseur moyenne des tablettes d'aragonite (μm) au bord ventral des coquilles sous l'effet d'une forte quantité de nourriture disponible (N=3). Les différences significatives sont symbolisées par des lettres différentes.

Ce type d'analyse sera étendu dès 2012 à l'étude de la qualité des perles en testant *in situ* l'impact de modifications zootechniques apportées lors de la préparation des futures huîtres perlières receveuses et lors de la période précédant la récolte des perles greffées ainsi qu'*ex situ* dans les installations du Centre du Pacifique où certains paramètres environnementaux peuvent être contrôlés (régime trophique et température).

Amélioration de la qualité du nucléus

L'objectif est de permettre à la Polynésie française de s'affranchir de l'importation en grande quantité de nuclei souvent de qualité hétérogène et de développer de nouveaux enrobages en alternative aux antibiotiques et/ou antiseptiques utilisés actuellement et dont la composition n'est pas connue. Pour cela, des travaux sont développés pour produire un nucléus 100% polynésien, à partir de coquilles de *P. margaritifera* et à les recouvrir d'un enrobage contenant différentes substances empêchant notamment l'action d'organismes pathogènes et favorisant l'adhésion et la prolifération harmonieuse des cellules du sac perlier, tissu essentiel aux processus de biominéralisation et de formation de la perle. En collaboration avec les unités Ifremer de Brest (BMM) et de Montpellier (BOME), diverses molécules d'origine marine ont été évaluées sur la base de leurs propriétés *in vitro* : pouvoir filmant, pouvoir cicatrisant, activité antimicrobienne, stabilité des molécules dans l'eau de mer ou durant le temps de stockage avant utilisation, innocuité vis-à-vis des cellules de *Pinctada*. Cinq de ces molécules utilisées seules ou en association ont été retenues qui ont fait l'objet de deux dépôts de brevet au titre de l'Ifremer et de la Direction des Ressources Marines : 1 peptide antimicrobien (PAM), la tachyplésine ; 2 exopolysaccharides (EPS) et enfin 2 polyhydroxyalcanoates (PHA) (FR1056889 extension PCT depuis le 31/08/2011 - «Nucleus enrobé d'un revêtement filmogène aux propriétés antibactériennes et cicatrisantes et procédé d'obtention» et FR1060461 dépôt 14/12/2010 - «Utilisation de polyhydroxyalcanoates bactériens (associés à des peptides antimicrobiens ou autres molécules) pour prévenir des contaminations bactériennes en perliculture».

Les protocoles d'enrobages ont été transférés et adaptés par la société polynésienne PNST en vue de la réalisation de greffes expérimentales permettant d'évaluer en conditions réelles les nouveaux enrobages. Dans un premier temps, des essais préliminaires ont permis de définir des conditions optimales d'enrobage sur la base de contrôle en MEB de la qualité des films obtenus. Sur la base de ces essais, deux greffes expérimentales ont été réalisées sur l'atoll de Rangiroa (Gauguin's Pearl) du 27 au 1er juillet 2011 puis du 7 au 10 novembre 2011. Six conditions différentes d'enrobage de nucléus ont été testées : utilisation de deux EPS ou de deux PHA de nature et propriétés différentes, couplés ou non avec la tachyplésine. Pour chacune de ces deux greffes, deux nucléus «témoins» ont aussi été utilisés : l'un enrobé selon un procédé commercial (témoin positif), l'autre dénué de tout enrobage (témoin négatif).

Pour la 1^{ère} greffe expérimentale EPS/PAM réalisée, un total de 3257 huîtres perlières a été greffé avec 67 huîtres donneuses différentes. Les greffons d'une même huître donneuse permettent d'évaluer 8 nucléus appartenant à chacune des six conditions de préparation d'enrobage des nucléus. Un «checking» a été réalisé fin août 2011 à 40 jours post-greffe afin d'évaluer les taux de maintien des huîtres greffées. Une analyse statistique des résultats montre qu'il y a une différence significative ($p=0.008$) entre les différents traitements concernant le taux de maintien. Le taux de maintien est meilleur pour le traitement « témoin + » comparé aux autres traitements. Par contre, il n'y a pas de différence significative détectée entre le traitement «EPS1+PAM» et le traitement «témoin +». Ces résultats sont très encourageants car ils montrent que les molécules testées fournissent d'excellents résultats au niveau des taux de maintien à 40 jours. Concernant la 2^{ème} greffe expérimentale PHA/PAM réalisée, un total de 3051 huîtres perlières a été greffé avec 64 huîtres donneuses différentes. L'objectif est maintenant d'évaluer à 15 mois post-greffe (septembre 2012 puis mars 2013) la qualité, les défauts de surface et l'épaisseur des futures perles en relation avec le type de nucléus enrobé utilisé.

Analyse du processus complet de la greffe, du choix du greffon à la minéralisation de la perle

L'objectif poursuivi est de décrire et comprendre les mécanismes biologiques de la greffe et de la minéralisation de la perle. Trois types d'approches complémentaires ont été développées : i) moléculaires en génomique fonctionnelle et protéomique en collaboration avec l'Université de Bourgogne ii) cellulaires en collaboration avec le laboratoire privé Texinfine et ii) biochimiques avec la caractérisation de la structure et de la composition des biominéraux en collaboration avec l'Université d'Orsay. Celles-ci correspondent à deux sous-actions, la première a pour objectif d'identifier des biomarqueurs de minéralisation, la seconde à l'utilisation de ces biomarqueurs pour décrire les processus de biominéralisation depuis la greffe jusqu'à la formation d'une perle en fournissant à tous les partenaires du GDR Adequa impliqués dans cette action un matériel biologique commun issu d'une greffe expérimentale dédiée, nommée ADEQUA#2.

Un panel de gènes candidats à la biominéralisation ont été identifiés chez *P. margaritifera*, dans le cadre de la thèse de Caroline Joubert (Joubert et al, 2010 ; Joubert 2011). Trois approches ont en effet été développées : construction de banques EST et SAGE, analyses en protéomique menées en collaboration avec l'Université de Bourgogne et recherche d'homologie de séquences dans les bases des données menées en collaboration avec l'entreprise privée SkuldTech. Ces approches ont également permis l'identification et la caractérisation d'une nouvelle protéine de biominéralisation, «exceptionnellement» riche en méthionine, MRNP 34, chez *P. margaritifera* et *P. maxima* (Marie et al, 2011). Actuellement, cette protéine n'a pas été identifiée chez d'autres organismes nacrés. Sa fonction reste pour le moment inconnue. Au total ce sont 188 gènes potentiellement impliqués dans la biominéralisation qui ont été sélectionnés dont quasiment l'ensemble des gènes identifiés dans le cadre des approches combinées en transcriptomique et protéomique. Ces gènes biomarqueurs candidats de la qualité ou de la croissance de la perle ont été évalués à partir des échantillons de greffons et/ou de poches perlières récoltées à 18 mois post greffe, issus des greffes expérimentales «Adequa 2» (Nov 2008 - Mai 2010) et «hauteur de découpe n°1» (Sept 2006 - Sept 2007). Un total de 41 gènes biomarqueurs de chacun des 3 critères retenus pour la qualification des perles issues de la greffe expérimentale Adequa 2 a été obtenu. Dans un objectif de recherche appliquée, ces gènes pourraient à court terme constituer des biomarqueurs de sélection d'huîtres donneuses de greffons utiles aux travaux d'amélioration génétique (une demande de brevet est en cours).

La recherche de gènes candidats par homologie de séquence dans les bases de données a permis de mettre en évidence l'existence, chez *P. margaritifera*, de cinq isoformes de la nacréine (N66), une protéine de minéralisation identifiée chez de nombreux autres organismes nacrés. Toutes ces isoformes possèdent deux domaines "anhydrase carbonique" de type alpha séparés par une zone de répétition en acides aminés GN qui serait impliquée dans la cristallisation du carbonate de calcium. Des couples d'amorces spécifiques de chacune de ces isoformes ont été dessinés à partir des alignements de séquence des différentes isoformes de nacréine identifiées chez *P. margaritifera*. Ils permettent de quantifier par PCR en temps réel les niveaux de transcrits de chacune des 5 isoformes au sein des greffons ou de la poche perlière (sac perlier). Ces nouveaux outils de détection et de quantification des différentes isoformes de nacréine ont permis de confirmer, à partir des greffons d'huîtres utilisés lors de la greffe Adequa 2, l'existence d'une variabilité de l'expression de chaque isoforme propre à chaque individu (i.e. l'huître donneuse de greffons). Ces travaux ont également permis de démontrer qu'il y avait une parfaite concordance entre la nature des isoformes de nacréine exprimées au sein des greffons d'une huître donneuse et la nature des isoformes exprimées au sein des huîtres greffées correspondantes (sac perlier), et ce en testant différentes huîtres donneuses de greffons et des poches perlières analysées à différents temps post-greffe. Par ailleurs, les travaux sur la caractérisation d'une protéine de la famille des Pearlins chez *P. margaritifera*, *Pmarg*-Pearlin (Montagnani et al., 2011) ont permis, en collaboration avec l'Université de Bourgogne, de mettre en évidence chez les huîtres perlières des caractéristiques structurales communes à

ces protéines : propriétés biochimiques, capacités de liaison à la chitine et au calcium. La localisation spécifique de cette protéine au sein de la matrice extracellulaire des cristaux d'aragonite (nacre) de coquilles a été démontrée.

Etude de la cinétique d'expression de gènes codant des protéines spécifiques de structures coquillières et/ou perlières de *P. margaritifera* lors de la formation d'une perle.

L'Université de Bourgogne a identifié par une approche protéomique un panel de protéines majoritaires et spécifiques soit des premiers dépôts organiques recouvrant le nucléus, soit de prismes calcitiques coquillières, soit enfin de tablettes d'aragonite coquillière. La totalité des gènes codant ces protéines a été identifiée à partir de la banque EST de manteau de *P. margaritifera*. Pour chacune de ces structures coquillières et/ou perlières, les niveaux d'expression de 6 à 8 gènes ont été établis par PCR en temps réel afin de déterminer leur cinétique d'expression au cours de la formation d'une perle en utilisant le matériel biologique récolté lors de la greffe expérimentale Adequa 2 (Magré, 2011). Parmi les 7 huîtres donneuses de greffons sélectionnées, un schéma général se dessine au cours du temps (Figure 13), les gènes codant des protéines des premiers dépôts organiques s'expriment les premiers (optimum entre J7 et J21), puis les gènes codant des protéines de prismes calcitiques (J21 à M2), puis enfin des gènes codant des protéines de structures nacrées (M2 à M18). Des travaux en collaboration avec l'Université d'Orsay ont été également initiés visant à relier les études d'expression génique (sac perlier) avec les observations microstructurales et minéralogiques des perles correspondantes, afin de poursuivre l'exploration du déterminisme de la qualité des perles.

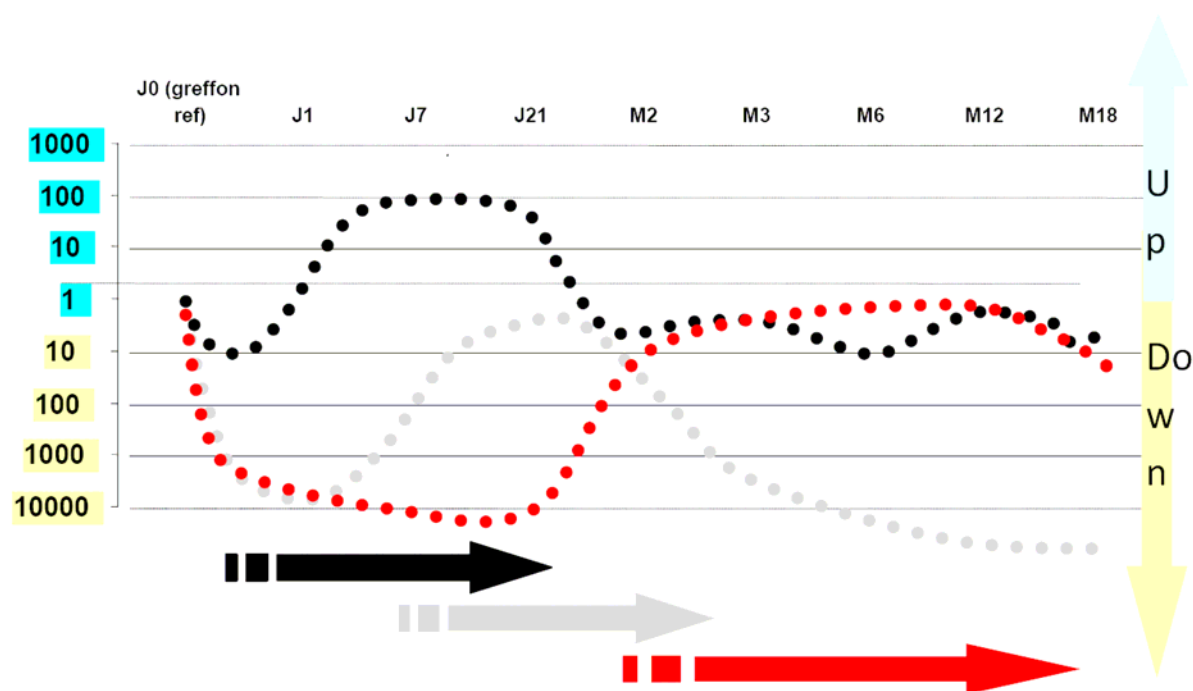


Figure 13 : Cinétique d'expression de gènes spécifiques des premiers dépôts autour du nucléus (en noir), de prismes calcitiques (en gris), ou de nacre (en rouge), après normalisation par rapport à des gènes de ménage et à l'expression obtenu dans chaque greffon d'huîtres donneuses de greffons considérées. Les taux d'expression moyens (7 donneuses de greffons) sont représentés sur une échelle logarithmique. J : nombre de jours post greffe, M : nombre de mois post greffe.

« ANIMATION DU GDR ADEQUA » (A070707)

Le troisième conseil de groupement du GRD ADEQUA (Amélioration DE la QUALITÉ des perles de *Pinctada margaritifera* de Polynésie française) s'est tenu à Issy-les-Moulineaux les 20 et 21 septembre 2011 au siège de l'Ifremer et a réuni 23 participants (Figure 14). Cette réunion a été l'occasion de faire le bilan des travaux réalisés les 15 derniers mois. La 1^{ère} journée a été l'occasion pour l'ensemble des partenaires de présenter par action les avancées des travaux de recherche et les perspectives correspondantes. Lors de la 2^{nde} journée, des groupes de travail par action ont été mis en place afin d'échanger sur les résultats obtenus et d'ajuster le programme de recherche pour la dernière année du GDR (2012). En fin de 2^{ème} journée, les points organisationnels, administratifs et financiers ont été abordés afin de préparer le Comité de Pilotage qui se tiendra début 2012 à Papeete (Tahiti). Les faits marquants obtenus dans le cadre du GDR Adéqua sur la période juin 2010-septembre 2011 sont les suivants :

Deux thèses ont été soutenues dans le cadre du GDR ADEQUA :

Clémentine Linard : "Écophysiologie et dynamique de la croissance coquillière de l'huître perlière, *Pinctada margaritifera* (L.) : analyses moléculaires et microstructurales". Thèse soutenue le 31 novembre 2010 à l'Université de la Polynésie française (mention Très honorable).

Caroline Joubert : «Approche transcriptomique globale pour l'identification de gènes codant des protéines impliquées dans les processus de biominéralisation chez *Pinctada margaritifera* et le développement de biomarqueurs appliqués à la sélection d'huîtres perlières donneuses de greffons». Thèse soutenue le vendredi 2 septembre 2011 à l'Université de la Polynésie française (mention Très honorable et les félicitations du Jury).

Deux brevets ont été déposés au titre de l'Ifremer et du Service de la Perliculture :

FR1056889 extension PCT depuis le 31/08/2011 - « Nucleus enrobé d'un revêtement filmogène aux propriétés antibactériennes et cicatrisantes et procédé d'obtention »

FR1060461 dépôt 14/12/2010 - « Utilisation de polyhydroxyalcanoates bactériens (associés à des peptides antimicrobiens ou autres molécules) pour prévenir des contaminations bactériennes en perliculture ».

14 articles scientifiques dans des revues nationales ou internationales en lien avec le GDR ADEQUA ont été publiés.

Suite aux travaux réalisés en partenariat Ifremer-Service de la Perliculture depuis 4 ans, complétés par des résultats obtenus dans le cadre de l'action 5 du GDR Adequa, une convention relative à l'acquisition d'un module d'élevage larvaire en circuit ouvert a été signée entre l'Ifremer et le PRL. Le système d'élevage a été mis en service à l'écloserie du Pays à Rangiroa fin 2011.

Dans la continuité de certaines actions de recherche menées dans le cadre du GDR Adequa, un financement (708keuros) a été obtenu auprès de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) pour le projet POLYPERL « Gestion intégrée et adaptation de la perliculture en Polynésie française dans le contexte du changement global : approche environnementale, économique et sociale » (*appel à projet AGROBIOSPHERE*, coordination Ifremer, durée 3 ans, 10 partenaires).

Trois partenaires du GDR ADEQUA (Ifremer, Orsay et Dijon) ont participé sur invitation au symposium "*the International Symposium on Pearl Research*" du 4 au 6 octobre 2011 à Tokyo (Japon) pour présenter leurs travaux de recherche sur la biominéralisation réalisés dans le cadre du GDR Adequa.



Figure 14 : Conseil de groupement du GDR ADEQUA (à Issy-les-Moulineaux les 20 et 21 septembre 2011 au siège de l'Ifremer)

OPTIMISATION DE LA COLLECTE DE NAISSAIN ET GESTION DES LAGONS (A070705)

Dans cette année intermédiaire entre 2 campagnes de terrain, le travail a essentiellement porté sur la standardisation de la méthode d'identification spécifique des larves de l'huître perlière. L'objectif principal est de passer de la méthode « publiée » à la définition d'un protocole opérationnel indispensable pour traiter au laboratoire des échantillons de plancton lagonaire en grand nombre. Cette capacité à identifier le plus rapidement possible les larves de *P. margaritifera* dans les échantillons en provenance des lagons collecteurs est la seule solution pour avancer vers la mise en place *in situ*, auprès de la profession, de la méthode de prévision du collectage en cours de développement.

Identification des larves de *Pinctada margaritifera* par hybridation *in situ* (HIS)

Les tests HIS réalisés sur les échantillons mono-spécifiques de larves entières de *P. margaritifera* (nacre) et *P. maculata* (pipi) ont permis d'évaluer la qualité du marquage pour 30µL et 50µL de sonde. De plus l'utilisation des larves de « nacre » et de « pipi » d'âges différents permet de tester l'efficacité de la technique d'HIS aux différents stades de développement (stade-D à 3 jours et stade dit umboné à 9 et 15 jours). D'après les photos (Figure 15), un fort signal d'hybridation des sondes universelles 18S (contrôle positif) s'exprimant sur plus de 99% des larves de *P. margaritifera* est observable. Ce résultat indique que le mode de fixation des animaux est satisfaisant et permet de conserver le matériel génétique pour l'hybridation. Il devra donc être pris en compte pour les prélèvements futurs destinés à être traités en HIS. A l'inverse des études menées précédemment, il s'agit ici d'utiliser l'ADNr16S pour la distinction entre les deux espèces les plus proches. La discrimination est basée sur le fait que les gènes mitochondriaux évoluent plus vite que les gènes nucléaires, rendant ainsi possible la discrimination entre deux espèces du même genre par l'ADNr16S alors que l'ADNr18S, présentant des mécanismes évolutifs plus lents, est mieux approprié pour procéder à la différenciation au niveau des ordres. L'absence de signal d'hybridation des sondes 16S sur les larves de *P. maculata* alors que plus de 99% des larves de *P. margaritifera* issues d'écloserie (Figure 16) présentent un

marquage intense (Figure 15) traduit la forte spécificité des sondes pour l'ADNr16S de *P.margaritifera* et démontre l'efficacité de la méthode aussi bien pour les stades larvaires précoces que pour les larves plus évoluées. De plus, aucune différence significative en terme de quantité de larves marquées n'est détectée entre les échantillons traités avec 30µl ou 50µl de sonde et ce pour les sondes 16S (test de Fisher ; P value=1), 18S (test du χ^2 ; P value = 0.3129) et les sondes « témoin négatif » (Neg).

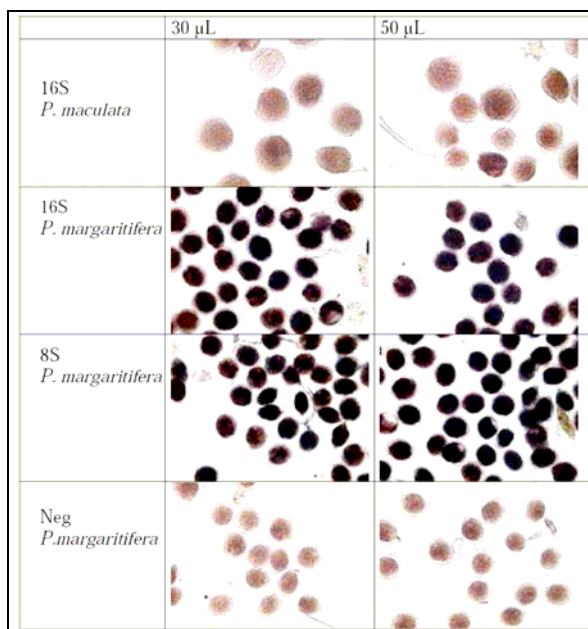


Figure 15 : Test de marquage des échantillons mono-spécifiques de *P. margaritifera* (3, 9 et 15 jours) et *P. maculata* (13 jours) par HIS avec 30 ou 50 µl de sonde.

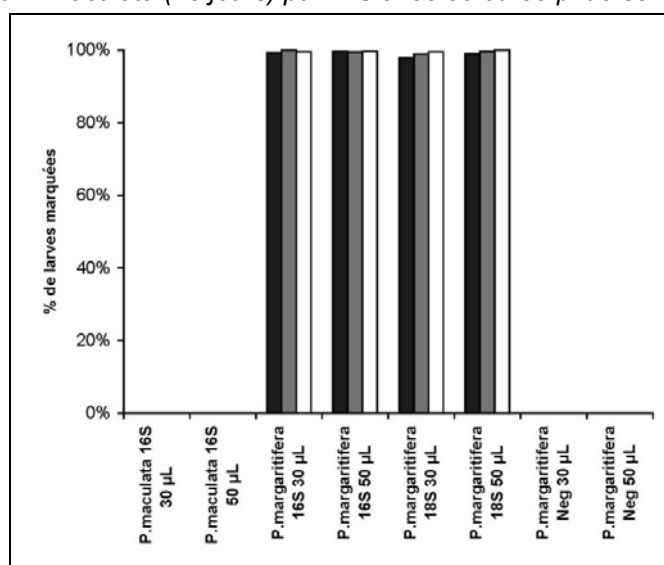


Figure 16 : Comptage des larves marquées par les sondes 16S, 18S et Neg pour les deux volumes appliqués, 30µL et 50µL. Les valeurs présentées dans cette figure représentent la proportion de larves marquées pour chaque échantillon testé. Les comptages ont été réalisés en triplicat pour 100µL d'échantillon prélevé à partir d'un volume total de 1 mL préalablement homogénéisé.

Dans les échantillons de plancton, au vu des photos (figure 17) et des comptages réalisés (figure 18), un faible pourcentage de larves marquées par les «sondes Neg» est observé sur les échantillons de plancton (5,9% pour 30 µl de sonde et inférieur à 5% pour 50µl) ce qui révèle l'existence de marquage aspécifique dans les échantillons de plancton. Ce marquage étant absent pour les échantillons de larves issues d'écloserie, une hypothèse qui reste à

vérifier mais qui pourrait expliquer une telle aspécificité serait que les étapes de lavage sont moins efficaces sur les échantillons de plancton. A l'inverse, un signal d'hybridation net est détectable pour le marquage avec les «sondes 18S» (contrôle positif), respectivement aux alentours de 49 et 92,9% pour 30 et 50µl de sonde. De la même manière, pour la sonde 16S, spécifique de *P. margaritifera*, 37.8 et 53.5% de larves sont marquées respectivement pour 30 et 50µl de sonde. On observe qu'il existe une différence de marquage significative entre les deux volumes de sondes 16S testés, 30 et 50 (test du χ^2 ; P value = 0.008245) ainsi que pour les sondes 18S (test du χ^2 ; P value < 2.2e-16)

Les résultats obtenus pour les marquages par les sondes 16S et 18S des échantillons de plancton révèlent donc une plus grande efficacité, tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif, lorsque 50µL de sonde sont appliqués. Ainsi, plus de 50% des larves du plancton ont pu être identifiées comme des larves de *P. margaritifera* avec 50µl de sonde. De plus, les larves marquées correspondent principalement à des larves évoluées donc plus proches de la fixation. Ces données s'avèrent d'autant plus pertinentes que jusqu'à maintenant Thomas *et al.*, (2011) n'avaient pu retrouver dans les échantillons de plancton que des larves au plus jeune stade encore loin de se fixer. Ainsi, la détection d'une cohorte de larves de *P.margaritifera* quasiment prêtes à se fixer indique que l'outil d'identification larvaire développé au COP est maintenant fonctionnel.

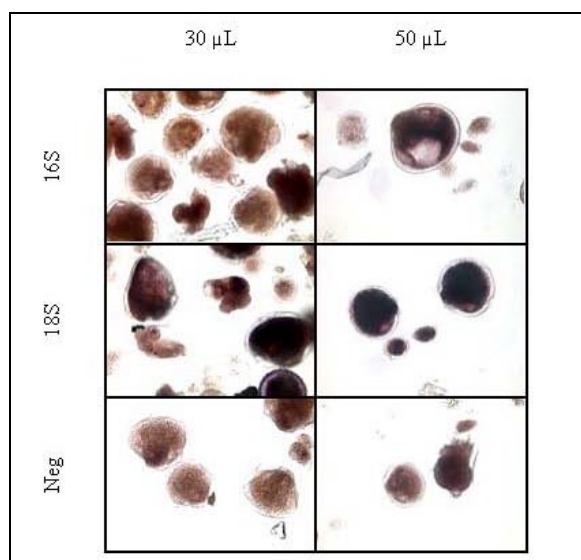


Figure 17 : Identification des larves de *P. margaritifera* dans des échantillons de plancton. Les larves sont détectées par HIS avec deux volumes de sondes testés, 30µL et 50µL

Les améliorations de la technique initiale publiée par Thomas *et al.* (2011), basées notamment sur les modes de fixation ($MgCl_2$ 20%), la quantité de sonde nécessaire à utiliser et le tri préalable des échantillons (solution sucrée densité 1,38) ont permis d'améliorer nettement le marquage des larves plus évoluées et celui des larves dans le plancton. Cependant, la mise au point de la méthode n'est pas entièrement achevée. En effet, au vu des observations, il apparaît que le marquage de certaines larves dans le plancton reste difficile à détecter. Ces larves sont donc naturellement décrites comme «non marquées». Ceci entraîne des erreurs encore trop importantes lors de l'analyse des résultats et l'impossibilité de traiter les échantillons sous un logiciel d'analyse d'image. Ces erreurs sont d'autant plus difficiles à interpréter que la méthode n'est pas standardisée donc pas entièrement reproductible pour les échantillons de plancton. D'autres paramètres sont également à prendre en compte dans le cadre de la mise en place de cette technique pour le traitement des échantillons en routine comme le coût élevé des manipulations ou le temps d'analyse trop long. Le résultat d'une réaction HIS est connu après deux jours de manipulation. Le temps de réaction n'est pas véritablement compressible. En revanche, il est possible d'améliorer la méthode pour permettre de traiter un plus grand nombre d'échantillons simultanément et pour standardiser puis fiabiliser les résultats.

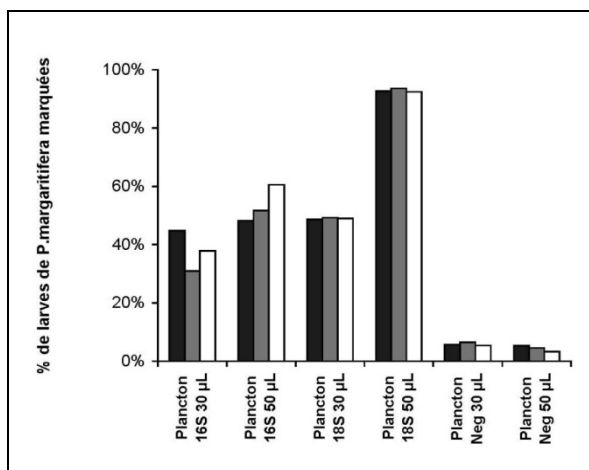
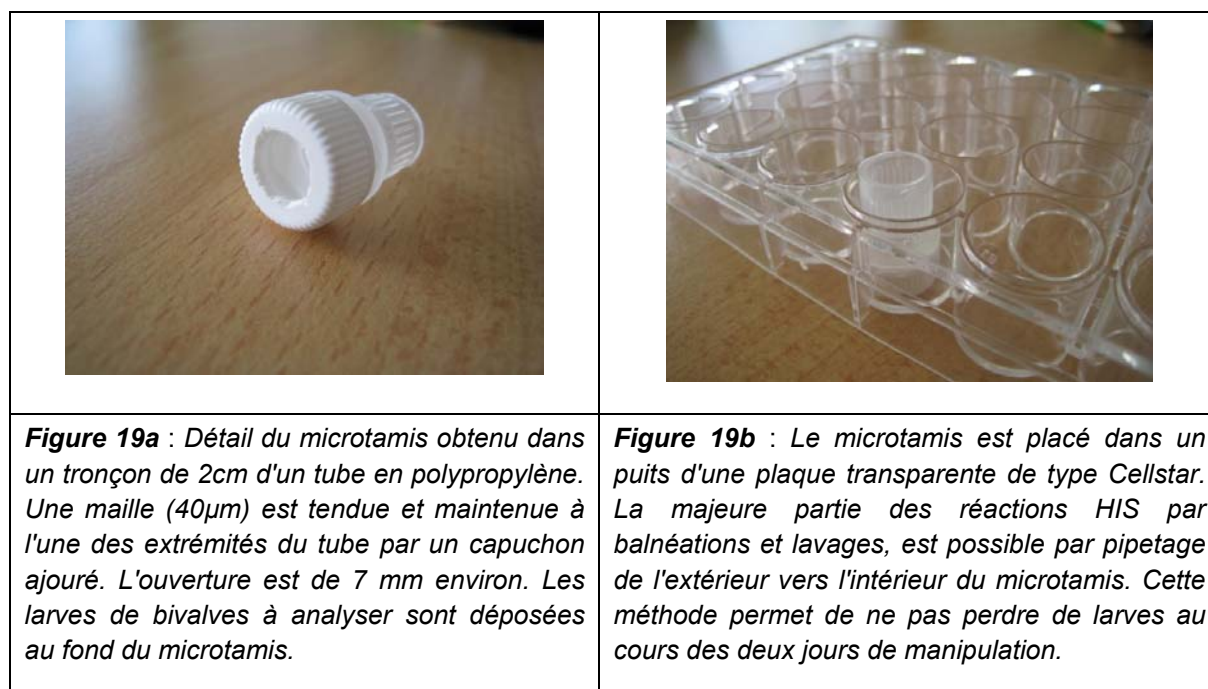


Figure 18 : Comptage des larves marquées par les sondes 16S, 18S et Neg pour les deux volumes appliqués, 30µL et 50µL. Les valeurs présentées dans cette figure représentent la proportion de larves de *P. margaritifera* présente parmi l'ensemble des larves contenues dans les échantillons de plancton. Les comptages ont été réalisés en triplicat pour 100µL d'échantillon prélevé à partir d'un volume total de 1 mL préalablement homogénéisé.

Nous avons ainsi testé l'utilisation de microtamis (Figure 19) qui permettent un meilleur contact des larves avec les réactifs, sans perte d'effectif. Un filet en nylon de vide de maille de 40 µm (type planctonique) est tendu à l'extrémité du tube puis maintenu par le capuchon vissé du tube. Contrairement à la méthode précédente où les larves étaient déposées directement au fond d'un puits, les échantillons sont désormais déposés au fond du microtamis dont l'utilisation s'est révélée avantageuse.



En conclusion, l'adaptation et l'optimisation de l'outil HIS pour identifier les larves de *P. margaritifera* est un processus long et relativement difficile. L'outil est néanmoins aujourd'hui opérationnel pour revenir sur l'identification des larves dans les échantillons des campagnes déjà effectuées à Ahe et pour aborder ensuite les échantillons des futures campagnes (projets ANR Polyperl et Contrat de projet Biodiperl).

SURVEILLANCE CREVETTICULTURE EN POLYNESIE (A070807)

En **crevetticulture**, l'année 2011 a été marquée par la poursuite des activités d'assistance technique et par la mise en place des projets POLYFLOC "*Système d'élevage hyper intensif de crevettes : adaptation des techniques du biofloc au contexte économique local de la filière crevette*" (Contrat de projet Etat-Pays : Tahiti Fa'ahotu) et SADEC "*Systèmes alternatifs pour une filière durable d'élevage de crevettes en Polynésie française*" (MOM) pour un démarrage effectif début 2012. Les actions menées en crevetticulture s'intègrent dans le projet «DEDUCTION - PJ0708» en partenariat avec l'équipe de Nouvelle-Calédonie. Dans la perspective du développement durable de l'aquaculture en Polynésie française, un programme visant à accompagner la filière d'élevage de crevettes a été mis en œuvre de façon conventionnée entre l'Ifremer et le SPE depuis 2004. Outre l'assistance technique et l'expertise, le programme crevettes SPE-Ifremer est aussi basé sur des essais techniques de mise au point, liés à la problématique de la filière : essais zootechniques pour répondre aux problèmes des fermiers et mise au point d'une filière d'élevage de crevettes en cages.

Assistance technique aux fermes existantes et à la filière

Les priorités de la filière pour cette année ont été : (1) la construction et la préparation du démarrage du Centre Technique Aquacole (travaux Ifremer-SPE sur les dossiers projet et chantier CTA) ; (2) le suivi et le soutien aux écloseries : tout d'abord à l'EPT (écloserie polyvalente territoriale) dans le cadre du transfert de gestion des productions vers une prestation de la Coopérative des Aquaculteurs de Polynésie française, soutien technique Ifremer-SPE; puis au CTA dès septembre 2010. Dans ce cas, il s'agissait de la gestion des lots de géniteurs nécessaires à la mise en route de l'outil par l'équipe Ifremer-SPE ainsi que de la validation des procédures de production.

L'assistance aux professionnels a consisté essentiellement en deux à trois visites annuelles. L'ensemble des fermes polynésiennes n'a produit que 30,8 T en 2010, soit la plus mauvaise production depuis leur création. La production envisagée pour 2011 se situait aux environs de 42 tonnes. Dans ce contexte, les fermiers ont été accompagnés pour améliorer leurs structures de production. A Aquapac, d'une part, une mission d'expertise a été menée conjointement par SPE-Ifremer et a conduit à plusieurs propositions visant à la restructuration des deux sites de production en vue d'une augmentation et d'une pérennisation de la production (avec un objectif de 100T pour le site Aquapac-Taiarapu Aquaculture et un objectif de 20T pour le site de Sopomer). D'autre part, et au delà de l'appui au dossier de concession maritime en vue d'une augmentation de la capacité de pompage et du traitement des eaux usées), l'assistance d'un expert consultant en aquaculture a été suggérée au fermier et acceptée par ce dernier qui a lancé un programme de financement pour la restructuration des différents sites (Aquapac, Taiarapu-Aquaculture et Sopomer). Ce dossier de plus de 100 millions FCP a vu l'appui du Pays et de l'Etat pour une construction des installations projetée jusqu'en courant 2012.

Gestion de la souche polynésienne de la crevette *Litopenaeus stylirostris*

L'équipe Ifremer continue d'assurer la gestion des reproducteurs de deux souches locales de crevettes bleues. Le transfert au Pays a néanmoins débuté dès le mois de septembre 2010, avec la mise en place de lots d'animaux devant servir de lots de reproducteurs pour le CTA dès son ouverture, intervenue en octobre 2011. Cependant, les retards dans les travaux ont quelque peu désorganisé le suivi de l'ensemble des lots de reproducteurs constituant le conservatoire de souche ou destinés à la production. Pour ce qui est de la souche, les lots A et B 2010, puis 2011 ont été gérés de manière anticipée à l'ouverture du centre technique selon le mode de gestion projeté par le CTA, soit : (1) gestion des familles en maturation, écloserie et nurserie par l'équipe R&D Ifremer-SPE, (2) gestion des bassins de prégrossissement des familles en bassins Ifremer jusqu'au marquage par l'équipe R&D Ifremer-SPE, (3) transfert de deux lots de reproducteurs marqués en bassins terre puis en bassins hors-sol du CTA pour une gestion par l'équipe du CTA des différentes phases de

production des reproducteurs jusqu'à maturation. En parallèle, un lot de la souche est maintenu en sécurité dans un bassin terre de l'Ifremer par l'équipe R&D Ifremer-SPE. La gestion de la souche sélectionnée est maintenue à l'Ifremer. Le transfert de lots de post-larves de la souche à l'EPT a été arrêté au cours de l'année.

Ces actions se sont poursuivies par la prise en main de la gestion, dans les mêmes conditions, de la souche lots B 2011, et les transferts en phase pré-géniteurs des animaux des lots A 2011 jusqu'à l'utilisation des reproducteurs en avril-mai 2012. Les premiers tests de maturation, d'obtention de nauplii, de contrôle de leur qualité et des toxicités résiduelles potentielles ont débuté dès le mois de septembre 2011 dans les salles du CTA. En parallèle de ces actions, une action de fiabilisation des techniques de production de géniteurs en biofloc a été programmée, à l'occasion du séjour de trois mois de Mauricio Emerenciano, étudiant brésilien dans le cadre de sa thèse.

Essai de grossissement de crevettes en cages

Cet essai avait pour but de réaliser des élevages en cages en appliquant des normes définies. Un point particulier concerne l'acquisition de données relatives aux apports nutritifs naturels (mise en place de supports d'épibiontes et attraction du zooplancton la nuit à l'aide d'un éclairage sur batterie rechargée par énergie solaire). Enfin, un nouvel aliment «Eco2» de marque Le Guessant devait également être testé. Les données d'élevage ont été les suivantes : pm initial 1.9g (PL₅₇); 400 ind./m², soit 1600 par cage, éclairage de 00:00 à 04:00, support fouling de 1x1.5m. L'essai a duré 138 jours. En raison d'apparition d'un pic de mortalité, les crevettes de 2 cages (1 et 3) ont été nourries pendant les quatre dernières semaines d'élevage avec un aliment «maturation» japonais de haute qualité (Higashimaru), le nourrissage des 2 autres cages (2 et 4) a été maintenu sur du granulé Eco2. Le poids moyen final varie de 12 à 20g, la survie de 18 à 30%, le FCR de 4 à 9 et le rendement de 3 à 6 kg/m²/an. Jusqu'en semaine 16, la croissance n'est pas différente (Figure 20). On constate une faible croissance sur aliment Eco2 Le Guessant, jamais testé auparavant, et des mortalités massives (Figure 21) de façon assez chronique, après 2-3 mois d'élevage (en général vers 12-15g).

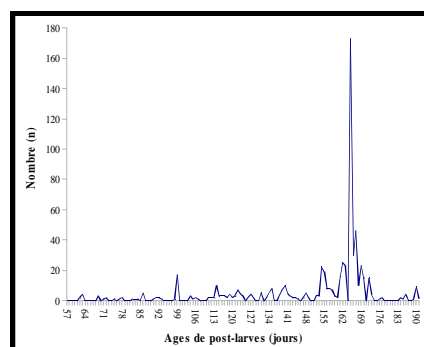
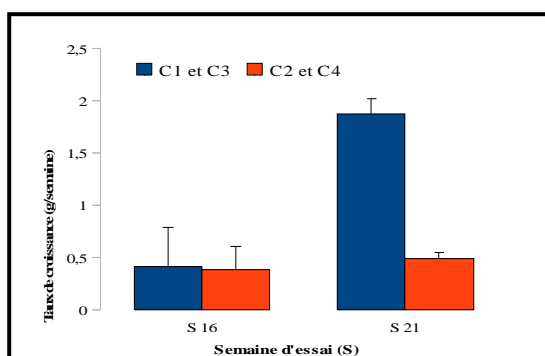


Figure 20 : Comparaison des taux de croissance aux deux étapes finales de l'essai (semaines 16 et 21)

Figure 21 : Mortalités observées au cours de l'essai 2011 sur l'ensemble des 4 cages.

Ainsi, le changement d'aliment sur 2 des 4 cages à partir de la semaine 16, a mis en évidence au cours des 4 dernières semaines le manque de performances de l'aliment Eco2. Le poids moyen final des crevettes provenant des cages alimentées sur granulé japonais est supérieur de 6,5g (soit +49%) à celui des crevettes dont le nourrissage a été maintenu sur du granulé Eco 2. Bien que le remplacement de l'aliment ait eu lieu plusieurs jours après l'apparition du pic de mortalité, la survie est meilleure sur le nouvel aliment (+ 38%). L'aliment japonais a permis d'obtenir un rendement double de celui de l'aliment Eco2. Il est à noter également que les mortalités observées lors du pic de mue sont liées à une forte

proportion de crevettes en stades «D» (Figure 22) : 75% des crevettes mortes ou moribondes observables sont semble-t-il bloquées à ce stade, ce qui confirme les observations de crevettes présentant très souvent des exuvies en phase de décollement. Ces observations font penser à une carence alimentaire. Quelques prélèvements pour une analyse préliminaire avec un laboratoire local ont permis de constater qu'une carence en phosphore pouvait être la cause de ce phénomène de mortalité (Figure 23). Au vu de ces essais, il pourrait être envisagé d'utiliser un aliment de grande qualité tel que le «Higashimaru» et de le tester sur plusieurs cages afin de le valider comme référence de croissance et de survie.

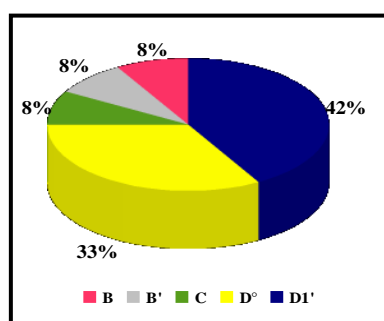


Figure 22 : Répartition des stades de mue observés sur les crevettes mortes ou moribondes (n=12) récoltées après pic de mortalité en semaine 16

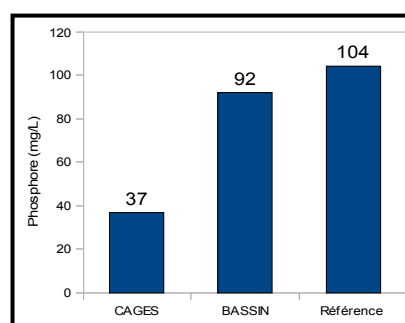


Figure 23 : Taux de phosphore dans l'hémolymphe des crevettes en cages lagunaires, en bassin terre par rapport au standard (référence)

Par ailleurs, les résultats de suivi des épibiontes et du zooplancton ont essentiellement démontré que le biofouling n'est pas suffisant pour juguler la carence alimentaire supposée. Pour maintenir un support de biofouling comprenant en permanence, des épibiontes utilisables pour l'alimentation des crevettes, il faudrait changer les supports toutes les trois semaines, au-delà des invertébrés sessiles non comestibles se développent (ascidies, éponges, bryozoaires, coraux...). Le zooplancton concentré sur les cages pendant la nuit tout au long de l'expérience n'a pas suffi à compenser la carence alimentaire observée. La composition des contenus stomacaux des crevettes, pour sa partie aliment naturel, semble fortement représentée en crustacés, ce qui pourrait expliquer en partie la forte pigmentation des crevettes en cages.

Si la densité initiale de 400 individus/m² n'est pas remise en cause, l'élevage en cages lagunaires nécessite l'utilisation d'un aliment enrichi qui compense la faible productivité naturelle du milieu d'élevage. Ce constat nous a amené à prendre contact avec 2 providiers, la SICA en Nouvelle-Calédonie et Le Guessant. Les objectifs à court terme sont d'une part, de valider l'aliment afin d'obtenir des rendements minimum de 3-5kg /m²/cycle avec des FCR<2.5:1 de façon à pouvoir valider économiquement la technique d'élevage en cages; d'autre part, de valider la méthode de prégrossissement en bassins en hyper-intensif (toujours plus fiable qu'en milieu naturel) et de compléter ces essais techniques par des études de coûts.

Evaluation des conditions de faisabilité d'une ferme d'élevage de crevettes en cages

Il était prévu d'évaluer la faisabilité des techniques de prégrossissement et de grossissement de crevettes en cages ou en enclos afin d'estimer la faisabilité technico-économique et enfin de proposer le lancement et l'accompagnement de projets pilotes. Cependant, il a été jugé préférable de suspendre les essais en focalisant les travaux de l'équipe sur les techniques existantes de prégrossissement en bassins peu coûteuses en énergie et en foncier. Cet axe de travail a fait l'objet de soumission à appel à projets du Contrat de projet Etat-Pays dans le cadre d'un projet intitulé POLYFLOC «Projet de développement de systèmes d'élevage hyper-intensif de crevettes».

PROJET DDPMOM «POISSONS LAGONAIRES» (A070908A)

En **pisciculture** marine, 2011 a vu la poursuite du partenariat entre l'Ifremer et le Service de la Pêche du Pays (SPE) sur la maîtrise de l'élevage du Paraha peu (*Platax orbicularis*) en conditions expérimentales. Ce partenariat est maintenant renforcé avec l'inauguration, en 2011, du Centre Technique Aquacole « Vaia », voisin du Centre Ifremer de Vairao. L'Ifremer a apporté un soutien important en termes de conception des équipements et de formation des personnels scientifique et technique. Au delà de cette action forte de soutien au démarrage du CTA, l'Ifremer a mis l'accent sur deux actions particulières. Toutes les actions du laboratoire Aquaculture Innovation Transfert menées sur le thème de la pisciculture lagonaire en Polynésie sont réalisées dans le cadre du projet «Développement Durable de la Pisciculture Marine d'Outre-mer».

Caractérisation des rejets biologiques du *Platax orbicularis* en élevage

Les travaux réalisés au cours de cette année constituent la première étape des travaux liés aux relations entre l'aquaculture et l'environnement qui permettront de mieux adapter l'alimentation du Paraha peu à ses besoins en optimisant la croissance et en minimisant les rejets. Une première phase était nécessaire afin de finaliser les procédures d'utilisation des installations expérimentales dont les performances et les capacités n'avaient jamais été évaluées. Dans un second temps, les protocoles d'évaluation des rejets en fonction de l'alimentation ont été mis en œuvre.

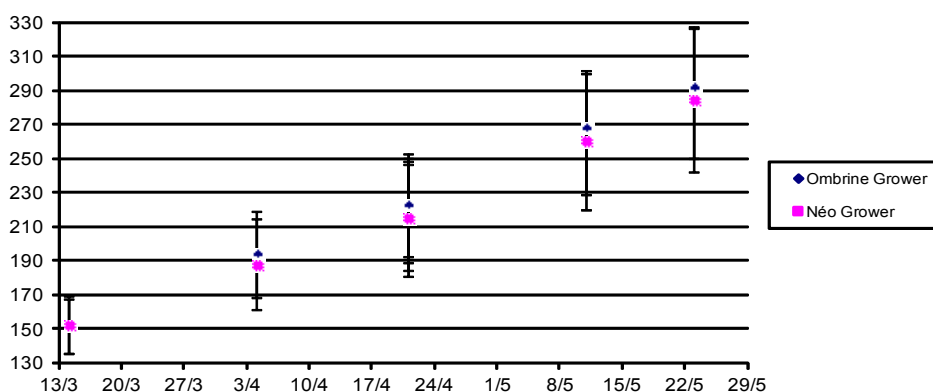


Figure 24 : Evolution du poids moyen des animaux en fonction des aliments distribués (n=3), moyenne +/- EC

Les résultats obtenus à l'issue de la comparaison de 2 aliments montrent des performances similaires pour les deux régimes testés (Figure 24). La croissance sur la période de 70 jours permet de doubler le poids moyen initial dans les deux conditions. En ce qui concerne les autres indicateurs de performances zootechniques (I.C.A., l'efficacité alimentaire ou le taux de mortalité) aucune différence significative n'est apparue.

Les compositions observées sur les poissons (Tableau 1) à l'issue de l'expérimentation montrent une différence significative de la teneur en lipides. Le taux de lipides dans l'aliment (13.2 vs 20.7) se répercutant partiellement dans la composition du poisson (27.1 vs 29.6). On voit que les glucides sont sous forme de traces dans le poisson et se retrouvent donc majoritairement dans les fécès. Ces fécès sont également plus «chargés» en lipides pour les

poissons nourris avec l'aliment Neo Grower. Ceci montre bien que si les faibles différences en taux de protéine entre les deux aliments n'ont pas induit de différence particulière en terme de croissance, des différences significatives peuvent se retrouver notamment au niveau de la composition de fécès, signe d'une efficacité alimentaire ou une digestibilité différente des aliments. Ces premiers résultats vont être valorisés dans le cadre d'un projet visant à modéliser l'impact de l'élevage du Platax sur l'environnement lagunaire et d'étudier le devenir de ses rejets.

Tableau 1 : Composition des aliments, poissons et fécès

| | Aliments | | Poissons | | | | | | Fécès | | | | | |
|--------------------------------|----------------|------------|----------------|-------|-------|------------|-------|-------|----------------|------|------|------------|------|------|
| | Ombrine Grower | Neo Grower | Ombrine Grower | | | Neo Grower | | | Ombrine Grower | | | Neo Grower | | |
| | | | B2 | B3 | B6 | B1 | B4 | B5 | B2 | B3 | B6 | B1 | B4 | B5 |
| Matière sèche (%) | 92.1 | 92.6 | 91.4 | 91.1 | 91.4 | 96.4 | 91.7 | 92.8 | 97.8 | 98.2 | 98.7 | 97.5 | 98.4 | 97.9 |
| Cendres (%) | 8.9 | 6.3 | 12.2 | 13.7 | 13.3 | 12.7 | 11.3 | 13.7 | 41.5 | 41.5 | 41.6 | 36 | 38.8 | 38.6 |
| Lipides (%) | 13.2 | 20.7 | 30 | 26.4 | 24.9 | 28.5 | 28.9 | 31.5 | 1.4 | 2.1 | 1.4 | 3.9 | 3.5 | 6.1 |
| Protéines (%) | 49 | 45.8 | 57.1 | 59.6 | 55.2 | 58.7 | 55.5 | 54.5 | 9.6 | 10.5 | 9.4 | 9 | 9 | 9.4 |
| Glucides totaux (%) | 15.9 | 15.9 | < 0.1 | < 0.1 | < 0.1 | < 0.1 | < 0.1 | < 0.1 | 22.1 | 20.4 | 26.7 | 19.2 | 21.3 | 22.3 |
| Valeur énergétique (kcal/100g) | 328 | 379 | 429 | 407 | 383 | 445 | 417 | 439 | 130 | 133 | 148 | 138 | 144 | 170 |
| Phosphore (%) | 1.1 | 0.96 | 16.63 | 18.45 | 17.83 | 17.02 | 15.81 | 17.56 | 1.12 | 1.13 | 1.15 | 0.98 | 0.98 | nd |

Qualité de la chair du Paraha peu d'élevage

Des travaux dont l'objet était «**la définition d'un protocole d'abattage et de conditionnement du Paraha peu (*Platax orbicularis*) d'élevage**» ont été menés dans le cadre de la convention n°8.033/MPA/SPE du 2 décembre 2008 modifiée et à l'avenant n° 0680 du 2 février 2011 entre l'Ifremer et le Ministère des Ressources Marines de Polynésie française. L'objectif de ces travaux était de proposer aux éleveurs polynésiens une méthode de conditionnement des poissons après récolte qui garantisse le maintien de la qualité de l'animal au cours de sa conservation. Quatre procédés d'abattage et de conditionnement péri abattage ont été comparés, soit l'abattage par hypothermie, technique appliquée classiquement en Polynésie, soit le même procédé, précédé par une phase d'étourdissement des poissons par électronarcose. Ces deux phases étaient suivies ou non par une éviscération.

Il a pu ainsi être montré que si l'électronarcose présente un avantage en matière de bien-être animal, elle ne semble pas avoir d'atouts supplémentaires par rapport à l'autre technique. Pour ce qui est de la composante microbiologique et biochimique, il ne semble pas y avoir d'avantage d'un protocole par rapport à un autre. En effet, et même en dépit d'une contamination à J0, la flore des lots « électronarcosés » ne se démarque pas sur le reste du suivi. D'un point de vue sensoriel on ne constate que très peu de différence, l'hypothermie étant légèrement mieux cotée en cuit. On retiendra d'une manière générale l'excellente cotation en cuit sur 21 jours de conservation qui ne suit pas la tendance observée en frais, ni même la croissance microbienne mise en avant par la biochimie.

Cependant, celle-ci pourrait être affinée en se focalisant sur une méthode en particulier et en resserrant les points d'analyse. Il serait bon de suivre également l'évolution des salmonelles et de *E. coli* pour la détermination de la DLC évaluée à 10 jours. Par ailleurs, le suivi de la *rigor mortis* nous a amené à caractériser sa cinétique particulière, sans différence notable entre hypothermie et électronarcose lorsque les poissons sont conservés en chambre froide à 6°C. La mise en place de la rigor est rapide (4 heures) et cet état se maintient au moins au-delà de 48h.

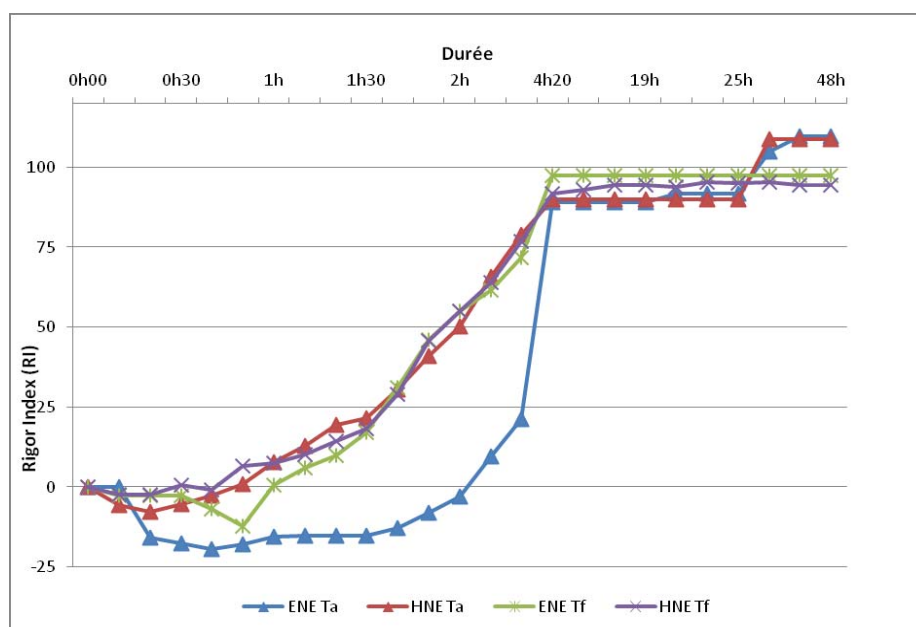


Figure 25 : Cinétique de la mise en place de la Rigor mortis à température ambiante (Ta) et froide (Tf) pour les deux protocoles d'abattage : électronarcose ou hypothermie non éviscéré (ENE ou HNE)

Le paramètre température est important dans le contexte insulaire tropical. Il peut, couplé à l'isolement, être facteur d'importantes conséquences en terme de développement microbien. Pour cela, l'hypothermie semble mieux adaptée aux aquaculteurs polynésiens qui la pratiquent déjà et son image n'est pas altérée par rapport à celle de l'électronarcose. Le choix de l'électronarcose, en vue de circuit de traitement plus long par exemple, nécessiterait en tout cas une solide maîtrise des opérations post-récolte et des moyens adaptés. L'hypothermie telle qu'elle est pratiquée pour un objectif de poisson entier peut assurer une production saine si les étapes « critiques » mentionnées lors de l'approche HACCP sont l'objet de surveillances particulières. L'éviscération n'entraîne pas d'amélioration particulière de la conservation d'un point de vue microbiologique et biochimique, mais paraît améliorer sensiblement l'évaluation sensorielle en frais. Si elle est adoptée par un producteur, il serait plus intéressant qu'il la place au début de son schéma d'opérations post-récolte, comme pour une éventuelle étape de filetage.

Informations et formation des professionnels

Outre la participation du laboratoire à la formation des porteurs de projets, il est à noter l'organisation de deux rencontres avec les professionnels.

Les « Journées Santé aquacole 2011 » organisées par le Service de la Pêche et l'Ifremer les 2 et 3 mars à destination des professionnels de l'aquaculture, avec la participation des institutions parties prenantes (QAAV du SDR, CHSP, DIREN, PRL). Ces rencontres ont eu lieu au Centre Ifremer à Vairao et ont débuté par une journée terrain à destination des pisciculteurs pour une formation relative aux bonnes pratiques zoosanitaires en matière de pisciculture et notamment aux actions liées aux échantillonnages, observations et

prélèvements. Ces rencontres ont été l'occasion de 5 présentations de vulgarisation scientifique qui ont permis de sensibiliser aux enjeux liés à la santé aquacole, décrire les bonnes pratiques zoosanitaires et le suivi zoosanitaire quotidien des cheptels, définir les mesures à prendre en cas d'urgence sur les cheptels, décrire les maladies observées sur les élevages de Paraha peu et les bonnes pratiques piscicoles, proposer une définition de la qualité des productions et de l'équité des fournitures de juvéniles des éclosiers du Pays à destination unique des professionnels de l'aquaculture.

Le Service de la Pêche, le pôle d'innovation Tahiti Fa'ahotu et l'Ifremer ont organisé les 7 et 8 avril les «Journées crevetticulture 2011 » au Centre Ifremer. Ces journées ont permis de montrer que la Polynésie possède une souche exempte de maladies, que de nouvelles techniques de production pourraient être développées à Tahiti et dans les îles, et enfin que la crevette polynésienne a un fort potentiel sur le marché local. A la suite des présentations, un atelier-débat a permis de mettre à plat les enjeux et les perspectives et de redéfinir les priorités de la filière: le transfert de la production de l'EPT vers le CTA, la validation des techniques de grossissement de crevettes en cages avant la mise en place de projets à l'échelle pilote. La nécessité de lancer des travaux en matière de maîtrise des techniques d'élevage (production commerciale et/ou production de géniteurs) en «floc» a été évoquée.

COLLOQUE INTERNATIONAL «PÊCHES THONIÈRES ET DCP» (A070908A)

Cette conférence, co-organisée par l'Ifremer, le Ministère des Ressources Marines de Polynésie française, le Secrétariat de la Communauté du Pacifique (CPS) et l'IRD, a rassemblé plus de 130 participants provenant de 40 pays répartis dans les 3 océans et en Méditerranée. La coordination scientifique de cette conférence a été assurée par l'Ifremer avec l'aide d'un comité scientifique constitué de 14 experts internationaux. Les synthèses réalisées par le groupe d'experts et les rapporteurs (Taquet et *al.*, 2012) donnent un éclairage nouveau sur les pratiques de pêche actuelles et permettent d'identifier des questions de recherche prioritaires dans plusieurs domaines relatifs à l'avenir des pêcheries mondiales de thonidés de la planète.

SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS EN LAGONS POLYNESIENS (A050503E)

En janvier 2012 le rapport final du projet «Mise au point d'un réseau de surveillance des polluants anthropiques dans les eaux de Polynésie française par l'utilisation de mollusques sentinelles» a été remis au Ministère de l'Outre Mer. Ce projet, financé à hauteur de 50% par le MOM et coordonné par Ifremer était mené en collaboration avec l'IRSN (LESE). Les travaux se sont déroulés sur la période 2010-2011.

En Polynésie, les sources de contaminations humaines impactent directement les récifs coralliens qui constituent un des écosystèmes les plus diversifiés et les plus menacés. Or pour la contamination chimique d'une part, les études ponctuelles réalisées permettent difficilement d'établir diagnostic et tendance de ces impacts. D'autre part la radioactivité artificielle résiduelle n'est plus mesurée que dans quelques échantillons, et le réseau de suivi de l'IRSN atteint ses limites. Dans ce contexte, la mise en place d'un réseau d'observation des récifs et de la qualité des eaux lagunaires est apparue souhaitable. L'objectif général d'un tel réseau de surveillance est d'acquiescer, par une observation systématique et coordonnée au niveau de tout le territoire de la Polynésie française, un ensemble de paramètres chimiques, radiologiques, hydrologiques, climatiques et biologiques, communs à tous les sites afin de permettre une étude comparée de séries d'observations. Le choix de ce projet est de baser le fonctionnement pérenne d'un réseau d'observation de différentes pollutions anthropiques dans les lagons de Polynésie française sur l'utilisation d'un mollusque bivalve bio-intégrateur des contaminants via la méthode des transplants. La première partie du projet, étalée sur deux ans, a consisté en une approche expérimentale dont le but était de :

- valider l'espèce sentinelle envisagée. L'huître perlière *P. margaritifera* largement disponible en Polynésie, dont la biologie et la physiologie ont déjà été étudiées, a été évaluée ainsi qu'un autre bivalve, l'huître *P. maculata* ;
- débiter la détermination des contaminants qui seront mesurés par la suite dans ce réseau et estimer leurs cinétiques d'accumulation par l'espèce retenue ;
- commencer à définir, en relation avec les techniques déjà mises en œuvre pour de tels réseaux, la méthodologie opérationnelle : structure, nombre et localisation des stations, période et durée d'immersion, prélèvement et traitement des échantillons à adopter.

Cette première étude a permis d'apporter les résultats suivants :

- les aspects techniques de la pose de stations de surveillance (mouillages, matériel biologique, stabulation, prélèvements) ont été validés.

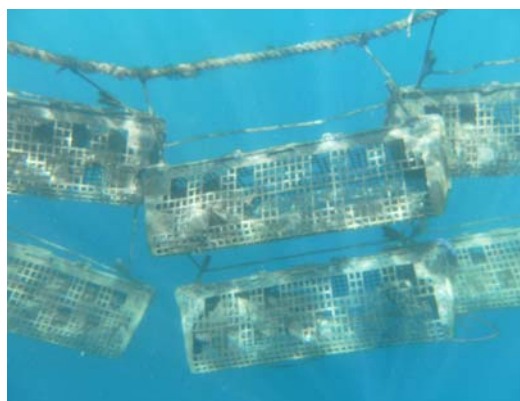


Figure 26 : Localisation de la filière au port de Papeete (image Google) et disposition des paniers de bivalves sur filières à Papeete et Vairao

- les huîtres perlières supportent les opérations de mise en station (transport, stabulation, état physiologique) : la valeur de mortalité la plus élevée, 0,3%/j, a été atteinte durant le premier mois de stabulation. La mortalité a ensuite progressivement diminué de manière relativement continue jusqu'à 0,06%/j sur le dernier échantillon (moyenne de 0,07%/j sur les six derniers mois). La mortalité absolue la plus élevée sur un échantillon a été de 16,7% à 154 jours, mais de 12,0% seulement sur le dernier échantillon relevé à 196 jours. L'indice de condition moyen a été de 0,021 avec un CV de 6,5% pour les échantillons et de 7% pour les témoins. Les valeurs d'IC ont été relativement stables durant toute l'expérimentation et cohérentes entre échantillons et témoins.

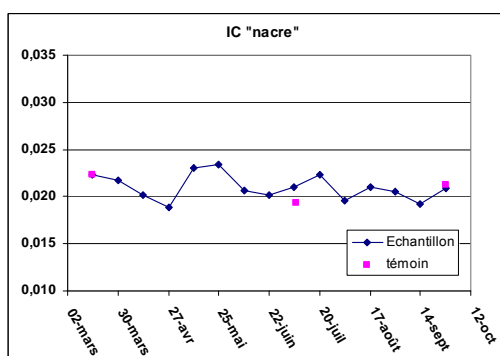
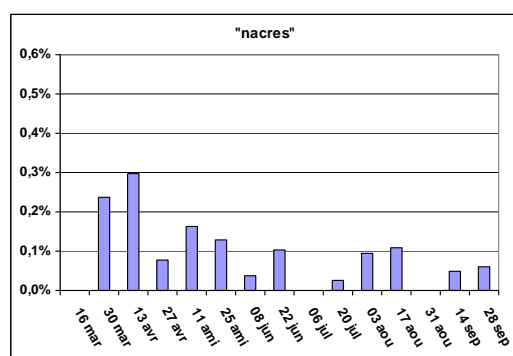


Figure 27: Mortalité quotidienne (en %/j) et indice de condition (IC) dans les échantillons d'huîtres perlières

- les huîtres perlières se révèlent de bons bio-accumulateurs potentiels pour certains métaux (Cd, Zn, Cr, Fe, Cu), hydrocarbures et la radioactivité alpha (Pu) : Le Cd est présent dans la chair à des teneurs supérieures à la réglementation CE (5 mg/kg p.s.) pour la consommation des coquillages et ce dès les mesures initiales. En revanche, les concentrations en Hg et en Pb sont largement en dessous du seuil pour la consommation humaine des huîtres en métropole et varient très peu (Hg de l'ordre de 0,05 mg/kg p.s. et Pb < 0,4 mg/kg p.s.). Pour Zn, Cr, Fe et Cu, les cinétiques sont, avec une amplitude plus ou moins forte, d'accumulation durant le séjour au port et de décroissance au retour en eaux moins polluées.

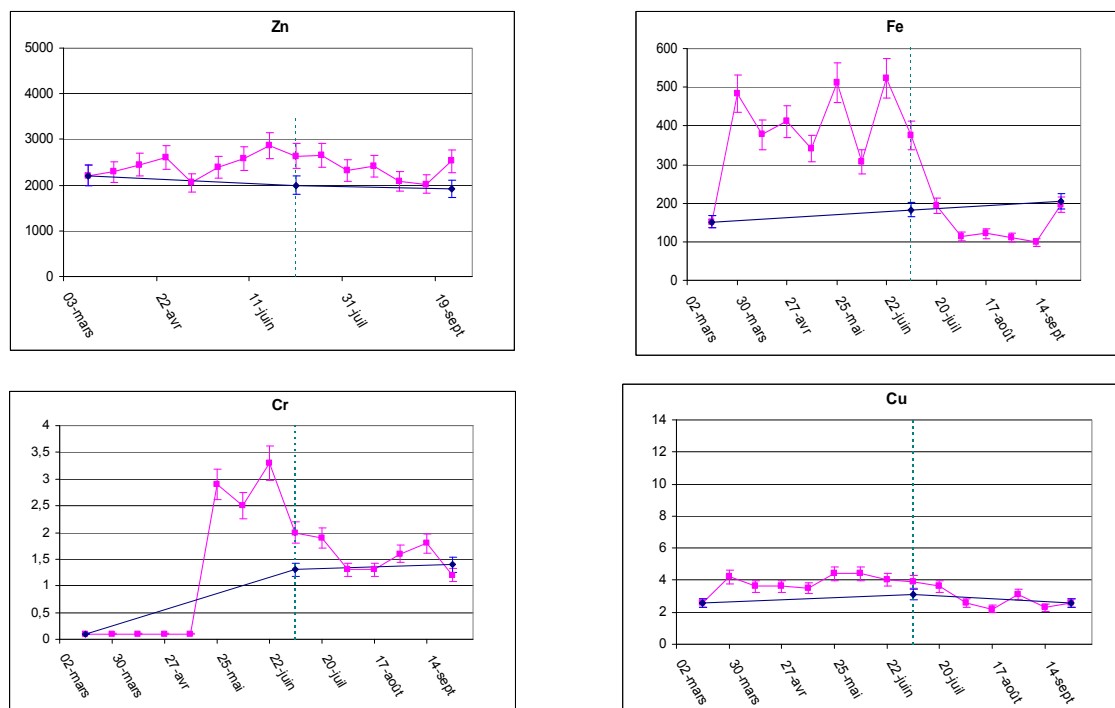


Figure 28 : Teneurs en zinc, chrome, fer et cuivre dans les huîtres perlières, exprimées en µg/kg de poids sec de chair. — seuil CE ; ♦ : témoin ; transfert à Vairao

Dans cette étude, quatre HAP ont été trouvés chez l'huître perlière, dont anthracène, fluoranthène et naphtalène. Mais des problèmes d'analyse rendent difficile la mise en évidence d'une cinétique de contamination - décontamination chez ce bivalve. Pour le Pu (émetteurs alpha), contrairement aux mesures gamma, même avec de faibles quantités mesurées, la méthode employée (extraction sélective de l'élément) et les concentrations suffisamment élevées, permettent d'obtenir des résultats significatifs pour presque toutes les mesures. L'activité maximale relevée dans une « nacre » mouillée 4 mois au port de Papeete est de 0,24 mBq/kg p.f. en ^{238}Pu et de 1,46 mBq/kg p.f. en $^{239+240}\text{Pu}$ mesurée dans une « nacre » originaire de Takaroa (tableau 2). Dans l'ensemble des analyses de Pu réalisées par le LESE ces dernières années, les mesures sont pratiquement toujours inférieures à la LD sauf généralement pour les bénitiers.

Tableau 2 : Radioactivité alpha dans les huîtres perlières

| Prélèvement | | | Activité en mBq/kg p.f. | |
|-------------|------------|--------|-------------------------|-----------------------|
| Lieu | Date | Nature | ^{238}Pu | $^{239+240}\text{Pu}$ |
| Takaroa | 16/03/2010 | Nacre | 0,20 ± 0,13 | 1,46 ± 0,35 |
| Port PPT | 06/07/2010 | Nacre | 0,24 ± 0,11 | 1,44 ± 0,25 |
| Port PPT | 28/09/2010 | Nacre | 0,11 ± 0,06 | 1,27 ± 0,20 |
| Vairao | 29/09/2010 | Nacre | ≤ 0,21 | 1,40 ± 0,33 |

- les dispositions montrées pour l'accumulation des autres éléments testés doivent être précisées (contamination expérimentale, facteurs de concentration eau-mollusque).

A la fois par ses caractéristiques biologiques et les réponses montrées en bio-accumulation, l'huître perlière pourrait donc être utilisée comme bio-indicateur de plusieurs contaminants chimiques et radioactifs. C'est un bivalve que l'on pourra déployer dans le cadre de la mise en place progressive de stations de surveillance dans les lagons. Les deux premières stations d'un futur réseau ont été disposées en 2011 à la fin de cette étude, à Vairao et au port de Papeete, comme prévu dans le cadre du présent contrat. La suite de nos travaux est inscrite dans une proposition validée pour 2012-2013 dans le contrat de projet Etat-Pays. Elle comprend les 2 aspects suivants :

- l'étude expérimentale des cinétiques de contamination des huîtres perlières en laboratoire contrôlé et la détermination des facteurs de concentration entre milieu et organisme ;
- l'augmentation progressive du nombre des stations, en particulier en aval de zones agricoles, qui constitueront le réseau et qui se fera dès 2012 avec la mise en place de quatre nouvelles stations sur Tahiti et des îles voisines.

ENERGIE HYDROLIENNE DE L'ATOLL DE HAO (A081011)

Evaluation du potentiel hydrolien de la passe de Hao (archipel des Tuamotu, figure 29)

L'étude des courants de la passe Kaki de Hao est une première en Polynésie française, par sa durée sur un cycle annuel, et par son objectif d'évaluation du gisement hydrolien d'un atoll. En tant que projet pilote, des imprévus se sont faits jour et des ajustements ont été nécessaires, pour faire de cette étude un succès, logistique, scientifique et humain. Outre les compétences et l'expérience acquises, l'étude a montré qu'un tel suivi des courants est indispensable préalablement à tout projet d'exploitation des courants marins. De plus, une réelle ressource de courants dans la passe Kaki de Hao a été identifiée. Cette phase de suivi et d'analyse des courants est indispensable, car elle répond à deux questions primordiales :

- L'existence ou non d'un gisement hydrolien sur le site. Si gisement il y a, se pose alors la question de sa localisation, et de sa quantité, c'est-à-dire de son exploitabilité.
- Le gisement a-t-il un potentiel exploitable intéressant d'un point de vue des conditions hydrodynamiques ? C'est-à-dire des courants, en intensité, en durée et en stabilité, et des conditions de houle et donc d'agitation du plan d'eau.

D'autres facteurs et caractéristiques sont à prendre en compte afin d'avoir une vision des résultats intégrée à l'environnement du site :

- Les besoins en énergie de la zone,
- La situation géographique du site et son éloignement par rapport aux besoins et aux structures,
- Les activités de la zone étudiée, activités maritimes ou autres.

Dans le cas spécifique de Hao, le suivi annuel des courants de la passe Kaki a permis de confirmer l'existence d'un gisement hydrolien pour peu que la localisation soit bien choisie. Elle est caractérisée par :

- des vitesses maximales de courants supérieurs à 350 cm/s,
- et un pourcentage des vitesses supérieures à 150 cm/s égal à 45% des données totales.

Le gisement établi a pour source principale les courants des phases de jusant. Ils représentent 88% des données éligibles, c'est-à-dire supérieurs à 150 cm/s. Les courants des phases de flot sont eux une source complémentaire qui représente approximativement 8% de la ressource. Il a également été constaté que les conditions de houle, de vent et de marnage, influençaient la vitesse des courants dans la passe et *a fortiori* les variations de la ressource hydrolienne. La localisation de la ressource est une caractéristique importante pour le site de Hao. La répartition spatiale des courants varie horizontalement et verticalement. Sur un plan vertical, il a clairement été identifié que le maximum du gisement se situe sur les cellules les plus proches de la surface, alors que pour les premières cellules du fond celui-ci est minimal. Le potentiel exploitable est un compromis entre le gisement maximal et la localisation verticale optimale. Les cellules centrales sont alors les plus

favorables. Sur le plan horizontal, l'implantation de deux appareils ADCP a montré un gradient de vitesse important entre les divers sites de la passe. Les vitesses chutent dès que l'on est en-dehors du goulet d'étranglement formé par la passe. Le gisement hydrolien de Hao est cantonné au seuil de la passe. Pour la passe Kaki, la bathymétrie joue donc un rôle primordial d'accélérateur des courants et assure l'existence d'une ressource hydrolienne conséquente. A Hao, la faible profondeur de la passe est, à la fois à l'origine d'une intensité moyenne de courants forte et un facteur contraignant pour une installation hydrolienne sous-marine. Les autres contraintes liées au site sont :

- L'activité maritime vitale de la passe. Elle est la seule voie de communication et d'échange maritime pour Hao et ses habitants.
- La distance entre la passe Kaki et les principaux besoins en énergies. A vol d'oiseau, la distance village-passe est de dix kilomètres. Cette valeur est certes à l'échelle de l'atoll peu importante, mais non négligeable lorsque l'on parle de câbles et transport d'électricité.
- Les conditions de travail difficiles sur le site : la passe Kaki a les avantages et les inconvénients d'être le lieu de courants violents. Le vent et la houle peuvent réduire encore les fenêtres de travail.

Pour résumer, la ressource hydrolienne existe, en quantité notable, sur l'espace délimité par le seuil bathymétrique de la passe Kaki. Le potentiel lui est moins marqué du fait d'importantes contraintes. Les enseignements obtenus sur le site de Hao, même s'ils ne présentent pas la passe Kaki comme le site hydrolien idyllique, montrent que des possibilités existent. Les développements technologiques de ces deux dernières années, permettent de cibler des systèmes hydroliens qui pourraient s'adapter aux conditions de courants et aux contraintes des lieux. Ce projet pilote ouvre la voie à la réalisation d'études similaires sur d'autres sites polynésiens recensés comme favorables, par exemple, Apataki, Fakarava, Makemo, Maupiti et Rangiroa, en privilégiant les sites qui offrent des profondeurs de passe plus importantes.

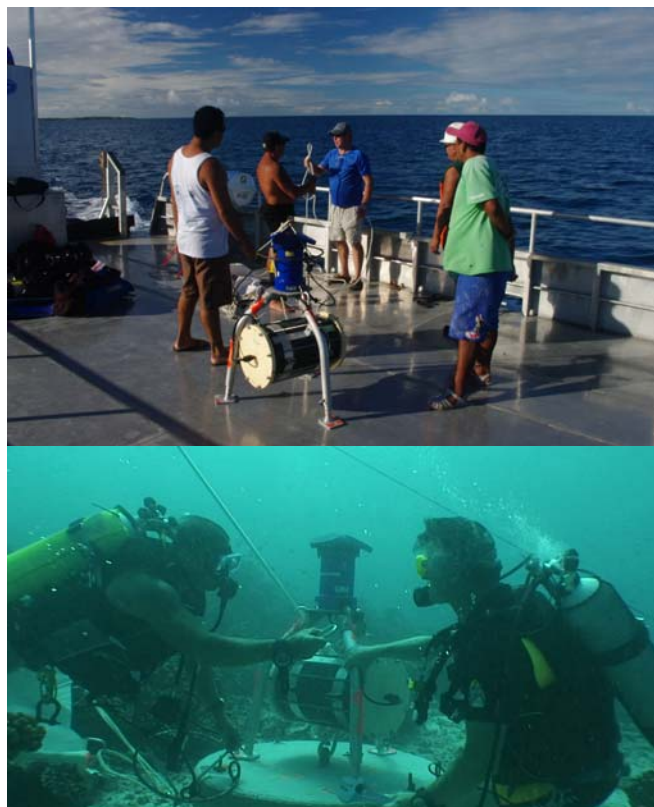


Figure 29 : Mise à l'eau du courantomètre dans la passe de Hao.

Perspectives 2012

Création d'une UMR en Polynésie française

Suite aux travaux entrepris dès 2010 et poursuivis en 2011 entre l'Ifremer, l'Université de Polynésie Française (UPF), l'Institut Louis Malardé et l'IRD, l'année 2012 verra la création de l'Unité Mixte de Recherche « Ecosystèmes Insulaires Océaniques » (UMR n°241) dirigée par N. Mazouni-Gaertner de l'UPF. M. Taquet sera directeur adjoint de cette UMR et l'unité RMPF, dans sa globalité, sera intégrée à cette UMR et constituera la majeure partie de l'équipe SYREX (1 des 3 équipes constituantes) pilotée par Ifremer (Y. Gueguen).

Développement durable de la perliculture

Dans le cadre des actions du projet, il s'agira de poursuivre les efforts engagés pour améliorer la production de perles de qualité. Les objectifs de la recherche s'inscrivent dans ce cadre, qu'il s'agisse de la compréhension des mécanismes de formation de la perle ou de la sélection d'huîtres donneuses de greffons pour des perles de couleur et de taille choisies. En parallèle, l'élaboration d'outils et recommandations permettant l'optimisation des stratégies de captage de naissains de *Pinctada margaritifera* est incontournable dans le cadre d'une gestion intégrée et durable de la perliculture. Le point fort de l'année 2012 sera le démarrage du projet ANR POLYPERL, «Gestion intégrée et adaptation de la perliculture en Polynésie française dans le contexte du changement global : approche environnementale, économique et sociale», coordonné par l'Unité et qui comprend 10 partenaires. Ce projet, accepté dans le cadre de l'appel à projet Agrobiosphère de l'ANR, débutera en février 2012 pour une durée de 3 ans. Il a vocation à améliorer notre connaissance de ce système productif à l'échelle de la Polynésie française, à travers une approche systémique de l'activité, en favorisant le développement de connaissances interdisciplinaires (écologie, physiologie, zootechnie, génétique, physique, modélisation, économie, sciences sociales, épidémiologie...). Une autre originalité de ce projet concerne la mise en œuvre d'une démarche de recherche-action, associant scientifiques, perliculteurs et autorités de gestion pour la construction de scénarios.

Pisciculture et Crevetticulture

En ce qui concerne les deux filières aquacoles polynésiennes (crevetticulture et pisciculture marine) abordées par l'unité, l'année 2012 sera marquée par une concentration des moyens sur le soutien au démarrage du Centre Technique Aquacole dont l'activité a démarré fin 2011. Il s'agira entre autres de conforter la production d'alevins de Paraha en centrant les actions sur l'optimisation de l'élevage larvaire, avec un focus particulier sur la séquence alimentaire. En ce qui concerne la crevetticulture, les travaux réalisés devront permettre de conforter les premiers résultats obtenus sur les techniques d'élevage en cages pour les phases de prégrossissement et de grossissement. Les travaux de thèse sur le biofloc entamés en 2011 seront poursuivis en 2012.

Contaminants chimiques

La suite de ces travaux est inscrite dans le contrat de projet Etat-Pays et comprend l'étude expérimentale des cinétiques de contamination des huîtres perlières et l'augmentation progressive du nombre des stations, en particulier en aval de zones agricoles.

Energies marines renouvelables

Dans le domaine des énergies renouvelables, l'Unité souhaite poursuivre en priorité en 2012 les actions d'évaluation du potentiel hydrolien des passes d'atolls des Tuamotu, notamment sur les sites identifiés comme prioritaires, suivant les critères retenus sur la base des connaissances acquises à Hao. La recherche et l'obtention de financements publics (ADEME, Pays) ou privés (EDT, ou autres) constitue un préalable à l'engagement de l'Unité sur ces nouvelles actions.

Moyens et effectifs

PERSONNELS STATUTAIRES AFFECTÉS À L'UNITÉ RMPF- SITUATION AU 31/12/11

| NOM et Prénom | Qualification | Projet |
|--------------------|---------------|-----------------------------|
| BELLIARD Corinne | G5 | A070703-A070908-A070702 |
| BERNARDINO René | G5 | A070807 |
| BUCHET Vincent | Cadre IIA | A070908-A070807 |
| CUZON Gérard | Cadre IIB | A070807 |
| DUFOUR Robert | G6 | A070807 |
| FIEVET Julie | G5 | A070703-A070908-A070702 |
| GAREN Pierre | Cadre IIA | A070705-A050302E-A070702 |
| GOGUENHEIM Jean | Cadre IIA | A070807 |
| GUEGUEN Yannick | Cadre III | A070701- A070703-A070908 |
| KY Chin long | Cadre I | A070702 |
| LEHARTEL Mathilde | G5 | Secrétariat de l'Unité RMPF |
| LE MOULLAC Gilles | Cadre IIA | A070702 |
| LEVY Péva | G5 | A070703-A070908 |
| MAIHOTA Mayalen | G5 | A070702 |
| SAULNIER Denis | Cadre IIA | A070703-A070908 |
| SHAM KOUA Manaarii | G4 | A070702 |
| SOYEZ Claude | G6 | A070702 |
| TAQUET Marc | Cadre III | Chef de l'Unité RMPF |
| TEISSIER Hinano | G5 | A070702 |
| TEMATAUA Miriama | G5 | Documentaliste |
| TETUMU Roger | G4 | A070702 |
| VANAA Vincent | G5 | A070702 |
| VONAU Vincent | G6 | A070702 |

THESE

- TEANINIURAITEMOANA Vaihiti du 01/09/11 au 30/08/14
- LACOSTE Elise du 01/09/11 au 30/08/14

CDD

- MARIGLIANO Damien du 20/06/11 au 18/09/11

VSC

- MARIGLIANO Damien 19/09/11 au 18/09/12
- LO YAT Alain 01/12/11 au 30/11/12

MOUVEMENTS DE PERSONNEL

| Arrivées | | Départs | |
|--------------|---------|------------|--------------|
| Nom | Projet | Nom | Projet |
| M. SHAM KOUA | A070702 | A. BODOY | Chef LEAD/PF |
| | | J. TIAPARI | A070702 |
| | | | |

FORMATIONS REÇUES

- LE MOULLAC Gilles Concept en sélection génétique (formation interne à l'Ifremer Brest)

Stages

- HELOURY Purotu (Université de Bretagne) : 19/07/11 au 05/08/11
- JOURDAN Toni (Université de Savoie) : 09/03/11 au 26/08/11
- MAGRE Kévin (Université de Montpellier) : 28/02/11 au 09/09/11
- RICHARD Bastien (ENSA - Toulouse) : 01/06/11 au 30/11/11
- SORIANO Solenn (INTECHMER - Cherbourg) : 17/03/11 au 31/08/11

RECETTES

| Libellé du Contrat | Contractant | N° Analytique | Montant (FCP/€) | Responsable du projet |
|--|----------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| REGENPERL | DRRT | A070702 A070705 | 1 386 038 11 615 | Y. Gueguen |
| REGENPERL | Délégation à la Recherche | A070702 A070705 | 1 386 038 11 615 | Y. Gueguen |
| GDR ADEQUA | Service de la Perliculture | A070703 | 10 739 857 90.000 | Y. Gueguen |
| Acquisition d'un module d'élevage larvaire en circuit ouvert | Service de la Perliculture | A070702 | 1 505 370 12 615 | G. Le Moullac |
| Surveillance des polluants chimiques en Polynésie française | MOM | A050302E | 596 659 5 000 | P. Garen |
| Maîtrise technique de la production des poissons lagonaires | Service de la Pêche | A070908 | 13 379 952 112 124 | V. Buchet |
| Abattage et conditionnement du Paraha peue d'élevage | Service de la Pêche | A070903 | 879 952 7 374 | V. Buchet |
| Vente de poissons | | A070908 | 259 547 2 175 | V. Buchet |

| Libellé du Contrat | Contractant | N° Analytique | Montant (FCP/€) | Responsable du projet |
|---|-----------------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|
| Colloque DCP | DEGEOM | A070908A | 1 789 976 15 000 | M. Taquet |
| Colloque DCP | Fonds Pacifique | A070908A | 3 579 952 30 000 | M. Taquet |
| Assistance technique crevette | Service de la Pêche | A070807 | 894 988 7 500 | J. Goguenheim |
| Soutien crevetticulture 2010-2011 | Service de la Pêche | A070807 | 4 000 000 33 520 | J. Goguenheim |
| Vente de crevettes | | A070807 | 619 451 5 191 | J. Goguenheim |
| Etude des courants de la passe Kaki de l'atoll de Hao | ADEME | A081011 | 3 028 401 25 378 | M. Taquet |
| Etude des courants de la passe Kaki de l'atoll de Hao | Service de l'Energie et des Mines | A081011 | 3 028 401 25 378 | M. Taquet |
| TOTAL FCP | | | 47 074 582 | |
| TOTAL €: | | | 394 485 | |

ACTIVITÉS DIVERSES

Missions en France, DOM-TOM et Étranger

Janvier

- C.L. KY et M. SHAM-KOUA : « checking » de la greffe réalisée fin 2010 à Rangiroa concernant les « effets familles » sur la qualité des perles produites.

Février

- C.L. KY et G. LE MOULLAC: transfert d'huîtres perlières sur l'île de Tahaa, dans le cadre d'une étude sur l'effet de l'environnement sur la qualité des perles produites.

- Y. GUEGUEN et D. SAULNIER : participation à la réunion GDR ADEQUA à Paris (France).

- M. TAQUET, J. HAMBLIN, D. MARIGLIANO et N. TETAURA : maintenance des capteurs de courants et extraction des données à Hao.

Mars

- C.L. KY et G. LE MOULLAC : reproduction d'huîtres perlières originaires des Gambier sur l'atoll de Rangiroa - Service de la Perliculture.

Avril

- G. CUZON : participation au congrès «World Aquaculture Society» à Natal (Brésil).

- C.L. KY et S. SORIANO : reproduction d'huître perlière originaire de l'atoll d'Apataki sur l'antenne de Rangiroa - Service de la Perliculture.

Juin

- C. BELLARD, J. FIEVET, Y. GUEGUEN, K. MAGRE, D. SAULNIER et C. SIMON-COLIN : greffe «EPS/PAM 2011» à Rangiroa : comparaison des performances des enrobages de nucléus produits dans le cadre du GDR ADEQUA.

Juillet

- P. LEVY et D. SAULNIER : récupération des poches perlières à Rangiroa.

- M. TAQUET, D. MARIGLIANO, C. SOYEZ et N. TETAURA : sortie et rapatriement des matériels à Hao.

Août

- J. FIEVET, Y. GUEGUEN et P. LEVY : collecte de cônes à Pueu dans le cadre du projet CONCO.

Septembre

- Y. GUEGUEN, G. LE MOULLAC et D. SAULNIER : participation à la réunion GDR ADEQUA à Paris (France).

- Y. GUEGUEN : participation au congrès Biominéralisation de l'huître perlière au Japon.

- C.L. KY et M. SHAM KOUA : greffe d'huîtres perlières à Rangiroa.

Octobre

- C.L. KY et M. SHAM-KOUA : greffe expérimentale sur l'atoll de Rangiroa concernant les « effets tri précoce couleur » sur la qualité des perles produites.

- J. GOGUENHEIM : visite de la ferme Picot et la société SICA en Nouvelle-Calédonie.

Novembre

- C.L. KY : essais de reproduction d'huître perlière originaire sur l'atoll de Rangiroa chez Gauquin's Pearl et réunion avec le Service de la Perliculture.

- C. L. KY et M. SHAM-KOUA : « checking » de la greffe réalisée en octobre sur l'atoll de Rangiroa concernant les « effets tri précoce couleur » sur la qualité des perles produites.

- G. LE MOULLAC : participation à la réunion Transfert élevage larvaire PRL à Rangiroa.

- J. FIEVET, L. GOURMELEN, Y. GUEGUEN, P. LEVY et D. SAULNIER : greffe «PHA/PAM 2011» à Rangiroa : comparaison des performances des enrobages de nucléus produits dans le cadre du projet GDR ADEQUA.

- G. CUZON : participation au Symposium international de nutrition aquacole au Mexique.

Décembre

- V. VANAA : transfert du savoir-faire en élevage larvaire au Service de la Perliculture à Rangiroa.

Visites

Janvier

- P. POUPON, Directeur du Pôle mer Bretagne, R. GANDOLFO, secrétaire général Pôle mer PACA et H. GUEGUEN du Pôle d'innovation Tahiti Fa'ahotu.

- N. LALLUT, élève classe 1^{ère} S du Lycée de Papara.

Mars

- R. DIDIER, Haut-Commissaire de la république en Polynésie française accompagné de son épouse, et P. MERY, DRRT.

- M.S. BAZIN, journaliste de la revue Terre Sauvage.

- Ph. POUPON, accompagné de son équipage du voilier «Fleur Australe».

Avril

- Gendarmes de la brigade de la gendarmerie mobile de Taravao.

Mai

- B. SARRADE, Contre-Amiral, Chef du département des sessions « Politiques de Défense » de l'IHEDN en France, W. TURCON, Président de l'IHEDN en Polynésie française et C.COSTA, auditeur à l'IHEDN en Polynésie française.

- P. de DECKKER, Président du conseil scientifique du GOPS, L. MAGGIA de l'IANC, Y. LETOURNEUR de l'UNC, B. HUBERT d'Agropolis de Montpellier, K. MESSNEIR d'Australie, J.P. BARRIOT et J.C. GAERTNER de l'Université de Polynésie Française.

- Dr H.S. KANG et Dr H.K. HONG de l'Université de Jeju & Kordi en Corée.

- J. MARTINIQUE, Directeur de Cabinet auprès du Ministère des Ressources Marines (MRM), H. TEANOTOGA, Chef de Cabinet auprès du MRM, M. SCHILLING, conseiller technique auprès du MRM, A.S. TALFER, chef du Service de la Perliculture, et C. LO du Service de la Perliculture.

- M. ADRIEN, PDG du Groupe ADRIEN France Turbot et A. QUEMERE, navigatrice.

- R. ORBECK, pericultrice à Apataki, accompagnée de C. LO du Service de la Perliculture.

Juin

- H. GARBET, représentant de SPRES, accompagné de H. GUEGUEN, de Tahiti Fa'ahotu.

- S. HAMON, Directeur de l'UMR « Biodiversité, Adaptation et Développement », IRD-Université Montpellier 2 (UM2) et P. HAMON, Professeur à l'UM2.

- E. TUAIRAU, Directeur de la société Morinda, accompagné de 10 cadres de la société.

Juillet

- O. LE BRUN, nouveau responsable de CREOCEAN.

- L. LAPLANE, journaliste «Le Marin».

- A. DITER, Bureau d'études.

- Gendarmes de la brigade de la gendarmerie mobile de Taravao.

- 1 groupe de periculteurs et responsables GIE de Manihi, Raiatea, Rikitea, Takaroa et des Gambier, accompagnés de C. LO (PRL).

Août

- Etudiants ESC de Rennes, accompagnés de C. Raumière, chercheur au CNRS et N. DURET du CRIOBE.

- S. BUTCHER, Maire de la Commune de Hao.

- S. MARGUERON, chercheur au L.M.O.P.S. de l'Université de Metz.

- C. KOZELY, Président de Tahitian Icon Pearls, Jean BRIEC, Manager de Tahitian Icône Pearl and Tahitian Black Pearl, et H. GUEGUEN, chargée de mission auprès de Tahiti Fa'ahotu.

Septembre

- Délégation de la Papouasie : S. BASIL, Ministre du Plan et du Développement Economique, J. POMAT, Ministre des Pêches et de la Mer, P. NIESI, Secrétaire permanent du Ministère du Plan et P. KAORA, National planning officer.

- A. Gueho, représentant de la Délégation en Polynésie pour l'Association AMOPA, membres de l'ordre des palmes académiques.

Octobre

- Etablissements scolaires et grand public dans le cadre des journées « portes ouvertes » organisées à l'occasion de la Fête de la Science.

Novembre

- M. MAUGUIN, Directeur des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, A. ELY, Directeur Régional des Affaires Maritimes et S. YEN KAI SUN, chef du Service de la Pêche.

- Préfet G. PAYET, Directeur des stages de l'ENA.

Décembre

- L. BARILLE, Professeur à l'Université de Nantes.

- Elèves de la classe 1^{ère} S du lycée de Papara.

Publications 2011

ACL : ARTICLES DANS DES REVUES INTERNATIONALES OU NATIONALES AVEC COMITÉ DE LECTURE

Chavez-Villaba J., C. Soyez, A. Huvet, Y. Gueguen, G. Le Moullac (2011). Determination of gender in the pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *Journal of Shellfish Research*, **30**(2) : 231-240.

De Decker S., J. Normand, D. Saulnier, F. Pernet, S. Castagnet, P. Boudry (2011). Responses of diploid and triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* to *Vibrio* infection in relation to their reproductive status. *Journal of Invertebrate Pathology*, **106**(2) : 179-191.

Filmlalter J. L. Dagorn, P.D. Cowley, M. Taquet (2011). First descriptions of the behavior of Silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, around drifting fish aggregating devices in the Indian Ocean. *Bulletin of Marine Science*, **87** : 325-337.

Hui B., V. Vonau, J. Moriceau, R. Tetumu, V. Vanaa, M. Demoy-Schneider, M. Suquet, G. Le Moullac (2011). Hatchery-scale trials using cryopreserved spermatozoa of black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *Aquatic Living Resources*, **24**(2) : 219-223.

Le Moullac G., C. Soyez, M. Sham-Koua, P. Levy, J. Moriceau, V. Vonau, M. Maihota and J.C. Cochard (2011). Feeding the pearl oyster *Pinctada margaritifera* during reproductive conditioning. *Sous-presse Aquaculture research* doi:10.1111/j.1365-2109.2011.03045.x

Le Moullac G., J. Tiapari, H. Teissier, E. Martinez, J.C. Cochard (2011). Growth and gonad development of the tropical blacklip pearl oyster *Pinctada margaritifera* (L), in the Gambier archipelago (French Polynesia). *Sous-presse Aquaculture international* doi 10.1007/s10499-011-9460-x.

Li E., L. Arena, G. Lizama, G. Gaxiola, G. Cuzon, C. Rosas, L. Chen, A. Wan Wormhoudt (2011). Glutamate dehydrogenase and Na⁺-K⁺ ATPase expression and growth response of *Litopenaeus vannamei* to different salinities and dietary protein levels. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, **29**(2) : 343-349.

Linard C., Y. Gueguen, J. Moriceau, C. Soyez, B. Hui, A. Raoux, J.P. Cuif, J.C. Cochard, M. Le Pennec, G. Le Moullac (2011). Calcein staining of calcified structures in pearl oyster *Pinctada margaritifera* and the effect of food resource level on shell growth. *Aquaculture*, **313**(1-4) : 149-155.

Luna-Acosta A., D. Saulnier, M. Pommier, P. Haffner, S. De Decker, T. Renault, H. Thomas-Guyon (2011). First evidence of a potential antibacterial activity involving a laccase-type enzyme of the phenoloxidase system in Pacific oyster *Crassostrea gigas* haemocytes. *Fish and Shellfish Immunology*, **31**(6) : 795-800.

Marie B., C. Joubert, C. Belliard, A. Tayale, I. Zanella-Cléon, F. Marin, Y. Gueguen y C. Montagnani (2011). Characterization of MRNP34, a novel methionine-rich nacre protein from the pearl oysters. *Sous-presse Amino-acid (MAC-D-11-00102R1)*.

Martinez R., R. Santos, A. Alvarez, G. Cuzon, L. Arena, M. Mascaro, C. Pascual, C. Rosas (2011). Partial characterization of hepatopancreatic and extracellular digestive proteinases of wild and cultivated *Octopus maya*. *Aquaculture international*, **19**(3) : 445-457.

Montagnani C., B. Marie, F. Marin, C. Belliard, F. Riquet, A. Tayale, I. Zanella-Cleon, E. Fleury, Y. Gueguen, D. Piquemal, N. Cochenec-Laureau (2011). Pmarg-Pearlin is a Matrix Protein Involved in Nacre Framework Formation in the pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *Chebiochem*, **12**(13) : 2033-2043.

Munsch C., K. Moisan, C. Tixier, N. Olivier, O. Gastineau, N; Le Bayon, V; Buchet (2011). Dietary exposure of juvenile common sole *Solea solea* L. to polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) : Part 1. Bioaccumulation and elimination kinetics of individual congeners and their debrominated metabolites. *Environmental Pollution*, **159**(1) : 229-237.

Schikorski D., N. Faury, J.F. Pepin, D. Saulnier, D. Tourbiez, T. Renault (2011). Experimental ostreid herpesvirus 1 infection of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* : kinetics of virus DNA detection by q-PCR in seawater and in oyster samples. *Virus Research*, **155**(1): 28-34.

Schikorski D., T. Renault, D. Saulnier, N. Faury, P. Moreau, J.F. Pepin (2011). Experimental infection of Pacific oyster *Crassostrea gigas* spat by ostreid herpesvirus 1 : demonstration of oyster spat susceptibility. *Veterinary Research*, **42** : 1-13.

Thomas Y., C. Belliard, P. Garen, Y. Gueguen, C. Montagnani (2011). Development of in situ hybridisation using 16S Rna gene to monitor black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera* larvae in plankton samples. *Aquatic Living Resources*, **24**(1) : 27-34.

Thomas Y., P. Garen, S. Pouvreau (2011). Application of a bioenergetic growth model to larvae of the pearl oyster *Pinctada margaritifera* L. *Journal of Sea Research*, **66** : 331-339.

ACTI : COMMUNICATIONS AVEC ACTES DANS UN CONGRES INTERNATIONAL

Cuzon G., A. Bigot, R. Dufour, S. Flohr, R. Bernardino, J. Goguenheim and G. Remoissenet (2011). Tests on *litopenaeus stylirostris* in floating cages : mortality peaks. *World Aquaculture Society, June, 7-10; 2011, Brésil.*

Cuzon G., O. Deromé, P. Gallardo and G. Gaxiola (2011). Marine hydrolysates : what benefit for growth and maturation in aquatic animals ? *World Aquaculture Society, June, 7-10; 2011, Brésil.*

Emerenciano M., G. Cuzon, M. Arévalo, M. Mascaro Miquelajaureguic and G. Gaxiola (2011). Effect of short-term fresh food supplementation on reproductive performance, biochemical composition and fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* (Boone) reared under biofloc conditions. *World Aquaculture Society, June, 7-10, 2011, Brésil.*

Emerenciano M., G. Cuzon, A. Paredes and G. Gaxiola (2011). Biofloc technology applied to intensive broodstock farming of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* (part I) : grow-out, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. *World Aquaculture Society, June, 7-10, 2011, Brésil.*

Gamboa J., D. Aguilera, G. Gaxiola, G. Cuzon, M. Guerrero y K. Lopez (2011). Efecto en la digestibilidad aparente de fosforo mediante dos métodos de inclusion de fitasa en dietas con proteina vegetal para juveniles de *Farfantepenaeus duorarum*. *World Aquaculture Society, June, 7-10; 2011, Brésil.*

Gaxiola G., C. Wilberth, J. Gamboa, G. Gomez and G. Cuzon (2011). Domestication of *Farfantepenaeus duorarum* in the gulf of Mexico. *World Aquaculture Society, June, 7-10; 2011, Brésil.*

Ortiz-Guillen S., G. Cuzon and G. Gaxiola (2011). Improved conditions for reproduction of *Litopenaeus vannamei* in captivity. *World Aquaculture Society, June, 7-10; 2011, Brésil.*

Gueguen Y. (2011). Characterization of molecular processes involved in the grafting to the pearl formation in *Pinctada margaritifera*, for a sustainable development of pearl farming industry in French Polynesia. *The International Symposium on Pearl Research, October, 4-6, 2011, Tokyo.*

Taquet M. (2011). Tuna Fisheries and FAD. *Présentation introductive de la conférence internationale « Pêches thonières et DCP », 28 novembre au 2 décembre 2011, Tahiti, Polynésie française.*

AP : AUTRES PRODUCTIONS : BASES DE DONNÉES, LOGICIELS ENREGISTRÉS, TRADUCTIONS, COMPTE-RENDUS D'OUVRAGES, RAPPORTS DE FOUILLES, GUIDES TECHNIQUES, CATALOGUES D'EXPOSITION, RAPPORTS INTERMÉDIAIRES DE GRANDS PROJETS INTERNATIONAUX, ETC

Buchet V., B. Richard, C. Knockaert, E. Gasset, M. Maamaatuaiahutapu, T. Tamata et A. Teissier (2011). Approche qualité post-récolte du *Platax orbicularis* d'aquaculture en milieu tropical insulaire. *Rapport final de la convention Ifremer/SPE n° 8.0033/MPE/SPE*.

Bernagout S., P. Garen et P. Bouisset (2011). Mise au point d'un réseau de surveillance des polluants anthropiques dans les eaux lagunaires de Polynésie française par l'utilisation de mollusques sentinelles. *Rapport de convention Ifremer/SEOM n° 09/1217973/F*.

Marigliano D. et M. Taquet (2011). Etude des courants de la passe « Kaki » de l'atoll de Hao : évaluation du gisement hydrolien. *Rapport de la convention d'étude 1564/DIPAC/ADEME entre l'Ifremer, le Gouvernement de la Polynésie française, le Ministère de la Reconversion économique, du Commerce extérieur, de l'Industrie et de l'Entreprise, la Commune de Hao, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie*.

BRE : BREVETS (INDIQUER LES LICENCES EVENTUELLES)

FR1056889 - **extension PCT depuis le 31/08/2011** - «Nucleus enrobé d'un revêtement filmogène aux propriétés antibactériennes et cicatrisantes et procédé d'obtention»

THESES

Joubert C. (2011). Approche transcriptomique globale pour l'identification de gènes codant des protéines impliquées dans les processus de biominéralisation chez *Pinctada margaritifera* et le développement de biomarqueurs appliqués à la sélection d'huîtres perlières donneuses de greffons. *Thèse de Doctorat - Université de la Polynésie Française*. 128p.

Fournier J. (2011). Alimentation et déterminisme environnemental de la reproduction des huîtres perlières *Pinctada margaritifera* sur l'atoll d'Ahe (Archipel des Tuamotu, Polynésie Française). *Thèse de Doctorat - Université de la Polynésie Française*. 152p.

MÉMOIRES D'ÉTUDIANTS (INA-PG, DEA, ISPA, IUT, MAÎTRISE, INGÉNIEURS)

Jourdan T. (2011). Suivi du prégrossissement en cages flottantes en milieu lagunaire polynésien de *Litopenaeus stylirostris* avec test d'un nouvel aliment. *Université de Savoie*. 23p + annexes.

Magré K. (2011) Etude des profils d'expression d'un panel de gènes associés à la biominéralisation au niveau du sac perlier chez l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. *Université Montpellier 2*. 30p + annexe.

Richard B. (2011). Approche qualité post-récolte du *Platax orbicularis* d'aquaculture en milieu tropical insulaire. *Rapport de stage de fin d'étude de l'Institut National Polytechnique - ENSA Toulouse*. 55p + annexes.

Soriano S. (2011). Etude de faisabilité d'une structure de production de *P. margaritifera* sélectionnées, donneuses de greffons, en Polynésie française. *Rapport de stage de 2^{ème} année Intechmer - Cherbourg Manager des Entreprises Aquacoles (MEA)*. 46p + annexes.

INDICATEURS DE PRODUCTION 2011

| | | |
|-------------------|--|---|
| Fiche n°4 | Articles destinés au grand public | |
| Fiche n°36 | Autres publications et rapports à diffusion restreinte (rapports de convention et de recherche) | 3 |
| Fiche n°10 | Communications scientifiques et technologiques en réunions professionnelles | |
| Fiche n° | Thèses et HDR de personnels de l'Ifremer de l'année écoulée | 2 |
| Fiche n°12 | Nombre d'avis et expertises ayant donné lieu à un document écrit | |
| 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 | 4 |
| Fiche n°37 | Nombre de post-doctorants accueillis dans les mêmes conditions | |
| Fiche n°38 | Nombre de docteurs d'Etat et de personnels HDR dans les effectifs CDI de l'Ifremer | 3 |
| Fiche n°39 | Nombre de personnels ayant donné des cours | |
| Fiche n°40 | Nombre d'heures de cours | |
| Fiche n°41 | Nombre de stagiaires pour une durée supérieure à 5 jours bac à bac+2 | |
| Fiche n°42 | Nombre de stagiaires pour une durée supérieure à 5 jours bac à bac+3 et plus | 5 |
| Fiche n°43 | Nombre de missions de chercheurs de l'Ifremer à l'étranger | 2 |
| Fiche n°44 | Séjours de plus de 2 mois de chercheurs étrangers dans des laboratoires IFREMER | 1 |
| Fiche n°47 | Nombre de visites de délégations étrangères | 1 |