

Centre du Pacifique
BP 7004 Taravao
98719 - Tahiti
Polynésie française

Novembre 2014

**Unité de Recherche
Ressources Marines de Polynésie française**

Rapport d'activités 2014



Diffusion

Exemplaires

- PDG	1
- Directrice scientifique, M.H. Tusseau-Vuillemin	1
- Département RBE, B. Beliaeff	1
- Correspondant DS, Ph. Gouletquer	1
- DISCOM&RI, P. Pessey-Martineau	1
- DEDUCTION, T. Laugier	1
- DDPMOM, D. Coves	1
- LEAD NC, A. Carpentier	1
- D/UMR-EIO, N. Gaertner-Mazouni	1

IFREMER/TAHITI

- D/CP	1
- Unité RMPF	1
- Bibliothèque COP	2

Sommaire

INTRODUCTION	5
MOYENS ET EFFECTIFS	6
Organisation de l'unité	6
Structure de l'unité	6
Implantation - Infrastructures	7
Effectifs	7
Equipements, moyens matériels	8
Acquisition récente	8
Moyens financiers et humains affectés aux projets (le cas échéant)	9
RESULTATS OBTENUS AU COURS DE L'ANNEE 2014	10
PJ0707 - Développement durable de la Perliculture	10
Amélioration de la qualité de la perle	10
Amélioration génétique	11
Ecologie larvaire	12
Physiologie-Ecophysiologie de l'huitre perlière	14
A070807 - Crevetticulture	15
Entretien du conservatoire - Transfert	15
Thèse biofloc	16
A070908A - Pisciculture	16
Les pathologies du Platax	16
Stratégie de lutte contre les agents pathogènes virulents : identification d'inhibiteurs du quorum sensing à partir de molécules extraites d'une éponge marine échantillonnée en Polynésie française	17
A050503E - Surveillance des contaminants en lagons polynésiens	17
Participation au LABEX	18
Biolog	18
Cobacco	19
Efflorex	20
TekeTeke	20
Séminaires	21
Réunion annuelle du projet ANR POLYPERL (20 mai 2014)	21
Assemblée générale de l'UMR EIO (18 novembre 2014)	21
Système qualité de l'institut	21
PERSPECTIVES DE L'ANNEE 2015	22
Financements récurrents	22
Soumission des projets	23
Projets de thèse	23
ANNEXES	24
Annexe 1: Production scientifique et technologique 2014	24
Annexe 2 : Nouveaux projets	26
Annexe 3 : Implication dans la formation (par la recherche)	27
Annexe 4 : Partenariats	30
Annexe 5 : Valorisation	30
Annexe 6 : Fonctions de représentation assurées dans les instances régionales, nationales, européennes ou internationales	30
Annexe 7 : Note d'orientation sur les installations et plate-formes aquacoles à fin d'optimisation et de cohérence (cf note RBE/14-019) Partie Polynésie française	31

Rapportage annuel des unités Ifremer

Plan type de rapport d'activité scientifique et technologique

Introduction

L'unité RMPF développe des recherches en appui au développement durable des filières marines en Polynésie française. Les principales filières concernées sont la perliculture, la crevetticulture et la pisciculture marine. Au-delà de cette approche appliquée par filière, l'unité développe ses recherches dans un cadre plus global, visant à une meilleure compréhension des systèmes lagunaires exploités en y intégrant les aspects environnementaux tant pour une meilleure connaissance de la physiologie des animaux et des processus naturels que pour la prise en compte des impacts anthropiques de tous ordres.

Depuis le 15 juin 2012, l'Ifremer s'est regroupé avec l'Université de Polynésie française (UPF), l'Institut Louis Malardé (ILM) et l'Institut Français de Recherche pour le Développement (IRD) afin de constituer, en Polynésie française, l'Unité Mixte de Recherche n°241 « Ecosystèmes Insulaires Océaniques ». L'unité RMPF est entièrement impliquée dans cette UMR. L'unité apporte également ses compétences spécifiques aux travaux de recherche sur les écosystèmes coralliens au sein du Labex « Corail » piloté par le Criobe (CNRS/EPHE) qui réunit les équipes de recherche nationales (métropole et outre-mer) impliquées sur cette thématique.

Dans le domaine des élevages marins, l'enjeu principal des recherches menées par l'unité RMPF est de soutenir la Polynésie française dans sa volonté de développement d'une aquaculture durable soucieuse d'une bonne intégration environnementale.

Les travaux scientifiques en perliculture sont focalisés sur l'amélioration de la qualité de la perle avec comme axe majeur la domestication de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* en vue de la sélection génétique de lignées d'intérêts, l'amélioration des connaissances des processus cellulaires de la biominéralisation conduisant à la formation d'une perle, l'optimisation du collectage par la connaissance de l'écologie larvaire et la caractérisation des interactions « ressources génétiques-environnement » pour la mise en œuvre d'un programme d'amélioration génétique de l'huître perlière *P. margaritifera*. Après plusieurs décennies de recherche pour la mise au point et la maîtrise des cycles d'élevages de la crevette bleue *Litopenaeus stylirostris* puis, plus récemment, sur celui du poisson lagunaire, Paraha peuve *Platax orbicularis*, l'accent est mis désormais sur un transfert des résultats vers les professionnels de ces deux filières locales à travers le Centre Technique Aquacole « VAIA » de Vairao. A terme, les recherches dans ce domaine se concentreront essentiellement sur l'amélioration des capacités d'analyse diagnostique (agents infectieux, état de santé des animaux, caractéristiques de l'environnement) pour la définition des mesures de gestion efficaces des élevages, notamment dans le cadre d'épisodes de mortalité anormale.

Au-delà de ces problématiques centrales liées aux élevages marins, de nouveaux axes thématiques sont développés par l'unité. L'équipe est intégrée au Labex « Corail » dont les travaux concernent principalement la sensibilité des récifs coralliens face aux changements globaux. Des travaux sur la surveillance des contaminants chimiques dans les lagons polynésiens ont aussi été initiés en partenariat avec le LESE (IRSN).

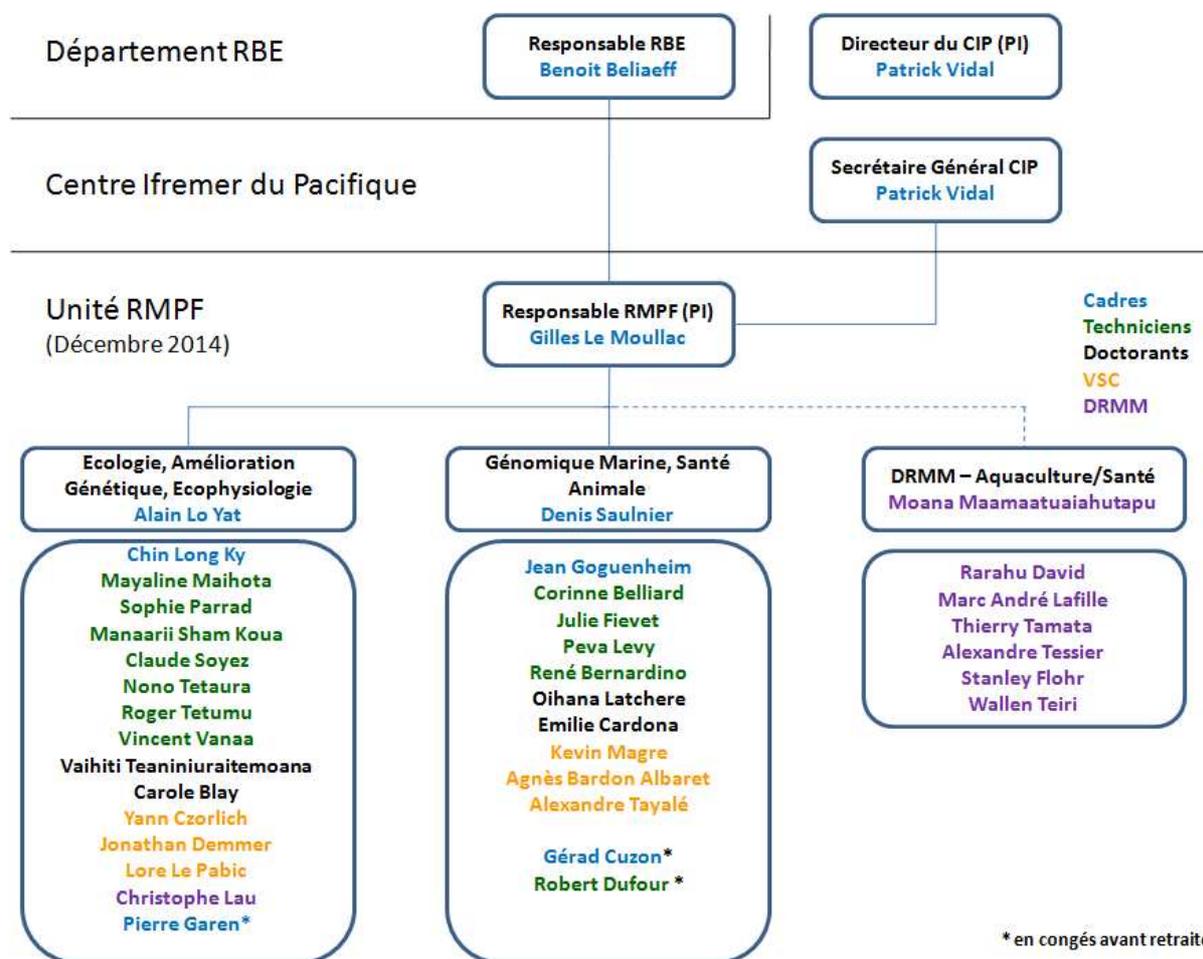
Moyens et effectifs

Organisation de l'unité

Structure de l'unité

RMPF, l'unité scientifique hébergée au Centre Ifremer du Pacifique à Vairao, constitue une plateforme technologique adaptée à tous types de recherche en milieu marin tropical. Les outils structurent les équipes. En effet les approches zootechniques, écophysiologiques et écologie réunissent le personnel impliqués dans les programmes d'amélioration génétique et de physiologie de la croissance et de la reproduction, au sein d'une équipe dénommée « Ecologie, Amélioration Génétique, Ecophysiologie ». Une équipe dénommée « Génomique Marine-Santé Animale » est réunie autour de la plateforme de laboratoires de microbiologie, histologie, cytologie, biochimie et biologie moléculaire et les installations dédiées à la pathologie expérimentale.

Organigramme (Décembre 2014)



Implantation - Infrastructures

Le Centre Ifremer du Pacifique héberge l'unité RMPF qui bénéficie d'une unité de lieu où toutes les infrastructures de recherche sont rassemblées. La plate-forme aquacole est utilisée au quotidien par les équipes de recherche ainsi que, pour une partie, par des agents de la Direction des Ressources Marines et Minières (DRMM) de Polynésie française, accueillis sur le site depuis une quarantaine d'années. Un soutien conséquent de l'équipe logistique du Centre est nécessaire pour entretenir et faire fonctionner les installations.

Les infrastructures de la filière « Perliculture » sont exclusivement utilisées par les agents Ifremer. Cependant, des demandes des partenaires de l'UMR EIO commencent à voir le jour notamment pour les activités relatives à l'écophysiologie, à la pathologie expérimentale et/ou sur d'autres modèles (bénéitier, macroalgues...).

Les installations aquacoles correspondant aux activités « Aquaculture Poisson » et « Aquaculture Crevette » et à la « Pathologie expérimentale » sont partagées intégralement avec l'équipe de la DRMM présente sur le site. Dans ce cadre, des infections expérimentales de *Platax* (Ifremer, DRMM, CRIOBE) ou des contaminations chimiques d'huîtres perlières (contrat de projet IRSN, CRIOBE, Direction de l'environnement) ont ponctuellement été réalisées. Des essais relatifs au testage de micro-algues efflorescentes seront traités dans cette installation où les rejets sont neutralisés.

Les « Zones support » aux installations aquacoles correspondent au pompage de l'eau, à la fourniture d'air et d'électricité nécessaire pour faire fonctionner toutes les installations du centre.

L'appartenance à l'UMR 241 EIO facilite l'accès aux équipements des partenaires (UPF, IRD, ILM). On note la présence à l'UPF d'un cytomètre en flux et d'un miniMEB.

Effectifs

- Tableau de synthèse des personnels de l'unité au 31 décembre 2014

Inserés par DRH au plus tard le 16 janvier 2015	en ETP
Personnel permanent* (dont % en UMR)	18,8 (100 % en UMR)
Scientifique et technologique	
- animation scientifique et technique	
- chercheurs (dont ayant une HDR)	6 (dont 2 HDR)
- ingénieurs recherche et développement	1
Soutien à la recherche	
- ingénieur	
- technicien	11,8
- appui opérationnel	
Fonctions support	
- gestionnaire	
- direction	
Personnel non permanent* (dont % en UMR)	en ETP
- CDD Fourni par DRH au plus tard le 16 janvier 2015	
-VSC	5
- Doctorants (dont étrangers)	2
- Post-doctorants (dont étrangers)	
- Chercheurs étrangers invités	

* présents à la date du rapport
pour doc et post-doc comptent également les doc et post-doc non financés par l'Ifremer mais encadrés ou co-encadrés par l'Ifremer.

- Tableau de l'évolution des effectifs

Nom	Date de départ	Date d'arrivée	Raison du mouvement (retraite, MI, CSS, recrutement...)	Catégorie	Compétence(s)
Gueguen Yannick	04/07/2014		MI fin d'expatriation	C3	Génomique
Buchet Vincent	01/09/2014		Mi fin d'expatriation	C2A	Zootechne poisson
Vonau Vincent	01/06/2014		Retraite	G6	Technicien biologie

- Liste nominative par catégorie : cf organigramme
 - o Personnel permanent Ifremer
 - o Personnel temporaire Ifremer en CDD, hors post-doc
 - o Accueil de personnels d'autres organismes

Equipements, moyens matériels

La plate-forme analytique, commune Ifremer/DRMM, est équipée des chaînes complètes d'analyse en histologie, biochimie, biologie moléculaire dédiée aux analyses de biologie cellulaire et transcriptomiques sur les espèces d'intérêt aquacole et mise au service d'autres unités de recherche locales.

La plate-forme de pathologie expérimentale est composée d'un laboratoire de bactériologie pour l'identification des bactéries et la mise en culture pour des essais d'infection expérimentale. Une salle d'infection expérimentale avec un système de récupération des effluents pour traitement avant rejet. Dans cet ensemble, une mini salle d'algues permettra de faire des essais de mise en culture de microalgues fluorescentes isolées dans les lagons d'atoll dont le caractère éventuellement toxique doit être testé.

La plate-forme éclosion-écophysiologie est dédiée aux travaux sur l'huître perlière constituée d'une salle d'algues, des salles d'élevage larvaire, de fixation et une nurserie, d'une salle d'écophysiologie équipée de 8 bacs d'adaptation en environnement contrôlé (T°C, nourriture, pH), et d'un système automatisé de mesures métaboliques.

Un laboratoire est dédié aux comptages et l'identification des larves et aux mesures de chlorophylle contribuant ainsi aux travaux en écologie lagonaire.

Une concession marine dans le lagon de Vairao de 1.5 hectare abrite 4 filières d'élevage d'huître perlière.

Les installations d'élevage de crevettes sont constituées d'une éclosion (maturation, ponte, éclosion, élevage larvaire) et de 11 bassins de grossissement.

Une zone dédiée aux expérimentations en pisciculture est louée à la DRMM.

Tous ces moyens sont décrits en annexe 7.

Acquisition récente

- Une centrifugeuse réfrigérée Eppendorf équipée d'un rotor angulaire 48 tubes (biologie moléculaire).
- Un transilluminateur et un système de prise d'image (smart view) de gel d'agarose.
- Un fluorimètre Turner de paillasse avec option dosage de l'ammonium.

Moyens financiers et humains affectés aux projets (le cas échéant)

e.g. préciser la ventilation des heures consacrées aux différents projets ou thématiques

Projets/Actions	Fonctionnement	Investissement	Moyens humains h.mois
PJ 0707 - Développement durable de la Perliculture	311925	31350	147.7
A070807 - Crevetticulture en Polynésie Française	22050	1980	19.7
A070908A - Pisciculture	29975	1980	14.5
A050303E - Contaminants chimiques	10500		1.6

Résultats obtenus au cours de l'année 2014

PJ0707 - Développement durable de la Perliculture

[A070702 - Perliculture (Marché négocié DRMM) - A070705 (Contrat de Projet BIODIPERL) - A070706 (ANR-POLYPERL) - A070703 (RikiGEN)]

En Polynésie française, la perliculture est basée sur l'exploitation de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*, naturellement abondante notamment dans les archipels des Tuamotu et Gambier. L'activité perlicole joue un rôle économique majeur et représente la plus grande industrie d'exportation de la région. En effet le marché des perles est passé de 86 Kg en 1980 à 16 Tonnes en 2012 (7,7 millions de perles de culture), soit près de 7,8 milliards de Francs pacifique en valeur d'exportation (statistiques douanières). L'industrie de la perle de culture implique actuellement près de 5 000 emplois « locaux », distribués dans 487 fermes perlicoles, réparties dans 25 atolls et îles de la Polynésie française (données 2013, Direction des Ressources Marines et Minières, DRMM, Tahiti). 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 « 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 et sur la maîtrise de la reproduction pour fournir des outils pour l'amélioration génétique des huîtres perlières *Pinctada margaritifera* donneuses de greffons. En parallèle, l'étude du captage est devenue un enjeu majeur face à la diminution des rendements du collectage naturel de naissains, les travaux en cours sont axés sur l'optimisation des stratégies de captage.

Amélioration de la qualité de la perle

Préparation des huîtres receveuses et donneuses de greffon avant la greffe et techniques d'affinage à la récolte des perles

Moins de 5 % des perles répondent aux normes de qualité « Top gem ». Le potentiel d'amélioration de la qualité des perles semble par conséquent considérable. L'une des voies d'amélioration proposée dans le cadre de la thèse d'Oïhana Latchere (nov. 2013 - nov. 2016, bourse cofinancée Ifremer - UPF) est de chercher à améliorer les pratiques zootechniques lors de deux phases clés : 1) la préparation avant la greffe des huîtres perlières receveuses et donneuses de greffon, et 2) les conditions d'élevage des huîtres perlières greffées, juste avant la récolte des perles, période dite "d'affinage". Plusieurs approches ont été conduites en milieu contrôlé (CIP, Vairao) et sur deux sites ateliers (fermes perlières Gauguin's Pearl à Rangiroa et Paul YU à Raroia) visant à déterminer l'influence de la température et du régime trophique sur les processus de minéralisation et sur la qualité des perles. En 2014, sept greffes ont été réalisées pour répondre aux 3 questions suivantes : Quels sont les effets des paramètres environnementaux sur les processus de biominéralisation et *in fine* sur la qualité des perles ? Quels sont les gènes impliqués dans les processus de biominéralisation dont l'expression est modulée par les paramètres environnementaux ? Quelles sont les voies d'amélioration zootechnique à privilégier pour l'amélioration de la qualité des perles ? A l'issue de chaque greffe, des analyses du taux d'expression de gènes de minéralisation et de la structure minéralogique des coquilles et perles seront menées.

1) Etude de l'influence de paramètres environnementaux sur les premiers évènements de minéralisation, par la préparation des huîtres perlières receveuses et donneuses de greffon

Les premiers évènements de minéralisation sont cruciaux pour l'obtention d'une perle de qualité, que ce soit au niveau de la cristallisation de carbonate de calcium ou concernant l'apparition de premiers défauts. Il s'avère donc essentiel d'une part de mieux comprendre les mécanismes moléculaires se déroulant au sein du sac perlier et d'autre part de disposer d'huîtres donneuses et receveuses en bonne condition physiologique permettant d'obtenir des greffons de haute capacité minéralisatrice et un bon taux de maintien du nucleus. Une série de trois conditionnements, d'une durée d'un mois précédant la greffe, a été réalisée en conditions contrôlées au Centre Ifremer du Pacifique (CIP, Tahiti). Pour chaque conditionnement, la température et la concentration en microalgues ont été contrôlées à différents niveaux. Cette série de trois greffes permettra de mettre en évidence le rôle de

la température et de la concentration en microalgues dans la régulation des premiers évènements de minéralisation.

2) Etude de l'influence de paramètres environnementaux sur les derniers évènements de minéralisation par le conditionnement des huîtres perlières receveuses, juste avant la récolte des perles

Les derniers évènements de minéralisation de la perle constituent la partie visible de la perle. Afin d'obtenir des perles de qualité, les derniers dépôts perliers ne doivent pas revêtir de défauts et le lustre doit être de grande qualité. Deux greffes ont été réalisées à la ferme perlière « Gauguin's Pearl » (Rangiroa). Une partie des huîtres greffées sera ensuite transférée en conditions contrôlées dans un laboratoire du CIP (Tahiti) pour étudier les derniers évènements de minéralisation. Le traitement en conditions contrôlées (différents niveaux de température et de régime trophique) s'effectuera sur une période d'un mois qui précédera la récolte des perles. Les huîtres seront séparées en deux lots et subiront ces conditionnements à deux temps distincts : de 11 à 12 mois post-greffe et de 17 à 18 mois post-greffe. L'autre partie des huîtres greffées sera maintenue dans le lagon de Rangiroa et servira de groupe témoin. Ces huîtres témoins seront également récoltées à 12 et 18 mois post greffe.

3) Greffes expérimentales in-situ : préparation des huîtres perlières futures receveuses de greffon et condition d'élevage des huîtres perlières juste avant la récolte des perles

Deux greffes expérimentales ont été réalisées à la ferme « Paul YU » (Raroia) en vue d'étudier l'influence de l'environnement in situ sur les deux phases clés nous intéressant, à savoir avant la greffe et juste avant la récolte. Afin d'obtenir des paramètres environnementaux contrastés, les huîtres receveuses sont placées à deux profondeurs choisies en fonction des caractéristiques du lagon : 8m et 25m, sur une durée d'un mois précédant la greffe pour la première greffe et sur une durée d'un mois précédant la récolte des perles pour la deuxième greffe.

Innovation - Biominéralisation

L'effet de l'électrolyse a été étudié pour la première fois sur les capacités de biominéralisation de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. Deux groupes de naissains d'origine et d'âge identiques préalablement triés en 2 classes de taille, « moyens » et « gros », ont été soumis ou non (dans la condition de contrôle) à un courant électrique de basse tension pendant neuf semaines. Les animaux ont été échantillonnés toutes les semaines pour suivre le poids individuel et la croissance coquillière. En fin d'expérience, tous les animaux ont été sacrifiés pour les études d'expression de gènes liés à la biominéralisation. Nous avons donc pu montrer que le champ électrolytique permet une augmentation significative de la prise de poids et de la croissance de la coquille au sein des deux classes de taille dès la cinquième semaine. En outre, l'analyse transcriptionnelle sur six gènes de la biominéralisation codant pour des protéines des prismes calcitiques et/ou des structures nacrées a révélé que cinq d'entre eux étaient significativement plus exprimés sous l'effet du champ électrolytique. Les mesures des vitesses de dépôts d'aragonite ne montrent aucune différence significative entre les conditions d'électrolyse et contrôle, indépendamment des groupes de classe de taille. Nos résultats indiquent que l'électrolyse peut stimuler les processus de biominéralisation à différents niveaux (prisme calcitique et nacre) offrant de nouvelles possibilités pour l'amélioration de la qualité de la perle.

Amélioration génétique

Ce thème comporte 3 actions : (1) gestion de la ressource génétique de *P. margaritifera* (introduction et entretien de génotypes et phénotypes « remarquables ») (2) reproduction de cette ressource en vue d'une sélection génétique familiale et (3) l'analyse des effets génétiques, environnementaux et de leurs interactions sur la qualité des perles au travers de greffes expérimentales. Ces actions visent à poser les bases nécessaires à un vaste programme de sélection génétique à l'échelle du Territoire.

Ressources génétiques

La mise en place d'un réseau de partenaires privés participant à la recherche a permis à la fois la constitution de cheptels d'individus sauvages originaires de sites indemnes de toute perliculture (Marquises, Scilly), et issus de sites berceau du collectage et hautement perlicole (Ahe, Takaroa, Takume et Gambier).

Cette ressource a fait l'objet de reproductions artificielles en vue d'opérer sur les familles produites une sélection sur la base de leur taille (en sortie de micro-nurserie), mais aussi sur leur coloration coquillière. Une partie de ces individus sélectionnés a été utilisée comme donneuse greffe

expérimentale en vue de caractériser leur potentiel. L'autre partie est conservée pour l'établissement d'un premier stock de géniteurs sélectionnés G1.

Dans le but de mieux comprendre les facteurs génétiques, environnementaux, et de leurs inter-actions impliquées dans la qualité des perles, de nombreuses expérimentations ont été réalisées. Les greffes « parents et descendants » visant à estimer les valeurs d'héritabilité, ont été réalisées à partir des parents ayant participé aux reproductions, fin 2012 (Tuamotu), puis en juin 2013 et en octobre 2013 (Gambier). Les toutes premières expérimentations concernant l'impact du site de culture (effet variable) sur la qualité des perles produites, en minimisant les effets donneuses et greffeuses, ont été réalisées dans le cadre de 2 greffes expérimentales multi-sites. Les expérimentations visant à évaluer l'impact de l'âge de l'huître perlière sur la qualité des perles produites, ont été initiées au niveau de la donneuse de greffon, mais aussi de l'huître receveuse. C'est dans ce cadre que s'inscrit la thèse de Carole Blay en cours « du phénotype au gène » ; une thèse co-financée par l'Ifremer, la DRMM et le Criobe (CNRS) et qui a débuté en juin 2014.

Valorisation génétique des huîtres perlières de l'archipel des Gambier

RikiGEN est un projet de recherche et développement financé par le Ministère de l'Outre-Mer pour une durée de 3 ans (2013-2015) et avec un Groupement d'Intérêt Economique; GIE, fédérant 42 perliculteurs de l'archipel des Gambier (GIE Poe O Rikitea). Les objectifs sont de valoriser les ressources génétiques spécifiques à cet archipel, au travers : 1) de la constitution d'un cheptel sélectionné d'huîtres perlières, 2) d'une évaluation du potentiel de cette ressource au travers de greffes expérimentales, et 3) d'une analyse de l'expression de gènes candidats impliqués dans la qualité des perles par PCR quantitative.

Toutes les expérimentations ou campagnes de greffes expérimentales programmées ont été mises en place. Le planning prévisionnel est respecté et les résultats d'ores et déjà obtenus nous permettent de dire que les objectifs initiaux du projet seront atteints à l'issue du projet.

1. Constitution et reproduction d'un cheptel de reproducteurs sélectionnés des Gambier

Un cheptel de reproducteurs spécifiques des Gambier a été constitué dès 2013. La collecte d'individus à phénotype remarquable, c'est-à-dire d'individus présentant des colorations particulières et rares a donc été initiée et engagée : profil vert et profil lustré. Ces phénotypes sont maintenus in-situ, au sein des fermes perlières pour majeure partie et dans une moindre mesure sur le site Ifremer de Vairao. Deux reproductions artificielles ont été réalisées en 2013: l'une en mars 2013 sur le site de la ferme perlière REGAHIGA (repro A) et l'autre en août 2013 sur le site Ifremer (repro B).

2. Réalisation d'une greffe expérimentale des géniteurs et des descendants aux Gambier

Deux greffes expérimentales ont été réalisées à partir des parents impliqués dans les repro A et B. Les greffes « parents et descendants » visant à estimer les valeurs d'héritabilité (au-delà du projet), ont été réalisées en juin 2013 (repro A) et en octobre 2013 (Repro B). Les récoltes prévues respectivement en mars 2015 et juillet 2015, permettront d'estimer les valeurs d'héritabilité des paramètres de qualité des perles produites, par rapport à ceux des descendants (régression parents-descendants), dont les greffes seront réalisées au cours du dernier trimestre 2014.

3. Etude de l'expression d'une sélection de gènes candidats, bio-marqueurs de la "qualité" des perles chez les géniteurs

La mesure de l'expression d'une sélection de gènes candidats impliqués dans la « qualité » (défauts, croissance, couleur) des perles a été entreprise au niveau des individus appartenant aux différents profils de couleur vert et lustré. Neuf gènes sont différenciellement exprimés pour les profils de couleur vert et lustré. Cinq d'entre eux sont connus pour être majoritairement exprimés dans la couche calcitique de la coquille de *P. margaritifera* : C-SHEM 1, SHEM 4, PRISM, ZINC, KRMP, et 2 sont connus pour être majoritairement exprimés dans la couche d'aragonite (nacre) de la coquille : PIF, SERP.

Ecologie larvaire

L'analyse des données des projets POLYPERL et BIODIPERL a été finalisée durant l'année 2014. Les campagnes de terrain se sont déroulées de novembre 2012 à mai 2013 à Ahe et Mangareva, deux sites contrastés du point de vue géographique, climatique et géomorphologique. Elles ont consisté en le prélèvement de larves de bivalves totales (chaque semaine) et de naissains (toutes les

6 semaines, 4 récoltes au total). La caractérisation des teneurs en chlorophylle-a (Chl-a) a également été effectuée à l'aide de prélèvements d'eau sur les stations étudiées (figure 1).

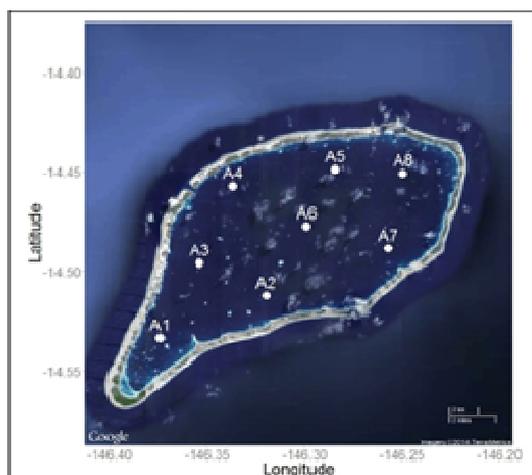


Fig. 1a. Localisation des sites d'échantillonnages à Ahe (Archipel des Tuamotu, Polynésie française). Dans le texte, les stations seront notés A1 à A8. Les données sur le naissain ont été déterminées pour les 8 stations alors que seules les stations A1, A6 et A8 ont été échantillonnées en larves de bivalves, sans distinction d'espèce.

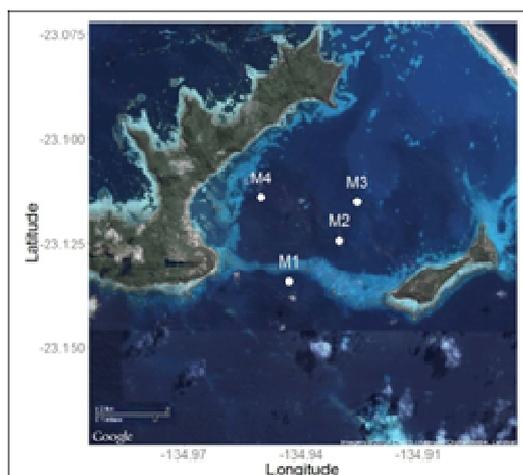


Fig. 1b. Localisation des sites d'échantillonnages à Mangareva (Archipel des Gambier, Polynésie française). Dans le texte, les stations seront notés M1 à M4. Les données sur le naissain ont été déterminées pour les 4 stations alors que seules les stations M1, M3 et M4 ont été échantillonnées en larves de bivalves, sans distinction d'espèce.

L'étude comparative des deux sites montre que l'abondance moyenne en larves de bivalves est significativement plus élevée à Ahe ($5\,196 \pm 498$ larves. m^{-3}) qu'à Mangareva ($2\,886 \pm 152$ larves. m^{-3}), (Wilcoxon, $p < 0.05$). Cette observation est à mettre en relation avec les paramètres environnementaux tels que la température, la vitesse du vent et la chlorophylle-a, dont les niveaux se sont révélés significativement plus élevés à Ahe qu'à Mangareva après les 6 mois de mesures (tests de Wilcoxon, $p < 0.05$). Pour l'ensemble des stations d'échantillonnage, un pic d'abondance larvaire est initié en décembre 2012 (figure 2).

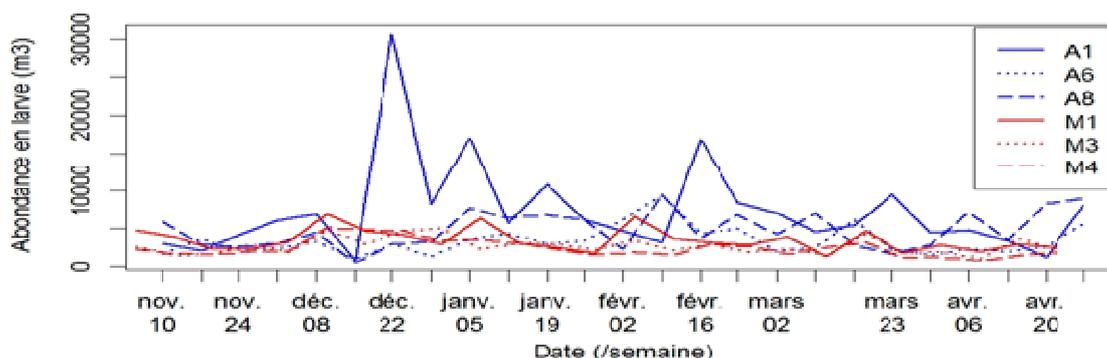


Fig. 2. Evolution du 5 novembre 2012 au 27 avril 2013 de l'abondance en larves de bivalves totaux à Ahe (stations A1, A6 et A8) et à Mangareva (stations M1, M3 et M4).

A Mangareva, l'abondance larvaire maximum est atteinte pour les 3 stations entre le 15 décembre et le 05 Janvier. A Ahe, l'abondance est maximale le 22 décembre sur la station A1 et le 09 février sur les stations A6 et A8, qui semblent évoluer différemment de la première. Par la suite, l'abondance larvaire décroît globalement au cours des semaines. Cette plus forte abondance des larves en saison chaude est un phénomène bien identifié qui englobe tous les compartiments de l'écosystème récifal. Avec une nourriture plus abondante et avec la hausse des températures, les géniteurs rencontrent des conditions favorables pour mûrir rapidement puis pour pondre. La taille moyenne des larves à Ahe (114 ± 2 μm) est significativement plus élevée que celle des larves de Mangareva (104 ± 5 μm), (Wilcoxon, $p < 0.05$). Cette différence de taille de 10% reflèterait également des conditions

environnementales plus favorables à Ahe. La distribution des larves par classes de tailles sur les 25 semaines de suivi montre que les larves les plus petites, donc *a priori* les plus jeunes, dominent la totalité des prélèvements.

Pour les deux sites étudiés, l'abondance en larves semble fortement influencée par la température de l'eau de surface, les stations d'échantillonnage et la concentration en chlorophylle *a* est supérieure à 2 µm (arbre de régression boosté, influences relatives de 27, 25 et 23 pourcents, respectivement). La température de l'eau et la chl-*a* conditionnent la croissance des larves et sont notamment utilisées dans un modèle bioénergétique (DEB) de croissance larvaire précédemment développé. Elles auraient également un impact sur la maturité des adultes et pourrait ainsi intervenir dans le déclenchement de pontes. L'influence des stations sur l'abondance larvaire, plus importante à Ahe que Mangareva, reflèterait la variabilité spatiale des stocks de géniteurs et l'effet du courant sur la dispersion des larves. Sur l'ensemble des collecteurs, le naissain de *P. maculata* est 143 fois plus abondant que celui de *P. margaritifera* à Ahe et 20 fois plus abondant à Mangareva. De plus, après un même temps d'immersion, les collecteurs sont colonisés par des *P. maculata* de plus grandes tailles (moyenne la plus élevée = 5.4mm en R3 à Mangareva) que les *P. margaritifera* (moyenne la plus élevée = 3.8mm en R3 à Mangareva). En 6 semaines d'immersion, les *P. maculata* remporteraient donc la compétition pour l'espace et probablement pour la nourriture.

Dans chaque île, il existe un synchronisme entre l'abondance en naissain de *P. maculata* et de *P. margaritifera*. Les deux espèces colonisent en plus forte abondance les collecteurs aux mêmes périodes : aux récoltes R1, R2, R3 à Ahe (immersion le 10 novembre, le 22 décembre et le 12 février respectivement) et aux récoltes R1, R2 à Mangareva. Durant les périodes R1 et R2, le nombre moyen d'individus par mètre linéaire de collecteur déplié est 2 fois plus important à Ahe qu'à Mangareva. Dans cette dernière île, le collectage diminue fortement après le mois de mars (R3). Cette raréfaction est sans doute le fait d'une baisse des températures plus précoce à Mangareva. A Ahe, la "bonne" saison est plus tardive et la chute du collectage n'intervient qu'en avril (R4). Chez *P. margaritifera*, les naissains les plus gros sont mesurés en R3 et en R4 dans les 2 sites. Il en est de même pour le naissain de *P. maculata*. Ainsi, beaucoup moins abondant sur les collecteurs, le naissain a plus d'espace et sans doute moins de compétiteurs trophiques que lors des périodes de très fortes abondances. A Ahe, les stations du sud de l'atoll (A1, A2 et A3) collectent plus de naissain, toutes espèces confondues, que les stations du nord (A5, A6, A7, A8). Parmi les stations mangarévienne, la M4 est celle qui recueille le plus grand nombre de naissains de nacrés (8 ind.m⁻¹), avec un facteur de 2 par rapport aux autres stations lors des récoltes les plus productives (R1 et R2).

Dans les analyses précédentes, les larves considérées correspondent aux espèces du genre *Pinctada*, sans distinction entre l'huître perlière *P. margaritifera* et *P. maculata*. Morphologiquement similaires, les larves doivent être identifiées par Hybridation In Situ. Des difficultés ont été précédemment rencontrées lors de la production des sondes 16S, spécifiques à *P. margaritifera*. Le séquençage de la matrice plasmidique 16S a révélé une perte de plusieurs bases au niveau de l'insert, empêchant d'obtenir par la suite des sondes 16S de qualité constante. L'insert a été redessiné et sa taille a été augmentée. Les amorces pour la production de la sonde 16S ont également été modifiées par le rajout de quelques nucléotides afin d'augmenter leur stabilité. Le protocole de l'HIS a par la suite été corrigé afin d'augmenter la probabilité de marquage des larves de grandes tailles. Les tests effectués montrent désormais une qualité constante de la sonde 16S et une hybridation correcte sur les larves de *P. margaritifera*, notamment de petites tailles. Les échantillons de POLYPERL seront analysés dans les prochains mois.

Les données recueillies lors de POLYPERL permettront également d'alimenter les travaux de modélisation de la dispersion larvaire qui devraient converger vers la mise à disposition des perliculteurs d'un système de prévision du collectage à Ahe.

Physiologie-Ecophysiologie de l'huître perlière

Déterminisme du sexe de l'huître perlière

Le transcriptome des gonades de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* étudié dans le cadre de la thèse Vaihiti Teaniniuraitemoana (oct 2011 – dé c 2014, bourse cofinancée Ifremer-Délégation à la Recherche de la Polynésie Française), est un outil puissant pour étudier les mécanismes des mollusques marins affichant des fonctionnalités hermaphrodites. Les données de quantification du RNAseq du transcriptome des gonades ont permis d'identifier les gènes candidats. L'expression de ces gènes a été mesurée par qPCR dans des échantillons de gonades caractérisées

histologiquement pour fournir la signature moléculaire de la voie sexuelle féminine de l'huître perlière. Nous avons proposé un nouveau modèle de la reproduction de *P. margaritifera*, basé sur une double approche analytique : histo-moléculaire. Compte-tenu de ce nouveau modèle, nous avons identifié 9 gènes candidats comme marqueurs de la voie sexuelle femelle. Les niveaux d'ARNm ont été analysés par PCR en temps réel sur une nouvelle série d'échantillons gonadique. La méthode des regroupements révèle quatre modèles d'expression principale basés sur le rapport de l'expression de ces gènes. Un arbre de régression multivariée réalisé sur ces nouveaux échantillons et sur les échantillons de RNAseq précédemment analysés a montré que la voie sexuelle de *P. margaritifera* peut être prédite à l'aide des valeurs de 3 rapports d'expression de gènes impliquant les gènes *pmarg-foxl2* et *pmarg-fem1*. Nous fournissons ici pour la première fois un modèle histo-moléculaire de la reproduction et une signature d'expression de gène de la voie sexuelle féminine chez *P. margaritifera*. Ces derniers, représentent des outils utiles pour comprendre et étudier le déterminisme du sexe chez cette espèce.

Afin de comprendre les mécanismes de la reproduction et des facteurs qui la contrôle, deux expérimentations ont été réalisées pour **tester les hypothèses environnementale et hormonale** de la détermination et de la différenciation sexuelle. Une expérience combinant 2 niveaux de température et 2 niveaux d'alimentation a été réalisée. Une autre expérience basée sur l'injection répétée (3 fois en 3 semaines) d'hormone féminisante l'œstradiol-17 β . Bien qu'aucune féminisation n'ait été constatée à l'issue de ces 2 expériences, les résultats ont pu mettre en évidence un contrôle environnemental et hormonal de la reproduction chez *P. margaritifera*. Le modèle prédictif de la voie femelle de *P. margaritifera* basé sur 3 ratios d'expression de gènes, a révélé que 10% des huîtres perlières mâles, déterminés histologiquement en régression, étaient rentrés en début de voie femelle au niveau moléculaire. Les résultats d'expression génique suggèrent également que les gènes *pmarg-foxl2* et *pmarg-fem1*-like seraient des acteurs secondaires majeurs impliqués en haut de la cascade moléculaire du déterminisme du sexe chez *P. margaritifera*.

Recherche de l'interaction pH-T°C sur la physiologie de l'huître perlière

Les conséquences possibles du réchauffement et de l'acidification des masses d'eau sur la perliculture pourraient se traduire par des perturbations du métabolisme et de la reproduction, le ralentissement de la croissance et du dépôt de nacre perlière sur le nucléus, et la modification des sources de nourriture des huîtres perlières. L'ensemble de ces facteurs peuvent être analysés séparément ou en combinaison pour apprécier les risques encourus aux plans biologique et industriel. Les risques pour les huîtres perlières sont analysés en testant les interactions de la T°C et du pH, dont certaines combinaisons pourraient conduire à des désordres métaboliques et/ou moléculaires aggravés. L'objectif Il s'est d'établir le bilan énergétique des huîtres perlières, à 3 niveaux de pH (8.2, 7.8 et 7.4) et à 4 températures (22, 26, 30 et 34°C) et d'estimer les conséquences sur la biominéralisation par les mesures de certains gènes biomarqueurs. En terme de bioénergétique, nous avons pu (1) mesure l'impact sur les flux physiologiques (ingestion, respiration) d'une large gamme de température (2) montrer que l'acidification n'impactait pas les flux physiologiques, (3) aucune interaction pH x T°C n'a été révélée sur la durée d'adaptation. En terme de biominéralisation, l'analyse de l'expression de 9 gènes (*PIF*, *Nacrein*, *C75*, *Pearlin*, *K5088*, *MSI60*, *Shem9*, *Prism14* et *Aspein*) impliqués dans la formation de la nacre et des prismes révèle un effet significatif de la température sur l'expression relative de 3 d'entre eux (*Nacrein*, *K5088*, *Prism14* et *Aspein*). Les informations acquises au cours de cette étude permettent de montrer que l'huître perlière ne serait pas impactée à court terme par l'effet couplé de l'acidification et de la température, mais en revanche, la ressource court un risque au plan énergétique au-delà d'une température de 33°C.

A070807 - Crevetticulture

Entretien du conservatoire - Transfert

Elevage larvaire - Entretien du conservatoire

L'utilisation en priorité des géniteurs à des fins de production n'a pas permis d'obtenir en temps et en heure la quantité et la qualité de reproducteurs attendues pour effectuer le cycle des lots A comme prévu fin mai début juin, les reproducteurs sortant directement des bassins terre en pleine saison chaude. La décision de report du cycle début juillet a néanmoins permis de réaliser les élevages sans trop de soucis. Un vide sanitaire rapide a aussi permis le déroulement du cycle des lots B avec un minimum de retard en septembre-octobre. Les élevages se sont déroulés de manière classique avec

quelques soucis de qualité d'algues, limités, et la présence de champignons contrôlés avec le traitement fongistatique habituel. Les lots sont désormais marqués et à disposition de la DRMM pour la reprise de la gestion en 2015.

Des premiers tests d'élevage en circuit ouvert ont été initiés et devraient être repris début 2015.

Essais en cages

Sans essais d'élevage en cage réalisés en 2014, le niveau de maîtrise n'a pas évolué. Cette situation est due à la signature tardive de la convention aquaculture, du démontage et de la dispersion des matériaux des structures cages, et de l'absence de personnel pour encadrer ces essais. Le continuum entre les deux phases d'élevages, pré-grossissement et grossissement, qui ont fait l'objet du projet SADEC financé par le MOM 2012-2013, doit être réalisé : nous sommes en attente de pouvoir réaliser ces essais pour aboutir à une technique d'élevage en cages transférable aux porteurs de projets. Ces travaux devraient être repris en 2015.

Transfert de la gestion des crevettes à la DRMM

Un cadre de la DRMM est en formation aux différentes phases zootechniques de reproduction des crevettes (géniteurs et élevage larvaire). Cette formation est dans sa phase finale, l'année 2015 étant celle de la reprise de la gestion de la souche par la DRMM.

Thèse biofloc

Au cours de l'année 2014, une seule expérimentation a été menée dans le cadre de la thèse d'Emilie Cardona. L'objectif était d'étudier l'influence de l'élevage en bio-floc, plus précisément du rapport C/N, et des communautés bactériennes associées, sur la réponse immunitaire de la crevette, en ciblant en particulier la production de peptides antimicrobiens et d'enzymes antioxydantes. Des crevettes ont été élevées selon 5 traitements différents en triplicats durant 6 semaines : 4 élevages en biofloc avec des rapports Carbone/Azote (C/N) différents (7 ; 12 ; 17 et 22) et un élevage en eau claire. Afin d'étudier la capacité immunitaire des animaux élevés selon les différents traitements, une immunostimulation a été réalisée en fin d'élevage avec un cocktail microbien désactivé par la chaleur composé de 3 vibrios pathogènes, de 2 bactéries Gram-, d'une bactérie Gram+ et d'une levure. La concentration en bactéries totales dans l'eau et l'intestin était significativement plus élevée dans les eaux issues de bio-floc (de l'ordre de 10^6 bactéries.ml⁻¹) que de l'eau claire (de l'ordre de 10^3 bactéries.ml⁻¹). La survie et le poids moyen final des crevettes étaient plus élevés dans les traitements bio-floc à haut rapport C/N que dans le traitement en eau claire. Enfin, la réponse immunitaire était significativement plus rapide pour les crevettes provenant des traitements bio-floc que celle provenant d'eau claire. Ces résultats suggèrent que le bio-floc et les communautés bactériennes associées ont un effet positif sur la croissance des crevettes *Litopenaeus stylirostris* et sur la réactivité de leur système immunitaire en réponse à un pathogène. Les résultats de cette expérimentation devraient être valorisés sous forme de publication.

A070908A - Pisciculture

Les pathologies du Platax

L'élevage du *Platax orbicularis* est confronté à des épisodes récurrents de morbidité, survenant après le transfert en cage des poissons, lors de la phase de grossissement en lagon. L'un des premiers symptômes de la maladie est l'apparition de taches blanches sur les flancs des animaux (fig 3).

Des lésions cutanées caractérisées par une perte de mucus, d'écailles et quelque fois l'apparition d'hémorragies sont observées. Pour un même lot issu de l'écloserie du CTA, les taux observés de mortalité varient grandement d'un site de production à l'autre, selon la localisation des fermes de grossissement disposées dans le lagon et peuvent atteindre 80% (mortalités cumulées). Celles ci deviennent généralement significatives 2 à 3 jours après l'apparition des premières taches blanches. Des analyses bactériologiques ont permis de montrer que deux bactéries appartenant aux espèces *Tenacibaculum maritimum* et *Vibrio harveyi* étaient systématiquement associées au symptôme des taches blanches.

Un modèle d'infection expérimentale a été mis au point en utilisant une souche *T. maritimum*, TFA4, virulente. Il utilise un mode d'infection non invasif par baignade des poissons sains (élevés en eau traitée aux UV) dans une suspension bactérienne TFA4, pendant deux heures. Les symptômes des taches blanches apparaissent généralement dès 24h post challenge et les premières mortalités 48h post challenge. Chez les poissons malades, *V. harveyi* et *T. maritimum* sont détectés en grande quantité par PCR en temps réel au niveau des lésions cutanées mais également dans les organes internes rate et foie ainsi que dans l'intestin. Deux facteurs influençant significativement les cinétiques de mortalité ont été mis en évidence, il s'agit de l'âge des animaux et l'intégrité du mucus des poissons. Ainsi des poissons de 10g de poids moyen sont plus sensibles à l'infection expérimentale par *T. maritimum* que des animaux de 22 ou 55g. De même des poissons dont une partie du mucus a été retirée mécaniquement se révèlent être beaucoup plus sensibles à l'infection expérimentale. Le suivi des deux agents infectieux, à pas de temps régulier, chez des *Platax orbicularis* élevés en condition naturelle (en cage), avant, pendant et après la survenue d'un épisode de mortalité attribué à *T. maritimum* et *V. harveyi*, révèle en outre que les animaux survivants ne sont plus infectés par ces deux agents. L'ensemble de ces résultats ouvre de nouveaux champs d'investigation telles l'évaluation de l'efficacité de traitements préventifs ou curatifs, l'étude des mécanismes de défense des animaux et la caractérisation d'effecteurs immunitaires, la compréhension de la pathogénèse à *T. maritimum* et *V. harveyi*.



Fig. 3 : *Platax orbicularis* de 10 g infecté par *T. maritimum* et *V. harveyi* au niveau des lésions cutanées (taches blanchâtres)

Stratégie de lutte contre les agents pathogènes virulents : identification d'inhibiteurs du quorum sensing à partir de molécules extraites d'une éponge marine échantillonnée en Polynésie française

Le Quorum Sensing ou « communication bactérienne densité-dépendante » est un mécanisme de régulation contrôlant l'expression de certains gènes bactériens. Ce mécanisme est basé sur la capacité des bactéries à communiquer entre elles en utilisant des signaux moléculaires qu'elles secrètent dans le milieu extérieur. Il est contrôlé par la densité bactérienne et régule de nombreuses fonctions physiologiques telles que la luminescence, la conjugaison, et surtout la virulence (biofilms, exotoxines,...). En collaboration avec l'IRD de Tahiti et dans le cadre de l'UMR EIO, un bio-test a été mis au point et standardisé au sein de l'unité RMPF, qui permet la recherche d'inhibiteurs du quorum sensing (IQS) chez une bactérie modèle appartenant à l'espèce *Vibrio harveyi* naturellement bioluminescente, à l'aide d'un spectrophotoluminomètre en temps réel.

Une collection d'extraits d'éponges marines de Polynésie française a été criblée. Après purification par chromatographie puis spectrométrie de masse, deux alcaloïdes isolés de *Leucetta chagonensis*, dont un inconnu, ont été identifiés qui inhibent chacun les trois voies d'activation connues du quorum sensing de *V. harveyi*. Ces travaux ouvrent des perspectives intéressantes en aquaculture car contrairement aux antibiotiques, les inhibiteurs du quorum sensing, qui inhibent également certains facteurs de virulence des bactéries, ne modifient aucunement (quantitativement et qualitativement) les communautés bactériennes présentes dans l'environnement d'élevage, dont certaines ont même un rôle bénéfique pour la santé des espèces aquacoles élevées. De plus, ces molécules ne provoquent pas l'apparition de résistance bactérienne.

Cette étude a reçu le soutien de la DS avec l'attribution d'un crédit incitatif en 2012.

A050503E - Surveillance des contaminants en lagons polynésiens

L'étude de deux ans coordonnée par le LESE (IRSN) dans laquelle Ifremer est partenaire s'est achevée contractuellement en septembre 2014 avec le Contrat de Projet Etat - Polynésie française qui la finançait.

Sur l'aspect *in situ*, six sites ont été sélectionnés sur des critères de risques potentiels et ont été testés durant l'étude. En 2014, le travail de terrain s'est réduit à la dernière relève en février des 5 stations d'huîtres perlières mises en place lors de la deuxième série 2013 : Vairao, Port Phaéton, Huahine,

Maupiti, Rangiroa. Les échantillons ont été préparés à Ifremer pour analyses des contaminants chimiques au Laboratoire de Rouen et des radio-éléments au LESE. Au laboratoire, l'étude des cinétiques d'accumulation de quelques métaux a été poursuivie. Le traitement des données d'analyses et la synthèse des résultats ont été menés dès la fin du second semestre. Le rapport contractuel final est actuellement en révision avant sa remise aux commanditaires du projet.

Le résultat principal de l'étude est que l'huître perlière peut constituer un bon outil pour la surveillance de l'évolution de plusieurs contaminants en milieu lagonaire.

- Elle est pour les métaux lourds, un très bon intégrateur du Zn et du Fe et semble un bon indicateur du Cd et du Cr. Le Cd est toujours présent dans la chair des huîtres (entre 2,9 et 7,5 mg/kg sec) sur tous sites et séries. Les teneurs en Cu et en Cr sont assez stables mais des diminutions du Cr apparaissent sur les sites à apports terrigènes. Au contraire, des accumulations de Fe et Zn apparaissent sur ces sites. Les teneurs en Hg et en Pb sont souvent non détectables et toujours en dessous des seuils réglementaires CE.
- Elle est un assez bon indicateur de certains pesticides régulièrement détectés. En effet peu de composés l'ont été dans les chairs (alachlore, aldrine, isodrine, endrine, dieldrine, PCB 101) et pas sur tous les sites ni toutes les séries. Quand ils le sont, des variations homogènes sont mises en évidence. L'acétochlore apparaît seulement en dernière série, sur tous les sites et montre une accumulation au cours du temps (16,7 à 21,6 / 28,3 µg/kg sec).
- Elle semble indiquer la variation des teneurs de quelques HAP détectés (naphtalène, phénanthrène, fluoranthène, pyrène), homogènes entre sites et molécules.
- Enfin elle est une bonne sentinelle de la contamination radioactive : pour le Pu systématiquement détecté, pour le ⁶⁰Co avec une limite de détection inférieure à 0,1 Bq/kg sec et dans une moindre mesure pour le ¹³⁷Cs avec une LD inférieure à 0,5 Bq/kg sec.
- Au laboratoire on a pu mettre en évidence l'accumulation des métaux lourds, Cd et Cr, dans la chair des huîtres perlières et la mortalité liée à des concentrations plus élevées que celles rencontrées dans le milieu naturel. La vitesse d'accumulation de quelques jours corrobore les variations de concentrations mesurées dans les chairs des animaux sur stations.

L'ensemble de l'étude a en outre servi de support à une action Labex Corail sur l'expression des gènes impliqués dans la détoxification (cf. paragraphe correspondant du rapport).

Participation au LABEX

Biolaq

Le projet Biolaq « Bioindicateurs Lagonaire » s'inscrit dans deux axes du LABEX Corail, axe 1 : « Processus cellulaires : approches génétiques, moléculaires, microbiennes et physiologiques » et axe 3 « Changements de l'écosystème dans les lagons et récifs coralliens ».

L'objectif du projet BIOLAG était de rechercher, par une analyse ciblée du transcriptome de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*, des biomarqueurs moléculaires prédictifs et indicateurs (1) de la présence de métaux lourds en appui au contrat de projet "Contaminants" ou (2) de seuil physiologique critique causé par l'acidification de l'eau de mer en appui à la tâche 1.3 de l'ANR Polyperl. Ce projet avait aussi pour ambition d'apporter des connaissances sur la physiologie de cet organisme modèle pour les lagons polynésiens. A terme et sur la base du développement de ces outils moléculaires, l'huître perlière *P. margaritifera* pourrait être utilisée comme espèce sentinelle de la santé de l'écosystème lagonaire polynésien.

L'étude cinétique de l'expression de gènes associés à l'accumulation des métaux lourds dans les huîtres perlières a été réalisée lors de deux suivis distincts. (1) Le 1^{er} suivi a été réalisé par le partenaire IRSN en condition *ex situ* contrôlée (contamination expérimentale de l'eau d'élevage par du Cadmium et du Chrome) pendant 1 mois. Deux niveaux de concentration de métaux ont été testés et des prélèvements de branchies, glande digestive et manteau ont été réalisés à différents temps. (2) Le 2^{ème} suivi a été réalisé en milieu naturel pendant 4 mois, à 3 temps différents dans la baie de Vaiare à Moorea. Cette étude a permis d'identifier, à l'aide de la littérature, 12 gènes potentiellement impliqués dans une réponse suite à une contamination en métaux lourds. Ces gènes ayant des actions anti oxydantes, jouent un rôle dans le phénomène de décontamination ou d'apoptose. La première série d'analyse qui s'est focalisée sur la manipulation *ex situ* a permis de faire ressortir cinq gènes dont l'expression a été sensiblement et durablement modifiée suite à l'ajout de métaux lourds. Quatre de ces cinq gènes subissent une diminution significative de leur expression. Il est aussi intéressant de constater le niveau de sensibilité des huîtres perlières à la présence de ces métaux. En effet, pour certains gènes, une modification du profil d'expression intervient dès le niveau de contamination 1µg/L. Ce phénomène renforce l'idée que *P. margaritifera* est une bonne espèce

sentinelle dans la détection aux métaux lourds dans l'environnement. Suite au travail réalisé sur les échantillons issus de la manipulation *ex situ*, les 5 gènes influencés par la présence de métaux lourds ont été testés sur les échantillons issus de la manipulation *in situ*. Parmi ces 5 gènes, 3 subissent une modification significative de leur expression. Au final sur les 12 gènes initialement sélectionnés, la Catalase, la Caspase et la glutathion peroxidase sont sensibles à la présence de métaux lourds, dans l'un ou l'autre des échantillonnages et représentent de bons candidats indicateurs d'une contamination du milieu par des métaux lourds.

Les taux d'expression de 9 gènes de biominéralisation codant des protéines spécifiques des premiers dépôts de calcite et d'aragonite chez *P. margaritifera* greffée, soumise à différents niveaux d'acidification du milieu, ont été mesurés dans 2 types de tissus minéralisateurs : le manteau et la poche perlière. Parmi les 9 gènes étudiés, seuls les profils d'expression d'un gène (C9) codant une protéine spécifique de premiers dépôts est significativement modifiée dans les cellules du manteau en fonction des conditions de pH testées lors de cette étude. En effet, l'exposition des huîtres à un pH de 7,8 et 7,4 pendant une période de 100 jours induit une sous expression significative du gène de minéralisation C9 d'un facteur 3,3 et 3,6 respectivement. Ce gène pourrait être considéré comme un biomarqueur potentiel du "seuil physiologique critique" causé par l'acidification. Il est intéressant de noter que les niveaux d'expression des huit autres gènes codant des protéines spécifiques de « premiers dépôts » de calcite et d'aragonite ne sont pas significativement modifiés au niveau du manteau et du sac perlier de l'huître perlière *P. margaritifera* soumise à différents niveaux d'acidification. Il est possible que les biomarqueurs candidats sélectionnés, ne soient pas les plus judicieux et qu'il faille privilégier des gènes codant des protéines impliqués dans le maintien de l'homéostasie et notamment les transporteurs membranaires comme cela a été montré pour le corail (Kaniewska et al. 2012).

Cobacco

Le projet COBACO « Communautés Bactériennes du Corail » s'inscrit dans deux axes du LABEX Corail, axe 1 : « Processus cellulaires : approches génétiques, moléculaires, microbiennes et physiologiques » et axe 3 « Changements de l'écosystème dans les lagons et récifs coralliens ». Il a pour objectifs i/ de caractériser la diversité taxonomique des bactéries associées aux coraux échantillonnés sur l'île de Moorea, ainsi que le niveau de spécificité des associations bactéries-coraux et ii/ d'identifier la nature des changements de communautés bactériennes observés *in situ* en différents sites à pressions anthropiques contrastées et en fonction des saisons, mais aussi *ex situ*, en condition d'un stress induit expérimentalement par acidification de l'eau. Les approches de métagénomiques développées permettront, dans un deuxième temps, de développer des outils diagnostiques (PCR en temps réel) prédictifs de l'état de santé des coraux. Les travaux de traitement, toujours en cours, des données de génomique devraient notamment permettre de répondre à deux questions :

Les communautés microbiennes holosymbiotiques sont-elles différentes :

- d'une espèce de corail à l'autre ?
- d'un site à l'autre soumis à des pressions anthropiques contrastées ?
- d'une saison à l'autre (suivi *in situ*), d'un niveau de pH actuel à un niveau d'acidification élevé contrôlé expérimentalement (suivi *ex situ*) ?
- Quels effets peuvent avoir des épisodes de blanchissement corallien naturel ou induit sur la diversité des communautés bactériennes associées au corail ?

Un total de 5,74 millions de séquences a été obtenu correspondant à l'analyse de 52 prélèvements (33 chez les coraux prélevés *in situ*, 14 chez ceux prélevés *ex situ*, ainsi qu'à 5 prélèvements d'eau). Les analyses de diversité α et β sont en cours, en s'aidant du logiciel bioinformatique Qiime. 59 423 unités taxonomiques opérationnelles (OTUs) ont été identifiées dont 54 018 (90,9%) sont nouvelles. Les premières analyses effectuées ont déjà permis de confirmer la présence de bactéries appartenant à l'embranchement des cyanobactéries, dans le cadre du travail post doctoral d'Ophélie Ladrière (Labex RESICOR 2014). Ce projet a notamment pour objectif général d'étudier les mécanismes de résilience des coraux et la manière dont ceux-ci pallient la perte de Symbiodinium (principale ressource nutritive) suite au blanchissement, en s'intéressant notamment aux cyanobactéries et à leur rôle protecteur et/ou trophique éventuel.

Efflorex

Le projet Efflorex s'inscrit dans l'axe 3 du Labex « Changements de l'écosystème dans les lagons et récifs coralliens ». En effet, les changements climatiques en cours induisent, pour le phytoplancton marin, des proliférations anarchiques (crises dystrophiques) de plus en plus fréquentes. Ces proliférations provoquent des mortalités massives par anoxie ou par empoisonnement et, du fait des incidences économiques et sanitaires, font l'objet d'une littérature abondante dans laquelle les écosystèmes coralliens sont relativement peu représentés. A cela, deux raisons principales : moins d'études de la colonne d'eau dans un écosystème majoritairement benthique et une place prépondérante accordée à la ciguatera, causée par un dinoflagellé benthique.

Les efflorescences du phytoplancton sont mal connues en milieu corallien et en Polynésie française (tant l'identité des algues que le déterminisme des proliférations), alors que les changements climatiques les rendent plus fréquentes. Par ailleurs, les espèces proliférantes pourraient contribuer à l'amélioration de la nourriture des naissains en aquaculture nacrière. Le projet a donc un double objectif : une meilleure connaissance de ces crises dystrophiques et la recherche d'espèces « fourrages » pour la perliculture. Ces objectifs seront atteints par le déclenchement d'efflorescences artificielles en mésocosme, couplé à l'étude du phytoplancton de deux atolls perlicoles ayant connu des efflorescences. Les résultats attendus visent également à une meilleure surveillance du risque lié aux biotoxines marines en Polynésie.

TekeTeke

Le bénitier (*Tridacna maxima*) constitue une ressource alimentaire importante pour les populations Indo-Pacifique. Le renouvellement de la ressource est contraint par les stress environnementaux qui induisent la ponte, par son potentiel reproducteur, et par son recrutement. Toutefois, le lien entre ces paramètres est rarement démontré et reste peu documenté. Ce projet a pour objectif d'évaluer l'impact des facteurs environnementaux sur le renouvellement de la population de *T. maxima*. Ce projet fait appel aux expertises complémentaires de trois institutions signataires du LABEX : l'IRD (UMR COREUS), l'Ifremer de Tahiti, et l'université de Polynésie Française (UMR EIO), et un cofinancement extérieur au LABEX (GOPS). Le bénitier *Tridacna maxima* est une espèce emblématique de la Polynésie Française. Sa surexploitation depuis ces dernières décennies a engendré son inscription sur l'annexe II de la Convention de Washington (CITES) et la nécessité d'une gestion durable de la ressource. Pour cela, une connaissance précise de la biologie de *T. maxima* est essentielle, notamment de sa reproduction qui est encore peu étudiée.

Si l'anatomie et la biologie des bénitiers *T. maxima* sont relativement bien documentées dans la littérature scientifique, son potentiel reproducteur l'est beaucoup moins. Peu d'études histologiques ont été réalisées et ne fournissent pas un cadre analytique fiable. Cette partie du projet se propose d'analyser la maturation sexuelle du bénitier par une approche histologique selon trois variables : le sex ratio décrit par six états, la maturation de la partie mâle décrite par quatre stades et la maturation de la partie femelle décrite par le diamètre ovocytaire. La plate-forme Histologie de l'Ifremer et de la DRMM à Vairao a été mise au service de ce projet. Les résultats ont montré une variabilité importante du diamètre ovocytaire dans la totalité de la gonade. L'analyse de l'homogénéité à l'échelle d'une coupe de gonade aboutit à la caractérisation de gradients de maturation (dans l'axe longitudinal, dans l'axe sagittal et du centre vers la périphérie d'une coupe de gonade) pour les trois variables étudiées. Le sex ratio évolue dans l'axe sagittal d'une coupe de gonade et la partie mâle suit une maturation centrifuge. La partie femelle, elle, est très hétérogène, les ovocytes ont une taille différente quelle que soit la zone de coupe observée. Etablir un

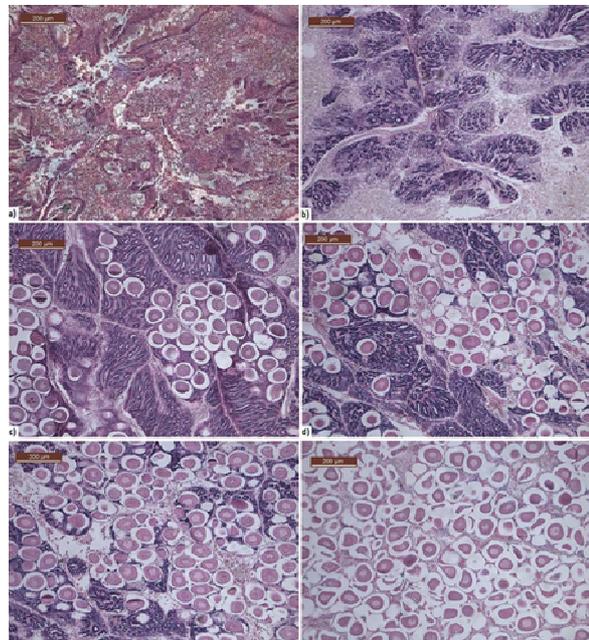


Fig. 4 : Etats de sex ratio au sein des gonades (coupe longitudinale, grossissement x100) a) indifférenciée, b) mâle, c) mâle > femelle d) mâle=femelle e) mâle < femelle, f) femelle.

état global de maturation pour une gonade selon les trois variables apparaît délicat au vu de l'hétérogénéité observée au sein d'une coupe. Toutefois, un protocole d'étude histologique de la maturation des gonades du bénitier *T. maxima* est proposé dans cette étude et prend en compte la variabilité inter et intra-bénitiers mis en évidence pour une représentation optimale de la maturation de la gonade.

Séminaires

Réunion annuelle du projet ANR POLYPERL (20 mai 2014)

Cette journée (figure 5) a été l'occasion pour les partenaires de présenter l'état d'avancement du projet, d'échanger sur les actions à mettre en œuvre pour poursuivre les objectifs et d'aborder les points organisationnels, et administratifs.

Les points discutés ont été:

(1) Demande de prolongation du projet. Certains partenaires ont demandé une prolongation de la durée du projet POLYPERL afin de finaliser quelques travaux qui ont pris du retard. Une prolongation d'un an du projet auprès de l'ANR a été acceptée. Les partenaires se fixent comme objectif de clôturer le projet avant la fin de l'année 2015. Les tâches en retard ont été replanifiées.

(2) Le séminaire de restitution finale du projet POLYPERL se déroulera en novembre 2015 à Papeete pour se caler avec une des deux ventes aux enchères annuelles de perles (juillet et novembre) pour lesquelles beaucoup de perliculteurs des îles se déplacent sur Papeete. Il sera ouvert à tous les professionnels de la filière et les acteurs du monde de la recherche. Cet événement devra se préparer dès le 1er trimestre 2015. Des réunions d'information sur les résultats du projet pourront être organisées dans les îles en marge des missions de terrain.

(3) Numéro spécial « POLYPERL » d'une revue : la proposition de réaliser un numéro spécial POLYPERL pour une revue est approuvée par les partenaires.

Assemblée générale de l'UMR EIO (18 novembre 2014)

L'Ifremer de Vairao a accueilli le 18 novembre 2014, l'assemblée générale de l'UMR 241 « Ecosystèmes Insulaires Océaniques » (http://www.ifremer.fr/umr_eio). Cinquante quatre personnes sur les 78 que réunit l'UMR-EIO ont participé à l'évènement.

Les 4 équipes ont présenté leur structuration propre et les résultats phares de l'année écoulée. Cela a donné lieu à 24 présentations. Les nouveaux venus ont eu l'occasion de se présenter et d'exposer leur projet de recherche au sein des thématiques développées dans l'UMR.

Système qualité de l'institut

L'unité RMPF est impliquée dans le SMQ de l'institut, principalement dans les processus P3, P6, P12. Fin 2013, Le centre du Pacifique, dont l'unité RMPF, a été audité dans le cadre de la certification ISO 9001.

La démarche qualité a été mise en œuvre dans la salle d'algues qui est un outil stratégique des travaux de recherche sur les bivalves. En 2014, les procédures ont été rédigées et archivées sur un disque commun. L'organisation des disques communs a été revue, un disque en lecture seule permet l'archivage des projets de recherche, les rapports et publications, la description des structures (Labex, UMR...). Un disque ouvert à l'écriture permet l'échange de fichiers suivant la structure par équipe de l'unité.

Perspectives de l'année 2015

L'année 2014 a permis de faire le bilan de plusieurs projets phares de l'unité, le contrat de projet Biodiperl et l'ANR Polyperl. Le marché négocié Perliculture 2013-2014 sera clôturé en novembre 2014. La fin de ce projet a été anticipée par les équipes qui ont élaboré de nouveaux projets dans la continuité des actions menés en perliculture. En Aquaculture, l'année 2015 sera consacré au volet recherche du marché négocié 2014-2015.

Financements récurrents

Les travaux de recherche en Aquaculture et Perliculture trouvent leur justification dans la demande institutionnelle locale qui promeut le développement aquacole et participe à l'accompagnement scientifique et technique de la filière perlicole. Cette stratégie s'appuie sur la volonté d'Ifremer de contribuer au développement de la Polynésie sur ces filières. Cette politique permet de mobiliser des financements locaux récurrents.

L'aquaculture (pisciculture et crevetticulture) est financée pour la période 2014-2015 sous la forme d'un marché négocié. Les termes scientifiques de cette convention ont été finalisés en mars 2014, la phase administrative de rédaction et de présentation des documents à l'Ifremer s'est terminée en septembre 2014. Le rapport initial d'organisation des tâches de ce marché négocié doit être rendu le 15 décembre 2014. L'année 2014 a été consacrée à l'entretien du conservatoire crevette, alors que la partie recherche est concentrée sur 2015.

Le marché négocié Perliculture 2013-2014 était organisé autour de 3 axes : Amélioration de la qualité de la perle, Ressources et Environnement et Amélioration génétique. Pour des questions de seuil de financement, de simplification administrative pour la DRMM, et de contribution de partenaires privés à la recherche, ces financements sont subdivisés. Cela se traduit par la présentation pour la période de 2015-2017 de 7 conventions : une convention Environnement-Santé et, une convention avec la DRMM (TripaGEN) qui fait suite aux travaux engagés dans le cadre du marché Négocié 2013-2014 en matière d'Amélioration génétique, qui couvre le fonctionnement des 2 thèses actuelles (Carole Blay en génétique et Oïhana Latchere sur les pratiques zootechniques) sur l'huître perlière et qui coordonne les 4 conventions impliquant le secteur privé, une convention sur l'huître *Pinctada maculata* (MaculaGEN), et quatre conventions tripartite (DRMM-Ifremer-Privés) Perliculture-génétique (ColoGEN, FakaGEN, TakuGEN et MappyGEN).

La Convention Environnement-Santé devient tripartite avec l'intégration de l'UPF. Trois grands axes ont été retenus qui sont (1) le centre de prévision du collectage axé sur l'acquisition d'indicateurs trophiques et d'indicateurs de la ressource, (2) l'approche fonctionnelle (cycle et flux de la matière) attribuée à l'UPF et (3) Santé des cheptels en appui au projet Gesom qui sera soumis au prochain contrat de projet.

La convention Maculagen qui sera signée fin 2014 permettra d'ouvrir un champ d'investigation sur une autre espèce *Pinctada maculata* et sera consacré à l'étude: 1) d'un modèle de xénogreffe (*P. margaritifera* comme receveuse), avec pour objectif une meilleure compréhension du rôle de la receveuse et des interactions avec le génome de *P. maculata* et 2) de la dynamique de la ressource (collectage), et son exploitation du fait de l'intérêt comme ressource alimentaire.

Quatre conventions tripartites (DRMM, perliculteurs, Ifremer) ont été rédigées et transmises à DRMM pour validation et mise en forme. Ces conventions régissent des liens entre certains perliculteurs ou groupe de perliculteurs. Les objectifs de ces conventions sont: 1) de poser les bases à l'amélioration génétique de *P. margaritifera* en couvrant l'ensemble des origines de production, au travers de la production de familles sélectionnées sur la couleur et la croissance, 2) d'expérimentation visant à comprendre les capacités d'adaptation de l'huître perlière à l'environnement., , 3) proposer des solutions théoriques et pratiques pour l'amélioration de l'espèce et la production en partenariat avec les acteurs de la filière. Les développements méthodologiques seront poussés dans deux domaines :1) les mesures phénotypiques de l'adaptation avec le développement d'approches de génétique quantitative, d'évolution expérimentale et de mesures *in-situ* de traits d'histoire de vie, 2) le domaine de la génomique adaptative avec la recherche de signatures moléculaires de la sélection, de mesures du type et de l'intensité de la sélection et de la recherche du lien entre le phénotype individuel et le niveau d'expression de certains gènes ou le polymorphisme de gènes candidats.

Il reste à engager les discussions sur l'exploitation des brevets notamment les enrobages de nucléus. Cette action sera organisée au travers d'une convention tripartite (Ifremer/DRMM/Industriels-Perliculteurs).

Soumission des projets

Deux fiches ont été déposées pour un financement au contrat de projet Etat-Polynésie 2015. Ces 2 projets sont coordonnés par Ifremer.

AmeliGEN est un projet de recherche-développement multidisciplinaire, qui concerne la filière perlicole, seconde ressource économique de Polynésie Française. Il fait intervenir 4 organismes de recherche, la DRMM, 1 partenaire privé spécialisé en génomique et 5 groupements d'intérêt économique (GIE), fédérant 2/3 des perliculteurs. La réalisation de ce projet repose sur une plateforme expérimentale mis en place par les producteurs. Ce réseau d'expérimentation couvrira l'ensemble des sites perlicoles et les 5 archipels de Polynésie française. Ce projet s'appuiera sur les résultats obtenus dans le cadre des travaux de recherche antérieurs (GDR ADEQUA – contrat de projet Regenperl) et en cours (ANR POLYPERL, MOM RIKIGEN et contrat de projet BIODIPERL).

Les objectifs de ce projet sont de :

- 1) développer les outils moléculaires indispensable à la mise en œuvre d'un programme d'amélioration génétique de l'huître perlière *P. margaritifera* ;
- 2) cartographier la qualité des perles produites à l'échelle de la Polynésie française ;
- 3) établir les connaissances zootechniques indispensables à l'implantation d'écloserie en Polynésie française ;
- 4) contribuer à la diffusion des connaissances au travers de publications scientifiques d'excellence.

GESOM-Pf est un projet multidisciplinaire qui concerne les principales filières aquacoles de Polynésie française : l'huître perlière *Pinctada margaritifera*, la crevette *Litopenaeus stylirostris*, le poisson *Platax orbicularis* et le bënëtier *Tridacna maxima*. L'objectif général de ce projet est d'améliorer les capacités d'analyse diagnostique à un niveau local et de définir les mesures de gestion efficaces à mettre en œuvre en cas d'épisodes de mortalité/morbidité anormales survenant sur les cheptels. Ce projet est organisé en 5 axes majeurs tâches : 1) identification et caractérisation des agents infectieux et du phytoplancton nocif et/ou toxique, 2) suivi des paramètres de l'environnement d'élevage, 3) caractérisation de l'état de santé des animaux d'aquaculture, 4) gestion des épisodes de mortalité et morbidité anormales, 5) organisation d'un réseau de surveillance et contribution à la diffusion des connaissances. Les partenaires sont le CRIOBE, l'UPF, l'Institut Malardé, le service du développement rural, la coopérative des aquaculteurs de Polynésie française.

Un projet ANR (Management of Atoll : Mana) coordonnée par Serge Andrefouet (IRD) a été soumis en 1ère étape à l'Edition 2015 - Défi 1 Axe 5 : «Approches intégrées environnement-développement: vers des solutions plus efficaces». Ce projet, s'il était accepté, viendrait en appui à la CV environnement-santé.

Projets de thèse

Un projet de thèse en **génétique** "Sélection génétique de l'huître perlière *P. margaritifera* au sein d'une écloserie de production" a été déposé dans le cadre de l'appel d'offre Ifremer 2014 à compter de 2015 , avec un co-financement de la bourse acquise (privé).

Un projet de thèse contribuant à la **mise au point de l'outil de gestion du collectage de naissain de l'huître perlière *Pinctada margaritifera*** déposé dans le cadre de l'appel d'offre Ifremer.

Ces 2 projets de thèses ont déjà respectivement un co-financement de bourse prévu par les conventions (voir financements récurrents) qui prévoient aussi les financements en fonctionnement et missions.

ANNEXES

Annexe 1: Production scientifique et technologique 2014

Etat des dépôts 2014 dans Archimer au 12 janvier 2015 (<https://w3.ifremer.fr/archimer/etatdepot.htm>)

Indicateur	Publication dans le WOS ²	Publication en attente de référencement dans le WOS ³	Autres publications ⁴	Expertises / Avis	Rapports ¹	Ouvrages / Chapitre d'ouvrages	Posters	Publications dans des colloques	Communications sans acte
Nombre	<u>12</u>		<u>1</u>		<u>2</u>				1

¹ Rapport de contrats, compte-rendu (d'essais, de campagnes, de métrologie...), note (de synthèses, de veille prospective ou technologique...), rapport de mission, document technique (spécification, manuel...), document qualités (procédure, support de l'accréditation...), document normatif (norme, référentiel, protocole...) La nature des rapports déposés dans Archimer est très hétérogène. Elle diffère notamment en fonction des unités. Il est difficile d'en retirer une quelconque interprétation bibliométrique.

² Les publications en sciences humaines et sociales (SHS) sont mal représentées dans le WOS. La production de l'unité EM ne représente donc qu'une partie de leur production de publications.

³ Cette liste contient les articles des principaux éditeurs scientifiques déposés dans Archimer, mais pas encore indexés dans le WOS. La majorité de ces articles seront publiés en 2014 et seront indexés dans le WOS dans les mois à venir. La majorité des publications In Press ne seront par contre publiées qu'en 2015 et ne seront donc prises en compte que dans le bilan Ifremer 2015.

⁴ Cette liste contient les articles déposés ou signalés par les auteurs eux-mêmes et publiés par des éditeurs qui ne sont généralement pas indexés dans le WOS. Ils peuvent, par exemple, correspondre à des articles de vulgarisation.

Facteur d'Impact	Nombre de publications	Moyenne des Facteur d'Impact
]0-1]	3	2.06
]1-2]	4	
]2-3]	3	
]3-4]	1	
]4-5]	1	

Liste des publications, rapports et communications....

Publications indexées dans le WOS

Aguilera-Rivera Diana, Prieto-Davo Alejandra, Escalante Karla, Chavez Cristina, Cuzon Gerard, Gaxiola Gabriela (2014). **Probiotic effect of FLOC on Vibrios in the pacific white shrimp *Litopenaeus Vannamei***. *Aquaculture*, 424, 215-219. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.01.008> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00173/28379/>

Blay Carole, Sham-Koua Manaarii, Vonau Vincent, Tetumu Roger, Cabral Philippe, Ky Chin-Long (2014). **Influence of nacre deposition rate on cultured pearl grade and colour in the black-lipped pearl oyster *Pinctada margaritifera* using farmed donor families**. *Aquaculture International*, 22(2), 937-953. <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-013-9719-5>

Emerenciano Mauricio, Cuzon Gerard, Arevalo Miguel, Gaxiola Gabriela (2014). **Biofloc technology in**

intensive broodstock farming of the pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum*: spawning performance, biochemical composition and fatty acid profile of eggs. *Aquaculture Research*, 45(10), 1713-1726. <http://dx.doi.org/10.1111/are.12117>

Jeung Hee-Do, Kang Do-Hyung, Park Heung-Sik, Le Moullac Gilles, Choi Kwang-Sik (2014). **Quantification of eggs and sperm in the Black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera* using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).** *Fisheries Science*, 80(3), 451-462. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1007/s12562-014-0706-1> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00175/28659/>

Joubert Caroline, Linard Clementine, Le Moullac Gilles, Soyez Claude, Saulnier Denis, Teaniniuraitemoana Vaihiti, Ky Chin-Long, Gueguen Yannick (2014). **Temperature and Food Influence Shell Growth and Mantle Gene Expression of Shell Matrix Proteins in the Pearl Oyster *Pinctada margaritifera*.** *Plos One*, 9(8), e103944. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0103944> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00210/32095/>

Ky Chin-Long, Blay Carole, Sham-Koua Manarii, Lo Cedrik, Cabral Philippe (2014). **Indirect improvement of pearl grade and shape in farmed *Pinctada margaritifera* by donor "oyster" selection for green pearls.** *Aquaculture*, 432, 154-162. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.05.002> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00190/30130/>

Ky Chin-Long, Molinari Nicolas, Moe Elisabeth, Pommier Steve (2014). **Impact of season and grafter skill on nucleus retention and pearl oyster mortality rate in *Pinctada margaritifera* aquaculture.** *Aquaculture International*, 22(5), 1689-1701. <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-014-9774-6>

Lacoste Elise, Gueguen Yannick, Le Moullac Gilles, Koua Manarii Sham, Gaertner-Mazouni Nabila (2014). **Influence of farmed pearl oysters and associated biofouling communities on nutrient regeneration in lagoons of French Polynesia.** *Aquaculture Environment Interactions*, 5(3), 209-219. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.3354/aei00107> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00201/31193/>

Lacoste Elise, Le Moullac Gilles, Levy Peva, Gueguen Yannick, Gaertner-Mazouni Nabila (2014). **Biofouling development and its effect on growth and reproduction of the farmed pearl oyster *Pinctada margaritifera*.** *Aquaculture*, 434, 18-26. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.07.012> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00201/31188/>

Mersni Achour Rachida, Imbert-Auvray Nathalie, Huet Valerie, Ben Cheick Yosra, Faury Nicole, Doghri Ibtissem, Rouatbi Sonia, Bordenave Stephanie, Travers Marie-Agnes, Saulnier Denis, Fruitier-Arnaudin Ingrid (2014). **First description of French *V. tubiashii* strains pathogenic to mollusk: II. Characterization of properties of the proteolytic fraction of extracellular products.** *Journal Of Invertebrate Pathology*, 123, 49-59. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2014.09.006> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00211/32203/>

Teaniniuraitemoana Vaihiti, Huvet Arnaud, Levy Peva, Klopp Christophe, Lhuillier Emeline, Gaertner-Mazouni Nabila, Gueguen Yannick, Le Moullac Gilles (2014). **Gonad transcriptome analysis of pearl oyster *Pinctada margaritifera*: identification of potential sex differentiation and sex determining genes.** *Bmc Genomics*, 15(491), 1-20. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2164-15-491> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00201/31194/>

Travers Marie-Agnes, Mersni Achour Rachida, Haffner Philippe, Tourbiez Delphine, Cassone Anne-Laure, Morga Benjamin, Doghri Ibtissem, Garcia Celine, Renault Tristan, Fruitier-Arnaudin Ingrid, Saulnier Denis (2014). **First description of French *V. tubiashii* strains pathogenic to mollusk: I. Characterization of isolates and detection during mortality events.** *Journal Of Invertebrate Pathology*, 123, 38-48. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2014.04.009> , Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00189/30028/>

Autres Publications

Gueguen Yannick, Mazouni Nabila (2014). **A pearl of a partnership.** *International innovation : disseminating science, research and technology*, (125), 21-23. Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00188/29925/>

Rapports

Bardon-Albaret Agnes, Coves Denis, David Rarahu, Fougerouse Angelique, Gasset Eric, Goguenheim Jean, Lafille Marc Andre, Le Moullac Gilles, Maamaatuaiahutapu Moana, Remoissenet Georges, Saulnier Denis (2014). **Rapport initial du Marché négocié « AQUACULTURE-SANTE 2014- 2015 » n° du entre la Direction des Ressources Marines et Minières et le Centre Ifremer du Pacifique (CIP) de 2014 à 2015.** Belliard Corinne, Bichet Herve, Blay Carole, Demoy-Schneider Marina, Fougerouse Angelique, Gaertner-

Mazouni Nabila, Garen Pierre, Gueguen Yannick, Herbinger Christophe, Ky Chin-Long, Lacoste Elise, Leduc Henri, Lemer Sarah, Le Moullac Gilles, Lau Christophe, Lo-Yat Alain, Planes Serge, Saulnier Denis, Sham Koua Manaarii, Teaniniuraitemoana Vaihiti (2014). **Rapport final. Projet : BIODIPERL. Juin 2014. Préservation de la biodiversité des stocks d'huîtres perlières *Pinctada margaritifera* en Polynésie française pour une exploitation durable de la ressource en perliculture.**

Communications sans acte

Mersni Achour Rachida, Haffner Philippe, Doghri Ibtissem, Ben Cheick Yosra, Faury Nicole, Tourbiez Delphine, Imbert Nathalie, Huet Valerie, Rouatbi Sonia, Cassone Anne-Laure, Morga Benjamin, Garcia Celine, Chollet Bruno, Bordenave Stephanie, Pichereau Vianney, Saulnier Denis, Travers Marie-Agnes, Fruitier-Arnaudin Ingrid (2014). **Vibrio tubiashii in France: pathogenic isolates and virulence mechanisms.** Vibrio 2014 Conference, April 1-4 2014, Edimbourg, Scotland.

Annexe 2 : Nouveaux projets

Lister les projets de recherche soumis et acceptés, les contrats de recettes en précisant le financement (ANR, H2020, LEFE, EC2CO, agences de l'eau etc) et si Ifremer est coordinateur.

Nom du projet	Origine financement	Durée	Porteur Ifremer	Coordination Ifremer (O/N)
Convention Aquaculture	DRMM	2ans (2014-2015)	D Saulnier	O
Convention Environnement	DRMM	3ans (2015-2017)	A Lo Yat	O
TripaGEN	DRMM	3 ans (2015-2017)	CL Ky	O
Maculagen	DRMM	3ans (2015-2017)	CL Ky	O
FakaGEN	DRMM- Perliculteurs	3ans (2015-2017)	CL Ky	O
TakuGEN	DRMM- Perliculteurs	3ans (2015-2017)	CL Ky	O
ColoGEN	DRMM- Perliculteurs	3ans (2015-2017)	CL Ky	O
MappyGEN	DRMM- Perliculteurs	3ans (2015-2017)	CL Ky	O

Annexe 3 : Implication dans la formation (par la recherche)

Participation aux enseignements à l'UPF

	Licence	M2 EIO	
	CM/TD/TP		
O. Latchère	0/0/60		
V. Teaniniuraitemoana	15	2/2/3	
C. Blay		2/0/3,5	
E. Cardona		2/0/3,5	
A. Lo-Yat		1.5/4/4	92.5 h

Accueil Stagiaires, thésards, post- doctorants

Diplome	Période	Nom	Sujet	Responsable	Cofinancement	Ecole(s) Doctorale(s) de rattachement
L3SVT UPF	26/05/14 au 11/07/14	Deen Farah	Contribution à l'étude de l'écologie des larves de bivalves dans les lagons de Polynésie française	A. Lo Yat		
L3SVT UPF	26/05/14 au 25/07/2014	Castano Lina	Criblage d'extraits d'origine marine et terrestre sur la croissance et la bioluminescence d'une bactérie marine : travail en bactériologie, spectrophotométrie, analyse des résultats	D. Saulnier - K. Magre		
L3SVT UPF	2/06/14 au 25/07/14	Renvoyé Vahinetea	Régulation du glycogène dans l'huître perlière. Mise au point du dosage en microplaque	G. Le Moullac		
L3SVT UPF	12/05/14 au 13/06/2014	Basset Cécilie	Expression des gènes liés à la biominéralisation dans un cycle larvaire de l'huître perlière <i>Pinctada margaritifera</i>	D. Saulnier /C. Belliard		
M1 Sciences de l'Univers Environnement et Ecologie UPMC	05/14-06/14	Viriamu Harmonie	Suivi de l'abondance et des tailles des larves de bivalves dans une station du lagon d'Ahe au cours d'un cycle de 24h	A. Lo Yat		
EPHE - SVT	01/09/2014 au 07/11/2014	Tintillier Florent	Inhibiteurs marins du quorum sensing chez <i>vibrio harveyi</i>	D. Saulnier C. Debitus		

	4					
Master en Sciences et Ingénierie de l'Environnement	17/02/2014 au 18/07/2014	Menoud Mathilde	Caractérisation spatio-temporelle du potentiel reproducteur du bémittier <i>T.maxima</i> en Polynésie Française	N. Mazouni G. Le Moullac		
M2 EIO UPF	2/01/14 au 31/05/14	Fremery Juliette	Recherche des effets de l'interaction de la T°C et de l'acidification sur la physiologie de l'huître perlière	G. Le Moullac C. Soyez		
M2 EIO UPF	2/01/14 au 31/05/14	Coclet Clément	Caractérisation du floc bactérien et de l'état de santé de la crevette <i>Litopenaeus stylirostris</i> élevée en biofloc en fonction du rapport C/N des élevages	D. Saulnier E. Cardona		
M2 BOM UBO	6/01/14 au 2/06/14	Lucasson Aude	Recherche d'activités inhibitrices du "quorum sensing" au sein d'une collection d'extraits d'invertébrés marins pour des applications futures dans le domaine de l'aquaculture.	D. Saulnier		
M2 Env Univ Corse	03/02/14 au 30/06/14	Muylaert Morgan	Analyse des collecteurs expérimentaux et des données larvaires chez l'huître perlière <i>Pinctada margaritifera</i> dans 2 lagons contrastés de Polynésie française.	A. Lo Yat		
Doctorants Ifremer (dont étrangers)	en 1ère année	Latchere Oihana	Influence de paramètres environnementaux sur les processus de minéralisation des perles de culture produites par l'huître perlière <i>Pinctada margaritifera</i> .	Le Moullac /Mazouni /Saulnier	Ifremer-UPF	ED 469
	en 1ère année	Blay Carole	Déterminisme génétique des caractères d'intérêts perlicoles de l'huître perlière <i>Pinctada margaritifera</i> : du phénotype aux gènes.	/Ky /Planes	Ifremer-CNRS-DRMM	
	en 3ème année soutenanc	Teaniniuraitemoan a Vaihiti	Reproduction de l'huître perlière <i>Pinctada margaritifera</i>	Le Moullac /Mazouni /Huvet	Ifremer	ED 469

	e prévue le 08/12/14		: Etude des déterminants de la sex-ratio			
	en 3ème année	Cardona Emilie	Apport trophique du milieu d'élevage de la crevette <i>Litopenaeus stylirostris</i> et son influence sur les performance de reproduction et la qualité des larves en phase de lécitotrophie	Chim /Saulnier	Ifremer- DRMM- NC	Ed 469
	Soutenue le 17/04/14	Lacoste Elise	Interactions entre les huitres perlières en élevage (<i>Pinctada margaritifera</i>) et les communautés d'épibiontes, et influence de l'association sur les flux de matière dans les lagons de Polynésie française	Mazouni /Gueguen /Le Moullac	UPF	ED 469
Post Doctorant EPHE	12 /10/14 au 31 /10/ 14.	Ladrière Ophélie	Etude multidisciplinaire de la RESllience des CORaux scléactiniaires ayant subi un blanchissement : perte des Symbiodinium vs. Prolifération des cnidocytes et des cyanobactéries	Saulnier /Planes	Labex Corail	

Participation à un jury de thèse ou HDR

- Gueguen Yannick, Le Moullac Gilles : Jury de thèse d'Elise Lacoste le 17/04/2014
- Le Moullac Gilles, Gueguen Yannick : Jury de thèse de Vaihiti Teaniniuraitemoana l8/12/2014

Annexe 4 : Partenariats

- Scientifiques :
 - o UMR EIO : UPF, IRD, ILM
 - o Criobe Moorea
 - o UMR Coreus

- Socio-économiques :
 - o Direction des Ressources Marines et Minières de Polynésie française
 - o Pole d'innovation Tahiti Faahotu

Annexe 5 : Valorisation

Lister les brevets, licences, essais...

Annexe 6 : Fonctions de représentation assurées dans les instances régionales, nationales, européennes ou internationales

- Représentations Université de Polynésie Française :
 - Equipe pédagogique du Master EIO
 - Ecole Doctorale ED 469
 - Conseil scientifique

- Pole d'innovation Tahiti Fa'ahotu :
 - D/CIP Conseil d'administration

Annexe 7 : Note d'orientation sur les installations et plate-formes aquacoles à fin d'optimisation et de cohérence (cf note RBE/14-019) Partie Polynésie française

Préambule

Les installations de l'Ifremer en Polynésie française sont situées sur la presqu'île de Tahiti au bord d'un vaste lagon et à moins de 2 km du récif barrière. Ces installations dépendent du Centre Ifremer du Pacifique et représentent 7200 m² d'infrastructures (bureaux, laboratoires, plateforme aquacole) sur un terrain de 5 ha.

La plate-forme aquacole est utilisée au quotidien par les équipes de recherche de l'Unité Ressources Marines en Polynésie française (RMPF) ainsi que, pour une partie, par des agents de la Direction des Ressources Marines et Minières (DRMM) de Polynésie française, accueillis sur le site depuis une quarantaine d'années. Un soutien conséquent de l'équipe logistique du Centre est nécessaire pour entretenir et faire fonctionner les installations.

Description des installations aquacoles

La description complète de la plate-forme aquacole comprenant les éléments demandés dans la note RBE/14-019) est présentée sous forme d'un tableau joint (tableau 1). Les installations sont présentées par filière (ou type d'activité) :

- 1- Perliculture
- 2- Aquaculture Poisson
- 3- Aquaculture Crevette
- 4- Pathologie expérimentale
- 5- Zones support

Pour chacune des installations, les informations suivantes sont fournies :

- numéro des bâtiments (plan en annexe)
- surface des bâtiments
- activités expérimentales mises en œuvre dans le bâtiment ou dans chaque salle du bâtiment
- n° et surface des salles
- volumes des bacs
- mode de renouvellement
- débit en eau de mer
- type de régulation (débit, température, pH)
- ETP dédiés aux différentes activités expérimentales
- trajectoires/perspectives

Le plan d'ensemble du Centre et de ses installations est présenté en figure 2. Tous les plans des bâtiments et des salles correspondant aux différentes installations aquacoles sont fournis en annexe 1 (Perliculture), annexe 2 (Aquaculture poisson), annexe 3 (Aquaculture crevette), annexe 4 (Pathologie expérimentale) et annexe 5 (zones support).

Utilisateurs externes des installations Ifremer

Les installations correspondant à la filière « Perliculture » sont exclusivement utilisées par les agents Ifremer. Cependant, des demandes des partenaires de l'UMR EIO commencent à voir le jour notamment pour les activités relatives à l'écophysiologie, à la pathologie expérimentale et/ou sur d'autres modèles (bénitier, macroalgues...). Aucune stratégie de facturation n'a pour l'instant été envisagée.

Les installations aquacoles correspondant aux activités « Aquaculture Poisson » et « Aquaculture Crevette » sont partagées intégralement et tout au cours de l'année avec l'équipe de la DRMM présente sur le site (2 cadres, 3 techniciens et 2 CDD). Les modalités d'utilisation et le retour financier pour l'Ifremer sont négociés tous les 2 ans dans le cadre de la « convention biennale Aquaculture Ifremer-DRMM ». La convention 2014-2015 est toujours en cours de négociation.

Les installations aquacoles correspondant à la « Pathologie expérimentale » (4) sont partagées intégralement et tout au cours de l'année avec l'équipe de la DRMM présente sur le site. Dans ce cadre, des infections expérimentales de Platax (Ifremer, DRMM, CRILOBE) ou des contaminations chimiques d'huîtres perlières (contrat de projet IRSN, CRILOBE, Direction de l'environnement) ont ponctuellement été réalisées.

Les installations aquacoles relatives aux « Zones support » correspondent au pompage de l'eau, à la fourniture d'air et d'électricité nécessaire pour faire fonctionner toutes les installations du centre.

Trajectoire/perspectives

En Polynésie française, l'Ifremer utilise principalement ses propres installations aquacoles pour la mise en œuvre de ses travaux/projets. Les partenaires locaux (IRD, UPF, ILM ou CRIOBE) ne disposent pas d'infrastructures d'élevage adaptées à ces besoins. Cependant, en perliculture, un certain nombre d'expérimentations (greffe, élevage de naissains, entretien de stocks de géniteurs) sont hébergés directement dans les fermes perlières privées. En aquaculture, des élevages expérimentaux ont récemment été réalisés au Centre technique Aquacole (CTA) de Vairao, (notamment pour la thèse Biofloc). Des pisciculteurs mettent aussi à disposition leurs sites d'élevage pour certaines expérimentations. Cette option, de réaliser les expérimentations directement au sein des structures privées, devra être privilégiée à l'avenir dès que cela est possible. Cependant, il est important de noter que tous les essais ne peuvent être réalisés sur les sites privés, notamment ceux nécessitant des plans d'expérience relativement lourds. Enfin, la Plateforme Ifremer de Palavas contribuera à des travaux expérimentaux sur l'ontogénèse du Platax qui devraient être réalisés dans le cadre de la prochaine convention Ifremer-DRMM (2014-2015) et du projet transversal santé.

Les perspectives d'évolution des différentes infrastructures aquacoles de l'Ifremer à Tahiti sont précisées dans le tableau 1. Elles sont liées aux types d'activité.

En résumé :

- Les installations utilisées en perliculture sont à maintenir à l'identique. Cependant, la partie concernant la production de naissains devrait, à terme (5-10 ans), être transférée (louée, vendue) au Pays pour produire, dans la cadre du CTA, des naissains d'huîtres perlières (la DRMM nous a déjà contacté en ce sens).
- Les installations utilisées en crevetticulture sont quasi exclusivement dédiées à la gestion de la souche de crevette dont le transfert au Pays (propriété et suivi technique) est en cours de finalisation. D'ici 1 à 2 ans, toutes ces installations devront être (i) soit vendues soit (ii) louées au Pays. Ce dernier est intéressé pour racheter les bassins en terre mais pas forcément l'écloserie crevette (bâtiment 423.00). Ce bâtiment devrait être alors soit transformé pour d'autres besoins expérimentaux soit détruit.
- Les installations utilisées actuellement en pisciculture sont quasi exclusivement dédiées à la gestion des géniteurs de Platax alors qu'elles offrent un potentiel d'expérimentation de bon niveau pour les phases larvaire, alevinage et de prégrossissement. Le transfert de ces géniteurs est en cours de finalisation (échéance 1 à 2 ans) et il libérera l'ensemble des installations. En l'état actuel des programmes, l'Ifremer n'aura ensuite plus besoin de ce bâtiment 403 (assez vétuste) en l'état. Trois options sont à envisager et discuter avec le Pays : (1) cession/vente à la DRMM en l'état, (2) aménagement à prévoir par le Pays ou dans le cadre du contrat de projet pour faire évoluer les salles en infrastructures expérimentales RetD multi-modèles (mise en commun avec la DRMM, le CTA et éventuellement d'autres organismes de recherche), (3) destruction si les options 1 et 2 ne sont pas retenues.
- Les installations utilisées en pathologie expérimentale sont à maintenir à l'identique.

Ces différentes options d'évolution sont à discuter assez rapidement avec le Pays (DRMM mais aussi SDR et DIREN) qui s'est montré intéressé pour développer sur Vairao un « campus aquacole » mais qui envisage aussi de construire au CTA (juste à côté d'Ifremer) ses propres installations aquacoles expérimentales.

La solution idéale serait d'avoir une approche commune et globale qui viserait à :

- 1- préciser avec nos partenaires les besoins du Pays en matière de recherche, de R&D, de production et de formation pour l'aquaculture, toutes filières confondues ;
- 2- envisager le parc de toutes les infrastructures disponibles et faire un diagnostic précis de leurs états de santé ;
- 3- définir qui garde quoi entre l'Ifremer et le Pays avec un programme de rénovation et de rééquipement point par point.

Cette réflexion pourrait éventuellement être engagée également nos partenaires de l'UMR EIO (UPF, IRD, ILM) et le CRIOBE.

