

ifremer

Centre du Pacifique
BP 7004 Taravao
98719 - Tahiti
Polynésie française

Mars 2014

Unité de Recherche Ressources Marines de Polynésie française

Rapport d'activités 2013



Diffusion

CONFIDENTIEL - USAGE INTERNE

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
- DGOM, P. Lemerrier	1
- DEDUCTION, T. Laugier	1
- DDPMOM, D. Coves	1
- LEAD NC, A. Carpentier	1
IFREMER/Tahiti	
- D/CP	1
- Unité RMPF	1
- P. BOUISSET - IRSN	1
- Bibliothèque COP	2

Légende de l'image sur la couverture : Le Centre Ifremer de Tahiti vu du ciel.

Sommaire

INTRODUCTION	4
RESULTATS ET FAITS-MARQUANTS 2013.....	5
PROJET DEVELOPPEMENT DURABLE DE LA PERLICULTURE.....	5
<i>Le projet ANR POLYPERL</i>	5
<i>Reproduction et Analyse du transcriptome de la gonade de Pinctada margaritifera</i>	6
<i>Amélioration des pratiques de greffe.....</i>	10
<i>Amélioration génétique de l'huître perlière P. margaritifera</i>	11
<i>Validation des biomarqueurs de qualité de la perle</i>	14
<i>Dynamique de dispersion larvaire et impact sur le recrutement.....</i>	15
<i>Séminaire de recherche en perliculture</i>	17
PROJET DDPMOM «POISSONS LAGONAIRES»	18
<i>Actions de Recherche et Développement.....</i>	18
<i>Santé aquacole.....</i>	20
PROJET «SURVEILLANCE DE LA CREVETTICULTURE»	22
<i>Essais en cages.....</i>	22
<i>These BIOFLOC.....</i>	24
ACTION DE TRANSFERT ET DE FORMATION EN AQUACULTURE.....	26
SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS EN LAGONS POLYNESIENS.....	28
ACTIVITES DANS LE CADRE DU LABEX CORAIL	31
<i>Projet Labex COBACCO</i>	31
<i>Projet Labex Biolag</i>	32
ACTIVITES DANS LE CADRE DE L'UMR EIO	33
<i>Assemblée générale de l'UMR EIO.....</i>	33
<i>Quorum sensing</i>	33
PERSPECTIVES 2014	34
MOYENS ET EFFECTIFS.....	35
PRODUCTIONS SCIENTIFIQUES 2013.....	40
INDICATEURS DE PRODUCTION 2013	45

Introduction

Les actions de recherche de l'Unité « Ressources Marines en Polynésie Française » (RMPF) du Département « Ressources Biologiques et Environnement » (RBE) pour l'année 2013 s'inscrivent dans la convention quadriennale (2012-2015, n°2635/PR du 29 mai 2012) entre le Gouvernement de la Polynésie française et l'Ifremer. Cette convention, qui fixe les axes de recherche pour l'unité RMPF, a pour objet de définir les conditions dans lesquelles l'Ifremer et la Polynésie française unissent leurs efforts afin de mieux répondre aux besoins de recherche et de développement retenus par la Polynésie française, dans le cadre de sa politique de développement durable.

Dans ce contexte, l'Unité RMPF, dont l'organisation a évolué mi-2013 avec la suppression des deux laboratoires qui la composaient au profit de trois équipes (voir organigramme page 36), met des moyens à disposition des projets et actions suivants :

- PJ0707 Développement durable de l'huître perlière (*A070701 Animation, A070702 Domestication de l'huître perlière, A070703 Amélioration de la qualité des perles, A070704 Animation du GDR ADEQUA, A070705 Optimisation de la collecte de naissain et gestion des lagons et A070706 ANR POLYPERL*) ;
- PJ0708 Développement durable de la crevetticulture (*A070807 Surveillance de la crevetticulture en Polynésie française*) ;
- PJ0709 Développement durable de la pisciculture marine d'Outre-Mer (*A070908A Poissons lagunaires Polynésie*) ;
- PJ0503 *Surveillance de la contamination chimique (A050302E Surveillance des polluants chimiques dans les eaux lagunaires de Polynésie française)*.

Concernant la thématique « perliculture », l'année 2013 a été marquée par l'organisation, les 5 et 6 novembre 2013 à Tahiti, d'un séminaire de restitution des résultats de la recherche et d'échanges avec les professionnels. Dans la continuité des travaux engagés, les projets ANR POLYPERL (2012-2015) sur la « *Gestion intégrée et adaptation de la perliculture en Polynésie française dans le contexte du changement global : approche environnementale, économique et sociale* », le contrat de projet BIODIPERL (2012-2014) sur « *la préservation de la biodiversité des stocks d'huîtres perlières en Polynésie française* » et le projet du Ministère de l'Outre-Mer RIKIGEN (2012-2014) se sont poursuivis. Enfin, en 2013 un Marché Public Négocié « *relatif aux actions de recherches dans le domaine de la perliculture par le Centre Ifremer du Pacifique (CIP) de 2013 à 2014* » a été signé entre l'Ifremer et les services du Pays.

Concernant « l'aquaculture », les actions menées en 2013 étaient inscrites quasi intégralement dans le cadre de la convention (6957/Ifremer/MRM/DRM) signée entre l'Ifremer et le Ministère des Ressources Marines. Cette convention qui définit, pour la période 2012-2013, le partenariat entre l'Ifremer et la DRMM dans le cadre des opérations de consolidation et de développement des filières aquacoles de crevettes et de poissons lagunaires en Polynésie française s'est terminée fin 2013. En crevetticulture, des essais de prégrossissement en cages ont été menés en 2013 dans le cadre du projet SADEC financé par le Ministère de l'Outre-Mer.

Enfin, le programme sur « *la surveillance des polluants anthropiques dans les eaux de Polynésie française par l'utilisation de mollusques sentinelles* » s'est poursuivi dans le cadre du contrat de projet Etat - Pays. L'étude est coordonnée par l'IRSN, l'Ifremer et le CRIOBE y sont partenaires.

Les principaux résultats et faits marquants de l'unité RMPF pour l'année 2013 sont présentés dans ce rapport.

Résultats et Faits-marquants 2013

PROJET DEVELOPPEMENT DURABLE DE LA PERLICULTURE

La perliculture est une activité essentielle à l'économie de la Polynésie française. Elle génère environ 4000 emplois dans une trentaine d'îles et contribue à l'équilibre spatial de l'économie du territoire. La recherche contribue à sécuriser et pérenniser la production en fournissant des outils d'amélioration de la rentabilité des entreprises. L'objectif central du projet est d'intensifier les efforts engagés pour la production de perles de qualité.

LE PROJET ANR POLYPERL

L'objectif du projet ANR-Agrobiosphère POLYPERL (« *Gestion intégrée et adaptation de la perliculture en Polynésie française dans le contexte du changement global : approche environnementale, économique et sociale* », <http://www.polyperl.org/>), coordonné par l'Ifremer Tahiti, est de réaliser une étude pluridisciplinaire et intégrée de la perliculture en Polynésie française, afin d'analyser sa durabilité et ses perspectives de développement. Les recherches proposées s'étendent de la compréhension des phénomènes biologiques du système productif aux aspects socio-économiques et de gouvernance de la filière, en prenant en compte la gestion des risques anthropique, sanitaire et climatique. Il s'agit ici d'explorer différentes solutions pour préserver et améliorer, face aux changements globaux, l'éco-efficience de la perliculture à l'échelle de la Polynésie française. La recherche et l'innovation concernent les pratiques mais couvrent également les domaines économique, social et organisationnel, tant pour favoriser l'innovation que pour identifier des pistes économiques et des instruments de politique publique pouvant contribuer à la durabilité de la filière en Polynésie française.

Le bilan annuel du projet s'est tenu à l'Ifremer Vairao (Tahiti) le 13 mai 2013 et a réuni 23 scientifiques (photo 1). Cette journée 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, administratifs et financiers. Une seconde réunion, plus orientée sur les travaux de « collectage », a eu lieu le 29 mai 2013 à l'IRD Tahiti avec les équipes embarquées sur la campagne à la mer l'ALIS POLYPERL qui n'avaient pas pu participer à la réunion du 13 mai. L'ensemble des tâches du projet sont en bonne voie d'avancement. Le rapport du projet à mi-parcours (18 mois) a été remis à l'ANR en juillet 2013.



Photo 1 : Réunion annuelle du projet ANR POLYPERL (Ifremer, Vairao)

REPRODUCTION ET ANALYSE DU TRANSCRIPTOME DE LA GONADE DE PINCTADA MARGARITIFERA

Pinctada margaritifera est une espèce hermaphrodite protandre. Le sexe à la première maturation est mâle puis le sexe femelle apparaît progressivement à partir de la 2^{ème} année. Cette sexualité pose le problème du temps de génération des lignées d'huîtres perlières spécialisées pour leur renouvellement en éclosion. Il est nécessaire d'attendre 4 ans avant de disposer d'un nombre significatif de femelles pour produire une descendance. La question est donc la suivante : peut-on faire apparaître les femelles plus rapidement ? Pour répondre à cette question, la reproduction de l'huître perlière *P. margaritifera* est étudiée sous l'angle de la sexualisation et des facteurs qui déterminent l'expression du sexe femelle. Deux approches complémentaires ont été initiées : i) une approche moléculaire ayant pour objectif d'étudier la reproduction au plan moléculaire et de générer des biomarqueurs de la gamétogénèse et du sexe et ii) une approche environnementale qui vise à étudier le phénomène de la sexualisation sous différentes conditions. Ces travaux sont menés dans le cadre de la thèse intitulée « Reproduction de l'huître perlière *P. margaritifera* : étude des déterminants de la sex-ratio » par Vaihiti Teaniniuraitemoana et qui a débuté le 3 octobre 2011. Ils sont financés par l'ANR-AGROBIOSPHERE-POLYPERL et par le contrat de projet Etat-Polynésie française 2012-2014 BIODIPERL.

Analyse du transcriptome

Les données sur le déterminisme et la différenciation sexuelle chez les mollusques hermaphrodites marins incluant les cascades moléculaires mises en jeu sont encore rares. Afin d'augmenter les ressources génomiques et d'identifier les mécanismes moléculaires par lequel l'expression du gène peut agir dans le dimorphisme sexuel de *P. margaritifera*, nous avons effectué une analyse transcriptomique de la gonade de cette espèce. Le transcriptome gonadique de *P. margaritifera* a été séquencé, à partir de plusieurs échantillons de gonade mâle et femelle à différents stades de développement, en utilisant une méthode de séquençage de seconde génération (technologie RNAseq). Après séquençage Illumina, nous avons obtenu 70 147 contigs dont 47,7% ont présenté des homologies de séquences avec des protéines existantes, et dont 9% ont montré une annotation fonctionnelle Gene Ontology. L'analyse de l'expression différentielle a identifié 1 993 contigs différentiellement exprimés entre les différentes catégories de gonade. Les méthodes de regroupement des échantillons (Analyse en composante principale et Classification hiérarchique ascendante) ont révélé que le facteur sexe a expliqué la principale variation de l'expression des gènes au niveau des gonades (figure 1).

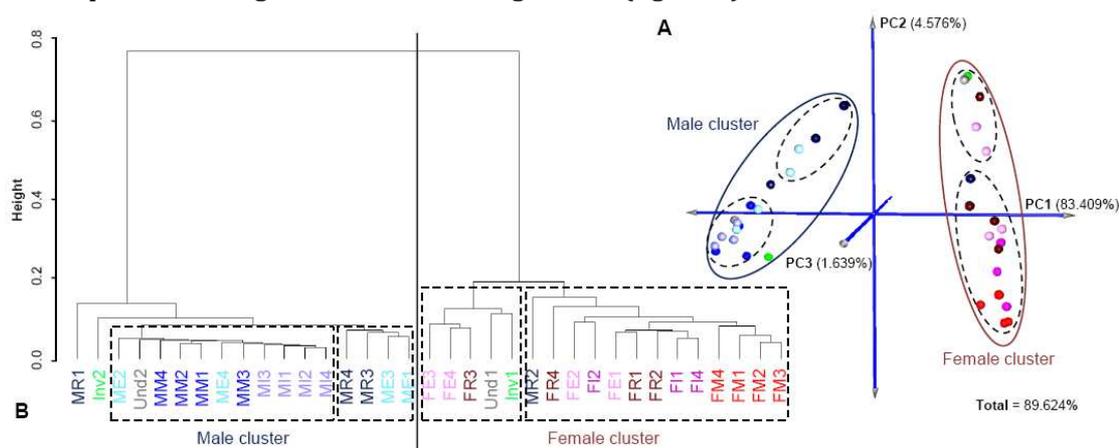


Figure 1 : Analyse en composante principale 3D des 1 993 contigs différentiellement exprimés dans les gonades des 36 huîtres perlières (A). Classification hiérarchique ascendante des clusters à l'aide de la méthode de Spearman des 1 993 contigs différentiellement exprimés dans les gonades des 36 huîtres perlières (B). Les échantillons sont divisés en 2 groupes principaux basés sur leur modèle d'expression des contigs, discriminant les gonades mâles et femelles.

Le regroupement (par la méthode des K-means) des contigs différentiellement exprimés a montré 815 et 574 contigs plus exprimés au niveau des gonades mâles et des gonades femelles respectivement. L'analyse de ces contigs a révélé la présence de gènes spécifiques codant pour des protéines connues et impliquées dans le déterminisme du sexe et/ou la différenciation sexuelle comme par exemple *dmrt1* et *fem-1* pour les mâles ou encore *foxl2*, *zglp1* et vitellogenin pour les femelles. Les profils d'expression spécifiques de *fem-1*, *dmrt1* et *foxl2* au niveau de différents stades de reproduction (indéterminé, inversion sexuelle et régression) suggèrent que ces 3 gènes sont potentiellement impliqués dans le changement mâle-femelle chez *P. margaritifera*.

Mesure de l'expression des gènes de la gamétogenèse

L'analyse de l'expression des gènes a permis de valider les gènes *Cdc6*, *Ccnb3*, *Vit-6*, *H111* en tant que biomarqueurs de la gamétogenèse, et les gènes *Foxl2*, *Dmrt1* (figure 2) en tant que biomarqueurs de la détermination/différenciation sexuelle chez *P. margaritifera*. L'analyse transcriptomique de la gonade de *P. margaritifera* offre maintenant une base de données pour l'étude de la reproduction. L'analyse de l'expression différentielle montre une multitude de gènes spécifiques entre les sexes qui sont des candidats biomarqueurs potentiels. Par la suite, une recherche plus approfondie des biomarqueurs du passage du sexe mâle au sexe femelle sera effectué en se focalisant plus particulièrement sur les stades intermédiaires tels que les indéterminés, ou encore les régressions. Ces biomarqueurs pourront alors être testés et validés sur les échantillons de stades particuliers obtenus au cours des différentes expérimentations en cours ou déjà réalisées. Cela permettra de décrire les mécanismes en jeu sur le déterminisme du sexe au niveau moléculaire avant de constater le changement phénotypique.

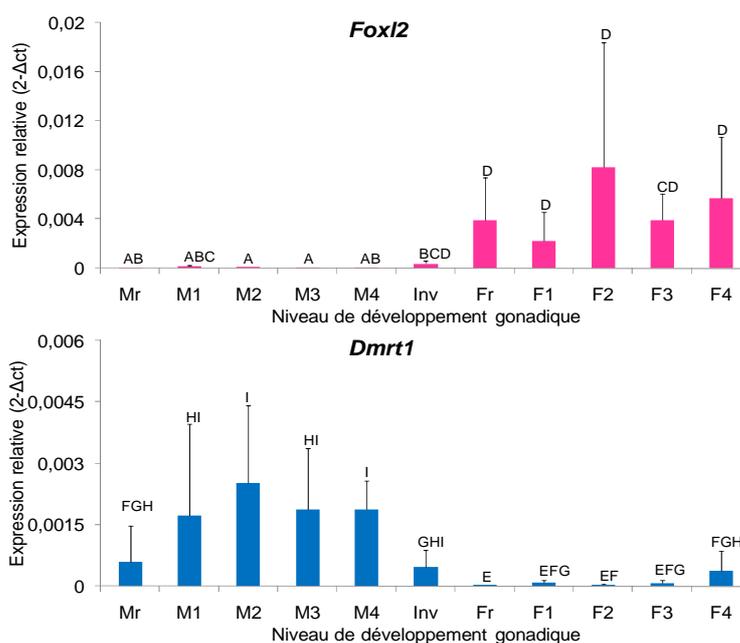


Figure 2 : Moyennes d'expression relative ($2^{-\Delta\Delta Ct}$) des gènes *Foxl2* et *Dmrt1* en fonction des stades de développement gonadique chez les mâles, les femelles et les inversions. Les lettres a, b, c et d représentent les différences significatives d'expression du gène *Foxl2* et les lettres e, f, g, h, et i celles du gène *Dmrt1* (Test de Dunn, $p < 0,05$).

Impact des facteurs environnementaux sur la maturation des reproducteurs

L'effet des facteurs environnementaux sur la reproduction de l'huître perlière est encore mal connu. Ainsi pour approfondir les connaissances sur le contrôle de la reproduction et tester l'hypothèse environnementale du déterminisme du sexe chez *P. margaritifera*, une approche écophysiological et moléculaire a été réalisée. Pour cela, des huîtres perlières ont été élevées

pendant 2 mois, dans des bacs expérimentaux, à 2 niveaux trophiques (10 000 et 40 000 cellules/mL) combinés à 2 températures (24 et 28°C). L'analyse de l'effort de reproduction, de la maturation gonadique et de la sex-ratio de l'huître perlière a été réalisée à 30 et 60 jours du conditionnement. Les indices gonado-numériques et l'analyse histologique montrent que la gamétogénèse est optimale à 40 000 cellules/mL et 28 °C. Comme chez *C. gigas* (Fabioux et al., 2005), les résultats suggèrent que la quantité de nourriture régule la production des gamètes alors que la température régule la vitesse de maturation des gonades. Le déterminisme environnemental du sexe n'a pas pu être évalué chez *P. margaritifera* car aucune inversion dans le sens femelle n'a été observée au cours de l'expérience. Cependant, les résultats histologiques montrent, qu'en état de sous nutrition, il est énergétiquement difficile pour l'huître perlière de maintenir l'ovogénèse. Il reste toutefois à explorer les signaux précoces de changement de sexe chez les individus en régression ou indéterminés.

Effets de l'acidification sur la biominéralisation chez l'huître perlière

Dans le cadre du projet ANR-AGROBIOSPHERE-POLYPERL (Tâche 1.3), la seconde expérimentation de 3 mois sur l'effet de l'acidification sur la physiologie des huîtres perlières a été réalisée. Un lot d'huîtres perlières greffées le 13 avril 2012 a été mis en expérimentation en juin 2013 pour compléter l'information sur l'impact de l'acidification sur la physiologie des huîtres perlières et aborder les conséquences sur la croissance des perles.

Régulation du pH et acidification : la chimie des carbonates

Le niveau de pH en laboratoire est contrôlé à l'aide d'injection de CO₂ par une régulation en feed back. Trois niveaux de pH sont testés : la valeur témoin 8.2 est celle de l'eau de mer, et 2 niveaux d'acidification sont testés aux pH 7.8 et 7.4. Ces conditions ont été maintenues pendant 101 jours en laboratoire (figure 3).

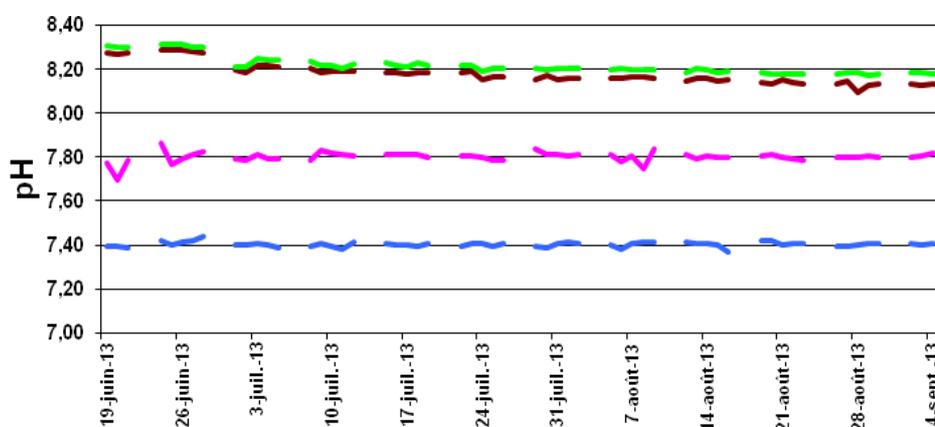


Figure 3 : Valeurs de pH des différentes conditions expérimentales.

Afin de mieux décrire les changements chimiques du milieu en conditions contrôlées et révéler les risques associés à la chimie des carbonates, les saturations en calcite et aragonite sont calculés à partir des mesures de pH, de la température, du titre alcalin et de la salinité (36‰) (tableau 1).

Les valeurs de saturation en calcite et aragonite diminuent avec le pH et l'augmentation de la pression en CO₂ dans le milieu. A pH 7.4, la saturation en aragonite passe sous le seuil de 1 (0.88) et rend la calcification plus difficile (plus coûteuse en énergie) pour les organismes marins et affaiblit les structures déjà élaborées. Cela révèle aussi le caractère corrosif du milieu.

Tableau 1 : Les variables chimiques de l'eau de mer : la température (T), la salinité (S) et l'alcalinité totale (TA) ont été mesurées 2 fois par semaines ; le pH a été mesuré 2 fois par jour ; la pression partielle de CO₂ dans l'eau de mer (pCO₂) et l'état de saturation pour la calcite et l'aragonite ont été calculés à partir de la température, du pH, du TA et de la salinité TA à l'aide de la procédure de Lewis et Wallace (1998) (http://cdiac.ornl.gov/ftp/co2sys/CO2SYS_calc_DOS_v1.05).

	pH	T°C	TA (µm/kg)	pCO ₂ (µatm)	Ω Calcite	Ω Aragonite
Lagon	8.21	26.2±0.8	2654±55	493±84	5.86±0.52	3.87±0.34
Control	8.20	26.1±0.7	2673±198	514±67	5.74±0.57	3.80±0.37
pH 7.80	7.80	26.2±0.7	2753±77	1338±172	3.03±0.26	2.01±0.17
pH 7.40	7.40	26.1±0.6	2768±231	3540±402	1.32±0.20	0.88±.13

Poids des perles

Le poids moyen final des perles est de 0.99±0.18g à pH 7.4, de 1.08±0.27 à pH 7.8, de 1.08±0.24 à pH 8.2 et de 1.09±0.23 dans le lagon à pH 8.2. La comparaison des poids moyens des perles indique qu'il n'y a pas de différences significatives du poids des perles en fonction du pH (F=0.557, p=0.645) (figure 4). Il n'y a pas d'effet donneuse sur la croissance des perles. Le poids de nacre déposée est estimé en soustrayant au poids des perles, celui des nucléus. La variable poids de cette expérimentation n'a pas permis de conclure sur l'impact de l'acidification sur la croissance de la perle.

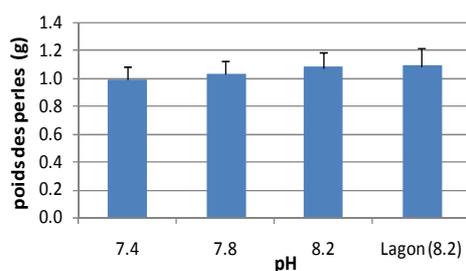


Figure 4 : Poids moyen des perles récoltées à 16 mois (moyenne et intervalle de confiance)

La vitesse de croissance des perles

Afin de mesurer la vitesse de déposition de nacre pendant les phases d'exposition aux différents pH en laboratoire, les perles ont été marquées par l'injection d'une solution de calcéine. Ce marquage permet de repérer les nouveaux dépôts pendant l'exposition aux différents pH. A la récolte, les perles sont pesées, mesurées puis découpées par le milieu. La marque de calcéine est repérée sur le plan de coupe des demi-perles au microscope optique en fluorescence (figure 5a). On dispose donc de 3 mesures, l'épaisseur totale (figure 5b) pendant les 510 jours de culture, de la greffe à la récolte, qui se décomposent en 2 périodes : 409 jours de culture en lagon suivi de 101 jours de culture en laboratoire sous l'effet des différents pH (Figure 5c).

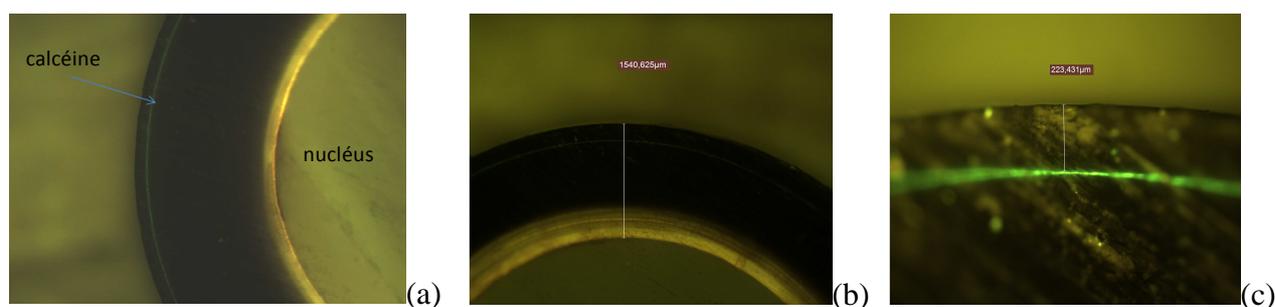


Figure 5 : (a) Coupe centrale d'une perle, repérage de la marque de calcéine, (b) mesure de l'épaisseur du dépôt depuis la greffe (409 jours de culture) (c) mesure du dépôt de nacre depuis le marquage (101 jours d'exposition aux différents pH).

Cette expérimentation n'a pas permis de révéler de différences de vitesse de croissance des perles exposées aux différents pH. Les valeurs de vitesse moyenne de déposition de nacre sur les perles changent significativement selon le mode d'élevage ($p < 0.05$), en effet la vitesse de croissance en lagon est 4 fois supérieure à celle observée en laboratoire (Figure 6). Ce résultat révèle un fort effet de l'environnement sur la croissance de la perle. On peut supposer que la différence lagon vs laboratoire a pour origine le niveau trophique en laboratoire. Le régime alimentaire en laboratoire constitué de l'algue *Isochrysis* à la concentration moyenne de 22000 cell/mL autour des huitres perlières serait énergétiquement trop faible par rapport à la ressource trophique lagonaire.

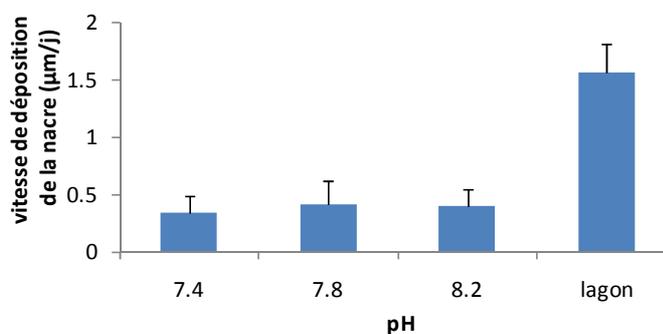


Figure 6 : Vitesse de déposition de la nacre en relation avec le pH pendant 3 mois d'exposition (moyenne et intervalle de confiance).

La vitesse de croissance des perles observée en laboratoire entre les 13^{ème} et 16^{ème} mois en moyenne de 0,39 µm/j apparaît faible par rapport à la croissance des perles en lagon mais a été proche de celles obtenues par Linard et al (2011) qui était de 1.44 µm/j entre le 4^{ème} et le 6^{ème} mois de culture et de 0,09 µm/j entre le 24^{ème} et le 26^{ème} mois de culture. En perspective, il reste à réaliser l'analyse en microscopie électronique à balayage (MEB) afin de conclure sur l'effet de l'acidification sur l'organisation minéralogique des microstructures nacrées.

AMELIORATION DES PRATIQUES DE GREFFE

De nouvelles molécules d'enrobages des nucléus (EPS/PAM et PHA/PAM) ayant fait l'objet de deux dépôts de brevet en 2010 par l'Ifremer et la DRMM ont été évaluées en conditions réelles lors de deux greffes expérimentales réalisées à la ferme Gauguin's Pearl sur l'atoll de Rangiroa. Six conditions différentes d'enrobage de nucléus ont été testées pour chaque greffe : utilisation de deux EPS lors de la 1^{ère} greffe ou de deux PHA lors de la 2^{ème} greffe, de nature et propriété différentes, couplés ou non avec un peptide antimicrobien (PAM). Deux nucléus «témoins» ont aussi été utilisés : l'un enrobé selon un procédé commercial (témoin positif "PNST"), l'autre dénué de tout enrobage (témoin négatif "nucléus nu"). Près de 4000 perles ont été récoltées en 2012 puis analysées en 2013 selon 3 variables d'intérêt : Epaisseur / Qualité commerciale / Défauts. Seules les données générées par la greffe EPS/PAM ont été pour le moment exploitées en totalité. Un rapport complet de 28 pages intitulé "Influence de l'utilisation d'exopolysaccharides (EPS) et de peptide anti-microbien (PAM) en tant qu'enrobage de nucléus sur la qualité des perles produites par l'huître perlière *P. margaritifera*" est disponible (<http://archimer.ifremer.fr/doc/00124/23539/21381.pdf>).

Trois résultats majeurs apparaissent :

- 1) Avec un taux de maintien moyen de 82,2 % à 40 jours, la greffe expérimentale EPS/PAM a été un succès puisque cette valeur est comparable à une greffe classique réalisée avec un nucléus "bio" disponible commercialement. Un taux de maintien de 84% est obtenu avec les nucléus EPS1/PAM. Ce taux de maintien est non significativement différent de celui obtenu avec le nucléus enrobé commercial PNST, d'enrobage inconnu, (87,3%).
- 2) A l'issue des 15 mois post-greffe, 2074 perles ont été récoltées, classées et analysées selon de nombreux critères. En ce qui concerne la forme des perles analysées, on note une augmentation

significative de la fréquence de perles cerclées avec le nucléus PNST. L'analyse de la surface des perles montre que la fréquence des défauts des perles issues des nucléus enrobés EPS1, EPS1/PAM et EPS2/PAM est significativement plus faible, de 5,1% en moyenne, que sur les perles issues d'un nucléus PNST.

3) Enfin, la valeur des perles a été estimée selon un article de Wane G. paru en 2013 dans Tahiti Pacifique Magazine pour évaluer la valeur commerciale théorique des perles par type d'enrobage en considérant un lot de 300 perles. Il apparaît que les nucléus enrobés ont donné une valeur commerciale de production supérieure au nucléus commercial (Figure 7). Ces chiffres sont à relativiser mais ils ont tendance à mettre en avant les perles produites à partir de nucléus enrobés par les EPS. Il faudrait maintenant prendre en compte le prix de revient d'un nucléus EPS par rapport aux enrobages commerciaux actuels pour valider l'utilisation d'un ou plusieurs des enrobages testés lors de cette greffe. Deux industriels polynésiens réfléchissent actuellement à utiliser ce procédé.

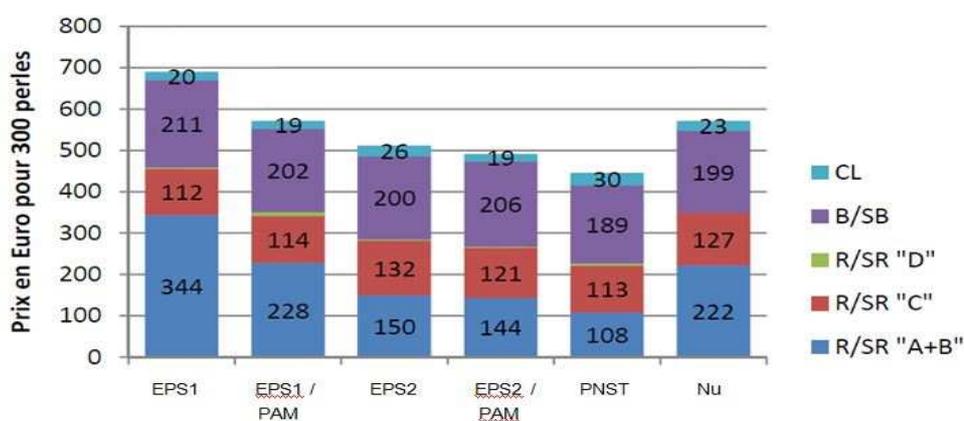


Figure 7 : Influence du nucléus utilisé sur la valeur commerciale des lots de perles récoltés (exprimée en Euro) selon la forme (R/SR= Ronde, Semi-Ronde ; B/SB=Baroque à semi-Baroque ; Cerclée) et la qualité commerciale (A, B, C ou D) des perles.

AMELIORATION GENETIQUE DE L'HUITRE PERLIERE P. MARGARITIFERA

L'amélioration génétique de l'huître perlière est une thématique inscrite au sein de 4 projets de recherche dans le laboratoire "Ecosystème Perlicole". Il s'agit du projet ANR Polyperl (tâche 2.4), du Contrat de Projet Biodiperl (tâches 3.1, 3.2, 4.1 et 4.2), de la convention du marché négocié 2013-2014 financée par la DRMM, et du projet Rikigen financé par le Ministère de l'Outre-Mer.

Ces projets sont orientés selon trois actions majeures : (1) gestion de la ressource génétique avec pour objectif l'introduction de génotypes et phénotypes « remarquables » ; (2) la sélection génétique incluant les aspects d'entretien de la ressource par reproduction artificielle en éclosion expérimentale et (3) l'analyse des effets génétiques, environnementaux et de leurs interactions sur la qualité des perles au travers de greffes expérimentales.

Ressource et sélection génétique

Au niveau de la gestion de la ressource, la collecte d'individus à phénotype remarquable, c'est-à-dire d'individus présentant des colorations particulières et rares au sein de différents sites perlicoles, a été engagée. Ces collectes ont été réalisées en étroite collaboration avec certains perliculteurs. 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. Les gestions de stock et de traçabilité se font en étroite collaboration avec nos partenaires privés. Au total, une collection de près de 2000 individus a été constituée, avec les phénotypes de face interne de la coquille, de coquille externe et de chair (Figure 8).

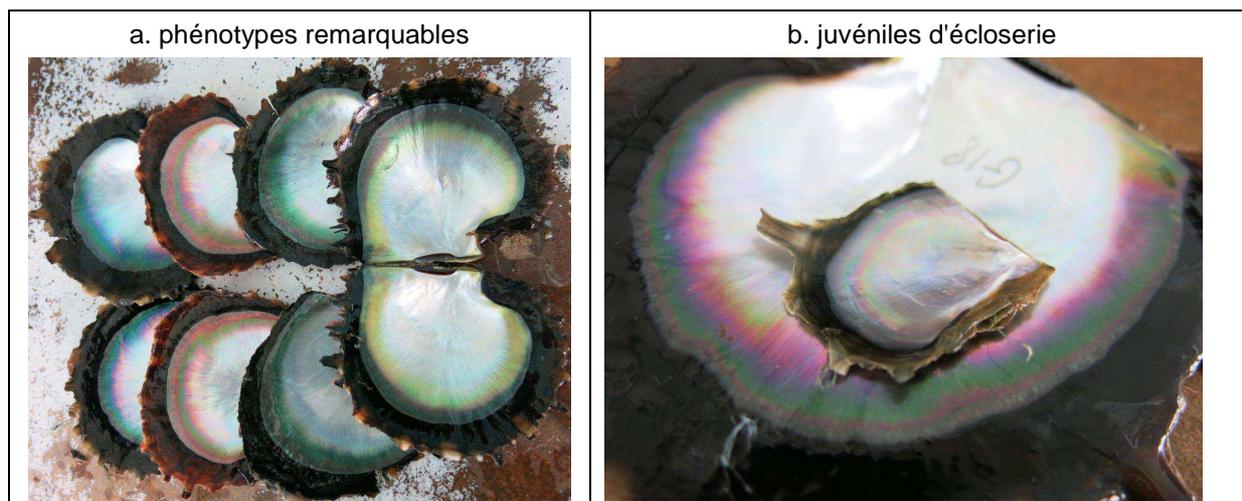


Figure 8 : Sélection phénotypique sur le profil de coloration de la face interne de coquilles d'huîtres donneuses de greffon *P. margaritifera* (a). Production de premières lignées d'huîtres perlières donneuses de greffon sélectionnées sur ces profils de coloration (b).

Sélection génétique

En matière de production de lignées, les phénotypes remarquables collectés avec le soutien de nos partenaires privés ont permis de réaliser des reproductions artificielles majeures, notamment en mars 2013, et en août 2013. Ces reproductions ont été réalisées à partir de géniteurs de phénotypes [verts], à chairs [oranges] originaires des Gambier. Dix familles ont ainsi été produites et constituent les tous premiers descendants produits sur le « Territoire » à partir de géniteurs sélectionnés sur un profil de coloration. Les descendants produits présentent une diversité de coloration de la coquille externe au niveau inter familiale (Figure 9a). Quelques unes de ces familles G1 ont présenté une forte variabilité intra familiale pour la croissance coquillière au stade juvénile. Un tri sur la croissance a été réalisé, séparant en 2 lots chacune de ces familles, en tête et queue de lots (Figure 9b). Ces individus seront testés en tant que donneuses de greffon, afin de relier leur potentiel de croissance à leur potentiel minéralisateur pour la production de perle de taille plus importante. Au côté de cette sélection familiale pour la croissance, une sélection sur collecteur (individus sauvages) a été réalisée après la saison de collectage de début 2013 sur l'atoll de Ahe.

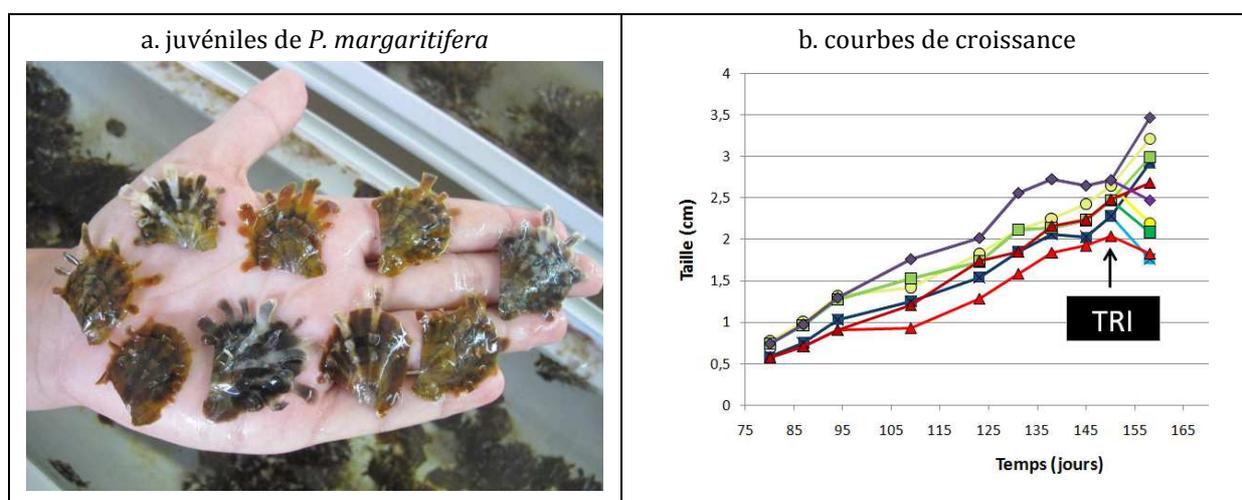


Figure 9 : (a) sélection des juvéniles d'huîtres perlières produites en éclosion expérimentale sur la base de la diversité de coloration de leur coquille externe, (b) évolution de la croissance coquillière des familles G1 produites et tri en tête et queue de lot.

Corrélations phénotypiques et effet de l'environnement

Influence de l'épaisseur de nacre sur le grade et la couleur des perles

Les épaisseurs et le poids de nacre des perles à la récolte ont été étudiés afin d'examiner leur influence sur cinq autres caractères d'intérêt perlicole que sont : le grade, le lustre, les défauts de surface, la foncitude et la catégorie de couleur des perles. Les relations phénotypiques mises en évidence entre ces caractères d'intérêts constituent des indicateurs forts en matière de co-sélection. La récolte et la qualification de 874 perles issues d'une greffe expérimentale mono-site à partir de 150 huîtres donneuses de greffon révèlent ainsi que : 1) l'épaisseur et le poids de nacre influencent significativement le grade, les défauts de surface, la foncitude et la catégorie de couleur, mais pas le lustre des perles; 2) les perles de grade A sont en moyenne les plus épaisses et les plus lourdes en comparaison aux perles de grade D (et rebuts) ; 3) les perles dépourvues de défauts de surface sont en moyenne les plus épaisses et les plus lourdes; 4) les perles claires présentent en moyenne les plus fines couches de nacre et sont les plus légères; et 5) les perles de couleur aubergine "peacock" sont en moyenne les plus épaisses et les plus lourdes (voir figure 10). Ces résultats montrent l'importance d'étudier les relations inter caractères et leur prise en compte dans les schémas de sélection. Sélectionner des huîtres donneuses de greffon à haut potentiel de minéralisation (jeune âge, tête de lot etc) pourrait-il contribuer à augmenter de façon significative la proportion de perle de grade A ?

Figure 10 : Epaisseur et poids de nacres en fonction du grade et de la catégorie de couleur des perles récoltées dans le cadre d'une greffe expérimentales mono-site (Blay C, Sham-Koua M, Vonau V, Tetumu R, Cabral P, Ky CL (2013) Influence of nacre rate on cultured pearl grade and colour in the black lipped pearl oyster *Pinctada margaritifera* using farmed donor families. *Aquaculture International*, DOI 10.1007/s10499-013-9719-5).

Thickness (mm)	Weight (g)	Grade	Colour	Photo*
1.24	0.87	A	Aubergine	
1.21	0.84	B	Peacock	
1.10	0.75	B	Green	
0.99	0.62	C	Yellow	
0.85	0.48	D	Grey	
0.65	0.46	R	White	

*Images not scaled to size

Effet de l'environnement

Les toutes premières expérimentations concernant l'impact du site de culture (effet variable) sur la qualité des perles produites, ont été réalisées dans le cadre d'une première greffe expérimentale multi-site. Pour cela, nous avons mis en place une greffe expérimentale dédiée sur deux sites de culture contrastés, un grand atoll ouvert (Rangiroa) et une île haute (Tahaa). Les différents paramètres pouvant influencer la qualité de la perle ont été minimisés au moment de la greffe (un même lot de nucléus et de taille homogène, un même greffeur, un même lot d'huîtres receveuses, les mêmes donneuses issues d'écloserie dispatchées sur les deux sites). L'analyse des résultats montre un effet site sur plusieurs paramètres : la prédation, le nombre de keshi, le cerclage, la forme, la foncitude, la couleur, le nombre de défauts de surface et la classification des perles (Figure 11). En revanche, aucun effet site n'est démontré pour le poids et l'épaisseur de dépôt perlier ainsi que pour le lustre de la perle. Le site de culture montre donc un impact important sur la qualité des perles produites.

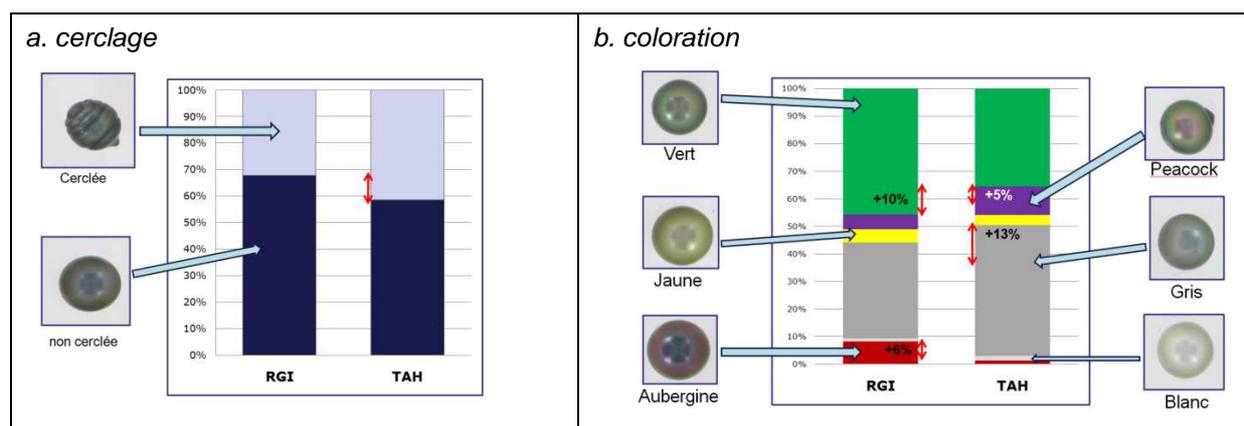


Figure 11 : Proportion (en %) des perles produites sur deux sites contrastés de culture (RGI = atoll de Rangiroa et TAH = île haute de Tahaa).

VALIDATION DES BIOMARQUEURS DE QUALITE DE LA PERLE

En décembre 2012, un total de 42 gènes biomarqueurs dont l'expression est prédictive de la capacité de biominéralisation d'une huître perlière donneuse de greffons a été obtenu et protégé par un dépôt de brevet (Brevet Ifremer-Skudltech-DRMM « Signature prédictive de la capacité de biominéralisation d'une huître perlière donneuse de greffons », N° soumission FR : 1000174675). Ces 42 biomarqueurs candidats ont été obtenus à partir de l'analyse combinée des niveaux d'expression des greffons utilisés lors d'une greffe G1 réalisée en 2010 et de la qualité des perles récoltées, celle-ci étant évaluée selon 3 variables d'intérêt : Epaisseur / Qualité commerciale / Défauts.

Deux nouvelles campagnes de greffes supplémentaires (G2 et G3) et indépendantes ont été conduites en 2012 afin d'affiner cette liste de biomarqueurs d'intérêt. La qualité des 3953 perles récoltées en 2013 a été déterminée sur chacune des variables d'intérêt et mises en relation avec les niveaux d'expression de 42 gènes biomarqueurs au sein des greffons originels provenant de 46 huîtres donneuses différentes. L'analyse conjointe du niveau d'expression des 42 biomarqueurs candidats en corrélation avec la qualité des perles obtenues lors des trois greffes expérimentales indépendantes (G1, G2 et G3) a abouti à la définition d'une liste affinée de 22 biomarqueurs prédictifs de la croissance et de la qualité de la perle chez *P. margaritifera* (tableau 2). En effet, seuls ont été retenus les biomarqueurs pour lesquels 1) les niveaux de surexpression ou de sous-expression attendus sur chacune des variables ont été confirmés dans au moins deux des trois greffes indépendantes et 2) aucun niveau d'expression contradictoire n'a pu être observé selon la greffe considérée (surexpression pour une greffe et sous-expression pour une autre).

Tableau 2 : Liste affinée des 22 biomarqueurs de la qualité de la perle chez *P. margaritifera* présentant un niveau de surexpression (+) ou de sous expression (-) significatif, résultant de l'analyse des greffons de donneuses et perles issues de trois greffes indépendantes.

Identifiant	Variable impactée	G1	G2	G3
BIOMARQUEUR N° 2	Qualité commerciale	-	-	-
BIOMARQUEUR N° 3	Epaisseur	+	+	
	Qualité commerciale	-	-	-
BIOMARQUEUR N° 4	Qualité commerciale	-	-	-
BIOMARQUEUR N° 5	Qualité commerciale	-	-	-
BIOMARQUEUR N° 8	Epaisseur	+	+	
BIOMARQUEUR N° 11	Qualité commerciale	+	+	
BIOMARQUEUR N° 14	Qualité commerciale	-	-	-
BIOMARQUEUR N° 15	Qualité commerciale	-	-	-
BIOMARQUEUR N° 16	Qualité commerciale	-	-	-
BIOMARQUEUR N° 18	Epaisseur	-	-	
BIOMARQUEUR N° 23	Epaisseur	+		+
	Qualité commerciale		+	+
	Nombre de défauts	+	+	+
BIOMARQUEUR N° 24	Qualité commerciale		-	-
BIOMARQUEUR N° 25	Nombre de défauts	-	-	
BIOMARQUEUR N° 26	Epaisseur	+	+	
BIOMARQUEUR N° 27	Epaisseur	+	+	
BIOMARQUEUR N° 28	Nombre de défauts	+	+	+
BIOMARQUEUR N° 29	Nombre de défauts		-	-
BIOMARQUEUR N° 35	Nombre de défauts		+	+
BIOMARQUEUR N° 36	Epaisseur	+		+
BIOMARQUEUR N° 39	Epaisseur	-	-	
BIOMARQUEUR N° 40	Epaisseur	-	-	
BIOMARQUEUR N° 42	Qualité commerciale		-	-
	Nombre de défauts	-	-	

DYNAMIQUE DE DISPERSION LARVAIRE ET IMPACT SUR LE RECRUTEMENT

Les projets POLYPERL et BIODIPERL se sont poursuivis pendant toute l'année 2013 avec un calendrier d'échantillonnage soutenu, réalisé à Ahe et à Mangareva. Ces deux sites perlicoles aux environnements contrastés ont été sélectionnés pour acquérir un jeu de données synchrones sur les larves et le naissain de bivalves, ainsi que sur les indicateurs trophiques. Ces données de terrain sont destinées à renforcer les modèles de dispersion et de croissance larvaire élaborés au cours des années précédentes par l'Ifremer et ses partenaires.

L'échantillonnage a commencé simultanément sur les deux îles en novembre 2012. Il s'est poursuivi sans discontinuer jusqu'à la fin avril 2013, totalisant 6 mois de suivi. Les larves ont été prélevées hebdomadairement par des traits verticaux de filet à plancton (40µm), dans 3 stations. A la même fréquence et dans les mêmes stations, des prélèvements d'eau à 5m de profondeur ont été effectués pour déterminer les teneurs en chlorophylle a. Le suivi du naissain a été réalisé en posant et en relevant toutes les 6 semaines des collecteurs expérimentaux. Ces derniers ont été disposés en triplicat à 5m de profondeur dans 8 stations à Ahe et dans 4 stations à Mangareva. A partir d'un groupe d'huîtres perlières en stabulation dans le lagon d'Ahe, nous avons également suivi leur état de maturité en déterminant hebdomadairement l'indice gonadosomatique (IGS).

A Ahe, les premiers résultats montrent une adéquation entre les périodes de ponte (chutes de l'IGS matérialisées par les flèches rouges, voir figure 12) et les périodes de fortes abondances larvaires, notamment sur la station A1 (zones encadrées). On retrouve les faibles abondances larvaires aux mêmes périodes d'une station à l'autre, ce qui tendrait à valider la globalité des épisodes de ponte. Le suivi des paramètres environnementaux a permis de confirmer qu'une période ventée se traduit généralement après 1 à 2 semaines par une période de ponte (résultat non présenté). La remise en suspension des nutriments du fond par une courantologie redynamisée par le vent permettrait en effet de favoriser la production primaire et donc la maturation rapide des huîtres. La moyenne des abondances larvaires est significativement supérieure à la station A1 (Mann-Whitney, $p < 0,001$) avec une abondance de 7 325 larves/m³. La station 8 occupe quant à elle une situation intermédiaire (Mann-Whitney, $p < 0,02$).

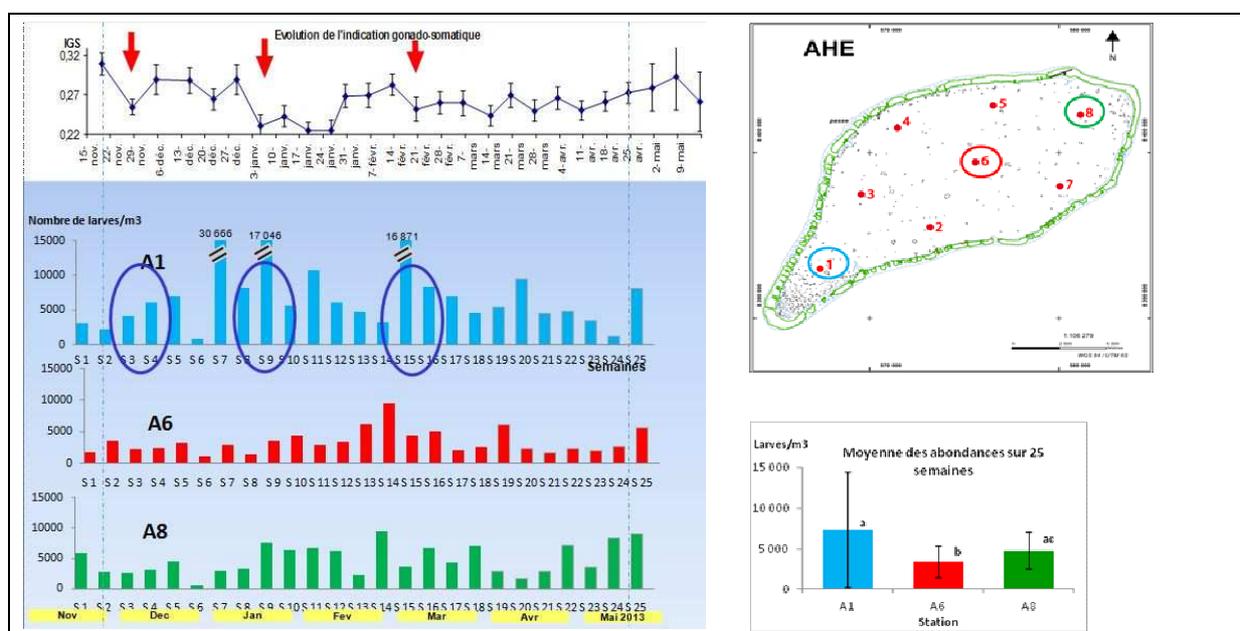


Figure 12 : Evolution durant 25 semaines (nov. 2012 à avril 2013) de l'abondance en larves de bivalves totales (nb/m³) dans 3 stations d'Ahe (A1, A6, A8). L'indice gonado-somatique a été déterminé à partir d'un cheptel en stabulation aux environs de la station 7.

Les résultats partiels d'abondance du naissain à Ahe montrent une prédominance de *Pinctada maculata* par rapport à *P. margaritifera*. En considérant la totalité du naissain, l'abondance aux stations A1, A2, A3 (stations les plus au sud de l'atoll) est plus importante qu'aux stations situées au nord (A5, A6, A7, A8) (Mann-Whitney, $p < 0,001$). Cette situation est en concordance avec les résultats évoqués précédemment chez les larves. Elle s'accorde aussi avec les résultats des études précédentes (9eFED, contrat de projet Ecolarve) qui avaient montré le rôle prédominant de la passe dans la séparation des cellules de courants, selon un fonctionnement nord-sud.

A Mangareva (Figure 13), les larves de bivalves sont en moyenne deux fois moins abondantes qu'à Ahe sur toute la période (2 885 contre 5 196 larves/m³). L'abondance la plus forte est observée à la station M1 (anova, $p = 0,009$) qui est aussi la plus éloignée de la côte. Le fonctionnement hydrodynamique autour de Mangareva n'a fait l'objet d'aucune étude, cependant la présence d'une crête sous-marine (ancienne caldera) séparant la station M1 des trois autres pourrait expliquer cette situation. Enfin, un certain synchronisme est observé dans les profils d'abondances larvaires avec une période plus riche située en pleine saison chaude (décembre-janvier).

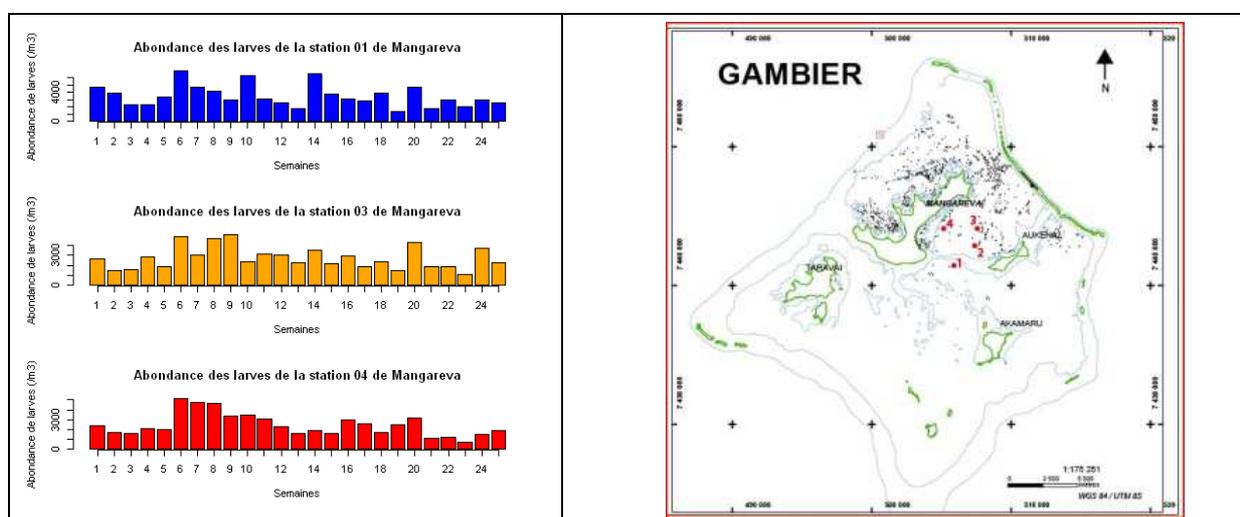


Figure 13 : Evolution durant 25 semaines (nov. 2012 à avril 2013) de l'abondance en larves de bivalves totaux (nb/m³) dans 3 stations de Mangareva (M1, M3, M4).

Nous n'avons pas encore achevé le traitement de tous les échantillons. Ainsi, les données sur le naissain à Mangareva sont encore incomplètes. Nous n'aborderons donc pas ce point dans le présent rapport. En 2014, nous devrions être en mesure de proposer tous les résultats relatifs aux deux sites (abondance, biométrie des larves et du naissain chlorophylle a). Ces données devraient conforter les modèles réalisés à Ahe pour permettre l'établissement de scénarii de prévision de la dispersion larvaire (simulations en fonction de situations environnementales types). En revanche pour Mangareva, le rendu ne sera pas aussi abouti car le modèle hydrodynamique n'a pas encore été établi.

Concernant les travaux sur l'identification larvaire par hybridation *in situ* (HIS), les difficultés rencontrées en 2012 n'ont pas permis de traiter les échantillons POLYPERL et BIODIPERL comme envisagé. En effet, malgré une phase longue de mise au point du protocole HIS, les sondes moléculaires que nous avons souhaité produire en routine se sont avérées être de qualité inconstante, tout au fil des essais. Cette variabilité a pour conséquence l'obtention de résultats d'identification de *P. margaritifera* peu fiables. Afin de mieux comprendre les raisons possibles expliquant la mauvaise qualité de la sonde 16S, nous avons décidé de faire séquencer la matrice plasmidique 16S que nous avons synthétisé. Les résultats du séquençage devraient nous permettre d'envisager d'autres stratégies pour fiabiliser la réaction HIS.

SEMINAIRE DE RECHERCHE EN PERLICULTURE

L'Ifremer et la Direction des Ressources Marines et Minières (DRMM) ont organisé un séminaire de recherche en perliculture avec une présentation des résultats du GDR Adequa (Groupements de recherche pour l'amélioration de la qualité des perles de *Pinctada margaritifera* de Polynésie française) ainsi que des programmes en cours et des perspectives en matière de recherche pour la filière perlicole de Polynésie française (Photo 2). Ce séminaire s'est tenu à Tahiti les 5 et 6 novembre 2013 et s'adressait avant tout aux professionnels de la perliculture. La première journée a été consacrée aux présentations des résultats scientifiques avec une session consacrée entièrement aux principaux résultats obtenus sur l'ensemble de la période du GDR (décembre 2008 - décembre 2012) (<http://w3z.ifremer.fr/intratahiti/Actualite/Rapport-final-GDR-ADEQUA>). La seconde journée était axée sur les échanges avec les professionnels au travers de trois ateliers. Le 1^{er} atelier était consacré aux « pratiques d'élevage et de greffe », le 2nd aux « innovations-valorisation et nouveaux produits » et le dernier à « l'écloserie de production de naissains : de la pratique aux aspects réglementaire et stratégique ». Enfin, une troisième journée offrait la possibilité de visiter l'écloserie de production de naissains d'huîtres perlières de l'Ifremer sur le Centre à Vairao. La profession s'est fortement mobilisée sur ces trois journées, elle a manifesté son vif intérêt pour les résultats scientifiques obtenus par l'Ifremer et ses partenaires scientifiques. Les axes de recherche en cours répondent bien aux attentes des professionnels qui confirment leur soutien et leur participation effective aux travaux scientifiques sur le terrain et dans leurs fermes.



Photo 2 : Séminaire recherche en perliculture organisé par l'Ifremer et la Direction des Ressources Marines et Minières Les actes du séminaire sont disponible dans Archimer <https://w3.ifremer.fr/archimer/doc/00172/28303/26579.pdf>

PROJET DDPMOM «POISSONS LAGONAIRES»

ACTIONS DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Morphométrie

Une collaboration a été engagée avec le « Laboratory of Aquatic Resources » de l'Université d'Hiroshima (B. Barros) dans le but de définir un certain nombre de repères morpho-anatomiques devant permettre de comparer la morphologie de poissons au cours de leur ontogénèse. Cette étude a été réalisée par comparaison de deux espèces d'Ephippidae : *Chaetodipterus faber* et *Platax orbicularis*. Les résultats obtenus semblent montrer que le développement allométrique des deux espèces est fortement contraint par des contingences écologiques et comportementales. Ce travail réalisé sur des juvéniles et des adultes a permis d'acquérir les outils indispensables à l'étude de l'effet des conditions d'élevage sur la morphologie du Platax et notamment des alevins. Une publication intitulée « *Comparative allometric growth of Ephippidae reef fishes Chaetodipterus faber and Platax orbicularis : how ontogenetic changes influence reef fishes mimetic behavior ?* » est en rédaction.

Otolithométrie

Depuis le début des travaux menés sur la maîtrise du cycle biologique du Platax, une attention particulière a été portée aux géniteurs. Une base de données a été créée afin de suivre plus particulièrement l'évolution de la productivité des femelles. Cependant, nous ne disposons pas d'information sur la longévité des reproducteurs en captivité et par conséquent, il ne nous est pas possible d'évaluer la durée de leur aptitude à produire des gamètes de bonne qualité.

Afin de progresser dans ce domaine, la seule possibilité est de pouvoir connaître l'âge des animaux utilisés comme géniteurs. Ceci ne peut se faire actuellement que de façon rétroactive après la mort des individus par la technique de l'otolithométrie. Pour cette raison une collaboration a été établie avec le Pôle de Sclérochronologie du Centre Ifremer Manche-mer du Nord. L'objectif, dans un premier temps, était de mettre au point la méthodologie de lecture des otolithes de Platax (Figure 14), à partir de prélèvements réalisés sur des animaux d'âge connu (reproduction en captivité). Les premiers résultats ont montré qu'il n'est pas possible d'utiliser l'otolithe entier pour une lecture directe, par contre la coupe et le polissage de l'otolithe font apparaître des structures exploitables. Ceci a permis d'analyser les structures visibles sur les coupes d'otolithes de poissons issus du milieu naturel et de les corrélérer avec l'âge des animaux. Les premières interprétations de l'âge d'animaux sauvages, bien que compliquées semblent montrer une certaine cohérence. Une fois cette méthode fiabilisée, nous pourrions retracer la productivité des animaux et mettre en place un plan de renouvellement des géniteurs pour optimiser la productivité moyenne des lots. Cette première étape fait partie d'un schéma d'acquisition de connaissances sur la biologie du Platax en vue d'une meilleure gestion des reproducteurs.



a



b



c



Figure 14 : Otolithes de *Platax* adulte sous différentes préparations. a : Paire d'otolithes vues en lumière réfléchie, b : Paire d'otolithes vues en lumière transmise, c : Paire d'otolithes brûlés, d : Coupe d'otolithe. e : Coupe d'otolithe polie.

Caractérisation génétique

Le *Platax* est présent dans plusieurs atolls de la Polynésie, sans que l'on sache s'il existe des sous-populations différenciées génétiquement. L'acquisition de ces connaissances passe par le développement de marqueurs moléculaires (tels que les microsatellites). La disponibilité d'un tel outil permettrait de mieux connaître la structure génétique des populations en Polynésie, mais également, dans la mesure où les pontes obtenues en captivité sont de type communal, d'identifier les géniteurs ayant participé à la ponte. D'autre part, dans le cas où la fermeture des stocks à des fins de domestication était choisie, la caractérisation de chaque géniteur par microsatellites permettra de définir un plan de croisement pour éviter les risques de consanguinité et pour préserver la variabilité génétique des stocks de reproducteurs en captivité. Les prélèvements de tissus nécessaires à cette recherche ont déjà été réalisés sur tous les animaux sauvages introduits dans les installations et sont conservés à -20°C pour la réalisation ultérieure de ces analyses.

Synchronisation des pontes

Afin d'obtenir des quantités d'œufs suffisantes (pour des expérimentations ou pour la production), les pontes de plusieurs reproducteurs sont synchronisées par des dessalures de cinq jours. Or, ces dessalures sont réalisées par utilisation d'une eau de captage. Un tracking réalisé sur plusieurs semaines a permis de mettre en évidence une baisse de température significative de l'ordre de 1 à 1.5°C (Figure 15). Il est probable que cette baisse de température affecte la physiologie reproductive du *Platax*. Des travaux pourraient être initiés pour évaluer l'importance relative de la température ou de la salinité en tant que facteur déclenchant la ponte.

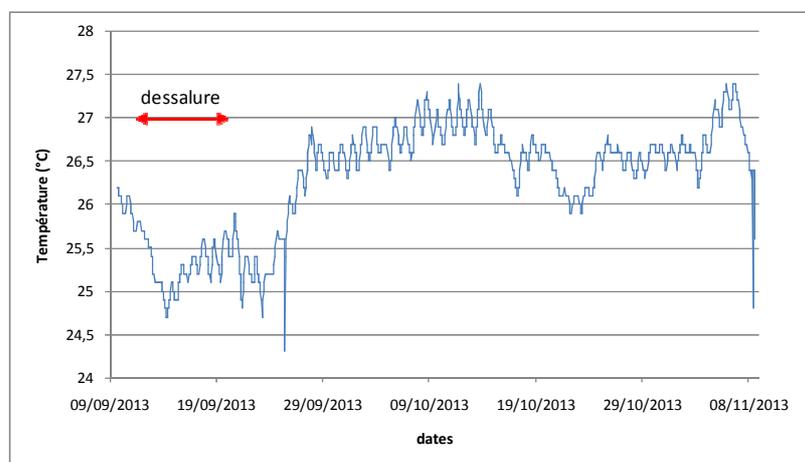


Figure 15 : Evolution de la température pendant les phases de dessalure.

SANTE AQUACOLE

L'élevage du *Platax orbicularis* est confronté à des épisodes de morbidité et mortalité récurrents survenant après le transfert en cage des poissons lors de la phase de grossissement en lagon. Le premier symptôme de la maladie est l'apparition de taches blanches sur les flancs des animaux. Les analyses bactériologiques menées par l'Ifremer et la DRMM ont permis d'établir que deux bactéries *Tenacibaculum maritimum* et *Vibrio harveyi* étaient impliquées dans ces phénomènes morbides avec la mise en évidence de nombreux cas de co-infections. Ces deux agents ont été abondamment décrits dans la littérature scientifique et leur virulence démontrée pour de nombreuses espèces d'intérêt aquacole. Deux tests de diagnostic moléculaires utilisant la chimie Taqman et récemment décrits ont été utilisés avec succès dans les conditions du laboratoire de biologie moléculaire de Vairao. Ils permettent de détecter et quantifier spécifiquement les bactéries *T. maritimum* et *V. harveyi* (Fringuelli et al., 2012 ; Schikorski et al., 2013, respectivement) associées à différents type de prélèvements : eau, tissus de poisson, frottis. Quatre souches de *Tenacibaculum sp.* ont été isolées, en mars 2013, de poissons *Platax orbicularis* (cycle d'élevage 2012-04) présentant des taches blanches et échantillonnées sur deux fermes/sites d'élevage différents sur l'île de Tahiti: TFA et CTA. La souche TFA4 a été génotypée (fig. 16). Il s'agit d'une souche appartenant à l'espèce *T. maritimum*.

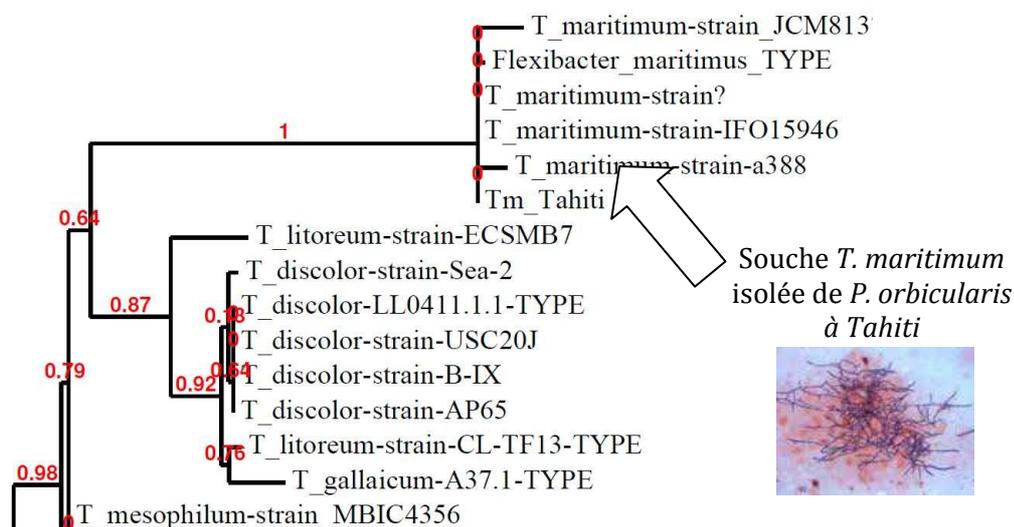


Figure 16 : Analyse phylogénétique de la souche TFA4 *Tenacibaculum maritimum* isolée d'un poisson malade *P. orbicularis* à Tahiti et photo à droite de *T. maritimum* coloré au Giemsa et observé au microscope.

Les trois autres souches *Tenacibaculum* n'appartiennent pas à l'espèce *maritimum* et sont en cours de caractérisation. Les différentes souches *Tenacibaculum* et *Vibrio harveyi* disponibles dans notre cryothèque étant cultivables, un essai préliminaire de reproduction expérimentale de la maladie des "taches blanches" du paraha peu a été entrepris. Les symptômes de la maladie du *P. orbicularis* ont pu être reproduits en utilisant un protocole d'infection expérimentale non invasif basé sur la baignade de poissons d'apparence sains (d'environ 10g de poids moyen) pendant une durée de deux heures seulement et l'utilisation d'une suspension bactérienne de TFA4 *T. maritimum* (à $5,3 \cdot 10^4$ bactéries/ml). De plus, des taux de mortalité élevés, supérieurs à 50%, ont été observés 48h post challenge, malgré un faible temps de contact poissons-suspension bactérienne (Figure 17, courbe en rouge). L'observation en fin de suivi expérimental de poissons (13/196 soit 6,6%) paraissant guérir de leur infection à *T. maritimum* (régression dans l'abondance et l'étendue des taches tégumentaires) ouvre des perspectives intéressantes en terme de recherche d'effecteurs conférant au poisson une meilleure résistance. L'ensemble de ces résultats illustre le fort pouvoir pathogène de la souche TFA4 *T. maritimum* lorsque celle-ci est utilisée à relativement faible concentration durant un laps de temps bref (2 heures).

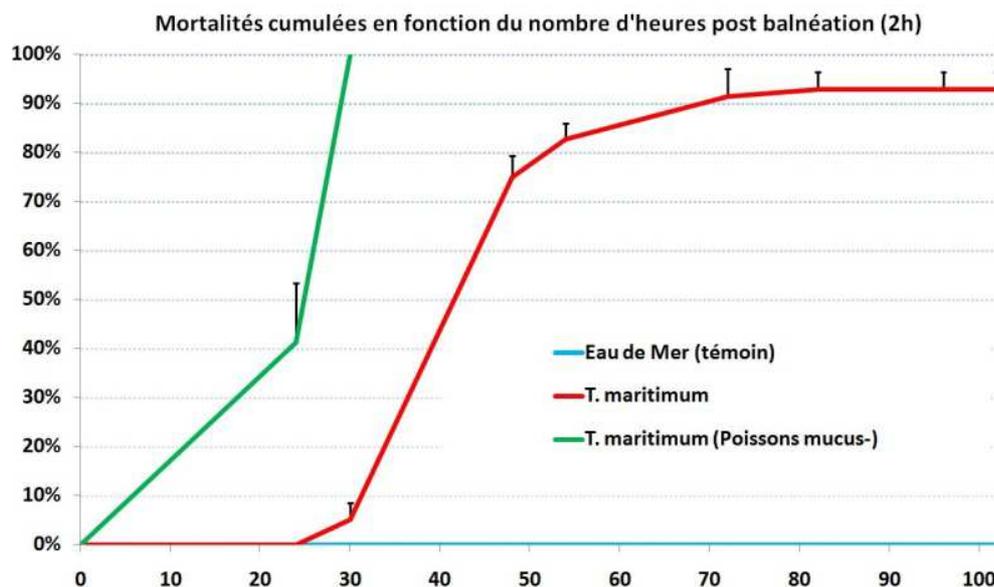


Figure 17 : Taux de mortalité cumulée des poissons *Platax orbicularis* selon le type de traitement utilisé lors de l'épreuve d'infection par balnéation à *T. maritimum* (souche TFA4). Les variations de taux de mortalité inter-bac correspondant à un même traitement expérimental sont représentées par un écart type.

Le fait de retirer une partie du mucus avant l'épreuve d'infection exacerbe les effets de TFA4 *T. maritimum* (Photo 3) : la mortalité apparaît plus rapidement, dès 24h post challenge, et les taches blanches ont une surface plus importante. Ces informations confirment la fragilité de ce poisson aux manipulations (pêche, mise à sec). Des améliorations zootechniques lors de ces manipulations permettront probablement de diminuer l'impact de ce pathogène lors du transfert des poissons en cage dans le lagon.

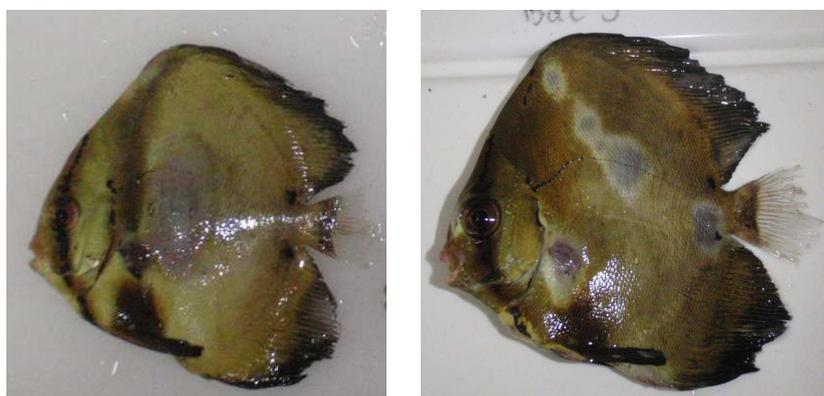


Photo 3 : Poissons *Platax orbicularis* de 10g moribonds présentant des taches blanches sur le flanc. Ces poissons ont été prélevés 24h post challenge et avaient subi, préalablement au challenge, un retrait mécanique du mucus à l'aide d'une éponge humaine sur un de leur flanc.

La maîtrise des pathologies expérimentales induites par *T. maritimum*, ouvre de nouveaux champs d'investigation :

- détermination de la dose létale de la souche TFA4 induisant 50% de mortalité 48 h post balnéation (DL50) ;
- évaluation de l'efficacité de traitements préventifs ou curatifs ;
- étude des mécanismes de défense des animaux et caractérisation des effecteurs immunitaires ;
- compréhension de la pathogénèse à *T. maritimum* ou aux coinfections *T. maritimum* et *V. harveyi*.

PROJET «SURVEILLANCE DE LA CREVETTICULTURE»

ESSAIS EN CAGES

Deux essais de pré grossissement en cages flottantes ont été réalisés en 2013 : essais PG01 2013, et PG 02 2013 dans le cadre du projet SADEC (avec le soutien financier du Ministère de l'Outre-Mer). Ces essais sont dans la continuation de ceux portant sur le grossissement réalisés dans le même cadre. La possibilité de s'appuyer sur des résultats d'études extérieures sont limitées, du fait des conditions particulières des lagons polynésiens, particulièrement oligotrophes, et donc avec des apports du milieu naturel réduits à l'inverse des milieux côtiers brésiliens ou mexicains.

L'objectif du premier essai PG01 2013 était de vérifier si les densités d'élevage en cages pouvaient influencer sur les performances de croissance, de survie et d'homogénéité. Les densités testées correspondaient (1) à celles classiquement utilisées au Mexique et dans nos essais précédents (soit 1000 post-larves au m²), et (2) à celles mises en œuvre par les porteurs de projets (essai 2013 de Mitirapa à 1500 post-larves par m²). Les PL/20 (utilisées dans cet essai) ont été fournies par le CTA. L'élevage s'est terminé avec des juvéniles de 2 g après environ 2 mois de pré-grossissement. L'alimentation était basée sur des aliments granulés du commerce. Des supports à épibiontes étaient positionnés dans les cages pour un apport alimentaire complémentaire et accroître les possibilités de surface pour les juvéniles. Enfin un apport complémentaire de plancton attiré par les éclairages nocturnes sur les cages était réalisé. Deux densités, 1000 PL/m² et 1500 PL/m², ont été testées en triplicat.

Un test de taille de maille de filet a été réalisé la veille de l'ensemencement des cages avec une maille de 2mm, aucune post-larve n'a traversé la maille. Les aliments utilisés pour les essais sont : FRIPPAK 500 (INVE) du 1er (J1) au 18ième jour d'élevage (J18), Starter 1 (Ridley) de J12 à J21 et SICA Gold démarrage (SICA de Nouvelle-Calédonie) à partir de J19. L'alimentation est quotidienne. Elle est manuelle dans la journée (½ dose distribuée sur 3 à 4 rations) et ½ dose distribuée automatiquement par distributeur au cours de la nuit. Les doses d'aliments distribuées sont ajustées quotidiennement grâce aux observations journalières du fond de la cage. La durée d'élevage, 44 jours, a été permis d'obtenir un poids moyen d'environ 2 grammes.

Les performances zootechniques de *L. stylirostris* obtenues à l'issue de cet essai permettent de confirmer que la crevette *L. stylirostris* s'adapte au système de pré-grossissement hyper intensif, aux densités initiales de 1000 et 1500 PL/m² en cages flottantes.

Ces résultats peuvent s'expliquer par les raisons suivantes :

- l'ensemencement des cages s'est fait avec des post-larves âgées de 20 jours. Elles ont été obtenues de nos partenaires du CTA après une phase prolongée de 8 jours en nurserie, nourries en partie avec des artemii. Cette durée supplémentaire en nurserie est l'occasion pour les post-larves de gagner en masse corporelle et en robustesse avant leur mise en cage, leur permettant de mieux résister aux conditions du milieu naturel et de maintenir une bonne survie du cheptel les premiers jours d'élevage.
- l'apport complémentaire d'aliment naturel via la lumière artificielle nocturne a permis d'attirer une masse importante de zooplanctons dans les cages dès le premier jour d'élevage, enrichissant le régime alimentaire des crevettes en acides aminés et acides gras. Cet apport peut avoir contribué aux bons résultats d'adaptation et de croissance obtenus ainsi qu'à l'obtention d'un indice de conversion inférieur à 2.
- les conditions environnementales de cet essai ont largement contribué à son succès, avec des températures optimales de l'eau et une bonne oxygénation du milieu liées à l'hydrodynamisme pendant la saison semi-chaude (avril-mai). Il est important de prendre en compte cet aspect pour un cycle de production réalisé au cours de la période fraîche (juin-septembre). En effet, l'eau étant plus fraîche entre juin et août, la croissance des post-larves sera ralentie.

L'analyse statistique, des performances obtenues, a permis de mettre en évidence une différence significative de la densité d'élevage sur la survie. L'indice de conversion et la biomasse qui semblent être favorisés par une densité de 1000PL/m² (Tableau 3). En effet, même si la crevette *L. stylirostris* répond favorablement à un élevage en hyper-intensif en termes de performances zootechniques, les limites de l'élevage à 1500PL/m² commencent à apparaître vers la 3^{ème} semaine d'élevage. L'espace disponible pour les crevettes se restreint visiblement et la compétition pour l'aliment devient plus rude, d'où l'intérêt de compléter une distribution automatique continue de l'aliment par une distribution manuelle plus fréquente pour atteindre le cheptel de crevettes dans son ensemble.

Tableau 3 : Résultats détaillés de l'essai PG01 2013

	Nombre final	Biomasse finale (kg)	Survie (%)	Pm final (g)	Taux croissance (g/jour)	Qté aliment (Kg)	Rendement (kg/m ² /an)	IC
1500PL/m ²	4767 ± 816,5	15,52 ± 18,65	79,46 ± 13,6	2,96 ± 0,68	0,067 ± 0,015	20,43 ± 1,869	28,93 ± 6,28	1,50 ± 0,20
1000PL/m ²	3818 ± 425,8	11,58 ± 2,98	92,97 ± 6,1	3 ± 0,42	0,068 ± 0,01	15,697 ± 1,491	24,03 ± 6,17	1,41 ± 0,33

Les résultats de cet essai montrent qu'un élevage à 1000PL/m² permet aux animaux d'atteindre plus rapidement la taille minimale pour un transfert en grossissement, ce qui réduit la durée d'élevage et les risques de développement trop important du biofouling sur le filet. La taille des animaux pré-grossis est suffisamment homogène pour leur transfert en grossissement sans faire de tri.

Le deuxième essai (PG02 2013) a pris en compte les résultats de l'essai PG01 2013 tout en optimisant le protocole dans une optique de transfert rapide. Pour cela, la stratégie a été d'utiliser des post-larves d'âges différents, âgées de 14 ou 20 jours et élevées en nurserie. L'objectif de cet essai était double :

- se déroulant entre le début du mois d'août et le début du mois de novembre, il débute en saison fraîche. Il était donc important de confirmer les résultats obtenus lors de l'essai de pré-grossissement PG01 2013 qui a été conduit en période de saison chaude ;
- vérifier l'expression d'une différence entre un élevage à partir du stade de PL/14 et un élevage à partir du stade de PL/20, en termes de croissance, de survie, de rendement et d'homogénéité des lots dans les élevages en cages.

Le stade d'ensemencement classique en pré-grossissement est PL/20, notamment en Nouvelle-Calédonie. L'ensemencement des premiers animaux débute en semaine 37 (début septembre 2013). Dans un premier temps, trois cages à 1000PL/m² sontensemencées. Six jours plus tard, trois autres cages sontensemencées avec des PL/20, à la même densité. L'élevage a été mené jusqu'à ce que les PL atteignent un poids moyen de 2g. Un dernier échantillonnage (taille et poids) a été réalisé le 30 octobre 2013 et la pêche finale a été réalisée le 6 novembre. L'alimentation était basée sur des aliments granulés du commerce. Des supports à épibiontes étaient positionnés dans les cages pour un apport alimentaire complémentaire et accroître les possibilités de surface pour les juvéniles. Enfin, du plancton attiré par les éclairages nocturnes sur les cages augmente les disponibilités en nourriture.

Les résultats montrent une bonne reproductibilité de l'essai précédent, notamment en ce qui concerne la survie des animaux, avec une survie significativement supérieure pour les post-larvesensemencées à PL/20 par rapport aux PL/14 (Tableau 4). Concernant le poids, bien que les résultats soient satisfaisants, on observe i) une différence significative entre les deux âges d'ensemencement et ii) une différence entre les deux essais (Tableau 3 et Tableau 4). Cette différence étant due principalement à la différence de température observée entre les deux saisons (chaude et froide).

Tableau 4 : Résultats détaillés de l'essai PG02 2013, (n= 3, moyenne ± écart-type)

	Durée d'élevage (j)	Nombre final	Biomasse finale (kg)	Survie (%)	Pm (g)	Taux croissance (g/jour)	Qté aliment kg	Rendement kg/m ² /an	IC
PL14	55	2959 ± 810,2	4,67± 2,16	73,99 ± 20,25	1,32 ± 0,34	0,024 ± 0,006	7,389 ± 1,726	6,76 ± 3,64	2 ± 0,58
PL20	49	3698 ± 529,0	8,28 ± 3,78	92,45 ± 13,22	2,07 ± 0,63	0,042 ± 0,013	11,189 ± 3,098	14,64 ± 6,48	1,5 ± 0,27

Ces derniers essais ont permis de valider un ensemble de données (poids final à 2g, survie supérieure à 70%, stade d'ensemencement à PL20 plus favorable, densité de post-larves à l'ensemencement de 1000.m⁻¹) qui permettent de proposer un protocole fiable de pré-grossissement de crevettes en cages suspendues en lagon.

THESE BIOFLOC

Ces travaux se déroulent dans le cadre de la thèse d'Emilie Cardona (« Apport trophique du milieu d'élevage de la crevette *Litopenaeus stylirostris* et son influence sur les performances de reproduction et la qualité des larves ») qui a débuté en mars 2012 et fait l'objet d'un partenariat avec la Nouvelle-Calédonie (Gouvernement calédonien, les Provinces Sud, Nord et des îles) et la Polynésie française (Direction des Ressources Marines et Minières). Trois expérimentations ont été réalisées en 2013 à Tahiti dans le cadre de cette thèse :

La première expérimentation avait pour objectif de caractériser la composition bactérienne des flocs et d'évaluer l'influence de la biomasse d'élevage sur ces communautés ainsi que d'évaluer l'influence du floc sur les bactéries de l'hémolymphe et intestin de crevettes.

Des extractions d'ADN ont été réalisées sur des échantillons d'eau, d'hémolymphe et d'intestin au CIP puis les extraits d'ADN ont été envoyés à séquencer à la société Skuldtech localisée à Montpellier. Les résultats ne sont pas encore disponibles. Les analyses bioinformatiques permettront de déterminer la diversité taxonomique des bactéries ou OTU «Operational Taxonomic Units» tandis que le degré de parenté des OTU fera l'objet d'une analyse phylogénétique. A l'issue de cette analyse, il sera possible de déterminer les grands groupes taxonomiques en présence et leur degré de parenté, leur dynamique et de déterminer l'influence des densités d'élevage sur les communautés bactériennes présentes dans l'eau d'élevage ainsi que les communautés bactériennes symbiontes ou pathogènes, selon un mode opportuniste, de la crevette. Les analyses effectuées tenteront de corréliser les changements de communautés bactériennes aux évènements de mortalité de crevette éventuellement observés ou aux performances de croissance des animaux. A l'issue de ces travaux, il sera possible de déterminer les groupes taxonomiques de bactéries symbiontes et opportunistes (apparaissant à la faveur de la dégradation des paramètres du milieu d'élevage observée dans certains bacs).

La deuxième expérimentation avait pour objectif de déterminer l'influence putative du système biofloc (apport aliment naturel) sur la reproduction (paramètres zootechniques, physiologiques et moléculaires) et la "qualité" du vitellus (acides gras essentiels et antioxydants) en comparaison avec des élevages en eau claire et en bassin de terre. A l'heure actuelle, seuls les résultats zootechniques sont disponibles. Il a été montré que les géniteurs provenant des élevages en biofloc sont plus résistants au stress de la maturation. En effet, lors de la phase maturation, les mortalités enregistrées sont significativement plus élevées chez les géniteurs provenant des élevages en bassin et eau claire. De plus, les femelles issues des élevages en floc ont montré des performances de reproduction améliorées (voir figure 18). Enfin, les résultats en survie larvaire ont montré une différence entre les traitements bassin et floc par rapport à l'eau claire. En effet, la survie aux stades zoé 2 et post-larve 1 est améliorée pour les traitements floc et bassin.

Ces résultats ont confirmé ceux obtenus au cours d'une précédente expérimentation réalisée en Nouvelle-Calédonie. De nombreuses analyses restent à réaliser. L'objectif est de déterminer le mode d'action du floc sur les reproducteurs. Plusieurs hypothèses sont établies. Tout d'abord, le floc peut agir sur la santé de l'animal. Ainsi, nous allons rechercher si le floc contient des bactéries à caractère probiotique et si ces dernières sont retrouvées dans la crevette. L'influence du floc sur la stimulation du système immunitaire et sur le statut antioxydant de la crevette sera également étudiée.

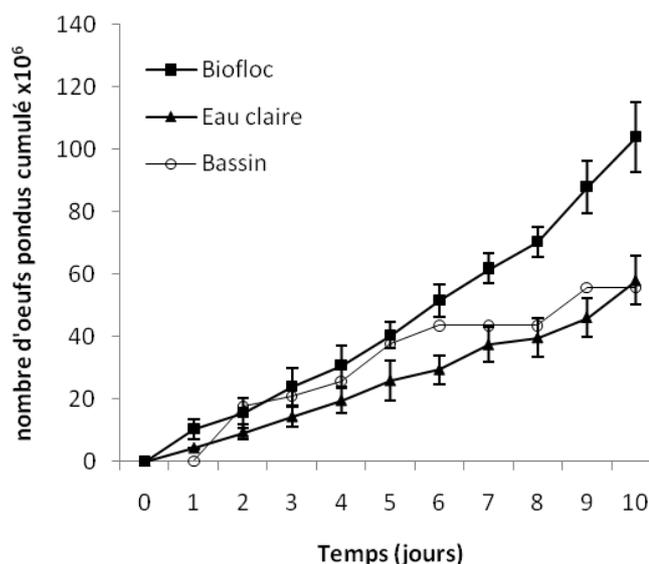


Figure 18 : Nombre d'oeufs total cumulé selon les traitements sur 10 jours d'expérimentation

Ensuite, le floc peut être un complément nutritionnel favorisant la reproduction. Nous allons déterminer si le floc contient des molécules telles que des acides gras essentiels (analyses réalisées au centre Ifremer de Brest par Fabrice Pernet et son équipe), caroténoïdes, vitamines connues pour jouer un rôle dans la reproduction. Nous allons voir s'il existe un lien entre ces molécules contenues dans le floc et la femelle reproductrice. Et enfin, nous étudierons la qualité des œufs. Ainsi, les hypothèses «nutritionnelle» et «santé» pourront être vérifiées.

Enfin la troisième expérimentation avait pour objectif de quantifier, par la mesure des isotopes stables de C et N, les parts respectives de la productivité naturelle et de l'aliment artificiel de la crevette *L. stylirostris* élevée en biofloc mais également d'évaluer l'influence du biofloc sur la santé et la digestion des animaux en comparaison avec des élevages en eau claire. Les analyses d'isotopes stables sont en cours à l'Université de la Rochelle. Les analyses sur la santé et la digestion sont également en cours de réalisation au COP.

Les premiers résultats ont montré une amélioration de la croissance et la survie pour les animaux élevés en floc par rapport à ceux élevés en eau claire. Il confirme donc que les animaux élevés en floc bénéficient d'un apport nutritionnel important de la productivité naturelle qui pourrait en outre agir positivement sur leur croissance et leur santé. L'analyse des enzymes digestives permettra, dans un premier temps, de savoir si les enzymes digestives sont plus sollicitées chez les animaux élevés en floc et ainsi expliquer les meilleures croissances. Dans un second temps, ces analyses permettront de déterminer si les bactéries contenues dans le floc stimulent l'expression des gènes codant pour les enzymes digestives (approche moléculaire) ou si les enzymes digestives sont déjà présentes dans les particules de floc (approche biochimique). Enfin, les analyses des défenses anti-oxydantes et du stress oxydant permettront de déterminer si le floc influence positivement la santé de l'animal.

Ainsi, pour résumer l'état d'avancement de la thèse, la partie expérimentale est presque achevée, la suite de cette thèse sera essentiellement consacrée aux analyses en laboratoire et à la rédaction.

ACTION DE TRANSFERT ET DE FORMATION EN AQUACULTURE

L'Ifremer est intervenu, en soutien à la DRMM, pour différentes actions, notamment en participant aux réunions de bilan de cycles larvaires poissons (3 en 2013) au cours desquelles il apporte son expertise. Il a participé à la validation des propositions d'évolutions des protocoles mis en œuvre en production (tel que le nombre de larves par litre, le changement de la séquence des durées d'éclairage ou les séquences alimentaires). L'équipe participe aussi de façon régulière aux phases de transferts (salle larvaire, salle de sevrage et salle de sevrage-bassins d'alevinage). Cette démarche est également mise en œuvre en ce qui concerne l'écloserie de crevettes du CTA pour laquelle des réunions bilan sont réalisées après chaque cycle.

Ce soutien peut notamment être illustré par l'expertise menée à l'occasion d'une mission d'un mois d'Eric Gasset (Ifremer, Palavas), à l'occasion du cycle 2013-2, en vue de suivre l'intégralité d'un cycle d'élevage larvaire. L'objet de cette expertise était d'intégrer le changement d'échelle induit par le passage d'élevage larvaire et d'alevinage de structures expérimentales à des productions dans les installations du Centre Technique Aquacole, afin que les performances du CTA se rapprochent de celles du référentiel. La réalisation de cet objectif s'est appuyée sur un travail en commun entre les agents de l'Ifremer, de la DRMM et du CTA. Ce travail a permis d'optimiser les méthodes et techniques de production de larves. Les niveaux de performance atteints ont été similaires à ceux qui étaient obtenus précédemment en structures expérimentales (taux de survie globale = 29%).

Lors du cycle suivant (2013-3) réalisé par le CTA, avec un point effectué chaque jour, le protocole d'élevage validé à l'occasion de cette mission, a été reproduit à l'identique. Les résultats obtenus ont permis de confirmer la validité des paramètres d'élevage retenus (Tableau 5). D'autre part cet échange quotidien s'est poursuivi au cours du sevrage de ce même cycle sur la base d'un cahier des charges précis (alimentation et conditions environnementales) et a permis d'améliorer la gestion de l'élevage et les performances biologiques.

Tableau 5 : Résultats du cycle 2013-3 (données CTA)

Eleavage larvaire J19				
BAC	1	2	3	Moyenne
Nombre d'œufs mis en élevage (l ⁻¹)	48	48	48	48
Nombre de larves	29200	36680	20430	28770
Survie (%)	32.9	36.6	24.5	28.1
Sevrage J36				
Poids moyen final (g)				1.09
Survie (%)				80
Nombre de larves				68798

Enfin, un soutien est apporté lors de la phase d'alevinage en structure extérieure dans le cadre de comités opérationnels (COMOP) mis en place au début de l'année 2013. Ceux-ci ont ainsi permis de faire des propositions concrètes visant à améliorer les performances obtenues au cours de cette phase avec une amélioration de l'hydrodynamique des bassins visant à maintenir une qualité du milieu d'élevage et une meilleure gestion de l'alimentation. Ces améliorations ont été mises en œuvre au cours du cycle 2013-3. Seule la proposition de test d'un système d'auto-alimentation n'a pas été poussée à son terme et remise à plus tard. Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau 6. Ils font partie des meilleurs résultats obtenus au CTA depuis son démarrage. Ceci a encore été vérifié à l'occasion du cycle 2013-4 qui a débuté au début du mois de novembre.

Tableau 6 : Résultats de l'alevinage pour le cycle 2013-3 (données CTA). * S2 à l'intérieur de l'écloserie, les alevins ont été expédiés plus tôt d'où un poids moyen final inférieur

Bac	N1	N2	G1	S2*
Nombre d'alevins mis en élevage	15000	15000	9000	3000
Effectif en fin d'alevinage	13895	13696	8729	≈3000
Poids moyen (g)	7.22	8.58	9.37	6.12
Survie (%)	93	91	97	100

Un premier lot d'alevins a été expédié à Tahaa, sur la ferme de la société Maranono. A l'occasion d'une biométrie, un agent de l'Ifremer s'est rendu sur site du 30 au 31/10/13. Les poids moyens observés sont tout à fait similaires à ceux observés pour les mêmes animaux élevés à Vairao et nourris avec le même aliment (Le Gouessant) (Tableau 7). Ce déplacement réalisé dans le cadre de l'assistance aux producteurs a permis d'échanger avec le fermier sur les problèmes qu'il rencontre (estimation des mortalités, modalités d'alimentation) et de préparer la prochaine expédition d'alevins (décembre 2013-janvier 2014).

Tableau 7 : Biométrie d'alevins issus du cycle 2013-3 élevés en cage sur 2 sites différents

Site	Vairao 1	Vairao 2	Tahaa
Effectif de l'échantillon	47	54	37
Poids moyen (g)	26,7	34,1	34.5
Ecart-type	9,7	9,8	12.6
Intervalle de confiance	2.8	2.6	4
Coefficient de Variation	36.2	28.7	36.4

Le transfert de la gestion complète des stocks de reproducteurs de Platax était programmé de manière à ce que le CTA soit opérationnel à la fin de l'année 2013. Un 1^{er} lot de F1 a été transféré le 20 juin. L'équipe Ifremer-DRMM a accompagné l'équipe technique du CTA au cours de la prise en main de ces animaux (acclimatation, comportement des animaux, prise alimentaire, contrôle des pontes et évolution de leur qualité). Ce suivi devait se faire sur 3 cycles de reproduction. Les résultats du transfert de ce 1^{er} lot ayant été concluants sur la base des critères observés, le transfert du second lot a été effectué dès le mois d'août, plus rapidement que prévu initialement. Il s'agissait d'un lot d'animaux sauvages. Cependant, lors de la première opération de dessalure, l'ensemble des animaux présents a succombé lors du retour des animaux dans leurs bacs de stabulation. *A priori* toutes les procédures avaient été respectées. L'autopsie réalisée sur les animaux suggère une mort par intoxication, vraisemblablement par le chlore ou une combinaison toxique des résidus de benzocaïne et de chlore. Suite à cet accident, l'ensemble des acteurs de la filière a été sollicité afin d'accélérer le processus de réapprovisionnement. L'Ifremer a proposé d'utiliser un modèle de nasse adaptée à la capture du Platax. Un prototype a été réalisé et placé dans la baie de Phaéton par l'Ifremer. Deux individus ont déjà été capturés.

Une journée de restitution «Pisciculture lagonaire du Paraha peu» a été organisée le 21 février 2013. Cette journée a rassemblé tous les acteurs de la filière et a permis de faire un point sur les travaux réalisés depuis 2012 et de définir en commun les thèmes d'actions prioritaires à mener entre l'équipe de R&D et les producteurs.

Dans le cadre de la gestion des souches de *Litopenaeus stylirostris*, une production Ifremer-DRMM de deux cycles/an (mai et septembre) est menée dans les installations du Centre Ifremer pour la réalisation des familles de géniteurs et une sécurisation des productions. Un transfert progressif des stocks de géniteurs au CTA est en cours. Cependant, les problèmes rencontrés depuis le démarrage du CTA n'ont pas permis d'obtenir tous les lots de reproducteurs lors de la saison chaude 2013. Des problèmes de qualité des reproducteurs ont été observés et de ce fait, un cycle supplémentaire a dû être réalisé en début de saison fraîche, début juillet, pour pallier l'absence de nauplii sur certaines familles.

La décision concertée du retour à des procédés d'élevage «classiques» en bassins terre (changements de bassins tous les 3-4 mois, durée des assecs respectée et hersages des fonds, mise en eau des bassins une à deux semaines avant transfert des animaux, etc. ...) dans la première phase de grossissement au CTA, a permis d'atteindre des survies correctes à 25-30 grammes. La phase suivante en saison froide (en bassins terre et/ou en bacs contrôlés) a permis, malgré des survies limitées, de retrouver une excellente qualité de géniteurs. Ce problème de survie en saison chaude doit être examiné pour espérer disposer de géniteurs plus performants. Il est primordial de solutionner ces problèmes afin de sécuriser la gestion des géniteurs et permettre au CTA de satisfaire les besoins des professionnels en post-larves. Le transfert complet devrait être assuré courant 2014.

SURVEILLANCE DES CONTAMINANTS EN LAGONS POLYNESIENS

Ces travaux sont inscrits dans une proposition validée pour 2012 - 2013 dans le contrat de projet Etat - Pays. L'étude est coordonnée par le l'IRSN - LESE et Ifremer et le CRIOBE y sont partenaires. Elle comprend les aspects suivants :

- la sélection de sites pertinents vis-à-vis de sources potentielles de contamination ;
- la mise en place progressive sur Tahiti et des îles voisines de six stations au terme du projet ;
- l'étude expérimentale préliminaire des cinétiques de contamination des huîtres perlières en laboratoire.

En réalité, compte-tenu d'un retard à la signature du contrat, l'ensemble de l'étude a dû être décalé de 6 mois environ, et le travail s'achèvera contractuellement en septembre 2014. Le rapport final sera remis fin 2014.

Les sites d'étude

La première série 2013 de mise en place d'huîtres perlières s'est faite sur les stations des 4 sites déterminés en 2012 ciblant les Iles de la Société :

- Vairao, sur l'île de Tahiti, est la référence à maintenir pour les différentes séries de surveillance et reste la plaque tournante des lots d'huîtres perlières à distribuer sur les stations.
- Port Phaéton, sur l'île de Tahiti, dans une baie entre la grande île et la presqu'île, au pied de zones résidentielles et agricoles et du centre d'enfouissement technique de Tahiti.
- Baie Vaiare, sur l'île de Moorea, site bordé d'habitations, d'une marina (plaisance et pêche), c'est le port d'échange avec Tahiti (trafic important de ferries et marchandises).
- Baie Faie, nouvelle station sur l'île de Huahine, à la sortie des eaux du lac Maeva, entouré d'une zone d'agriculture intensive.

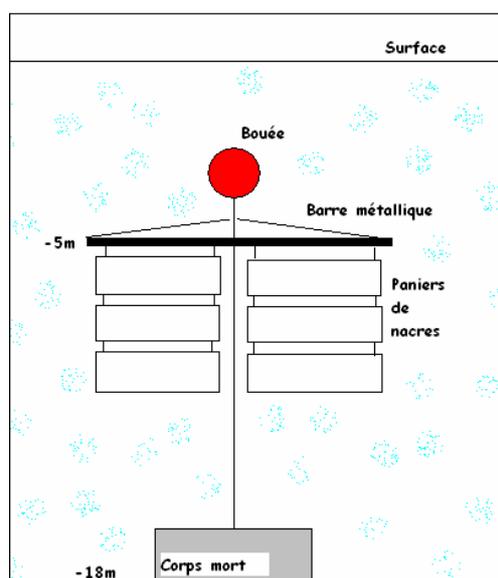
La sélection de sites a été étendue à deux îles supplémentaires :

- Maupiti (Iles Sous Le Vent, 1200 habitants) en avril. Le choix s'est porté sur la zone où avaient été implantées deux fermes perlières (Figure 19a). La profondeur y est suffisante, l'eau renouvelée, et les sources éventuelles de contamination (décharge) sont proches.
- Rangiroa (Tuamotu, 2500 habitants) en juillet. Le site est situé sur la concession perlicole de la Direction des Ressources Marines et Minières (Figure 19b). Il est proche des deux fermes perlières existantes et au cœur de la zone la plus habitée de l'île.



a : Maupiti, prof. 15 m

b : Rangiroa, prof. 17 m

Figure 19 : Localisation a et b des sites nouveaux en 2013**Figure 20** : Schéma technique de la station type utilisée

L'étude *in situ*

Deux séries de pose ont été réalisées en 2013. En mars, une nouvelle station a été mise en place à Huahine et les huîtres perlières ont été disposées sur 4 stations : Vairao, Port Phaéton, Moorea, Huahine. En octobre, deux nouvelles stations ont été mises en place à Maupiti et Rangiroa et les huîtres perlières ont été disposées sur 5 stations : Vairao, Port Phaéton, Huahine, Maupiti, Rangiroa. Les huîtres perlières utilisées provenaient pour chaque série d'un même lot d'un an environ collecté à Takaroa (même site source depuis le début des études).

Les échantillonnages ont été réalisés sur le lot source à son arrivée à Vairao, et pour chaque série et chaque site à 2 mois et à 4 mois (fin d'expérience). Ils sont alors préparés au laboratoire de Vairao avant analyses. Les contaminants chimiques sur les huîtres perlières et sédiments sont mesurés au laboratoire de Rouen, les radioéléments sont mesurés au LESE à Vairao et les paramètres physicochimiques de l'eau le sont au CRIOBE de Moorea, ainsi qu'un inventaire de la faune mobile et du substrat. Tous les échantillons de la 1^{ère} série ont été analysés en 2013 alors que ceux de la 2^{nde} série le seront en fin de 1^{er} semestre 2014.

On a pu noter pour la série 2012 et la 1^{ère} série 2013 une évolution des teneurs en contaminants à T0, T2 et T4 dans la chair d'huître variant selon les stations et la série. En

première approche cela devrait refléter des variations similaires *in situ*. Douze organochlorés ont été détectés dont 3 systématiquement, l'aldrine, l'isodrine et l'acétochlore avec une accumulation marquée. huit HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) ont été détectés dont systématiquement les naphtalène, phénanthrène, fluoranthène et pyrène. Les teneurs en métaux sont globalement les mêmes que celles mesurées en 2010 au port de Papeete. Des contaminations ont été observées sur les huîtres, à Moorea pour Fer, Plomb, Zinc, à Port Phaéton pour Fe comme des décontaminations, à Port Phaéton pour le Cd. Certaines situations semblent également s'inverser entre la 1^{ère} et la 2^{ème} série 2013 (analyse en cours). Concernant la radioactivité artificielle gamma, aucune teneur significative n'a été mesurée sur les chairs d'huîtres mais des activités en ¹³⁷Cs (0,455 Bq/kg) ont été mesurées sur les sédiments, à Port Phaéton, du même ordre de grandeur que pour l'ensemble de la Polynésie française. En revanche, les teneurs en plutonium, ²³⁸Pu et ²³⁹⁺²⁴⁰Pu (émetteurs alpha) sont significatives pour les 2 échantillons d'huîtres analysées en 2013 à Vairao et Baie de Phaéton.

Expérimentation en laboratoire

Son objectif est d'approcher en milieu contrôlé les cinétiques de contamination - décontamination de plusieurs métaux dans la chair de l'huître perlière. Elle a été réalisée à Vairao dans le cadre d'un stage de Master 2 (Université de Bordeaux) encadré par IRSN et ses bases expérimentales avaient été déterminées en 2012.

Il a été nécessaire de définir au préalable une méthode de dissolution des métaux en eau de mer pour obtenir les concentrations souhaitées. Les animaux ont ensuite été acclimatés une semaine en bacs de 100 L puis soumis dans les mêmes bacs, en triplicats, à trois niveaux de concentration de deux métaux Cd et Cr. Quinze huîtres ont été disposées dans chaque bac et les prélèvements de 3 individus réalisés à T0, T1, T4, T7 et T10 (en jours). Trois expériences successives ont été menées avec des concentrations de Cd et Cr de 1, 10, 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ puis 1, 5, 10 $\mu\text{g.L}^{-1}$, et enfin de 5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en Cd seulement. Les analyses de Cd et Cr ont été faites par spectrométrie d'absorption atomique sur les chairs d'huîtres calcinées après lyophilisation puis attaquées à chaud en mélange d'acides nitrique et chlorhydrique à 5%.

Les premiers résultats obtenus montrent une mortalité des huîtres perlières croissante directement avec la concentration métallique appliquée ainsi que les teneurs en Cr et Cd dans la chair d'huître (Figure 21).

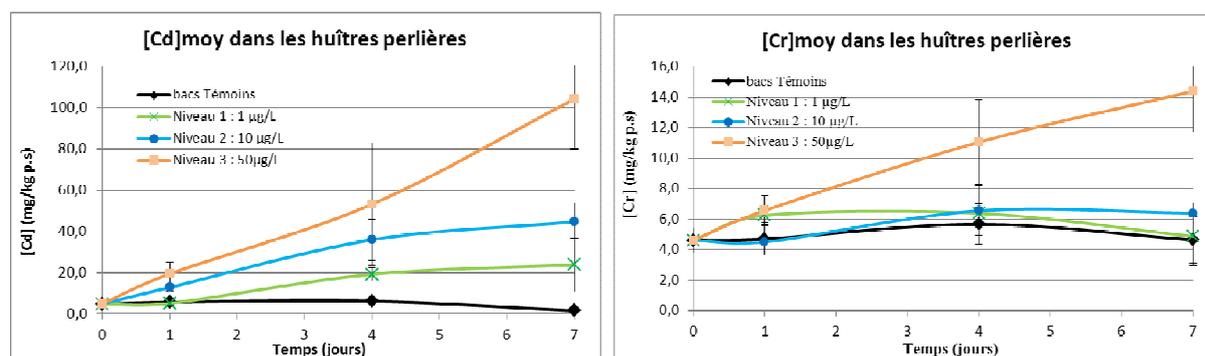


Figure 21 : Teneurs moyennes mesurées en Cd et Cr dans les chairs d'huîtres témoins et contaminées pour 3 niveaux de concentration (1^{ère} expérience).

L'ensemble de l'étude *in situ* et au laboratoire a en outre servi en 2013 de support à une étude Labex Corail sur l'expression des gènes impliqués dans la détoxification pendant et après une période de contamination (voir ci-dessous la présentation du projet LABEX Corail - BIOLAG).

ACTIVITES DANS LE CADRE DU LABEX CORAIL

PROJET LABEX COBACCO

Le projet COBACO "Analyse de la diversité taxonomique des Communautés BActériennes associées aux COraux sur l'île De Moorea" s'inscrit dans le projet LABEX CORAIL et a pour objectif le développement d'une approche de métagénomique permettant i/ de caractériser la diversité taxonomique des bactéries associées aux coraux échantillonnés sur l'île de Moorea (Polynésie française), 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 de stress induits expérimentalement. Ces approches permettront, dans un deuxième temps, de développer des outils diagnostiques prédictifs de l'état de santé des coraux. Le projet COBACO est organisé en cinq tâches : 1) Extractions d'ADN génomique total, 2) échantillonnage, 3) métagénomique, 4) analyses taxonomiques et phylogénétiques, 5) développement d'outils diagnostics par PCR en temps réel. Il est mené en partenariat avec l'équipe de Véronique Berteaux-Lecellier du CRIOBE. Il s'articule autour de deux expérimentations : un suivi *in situ* sur trois sites du lagon de Moorea et un suivi *ex situ*, en aquarium, réalisé dans les installations du CRIOBE par induction expérimentale de stress environnementaux par acidification. Cinq à 10 fragments de coraux, appartenant à l'une des trois espèces de coraux ciblées (*Acropora cytherea*, *Pocillopora damicornis* et *Porites rus*) et présentant une sensibilité variable au réchauffement de l'eau, ont été prélevés à quelques mois d'intervalle le 6 nov 2012, les 4 fev et 15 avril et mars 2013. Concernant les prélèvements *in situ*, un total de 138 extractions ADN a été réalisé : 132 échantillons à partir de coraux et 6 à partir de prélèvements d'eau de mer réalisés à proximité des sites de collecte des coraux. Ces échantillons d'ADNs ont ensuite été quantifiés et leur qualité évaluée par spectrométrie. Pour chaque espèce de corail, 24 pools d'ADN purifiés (4µg au total/pool) provenant chacun de colonies coralliennes différentes suivies tout au long de l'étude, ont été réalisés. De plus, 15 autres extraits ADN ont été préparés à partir de prélèvements de coraux réalisés soit sur des zones malades (blanchiment) soit sur des zones d'apparence saine (Photo 4). Il s'agit des espèces *Acropora cytherea* et *Pocillopora damicornis*. Concernant les prélèvements *ex situ*, un total de 14 échantillons ADN de coraux *Pocillopora damicornis* et *Porites rus* (soumis à un stress d'acidification ou pas (témoin pH normal) et prélevés à différents temps post stress (1 jour, 3 et 14 j.) ont été préparés par Patricia Weber (Post-doc au CRIOBE). Ce sont donc 39 extraits ADN (expérimentation *in situ*) et 14 extraits ADN (expérimentations *ex situ*) qui vont être prochainement amplifiés par PCR puis séquencés. Les travaux d'analyses en bioinformatique et biostatistique des séquences obtenues permettront de comparer la diversité taxonomique et les relations phylogénétiques des communautés bactériennes associées à chaque prélèvement. Ces travaux permettront en outre le développement d'outils diagnostic par PCR en temps réel ciblant les communautés bactériennes d'intérêt.

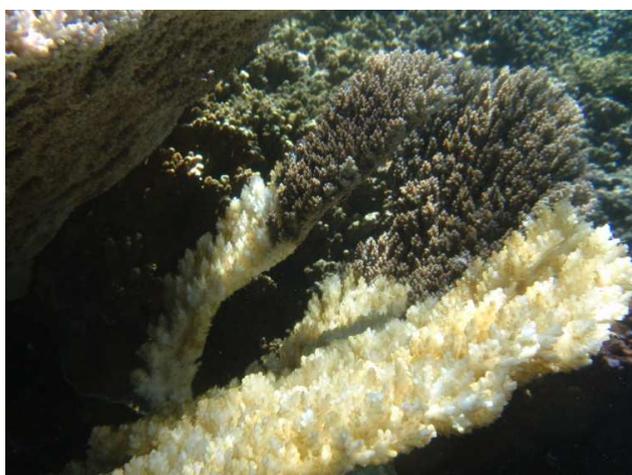


Photo 4 : Colonie d'*Acropora cytherea* malade (blanchiment) prélevée dans le cadre du projet COBACO.

PROJET LABEX BIOLAG

Le projet BIOLAG " Etablissement de BIOmarqueurs moléculaires pour le suivi de l'écosystème LAGonaire face aux changements globaux » a pour objectif de rechercher, par une analyse ciblée du transcriptome de l'huître perlière, des biomarqueurs moléculaires prédictifs indicateurs (1) de la présence de métaux lourds ou (2) de seuil physiologique critique causé par l'acidification de l'océan. Ce projet permettra, d'une part, d'apporter des connaissances sur la physiologie d'un organisme modèle et, d'autre part, de développer des outils diagnostiques d'aide à la décision pour la gestion des écosystèmes lagunaires. Grâce aux résultats obtenus, *Pinctada margaritifera* pourrait devenir une espèce sentinelle de la santé de l'écosystème lagunaire polynésien. Le projet BIOLAG s'appuie sur deux expérimentations d'envergures réalisées en milieu contrôlé dans le cadre des projets ANR POLYPERL (2012-2015) et du contrat de projet 2012-2013 « Contaminants ». L'objectif était de profiter de l'opportunité que nous avons, au travers de ces projets, de bénéficier d'expérimentations d'écophysiologie en milieu contrôlé et *in situ* pour réaliser un échantillonnage qui sera dédié au projet BIOLAG. L'interconnexion entre les 3 projets est explicitée dans le schéma ci-dessous (Figure 22).

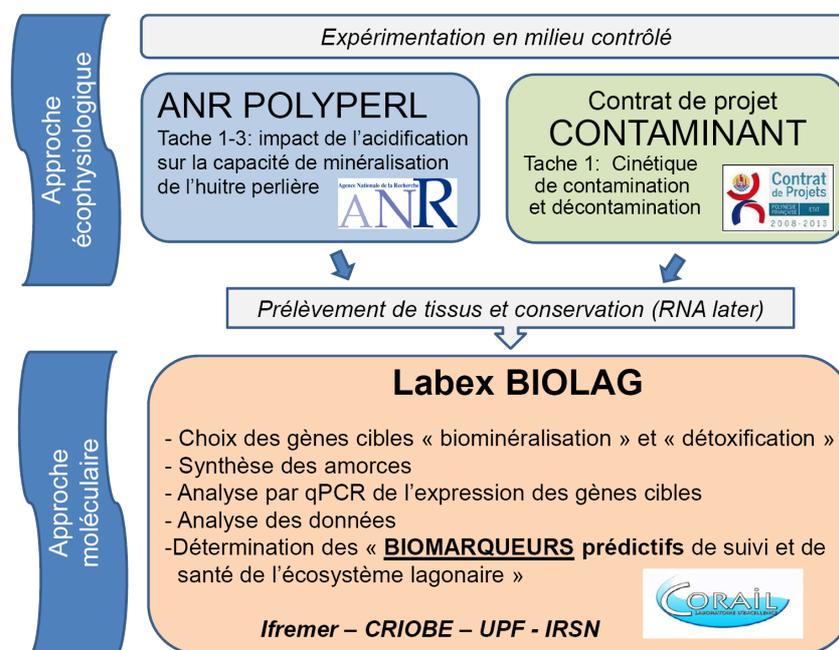


Figure 22 : Organisation du projet BIOLAG

Les prélèvements des tissus des expérimentations « acidification » (ANR POLYPERL) et « contaminants chimiques » (Contrat de projet) ont été réalisés comme initialement prévu. Le choix des gènes cibles a été réalisé. Il s'agit (1) pour la thématique « biominéralisation » de *Pmarg-Cement-like (c60)*, *Pmarg-PTIMP1 (c76)*, *Pmarg-prismalin14 (prism14-3)*, *Pmarg-NUSP21 (c32)*, *Pmarg-Pif177(pif-1)*, *Pmarg-Nacrein (calc-1)*, *C2*, *C14* et *C9* et pour (2) pour la thématique « contaminants chimiques » de *Cu/Zn Superoxide dismutase (SOD)*, *Metallothionein (Metal)*, *Cytochrome C oxydase (CytC)*, *Caspase (Casp)*, *Heat shock proteins (HSP70, HSP90)*, *Catalase (Cat)*, *Glutathione peroxidase (GPX)*, *Multidrug resistance protein (MDR)*, *Inhibitor of apoptosis (IAP)*, *Glutathione S transferase Omega class (GSTO)* et *Mu-class (GSTM)*.

L'extraction des ARN, la synthèse des ADNc et les qPCR ont été réalisées à la fois sur la plateforme de biologie moléculaire de l'Ifremer Tahiti (MxP300P Stratagene) et sur la plateforme transcriptomique de Skuldtech (Montpellier ; LightCycler480 Roche). Toutes les données ont été récoltées et les analyses sont en cours. Le choix des biomarqueurs se fera sur la base des résultats obtenus.

ACTIVITES DANS LE CADRE DE L'UMR EIO

Depuis le 15 juin 2012, l'unité RMPF, dans sa globalité, est intégrée à l'UMR 241 « Ecosystèmes Insulaires Océaniques » (Ifremer/UPF/ILM/IRD). Les grands objectifs de cette UMR EIO sont (1) de comprendre le fonctionnement des écosystèmes insulaires océaniques exploités et de caractériser leur évolution, notamment dans le contexte du changement global, (2) d'identifier des substances naturelles d'intérêt et des axes de valorisation des ressources naturelles dans une perspective de soutien au développement durable de la Polynésie, (3) d'identifier les facteurs de risque (écologique, sanitaire et social) pour l'écosystème et (4) de caractériser le rôle de la biodiversité de ces systèmes. L'Unité RMPF contribue majoritairement aux travaux de l'équipe SYREX (*approches SYstémiques des Ressources EXploitées*).

ASSEMBLEE GENERALE DE L'UMR EIO

L'Ifremer de Vairao a accueilli le 26 novembre 2013, l'Assemblée Générale de l'UMR 241 « Ecosystèmes Insulaires Océaniques » (http://wwz.ifremer.fr/umr_eio). Soixante personnes sur les 79 que réunit aujourd'hui l'UMR-EIO ont participé à cet événement (Photo 5). Les 21 exposés ont permis d'apprécier la qualité et la diversité des travaux en cours. La présentation de la nouvelle équipe (FORDIV : Structuration des communautés : réponses aux forçages et biodiversité) et du nouveau thème transversal (GEOS : GEOSYSTEMESTERRITOIRES et GEODIVERSITE) ainsi que les discussions collectives ont permis de stimuler le débat sur de nouvelles pistes de collaborations possibles au sein de notre UMR et au-delà.



Photo 5 : Le personnel de l'UMR EIO lors de l'assemblée générale.

QUORUM SENSING

Un projet de recherche SIQSIM pour "recherche de Substances Inhibitrices du Quorum Sensing dans une collection d'Invertébrés Marins" a été initié entre les équipes SYREX et EIMS de l'UMR "Ecosystèmes Insulaires Océaniques" et a bénéficié des crédits d'incitation Ifremer. 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 ou concentration bactérienne et il régule de nombreuses fonctions physiologiques telles que la luminescence, la conjugaison, la virulence, la formation de biofilms. Diverses enzymes extracellulaires impliquées dans la pathogénèse des vibrioses d'organismes aquatiques ont été rapportées dans la littérature. Certaines appartiennent à la famille des métalloprotéases. Plusieurs travaux révèlent que l'expression du gène codant la métalloprotéase est régulée par un mécanisme de type Quorum Sensing chez plusieurs espèces de vibriens pathogènes. L'utilisation d'un inhibiteur du Quorum Sensing a permis de réduire les mortalités induites par une vibriose expérimentale (*V. anguillarum*) chez la truite *O. mykiss*. Très peu de travaux à ce jour ont été menés sur ce sujet en milieu marin : seulement deux publications (Skindersoe et al, 2008 ; Hughes & Fenical, 2010) et

une seule molécule a été mise en évidence comme QSI, le manoalide, comportant une fonction lactone comme les Acyl-homosérine lactones (AHL), molécule jouant un rôle clé dans la communication inter bactérienne (Skindersoe et al, 2008).

L'objectif du projet SIQSIM est 1) de rechercher la ou les molécules actives inhibitrices du quorum sensing à partir d'extraits d'invertébrés marins, provenant principalement de spongiaires échantillonnés sur les cinq archipels de Polynésie française par l'équipe de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et 2) d'évaluer dans un deuxième temps leur potentiel d'utilisation en aquaculture, comme substitutif à l'emploi des antibiotiques.

La souche type *V. harveyi*, naturellement bioluminescente a été utilisée après avoir développé un test en microplaque permettant de contrôler la croissance bactérienne et l'induction de luminescence. Un total de 124 extraits bruts d'invertébrés marins ont été criblés. Différents modes d'action de ces échantillons ont été observés : 1) Inhibition de la croissance bactérienne, 2) Retard de l'expression de la luminescence, 3) Inhibition de la croissance bactérienne et retard de l'expression de la luminescence, 4) Absence d'action sur la croissance et la luminescence, 5) Augmentation de la croissance bactérienne. Un deuxième criblage est en cours à partir de différents *Vibrio harveyi* mutants, pour chacune des trois voies indépendantes connues d'activation du quorum sensing.

Perspectives 2014

L'année 2013 a vu la consolidation des axes de recherche de l'unité RMPF, que cela soit sur la thématique perliculture avec la poursuite de plusieurs projets collaboratifs structurants avec des laboratoires institutionnels mais aussi avec des professionnels, ou bien en aquaculture où l'Ifremer a accompagné les services du Pays (DRMM) dans ses actions de soutien au démarrage du Centre Technique Aquacole et de la filière piscicole.

La convention bipartite Aquaculture «Ifremer-DRMM» (2012-2013) s'est terminée en novembre 2013. L'objectif du début d'année 2014 sera de redéfinir avec nos partenaires les contours scientifiques et financiers de notre partenariat avec le Pays pour le développement durable des filières aquacoles pour les années 2014-2015. Un des objectifs de cette convention sera de finaliser le transfert complet de la gestion de la «souche de crevette» à nos partenaires du Pays.

En perliculture, les travaux contractualisés avec le Pays dans le cadre du Marché Public Négocié « *relatif aux actions de recherches dans le domaine de la perliculture par le Centre Ifremer du Pacifique (2013-2014)* » seront menés à leurs termes en 2014. Les efforts seront poursuivis dans l'objectif d'étendre encore plus notre partenariat avec les professionnels, notamment dans le cadre du programme d'amélioration génétique de l'huître perlière.

Enfin, depuis 2012, l'unité RMPF est intégrée dans l'équipe SYREX (*approches SYstémiques des Ressources EXploitées*) de l'UMR 241 « Ecosystèmes Insulaires Océaniques » (Ifremer/UPF/ILM/IRD). Dans ce cadre, l'unité RMPF intensifiera ses efforts de recherche en s'appuyant sur la dynamique scientifique et collaborative de l'UMR. L'Unité pourra aussi s'appuyer sur le LABEX CORAIL, « *les récifs coralliens face au changement global* » qui a pour objet de faire progresser la recherche sur les écosystèmes coralliens dans la perspective de leur gestion durable.

Dans ce contexte collaboratif favorable, l'Unité RMPF poursuivra en 2014 son objectif de valorisation scientifique dans ses recherches appliquées en soutien au développement des filières locales de Polynésie française.

Moyens et effectifs

PERSONNELS STATUTAIRES AFFECTES A L'UNITE RMPF- SITUATION AU 31/12/13

NOM et Prénom	Qualification	Projet /Actions
BELLIARD Corinne	G5	A070703-A070908-A070702-A070706
BERNARDINO René	G5	A070807
BUCHET Vincent	Cadre IIA	A070908-A070807
CUZON Gérard	Cadre IIB	A070807
DUFOUR Robert	G6	A070807
FIEVET Julie	G5	A070703-A070908-A070702-A070706
GAREN Pierre	Cadre IIA	A070705-A050302E-A070702-A070706
GOGUENHEIM Jean	Cadre IIA	A070807
GUEGUEN Yannick	Cadre III	A070701-A070703-A070908-A070704-A070706 Chef de l'Unité RMPF à compter du 1er/07/13
KY Chin long	Cadre I	A070702-A070704-A070706
LEHARTEL Mathilde	G5	Secrétariat de l'Unité RMPF
LE MOULLAC Gilles	Cadre IIB	A070702-A070704-A070706
LEVY Peva	G6	A070703-A070908-A070706
LO YAT Alain	Cadre I	A070706-A070705
MAIHOTA Mayalen	G5	A070702
PARRAD Sophie	G4	A070702 - A070706
SAULNIER Denis	Cadre IIA	A070703-A070704-A070908-A070706
SHAM KOUA Manaarii	G4	A070702-A070706
SOYEZ Claude	G6	A070702-A070706
TAQUET Marc	Cadre III	Chef de l'Unité RMPF jusqu'au 30/06/13
TETUMU Roger	G4	A070702-A070706
VANAA Vincent	G5	A070702
VONAU Vincent	G6	A070702

THESES

- V. TEANINIURAITEMOANA du 1^{er}/11/11 au 31/10/14
- E. HAMDI du 1^{er}/12/12 au 30/06/13
- E. CARDONA du 1^{er}/03/12 au 28/02/15
- O. LATCHERE du 31/10/13 au 30/10/16

VSC

- C. BLAY du 1^{er}/02/13 au 31/01/14

- B. LORGEUX	du 1 ^{er} /02/13 au 31/01/14
- A. SANTINI	du 1 ^{er} /02/13 au 31/01/14
- A. LO YAT	du 1 ^{er} /12/12 au 28/02/13
- K. MAGRE	du 17/06/13 au 16/06/14
- Y. CZORLICH	du 1 ^{er} /12/13 au 31/11/14

CDD

- V. TEROROTUA du 04/09/13 au 03/12/13

CDD (AUTRE)

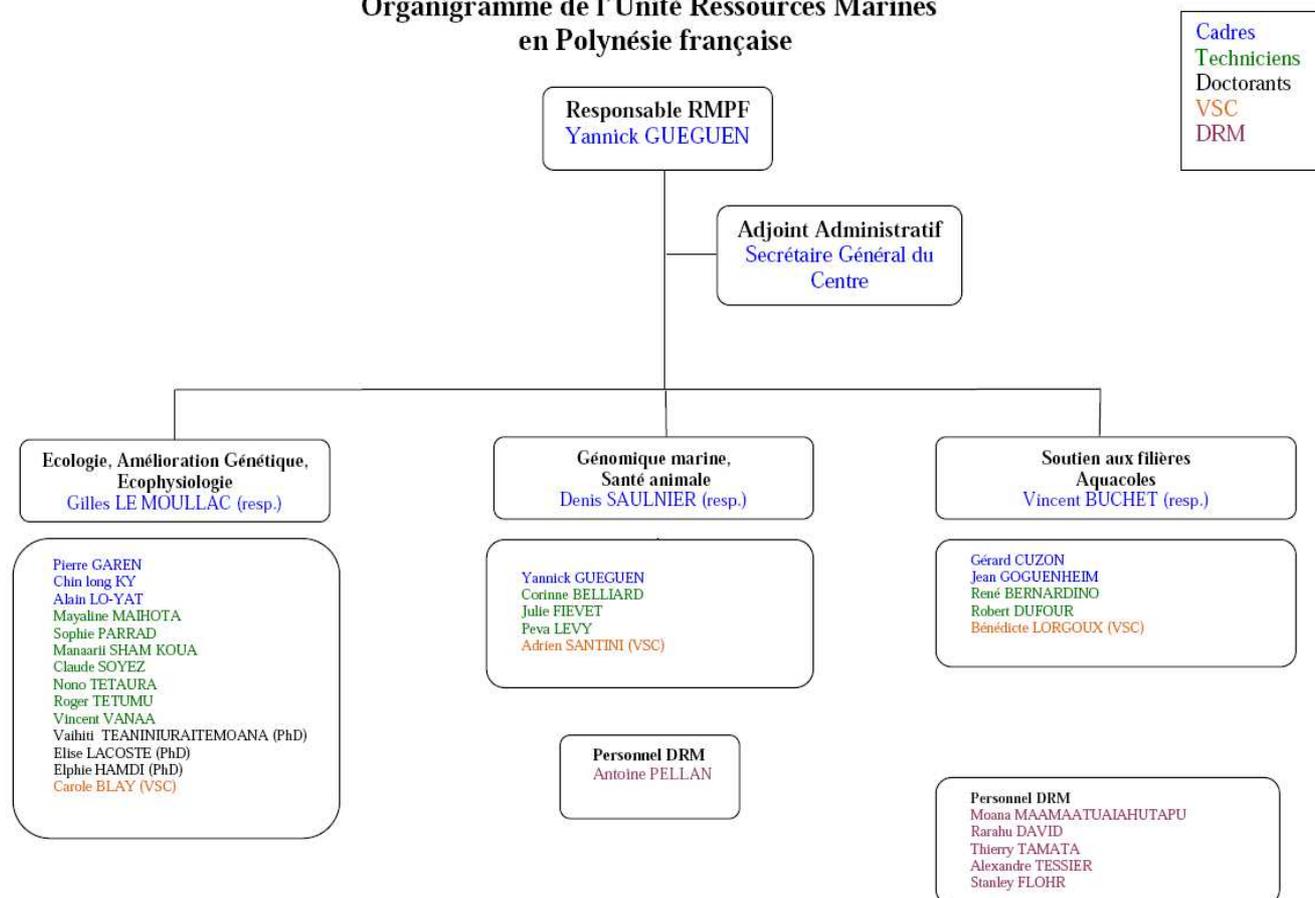
- H. BOULET du 1^{er}/11/13 au 31/01/14

MOUVEMENTS DE PERSONNEL

Arrivée		Départ	
Nom	Projet	Nom	Projet
A. LO YAT	A070706-A070705	H. TEISSIER	A070702
S. PARRAD	A070702-A070706		

ORGANIGRAMME RMPF (DECEMBRE 2013)

**Organigramme de l'Unité Ressources Marines
en Polynésie française**



FORMATIONS REÇUES

- Groupe de personnes : Statistiques
- Groupe de personnes : Bioinformatique

STAGES

- LE BORGNE Florian (UBO - Brest) : 02/01/13 au 01/06/13
- LEPRETRE Maxime (UBO - Brest) : 07/01/13 au 07/06/13
- PINEL Margaux (DRMM - Papeete) : 08/04/13 au 31/05/13
- UNG Jaimée (Université de Montpellier 2) : 1^{er}/03/13 au 31/07/13
- VONGUE Juliana (Université de Bordeaux 1) : 1^{er}/07/13 au 31/07/13
- HELME Herehia (PRP-ENV/SESURE/2013-23 (Le Vésinet) : 07/01/13 au 06/07/13
- BEAUDET Marine (Intechmer - Cherbourg) : 10/04/13 au 23/08/13
- GATIEN Mahinatea (UPF - Papeete) : 01/06/13 au 31/07/13
- AMARU Heitini (UPF - Papeete) : 01/06/13 au 31/07/13
- AMARU Heitini (UPF - Papeete) : 16/12/13 au 14/01/14
- BELUZE Marine (Université catholique de Lyon) : 1^{er}/04/13 au 31/08/13
- TEYSSONNEYRE Alice (Université d'Auvergne) : 10/04/13 au 16/07/13
- LAVAUD Emeline (UBO - Brest) : 1^{er}/04/13 au 31/08/13
- CLEMENT-DEMANGE Milène (Université Montpellier 1) : 24/04/13 au 30/09/13

RECETTES

Libellé du Contrat	Contractant	N° Analytique	Montant (FCP/€)	Responsable du projet
BIODIPERL	Etat/Territoire	A070705	3 176 348 26 618	Y. Gueguen
POLYPERL	ANR	A070706	8 036 516 67 346	Y. Gueguen
Thèse «Déterminants sex-ratio» UPF-Ifremer	Délégation Recherche	A070702	1 800 000 15 084	G. Le Moullac
RIKIGEN	DRRT	A070702	715 990 6 000	C.L. Ky
Surveillance des polluants chimiques en PF	MOM	A050302E	2 482 100 20 800	P. Garen
Convention Perliculture 2013-2014 «Marché public négocié»	DRMM	A070701	32 640 000 273 523	Y. Gueguen
Convention Aquaculture 2012-2013	DRMM	A070908A	21 282 000 178 343	Y. Gueguen
TOTAL FCP			70 132 954	
TOTAL € :			587 714	

MISSIONS EN FRANCE, DOM-TOM ET ÉTRANGER

Janvier

- P. GAREN : échantillonnage larves/collecteurs à Mangareva (projet BIODIPERL).
- P. GAREN : pose de la station de suivi des contaminants à Huahine.

Février

- A. LO YAT et F. LE BORGNE : échantillonnage larves/collecteurs à Ahe (programme ANR POLYPERL).
- C. L. KY : planification des manips de l'année à Arutua.
- C.L. KY et N. TETAURA : récolte / greffe 2011 des huîtres perlières à Rangiroa.
- D. SAULNIER et J. FIEVET : prélèvement de coraux à Moorea (projet COBACO – CRIOBE).

Mars

- P. GAREN et F. LE BORGNE : échantillonnage larves/collecteurs à Ahe (programme ANR POLYPERL).
- A. LO YAT : échantillonnage larves/collecteurs à Mangareva (projet BIODIPERL).
- Y. GUEGUEN, J. FIEVET, D. SAULNIER et A. SANTINI : récolte des perles de la greffe PHA-PAM à Rangiroa.
- P. LEVY et N. TETAURA : pose d'huîtres perlières sur la station de suivi des contaminants à Huahine.
- C.L. KY et M. SHAM KOUA : reproduction lignée verte des huîtres perlières à Rikitea.

Avril

- A. LO YAT : échantillonnage larves/collecteurs à Ahe (projet ANR POLYPERL).
- P. GAREN : échantillonnage larves/collecteurs à Mangareva (projet BIODIPERL).
- P. GAREN : sélection de sites pour la mise en place d'une station contaminants à Maupiti.
- P. LEVY : collecte d'éponges marines sur la pente externe de l'île de Tahiti à bord de l'Alis.
- C. SOYEZ : recensement de la population d'huîtres perlières dans le lagon de Ahe.
- C.L. KY : nettoyage et biométrie des huîtres perlières à Tahaa.
- C.L. KY et C. BLAY : greffe 4 lignées de nacres de couleurs différentes à Arutua.
- D. SAULNIER et J. FIEVET : prélèvement de coraux à Moorea (projet COBACO – CRIOBE).

Mai

- B. BELIAEFF, H. FORYS, M. TAQUET et Y. GUEGUEN : visite du CRIOBE à Moorea.
- P. GAREN, M. SHAM KOUA et D. POROI : relevé d'huîtres perlières sur la station de suivi des contaminants à Huahine.
- A. SANTINI : prélèvements des échantillons de nacres dans le lagon de Moorea (projet Biolag).
- P. LEVY : recensement de la population d'huîtres perlières dans le lagon de Ahe.

Juin

- C.L. KY et M. SHAM KOUA : checking greffe des nacres d'Avril à Arutua.
- C.L. KY, C. BLAY et M. BELUZE : greffe de nacres originaires d'Apataki et Ahe à Rikitea.

Juillet

- J. FIEVET : validation des biomarqueurs « qualité de la perle » à Montpellier (projets GDR Adequa et POLYPERL).
- P. LEVY et N. TETAURA : pose d'huîtres perlières sur la station de suivi des contaminants à Huahine.
- A. SANTINI : prélèvements des échantillons de nacres dans le lagon de Moorea (projet Biolag).
- C.L. KY : biométrie des nacres et réunion à l'écloserie de la DRMM à Rangiroa.

Septembre

- Y. GUEGUEN : participation au Conseil scientifique du Labex CORAIL et aux réunions DS UMR EIO et RBE/D en France.
- C.L. KY : biométrie des nacres à Ahe.
- C.L. KY et C. BLAY : greffe des nacres, dans le cadre de la thèse génétique, à Rangiroa.
- D. SAULNIER et J. FIEVET : expérimentation « Electrolyse d'huîtres perlières », prélèvements et discussion avec le partenaire (Espace bleu) à Bora-Bora.

Octobre

- P. GAREN : pose d'huîtres perlières sur la station de suivi des contaminants à Huahine.
- V. BUCHET : assistance technique à la ferme «Maranono» à Tahaa.
- C.L. KY et M. SHAM KOUA : greffe et reproduction des huîtres perlières à Arutua.
- C.L. KY et C. BLAY : greffe et reproduction des huîtres perlières à Rikitea.

Novembre

- Y. GUEGUEN et C. CAHU : visite du CRIOBE à Moorea.
- A. LO YAT et M. SHAM KOUA : participation au séminaire des nouveaux embauchés et visites des laboratoires à Brest, Argenton et Nantes.

Décembre

- Y. GUEGUEN : participation à l'évaluation AERES UMR IHPE en France.

MISSIONS AU CENTRE IFREMER DU PACIFIQUE**Mai**

- B. BELIAEFF, Directeur du Département «Ressources Biologiques et Environnement» (RBE) et H. FORYS, responsable des «Ressources Humaines» à Nantes.

Juillet

- J. VIDAL-DUPIOL, post-doc (Université de Perpignan).

Octobre

- A. HUVET, chercheur en biologie moléculaire à Brest.

Novembre

- C. CAHU, Direction scientifique d'Ifremer.
- L. QUINTRIC, ingénieur en Bioinformatique à Brest.

VISITES**Janvier**

- E. CLUA, Directeur Régional à la Recherche et Technologie (DRRT).
- D. CHOMER, Président de Tahiti Fa'ahotu, accompagné de B. COSTA, chargé de mission.
- S. ENJALBERT, chef de pôle au Haut-Commissariat, accompagné de Mesdames N. TIAIPOI et B. WONG, chargées des projets de modernisation interministériels au Haut-Commissariat.
- J.M. MONNOT, directeur de la société Manutea.
- E. VAXELAIRE, directeur de La société Monoi Tiare Tahiti.
- V. BERTEAUX du CRIOBE.

Février

- S. CHABRIER, maître de conférence à l'Université de Polynésie Française (UPF), accompagné d'A. GABILLON, vice-président du conseil scientifique de l'UPF et M. LOESDAU, doctorant à l'UPF.

Avril

- H. MONGARDE, négociant agréé en perle de culture de Tahiti, accompagné d'un perliculteur de Rikitea.
- 30 étudiants de niveau L3 de l'UPF.
- J.P. LAFLAQUIERE, Haut-Commissaire de la République en Polynésie française, accompagné d'Eric CLUA (DRRT), S. JARLEGAND, Directeur de Cabinet du Haut-Commissariat et E. SACHER, Administrateur des Tuamotu - Gambier.

Mai

- B. COSTA, chargé de mission à Tahiti Fa'ahotu, L. HUAN de Tahiti Fa'ahotu, I. LEFORT, journaliste et rédactrice en chef du magazine «We Demain», N. Dickinson, photographe et D. TEMARII, déléguée de la Polynésie française à Paris.

Juillet

- J.P. ARON, administrateur des Tuamotu - Gambier.
- V. DENIS, chargé de production à TF1 et B. LIZARAZU, footballeur champion du monde en 1998.

- M. PONGA, député au Parlement européen représentant l'Outre-Mer et T. FROGIER, déléguée à la Recherche en Polynésie française.

Août

- L. MALLET, coordinateur général de l'Association des Communes et des Collectivités de l'Outre-Mer (ACCDOM).

- P. ERNOULT, directeur du Centre Ifremer du Pacifique, de 1984 à 1985.

- Les membres du Conseil Economique, Social et Culturel (CESC) de la Polynésie française.

Septembre

- C. LOTIGIE, administrateur des îles du Vent et Sous-le Vent, accompagné de B. LANCAR, stagiaire de l'Ecole Nationale d'Administration (ENA).

- Les représentants de la Commission du Pacifique Sud (CPS), les responsables des ministères et services de la Polynésie française et les conseillers municipaux de la Commune de Taiarapu-Ouest.

Octobre

- 15 étudiants (Master 2) de l'Université de Polynésie Française.

- Les retraités de la Fédération des Associations des Retraités de l'Etat en Polynésie française.

Novembre

- Les perliculteurs, dans le cadre du Séminaire Recherche en Perliculture.

PARTICIPATION A DES JURYS DE THESEES

M. Taquet : Rapporteur de la thèse de Jude Bijoux : Reef fish spawning aggregation sites : the ecology of aggregating and resident species. *Université de la Méditerranée - Aix-Marseille II, Mai 2013.*

Productions scientifiques 2013

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

Blay C., M. Sham-Koua, V. Vonau, R. Tetumu, P. Cabral and C.L. Ky (2013). Influence of pearl rate on cultured pearl grade and colour in the black lipped pearl oyster *Pinctada margaritifera* using farmed donor families. *Aquaculture International*, doi 10.007/s10499-013-9719-5.

Chavez-Villalba J., C. Soyez, H. Aurentz, G. Le Moullac (2013). Physiological responses of female and male black-lip pearl oysters *Pinctada margaritifera* to different temperatures and concentrations of food. *Aquat. Living Resour.*, **26** : 263-271 **(IF 1.07)**.

Ky C.L., C. Blay, M. Sham-Koua, V. Vanaa, C. Lo, P. Cabral (2013). Family effect on cultured pearl quality in black-lipped pearl oyster *Pinctada margaritifera* and insights for genetic improvement. *Aquatic Living Resour.*, **26** : 133-145. **(IF 1.07)**.

Ky C.L., P. Barre and M. Noirot (2013). Genetic investigations on the caffeine and chlorogenic acid relationship in an interspecific cross between *Coffea liberica dewevrei* and *C. pseudozanguebariae*. *Tree Genetics and Genomes*, **9** : 1043-1049.

Le Moullac G., C. Soyez, M. Sham-Koua, P. Levy, J. Moriceau, V. Vonau, M. Maihota, J.C. Cochard (2013). Feeding the pearl oyster *Pinctada margaritifera* during reproductive conditioning. *Aquaculture Research*, **44** : 404-411 **(IF 1.42)**.

Emerenciano M., G. Cuzon, G. A. Paredes and G. Gaxiola (2013a). Evaluation of biofloc technology in pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* culture : growth performance, water quality, microorganisms profile and proximate analysis of biofloc. *Aquaculture International*, **21**(6) : 1381-1394.

Emerenciano, M., G. Cuzon, M. arevalo, M. Miquelajauregui et al. (2013b). Effect of short-term fresh food supplementation on reproductive performance biochemical composition, and

fatty acid profile of *Litopenaeus vannamei* (Boone) reared under biofloc conditions. *Aquaculture International*, **21**(5) : 987-1007.

Bonilla-Gomez J.L., X. Chiappa-Carrara, C. Galindo, G. Cuzon and G. Gaxiola (2013). Effects of adaptation to laboratory conditions on growth, molting and food consumption of juvenile *farfantepenaeus duorarum* (decapoda : penaeidae). *Journal of Crustacean Biology*, **33**(2) : 191-197.

Gallardo P., G. Martinez, G. Palomino, A. Paredes et al. (2013). Replacement of artemia franciscana nauplii by microencapsulated diets : effect on development, digestive enzymes and body composition of white shrimp *Litopenaeus vannamei* larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*, **44** (2) : 187-197.

Taquet M. (2013). Fish aggregating devices (FADs) : good or bad fishing tools ? A question of scale and knowledge FOREWORD : Tahiti International Conference "Tuna Fisheries and FADs", November 2011. . *Aquat. Living Resour.*, **26**(1) : 25-35. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1051/alr/2013043>, open access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00137/24835>.

Rosa R.D., A. Vergnes, J. De Lorgeril, P. Goncalves, M. Perazzolo Luciane, L. Saune, B. Romestand, J. Fievet, Y. Gueguen, E. Bachère and D. Garzon-Destoumieux (2013). Functional divergence in shrimp anti-lipopolsaccharide factors (ALFs) : from recognition of cell wall components to antimicrobial activity. *Plos One*, **8**(7), e67937. doi : 10.1371/journal.pone.0067937.

ACLN : ARTICLES DANS DES REVUES INTERNATIONALES OU NATIONALES SANS COMITE DE LECTURE

Gueguen Y. et C. Lo (2013). Bilan du GDR ADEQUA « Amélioration de la qualité des perles de *Pinctada margaritifera* de Polynésie française » (2008-2012). *Te Reko parau (le journal des professionnels de la filière perlicole) - Octobre 2013*.

Gueguen Y. et C. Lo (2013). Le projet POLYPERL. *Te Reko parau (le journal des professionnels de la filière perlicole) - Octobre 2013*.

KY C.L. (2013). La sélection génétique et l'écloserie d'huîtres perlières donneuses de greffons pour une production de perle améliorée. *Te Reko parau (le journal des professionnels de la filière perlicole) - Octobre 2013*.

Saulnier D. (2013). Influence de la hauteur de découpe de greffons sur les taux de maintien et la qualité des perles récoltées. *Te Reko parau (le journal des professionnels de la filière perlicole) - Octobre 2013*.

Lo-Yat A. (2013). Un navire océanographique au service de la perliculture. *Te Reko parau (le journal des professionnels de la filière perlicole) - Octobre 2013*.

Lacoste E. (2013). Le phénomène de BIOSALISSURE. *Te Reko parau (le journal des professionnels de la filière perlicole) - Octobre 2013*.

ACTI : COMMUNICATIONS AVEC ACTES DANS UN CONGRES INTERNATIONAL

Gueguen Y., C. Montagnani, C. Joubert, B. Marie, C. Belliard, A. Tayale, J. Fievet, P. Levy, D. Piquemal, F. Marin, G. Le Moullac, C. L. Ky, P. Garen, C. Lo and D. Saulnier (2013) Characterization of Molecular Processes Involved in the Pearl Formation in *Pinctada margaritifera* for the Sustainable Development of Pearl Farming Industry in French Polynesia, In 'Recent Advances in Pearl Research - *Proceedings of the International Symposium on Pearl Research 2011*' - S. Watabe, K. Maeyama and H. Nagasawa eds., Terrapub, Tokyo : 183-193.

Marin F., B. Marie, S. Ben Hamada, P. Silva, N. Le Roy, N. Guichard, S. Wolf, C. Montagnani, C. Joubert, D. Piquemal, D. Saulnier and Y. Gueguen, (2013). 'Shellome': Proteins involved in mollusk shell biomineralization - diversity, functions. In 'Recent Advances in Pearl Research -

Proceedings of the International Symposium on Pearl Research 2011' - S. Watabe, K. Maeyama and H. Nagasawa eds., Terrapub, Tokyo : 149-166.

C-COM : COMMUNICATIONS ORALES SANS ACTE DANS UN CONGRES INTERNATIONAL OU NATIONAL

- Marie B., C. Joubert, A. Tayale, I. Zanella-Cleon, C. Belliard, D. Piquemal, N. Cochennec-Laureau, F. Marin, D. Saulnier, Y. Gueguen et C. Montagnani (2013). Répertoires sécrétoires des couches nacrées et prismatiques de la coquille d'huître perlière polynésienne *Pinctada margaritifera*. *JFBTM15, 15èmes journées Françaises de Biologie des Tissus Minéralisés, Poitiers 30-31 Mai, 1^{er} Juin 2013.*
- Gueguen Y. (2013). Présentation générale du GDR ADEQUA : focus sur certains résultats marquants du GDR : de l'observation de la perle à la compréhension des mécanismes de biominéralisation et des facteurs les influençant - *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Gueguen Y. (2013). Présentation du projet ANR POLYPERL et du contrat de projet Biodiperl. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Fievet J. (2013). La découpe et le temps d'attente du greffon avant la greffe. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Saulnier D. (2013). Les mécanismes de biominéralisation de la perle et de la coquille. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Saulnier D. (2013). Les enrobages de noyaux. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Le Moullac G. (2013). Effet de l'environnement de la croissance coquillière et perlière. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Le Moullac G. (2013). Les bases zootechniques pour la sélection d'huîtres donneuses de greffons. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Lo Yat A. (2013). Environnement, croissance et collectage. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Ky C.L. (2013). Le projet de recherche RIKIGEN. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Ky C.L. (2013). L'amélioration génétique au service de la filière. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Ky C.L. (2013). La recherche en génétique déployée dans les fermes. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Blay C. et Ky C.L. (2013). Effet de sites de culture sur la qualité des perles. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Lacoste E. (2013). Epibiontes et nettoyage. *Séminaire recherche en perliculture, Tahiti, 5 et 6 Novembre 2013.*
- Teaniniuraitemoana V., A. Huvet, Y. Gueguen, N. Gaertner-Mazouni and G. Le Moullac (2013). Gonad transcriptome analysis of pearl oyster *P. margaritifera* : sex and stage specific genes. *12th Pacific Science Inter-Congress, 8-12 July 2013, University of the South Pacific, Laucala Bay Campus.*
- Taquet M. (2013). Enjeux et potentialités des ressources marines des Outre-mer français. *Congrès des communes de Polynésie française. ACCDOM, Université de Polynésie Française (juillet 2013).*

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

- Gueguen Y., C. Lo, E. Bachère, C. Belliard, J.C. Cochard, N. Cochenec-Laureau, J.P. Cuif, Y. Dauphin, J. Fievet, J.P. Gauthier, J. Guezennec, G. Gutierrez, C. Joubert, C.L. Ky, J.M. Lebel, G. Lecellier, S. Lemer, G. Le Moullac, M. Lepennec, B. Marie, F. Marin et C. Montagnani (2013).: Amélioration de la qualité des perles de *Pinctada margaritifera* de Polynésie française. *Rapport final du GDR ADEQUA (2008-2012)*.
- Saulnier D., A. Tayale, Y. Gueguen, A. Santini, P. Levy, C. Belliard, K. Magre, C. Montagnani, C. Joubert et J. Fievet (2013). Influence de la Hauteur de Découpe des Greffons (HDG) sur la qualité des perles produites par l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. *Complément du rapport final de la convention Ifremer-PRL n°7.0007*.
- Belliard C., C. Blay, J. Fievet, P. Garen, Y. Gueguen, C.L. Ky, G. Le Moullac, P. Levy, A. Lo-Yat, K. Magre, A. Santini, D. Saulnier et M. Sham-Koua (2013). Actions de recherches dans le domaine de la perliculture par le Centre Ifremer du Pacifique (CIP) de 2013 à 2014. *Rapport intermédiaire du Marché négocié entre la Direction des Ressources Marines de Polynésie française et l'Ifremer*.
- Belliard C., R. Bernardino, V. Buchet, E. Cardona, D. Coves, G. Cuzon, R. Dufour, J. Fievet, E. Gasset, J. Goguenheim, Y. Gueguen, P. Levy, B. Lorgeoux, D. Saulnier et V. Terorotua (2013). Opérations de consolidation et de développement des filières aquacoles de crevettes et de poissons lagunaires en Polynésie française. *Rapport final de la convention de collaboration n° 6957 MRM/DRM du 27/12/12 entre la Direction des Ressources Marines et l'Ifremer*.

BRE : BREVETS (INDIQUER LES LICENCES EVENTUELLES)

- Joubert C., C. Montagnani, A. Tayale, D. Saulnier, D. Piquemal et Y. Gueguen. «Signature prédictive de la capacité de biominéralisation d'une huître perlière donneuse de greffons». Demande de brevet française FR1262140 du 17 décembre 2012. Demande de brevet internationale PCT/FR2013/053144 déposée le 17 décembre 2013.

OS : OUVRAGES SCIENTIFIQUES

- Emerenciano M. et al. (2013). Biomass now - Cultivation and utilization. Edited By Miodrag Darko Matovic, Publisher InTech, 448pp.

MEDIATISATION DES ACTIVITES DE RECHERCHE

- Beliaeff B. (2013). Activités de l'Ifremer dans le Pacifique, invité du journal télévisé de Polynésie 1^{ère}.
- Tetumu R. (2013). Activités de l'Ifremer dans le Pacifique (en tahitien), invité du journal télévisé de Polynésie 1^{ère}.
- Taquet M. (2013). Programme DCP, invité dans l'émission Horizon Pacifique de Polynésie 1^{ère}.
- G. Cuzon (2013). L'aquaculture en Polynésie, invité dans l'émission Horizon Pacifique de Polynésie 1^{ère}.

IMPLICATION DANS LA FORMATION PAR LA RECHERCHE

Master 2 EIO, module Aquaculture

- Le Moullac G. (2013). La domestication des invertébrés en aquaculture : CM 1h.
- Ky C.L. (2013). L'amélioration génétique de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* : CM 2h.

- Saulnier D. (2013). Méthodes moléculaires pour la détection et la quantification d'agents infectieux sévissant en aquaculture : quels enjeux ? CM 2h le 27/09/13, TP 4h le 23/10/13.
- Taquet M. (2013). Membres de l'équipe pédagogique du Master 2 EIO - Université de Polynésie Française, organisation des enseignements (UE 4), 3 heures de CM thématique Halieutique, participation au jury d'examen - 1^{er} semestre.
- Cardona E. (2013). Crevetticulture : CM 1h. Détection et quantification de la flore bactérienne associée à la crevette : partie 1 extraction d'AND. TP 4h.

Master 2 EIO, module Pêche et Postlarval Capture & Culture

- A. Lo Yat (2013). Phase océanique et colonisation larvaire chez les poissons coralliens : CM 2h, TD 4h, TP 4h. Proposition et correction de sujets d'examen. Enseignements effectués au CRIOBE du 9 au 11/12/2013.

MEMOIRES D'ETUDIANTS (INA-PG, DEA, ISPA, IUT, MAITRISE, INGENIEURS)

- Le Borgne F. (2013). Etude du collectage expérimental de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* dans deux lagons polynésiens. *Rapport de stage Master 2, Sciences de la Mer et du Littoral, spécialité Ecosystèmes marins, Université de Bretagne Occidentale*. 36pp.
- Leprêtre M. (2013). Effet de la température et du niveau trophique sur la gamétogénèse et sur la sex-ratio chez *Pinctada margaritifera*. *Rapport de stage Master 2, Sciences de la Mer et du Littoral, spécialité Biologie des organismes marins, Université de Bretagne Occidentale*. 30pp.
- Helme H. (2013). Détermination en milieu contrôlé des cinétiques de concentration de métaux lourds dans les huîtres perlières. *Rapport de stage Master 2, Pôle radioprotection, environnement, déchets et crise, le Vésinet*. 21pp.
- Ung J. (2013). Evaluation de l'influence des conditions d'élevage sur les populations de microorganismes dans les élevages de crevettes en biofloc. *Rapport de stage Master 1 d'Interactions Microorganismes, Hôtes et Environnements. Université Montpellier 2*. 45pp.
- Vongue J. (2013). Etude des larves de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* récoltées sur l'atoll d'Ahe (Tuamotu, Polynésie française). *Rapport de stage L3, Université de Bordeaux 1*. 21pp.
- Gatien M. (2013). Etude du naissain de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* issu des collecteurs expérimentaux posés dans le lagon d'Ahe (projet POLYPERL). *Rapport de stage L3 SVT, Université de la Polynésie Française*. 17pp.
- Amaru H. (2013). Etude de la dynamique des larves de bivalves dans le lagon d'Ahe (Archipel des Tuamotu, Polynésie française). *Rapport de stage L3 SVT, Université de la Polynésie française*. 12pp.
- Teyssonneyre A. (2013) Développement d'une approche d'inhibition de l'expression des gènes pour l'étude des mécanismes de biominéralisation chez l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. *Rapport de stage IUT Génie Biologique, option analyses biologiques et biochimiques, Université d'Auvergne*. 41pp.
- Pinel M. (2013). Contribution à l'étude des larves et du naissain de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* issus des campagnes de collectes à Ahe et Mangareva de novembre 2012 à avril 2013. *Stage conventionné avec la Direction des Ressources Marines et Minières*. 14pp.
- Beaudet M. (2013). Recherche de substances inhibitrices du Quorum Sensing dans une collection d'invertébrés marins de Polynésie française. *Rapport de stage 2^{ème} année pour obtention du diplôme de Technicien Supérieur de la Mer (TSM), Intechmer*. 42pp.
- Beluze M. (2013). Variabilités génotypiques, phénotypiques et expressionnelles chez l'huître perlière *Pinctada margaritifera*. *Rapport de stage M1 Biologie-Biochimie-Biotechnologie Université catholique de Lyon*.

INDICATEURS DE PRODUCTION 2013

Fiche n°4	Articles destinés au grand public	5
Fiche n°36	Autres publications et rapports à diffusion restreinte (rapports de convention et de recherche)	4
Fiche n°10	Communications scientifiques et technologiques en réunions professionnelles	15
Fiche n°	Thèses et HDR de personnels de l'Ifremer de l'année écoulée	0
Fiche n°12	Nombre d'avis et expertises ayant donné lieu à un document écrit	
Fiche n°35	Nombre de doctorants accueillis dans des locaux de l'Ifremer et dans les UMR contractualisées pour des périodes supérieures à trois mois	4
Fiche n°37	Nombre de post-doctorants accueillis dans les mêmes conditions	0
Fiche n°38	Nombre de docteurs d'Etat et de personnels HDR dans les effectifs CDI de l'Ifremer	4
Fiche n°39	Nombre de personnels ayant donné des cours	6
Fiche n°40	Nombre d'heures de cours	31
Fiche n°41	Nombre de stagiaires pour une durée supérieure à 5 jours bac à bac+2	3
Fiche n°42	Nombre de stagiaires pour une durée supérieure à 5 jours bac à bac+3 et plus	10
Fiche n°43	Nombre de missions de chercheurs de l'Ifremer à l'étranger	0
Fiche n°44	Séjours de plus de 2 mois de chercheurs étrangers dans des laboratoires IFREMER	0
Fiche n°47	Nombre de visites de délégations étrangères	0