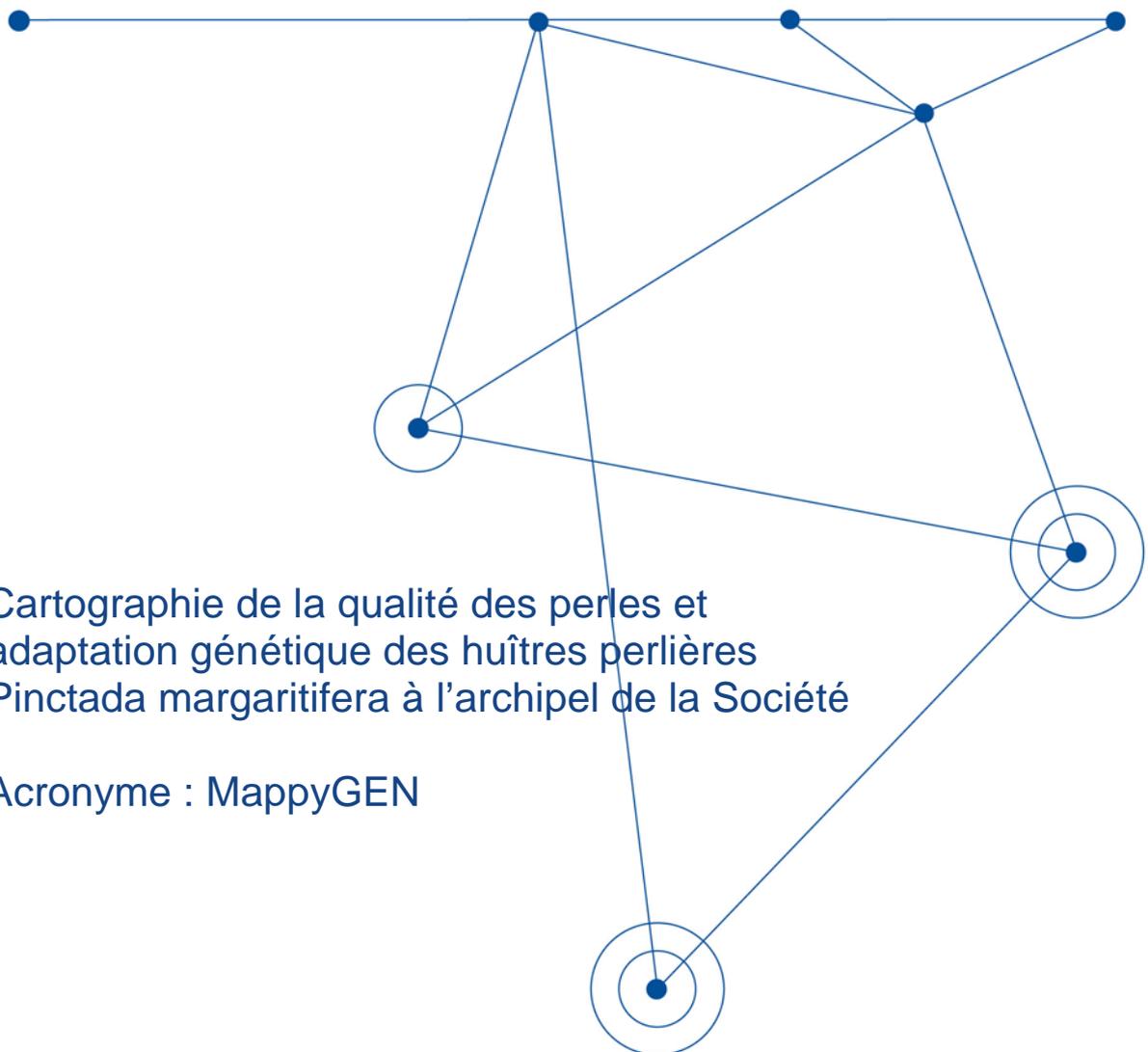


CONVENTION MappyGEN
RAPPORT FINAL
N°09778/MPF/DRMM du 30/11/2018

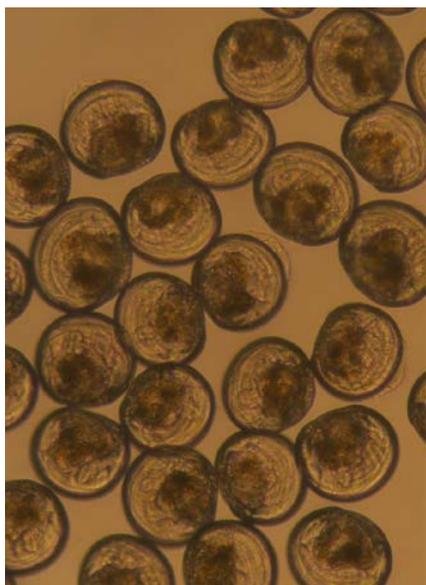


CONVENTION MAPPYGEN

RAPPORT FINAL

N°09778/ MPF/DRMM DU 28/12/2017

**Cartographie de la qualité des perles et
adaptation génétique des huîtres perlières *Pinctada margaritifera*
à l'archipel de la Société
Acronyme : MappyGEN**



Fiche documentaire

Titre du rapport : Cartographie de la qualité des perles et adaptation génétique des huîtres perlières *Pinctada margaritifera* à l'archipel de la Société.

Acronyme : MappyGEN

Référence interne : RBE/RMPF/LABO AN-NUM

Date de publication : 2020/11/30

Version : 1.0.0

Diffusion :

libre (internet)

restreinte (intranet) – date de levée d'embargo : 2025/01/01

interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ

Référence de l'illustration de couverture

KY Chin-Long/ De la larve de *Pinctada margaritifera* d'écloserie, aux juvéniles après 15 mois d'élevage.

Langue(s) : Française

Résumé/ Abstract :

MappyGEN est une convention de recherche tripartite Ifremer-DRMM-privé focalisé sur l'archipel de la Société. Le partenaire privé et co-financeur du projet est le groupement d'intérêt économique (GIE) Poe No Raromatai. Dans l'archipel de la Société, la perliculture est majoritairement concentrée dans le lagon commun des îles hautes de Tahaa et Raiatea. L'activité perlicole y est actuellement en déclin, du fait de la difficulté à s'approvisionner sur l'archipel en huîtres perlières. Seuls des transferts importants en provenance des Tuamotu permettent à quelques fermes de poursuivre leurs activités. Dans le passé, la perliculture dans cet archipel reposait sur un approvisionnement en huîtres perlières en provenance d'une autre île de la Société, Mopelia. Les derniers essais de collectage sur ce site ont été infructueux. Face à ce constat, MappyGEN se propose d'évaluer annuellement la potentialité à utiliser des huîtres perlières produites en écloserie et sélectionnées sur la couleur et la croissance (cycle 1), comme source d'approvisionnement pour la production de perles de culture sur les sites partenaires (6 fermes perlières membres du GIE Poe No Raromatai) dans le lagon de Raiatea-Tahaa. Le premier objectif est celui de relever le défi technique de la transition écloserie-lagon de jeunes individus et d'améliorer le procédé de transfert. Avec le soutien de la DRMM, MappyGEN se propose aussi de constituer les premières familles produites en écloserie originaires de Mopelia comme ressource d'approvisionnement spécifique à la Société. Le second objectif est de mieux comprendre les interactions entre l'huître perlière et son environnement et aboutir à une véritable cartographie de la qualité de production des perles de culture à l'échelle du lagon de Raiatea-Tahaa. Pour cela, des greffes expérimentales seront réalisées à partir d'huîtres perlières d'écloserie et utilisées en tant que donneuses de greffons, mais aussi en tant que receveuses. Cette approche va permettre, en uniformisant le matériel biologique et l'acte de greffe (même greffeur, taille et origine de nucléus), de mieux comprendre les mécanismes générateurs de variabilités génétiques et des capacités d'adaptation de l'huître perlière à l'environnement spécifique du lagon de Raiatea-Tahaa.

Mots-clés/ Key words :

Pinctada margaritifera ; GIE ; Archipel de la Société ; Adaptation ; Cartographie

Comment citer ce document :

Ky Chin-Long (2020). Cartographie de la qualité des perles et adaptation génétique des huîtres perlières *Pinctada margaritifera* à l'archipel de la Société. Acronyme : MappyGEN. Rapport final 09778/MEI/DRMM du 28/12/2017.

Disponibilité des données de la recherche : Confidentielles

DOI : sans objet

Commanditaire du rapport :

La Direction des Ressources marines et minières
 B.P. 20, 98.713 Papeete –TAHITI
 Polynésie française
 Immeuble Lecaill, 2ème étage, Fare Ute
 Tél. : (689) 40 50 25 50, Fax. : (689) 40 43 49 79
 Email : drm@drm.gov.pf , site internet : www.peche.pf

Nom / référence du contrat :

- Rapport initial (réf. bibliographique : XXX)
 Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX)
 Rapport définitif (réf. interne **du rapport intermédiaire** : RBE/RMPF/LABO AN-NUM/ID ARCHIMER)

Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :
 Convention de recherche avec la DRMM et le GIE Poe No Raromatai

Auteurs / adresse mail

KY Chin-Long / chinky@ifremer.fr

Affiliation / Direction / Service, laboratoire

RBE/ RMPF

Encadrement(s) : sans objet

Destinataire :

La Direction des Ressources marines et minières
 B.P. 20, 98.713 Papeete –TAHITI
 Polynésie française
 Immeuble Lecaill, 2ème étage, Fare Ute
 Tél. : (689) 40 50 25 50, Fax. : (689) 40 43 49 79
 Email : drm@drm.gov.pf , site internet : www.peche.pf

Validé par :

Gilles LE MOULLAC
 Responsable de l'unité RMPF
 Patrick VIDAL
 Directeur du Centre Ifremer du Pacifique

Sommaire

1. Introduction	p5
2. Collecte d'huîtres sauvages de la Société	p7
2.1 Campagne 1 de collecte sur l'atoll de Scilly	p7
2.2 Campagne 1 de collecte sur l'atoll de Mopelia	p8
2.3 Campagne 2 de collecte DRM sur l'atoll de Mopelia	p9
3. Reproduction et élevage	p11
3.1 Reproduction	p11
3.2 Elevage larvaire	p11
4. Transfert de naissains	p15
4.1 Protocole de transfert de naissains	p16
4.2 Résultats des détroquages des naissains 2017-2018	p19
4.3 Adaptation des tables de semage	p20
5. Cartographie de la qualité des perles	p22
5.1 Transfert de juvéniles d'écloserie	p22
5.2 Greffes expérimentales	p23
5.3 Checking de la greffe expérimentale	p26
5.4 Récolte de la greffe expérimentale	p27
6. Conclusions	p32
Annexes	p33

1. Introduction

MappyGEN est une convention de recherche tripartite, entre la DRM, un partenaire privé, le groupement de perliculteurs du GIE Poe No Raromatai et l'Ifremer. La liste des 6 producteurs, membres du GIE Poe No Raromatai participant au projet est consignée dans le tableau 1 ci-dessous.

île	FERMES PERLIERES	PRODUCTEUR	Surface (ha)	Carte #
RAIA TEA	SCA VAIRUA PERLES	BRODIEN Hundrew	5,00	103
	SCA PAEA MONIQUE POE	BROTHERSON Teumere	10,00	278
	TCHIOU	TUROA Landry	8,00	407
TAH AA	CHAMPON	CHAMPON Aymeric	16,43	293
	CHAN	Christophe Wing Sang	30,00	291
	CHAN	Ingrid Mahinatea Kim Line	21,02	368

Tableau 1. Producteurs membres du GIE Poe No Raromatai et participant au projet MappyGEN.

La convention, d'une durée de trois ans (voir calendrier du tableau 2) a pour objet de :

A. Collecter des individus sauvages des atolls de Mopelia et Scilly. Pour cela une première campagne de collecte hors convention a été réalisée en décembre 2014 dans le cadre d'une mission embarquée et avait permis de collecter 231 huîtres perlières originaires de Scilly et 62 huîtres en provenance de Mopelia. A terme, ces collectes ont pour objet de constituer un stock de géniteurs spécifiques des « Iles Sous Le Vent » en vue de les reproduire et les exploiter en production au sein du lagon commun de Tahaa-Raiatea. Compte tenu du déterminisme sexuel de *P. margaritifera* (hermaphrodique protandre), les effectifs de ce cheptel devront être augmentés, afin d'avoir des chances d'avoir un nombre de femelles suffisant et à maturité lors des inductions de pontes artificielles.

B. Evaluer le potentiel de transfert de juvéniles d'huîtres perlières (2,5 mois d'âge – taille : 1 mm) comme source d'approvisionnement pour l'archipel de la Société, en alternative aux transferts aériens de sujets adultes en provenance des Tuamotu. Pour cela des reproductions artificielles et des élevages larvaires seront réalisés à l'Ifremer, puis transférées et élevées par chacun des membres du projet. Dans un premier temps, ces transferts seront opérés avec des larves originaires des Tuamotus, dans l'attente de production de larves à partir du cheptel constitué en A. Cette action vise essentiellement, tout au long des transferts opérés, à améliorer et optimiser le procédé de transfert de très jeunes naissains dans le milieu naturel, dans la phase critique de transition éclosion-lagon. Un protocole technique standardisé sera ainsi élaboré, afin d'accroître les rendements de la sortie d'éclosion (à 2,5 mois d'âge) au lagon.

C. Utiliser les huîtres perlières produites en éclosion (en B), en tant que donneuses et receveuses à des fins expérimentales, afin de mieux comprendre les capacités d'adaptation de l'huître perlière dans le lagon commun de Raiatea-Tahaa. L'utilisation d'un tel matériel biologique standardisé, va permettre de réaliser des expérimentations afin d'améliorer les pratiques culturales en production au sein de l'archipel. Il s'agira en particulier de préciser et d'adapter les combinaisons optimales d'âge

de l'huître donneuse et de l'âge de l'huître receveuse (mise en évidence dans le cadre de la thèse de C. BLAY). Les analyses des récoltes associées vont permettre d'aboutir à une cartographie de la qualité des perles sur les sites des 6 membres partenaires. Un accent particulier sera porté sur l'impact de la fréquence de nettoyage des huîtres perlières sur la qualité des perles à la récolte.

Le tableau 2 ci-dessous résume les différentes actions sur les 4 années civiles de 2017 à 2020.

		2017			2018			2019			2020		
	Durée de la convention												
A	Collecte nacres sauvages												
	Reproductions et élevages												
B	Transferts de juvéniles												
C	Optimisation de l'âge												
	Impact du nettoyage												
	Cartographie de la qualité												

Tableau 2. Découpage prévisionnel des actions de recherche de la convention MappyGEN.

CONFIDENTIEL

2. Collecte d'huîtres sauvages de la Société

L'objectif principal de cette action était de prélever dans le milieu naturel des huîtres perlières *Pinctada margaritifera* sauvages originaires de Scilly (Manuae) et Mopelia (Maupihaa), en vue de constituer et exploiter cette ressource comme cheptel de production de naissain spécifique des Iles sous le vent. L'accent sera porté dans un premier temps sur l'atoll de Mopelia, plus facile d'accès car moins éloignés que Scilly de Maupiti.

Une première campagne hors convention en décembre 2014 avait permis de collecter 231 huîtres perlières originaires de Scilly et 62 huîtres en provenance de Mopelia. En mai 2018, un inventaire a permis de mettre en évidence un taux de mortalité élevé, caractéristique de prélèvements *in natura* : 96.8% de Mopelia et 71.4% de Scilly (28,6%).

2.1 Campagne 1 de collecte sur l'atoll de Scilly

Fin 2014, sur l'atoll de Scilly, 4 Plongées scientifiques ont été réalisées (hors projet). Le premier constat est la quasi absence de jeunes nacres et la présence de nacres plutôt âgées au sein du stock naturel. Au niveau des collectes, 8 nacres ont été prélevées sur la station "S1" (voir Figure 1), 18 nacres pour la station "S2", 6 nacres pour la station "S3"; et 7 nacres pour la station "S4" (dont 4 issues du stock naturel et 3 récupérées au fond issues des lignes du fils de M. René TAPUTU – une de ces nacres avait été greffée). Au final, se sont 36 nacres adultes (plus de 3 ans) issues du stock sauvage et 3 nacres issues du collectage qui ont été échantillonnées.



Figure 1. Atoll de Scilly où sont matérialisées les stations de collecte (à gauche). Huître perlière sauvage posée sur le fond du lagon (à droite).

Afin de compléter l'échantillonnage (et d'atteindre un effectif minimal fixé à 200 nacres), M. René TAPUTU a cédé 200 nacres âgées de trois ans issues de ses collecteurs (alors qu'aucune

autorisation de pose de stations de collectage n'a été accordé sur Scilly). Durant la mission et pendant le transport, un total de 5 nacres issues du stock sauvage et 3 nacres issues de collectage sont mortes, ce qui nous amène à un effectif de 231 nacres au final, réparties sur deux sites d'accueil: à l'Ifremer (N = 115) et sur la concession de Teumere BROTHERSON (N = 116) (voir Tableau 3).

Origines	Effectif
Huîtres sauvages hébergées par le GIE à Raiatea (DRMM)	8
Huîtres collectées hébergées par le à Raiatea (DRMM)	108
Huîtres sauvages hébergées par l'Ifremer (Vairao)	23
Huîtres collectées hébergées par l'Ifremer (Vairao)	92

Tableau 3. Bilan des prélèvements en provenance de Scilly et transférés dans les sites d'accueil mi-décembre 2014.

2.2 Campagne 1 de collecte sur l'atoll de Mopelia

Dans le cadre de la même mission de collecte à Mopelia, 50 huîtres sauvages ont été prélevé en 2014 (hors projet). Un total de 22 nacres issues du stock naturel ont été récoltées essentiellement autour du site « MLO2 C » à moins de 5 mètres de profondeur (Figure 2).



Figure 2. Nacres sauvages au sein du lagon de Mopelia (à gauche). Sur les photos de droite: en haut une nacre fixée au corail et en bas une nacre sur le fond sablonneux.

Sur Mopelia, un habitant M. Hio RAIHOHO travaille sur la nacre (sans autorisation aucune). Après avoir montré ses collecteurs, 20 nacres datant du collectage de 2013 et 20 nacres datant du collectage de 2012 ont été cédées (voir tableau 4). Les collecteurs de 2012 étaient bien plus chargés que ceux de 2013. De nombreux épibiontes sur ses collecteurs ont été observés, notamment celle de l'ascidie blanche. M. Hio RAIHOHO a également signalé la présence du Cymatium (mollusque prédateur des nacres). D'après M. Hio RAIHOHO la majorité du stock naturel se situe autour de la passe, et dans le Sud de l'atoll. Ses lignes de collecteurs sont toutes situées dans le sud et le sud/est de l'atoll. Il possède 15 stations de collectage posées en 2012 dont chacune fait 200 mètres de longueur avec 600 collecteurs (soit un total de 600*15 collecteurs). Il estime avoir entre 5 et 15 nacres sur chaque collecteur après 2 ans de fixation soit un total de 90 000 +/- 45000 nacres âgées de 2 ans.

Origine	Effectif
Huîtres sauvages hébergées par l'Ifremer (Vairao)	22
Huîtres de collectage hébergées par l'Ifremer (Vairao)	40

Tableau 4. Bilan des prélèvements en provenance de Mopelia.

2.3 Campagne 2 de collecte DRM sur l'atoll de Mopelia

Dans le cadre d'une mission de la DRMM, des échantillonnages complémentaires ont été réalisés sur l'atoll de Mopelia (seconde quinzaine d'octobre), et réceptionnées à Ifremer le 31 octobre 2018. Un des perliculteurs partenaires de Raiatea a assuré le transfert entre Raiatea et l'Ifremer. Il a récupéré les nacres (N = 39) auprès du navire de mission et les a envoyées par fret aérien à Tahiti où elles ont été réceptionnées (Figure 3) puis conditionnées en vue de déclencher une ponte artificielle courant décembre 2018.

Des prélèvements de manteaux ainsi que des mesures de taille et poids ont été réalisés sur l'ensemble des adultes survivant de Mopelia (à l'issue de la reproduction ; N=34). Tous ont été identifiés individuellement, grâce à une étiquette avec un numéro unique (annexe 1). Le 8 février, tous les individus ont été sexés et une biométrie à nouveau réalisée (Figure 4). La taille ni la masse des individus ne sont statistiquement pas différents selon le sexe (test de Student, p-value=0.3268, 0.2838, 0.1701, 0.1349, respectivement pour les critères d'épaisseur, de largeur, de longueur et de masse).



Figure 3. Huîtres perlières originaire de Mopélia en conditionnement en vue d'une reproduction.

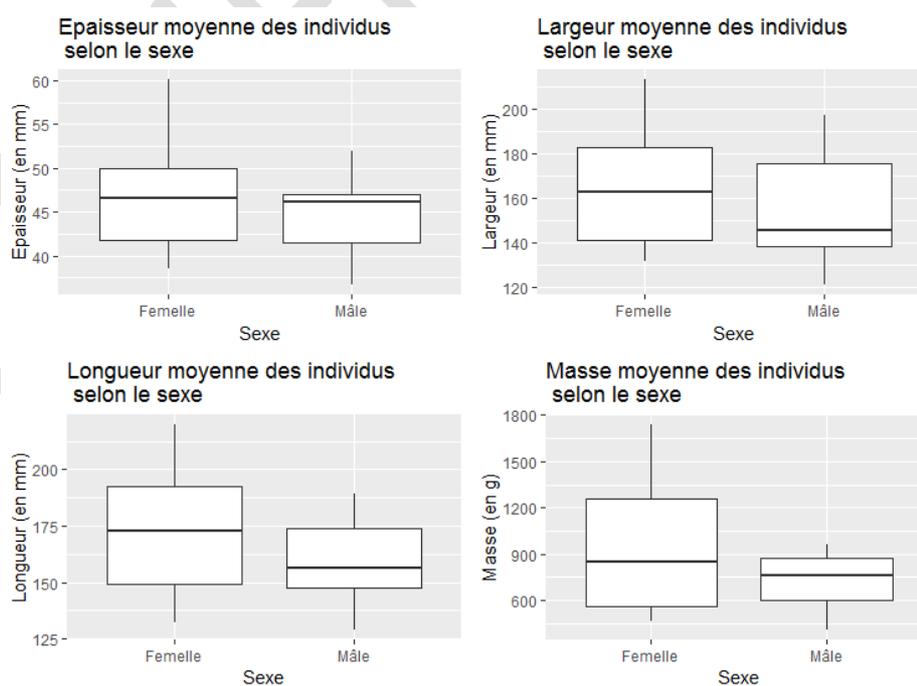


Figure 4. Epaisseur, largeur, longueur et masse moyennes des individus selon le sexe

3. Reproduction et élevage

3.1 Reproduction

Les 39 nacres prélevées lors de la seconde campagne ont été placées dans des bacs (255 l.) en salle de micronurserie. Le débit d'arrivée d'eau, à laquelle sont additionnées les microalgues¹, est de 400mL toutes les cinq secondes, soit 4,8 L/ minute. Le renouvellement d'un bac se fait donc en moins d'une heure (54 minutes). Ils sont nettoyés tous les jours. Les animaux sont conditionnés une quinzaine de jours de cette manière. Durant ce laps de temps, cinq huîtres sont mortes.

Le 13 novembre 2018, une ponte spontanée est repérée dans un des bacs. Peu d'individus ont libéré le produit de leurs gonades. Le produit est récupéré par filtration de l'eau du bac et placé en salle d'élevage larvaire. Suite à cela, tous ont été anesthésiés afin de déterminer si leurs gonades étaient matures ou non. Cette opération a montré que quatorze étaient aptes à la reproduction. Ils ont alors été conditionnés au froid pour un déclenchement de la ponte (18°C, pendant trois jours). Durant ce laps de temps, ils n'ont pas été alimentés ; les bacs étaient seulement aérés sous bullage air. Lorsque les huîtres ont été sorties de la pièce froide, elles ont été mises à sec une vingtaine de minutes puis exposées à une forte source de chaleur (une lampe halogène) le même temps. Elles ont ensuite été remises dans un bac d'eau, dont la température est celle du lagon. Lorsque la ponte a eu lieu, le 15 novembre 2018, neuf huîtres (cinq femelles et quatre mâles) ont libéré leurs gamètes. Le taux de fécondation a été estimé, en fin d'après-midi, le jour de la ponte, à 99,4% ; le nombre d'œufs obtenu à 30,4 millions. Le lendemain, le calcul du taux de métamorphose (en larves D) a été réalisé, il était de 100%. Une nouvelle estimation du nombre de larves a été faite. Il apparaît que le nombre d'œufs déterminé la veille avait été sous-estimé car il a été évalué à plus de 31 millions.

3.2 Elevage larvaire

Environ la moitié des larves ont été gardées et mises en élevage dans cinq bacs différents (Figure 5). Tous comptaient un nombre équivalent de larves (deux millions en moyenne). La ration d'algues distribuée est contrôlée, tant en terme de qualité que de quantité. La qualité de l'eau de mer utilisée pour l'élevage est également contrôlée : elle est microfiltrée² et passée aux rayons U.V. Durant la première phase d'élevage larvaire, jusqu'à ce que les larves atteignent le stade « œillé », la ration contient 30 000 cellules par mL d'eau de mer distribué. En volume cellulaire, la proportion de *Chaetoceros gracilis* et de *T. Isochrysis galbana* est de 1/1. En nombre de cellules, la proportion est 40%/60% car ces deux souches de microalgues n'ont pas un volume identique. Lorsqu'elles se fixent, le nombre de cellules distribué atteint 40 000 cellules par mL. Les proportions distribuées ne changent pas. Les dispositifs d'élevage (tamis, système d'aération, bacs d'élevage) sont nettoyés tous les deux jours. Cette procédure permet de contrôler et empêcher une prolifération d'organismes viraux ou bactériens pouvant entraîner une mortalité excessive des larves. Chaque bac est traité indépendamment des autres. Les populations ne sont pas mélangées. Les larves sont également rincées sur une succession de tamis. Pour réaliser les prélèvements d'échantillons, elles sont regroupées

¹ Il s'agit d'un mélange de *Chaetoceros gracilis* et de *T. Isochrysis galbana*.

² L'eau de mer passe d'abord dans une poche dont les mailles sont de 5 µm puis dans une seconde de 1 µm.

dans un contenant de trois litres. Ils servent à estimer le nombre d'individus présents et leur taille (Figure 6). Pour ce faire, la suspension dans laquelle se trouvent les larves est homogénéisée et trois cents microlitres en sont extraits puis déposés dans les puits d'une plaque d'analyse (annexe 2.1). Celle-ci est alors numérisée. L'image obtenue est traitée à l'aide d'un logiciel de retouches photographique (Photoshop). Cela permet un dénombrement du nombre de larves de chaque puits. En moyennant sur l'ensemble des trois puits puis en multipliant par les dilutions successivement réalisées, une estimation du nombre de larves de chaque bac est donnée. Pour la mesure de la taille, l'image numérisée est traitée de manière différente. Un échantillon d'une cinquantaine de larves est utilisé. Elles doivent être représentatives de l'échantillon ; c'est-à-dire qu'aucune taille ne doit être privilégiée. L'image alors obtenue (annexe 2.2) est traitée dans un autre logiciel (ImageJ) qui permet d'obtenir la surface de chaque point noir, chacun représentant une larve.

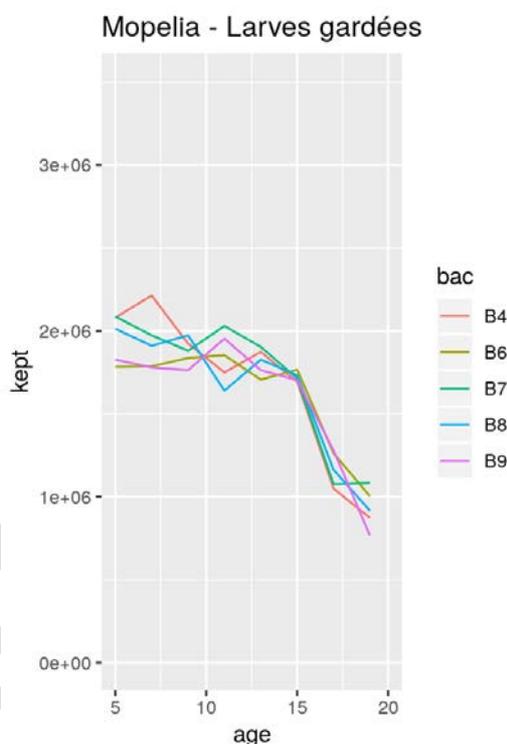


Figure 5. Evolution du nombre de larves gardées lors de l'élevage larvaire.

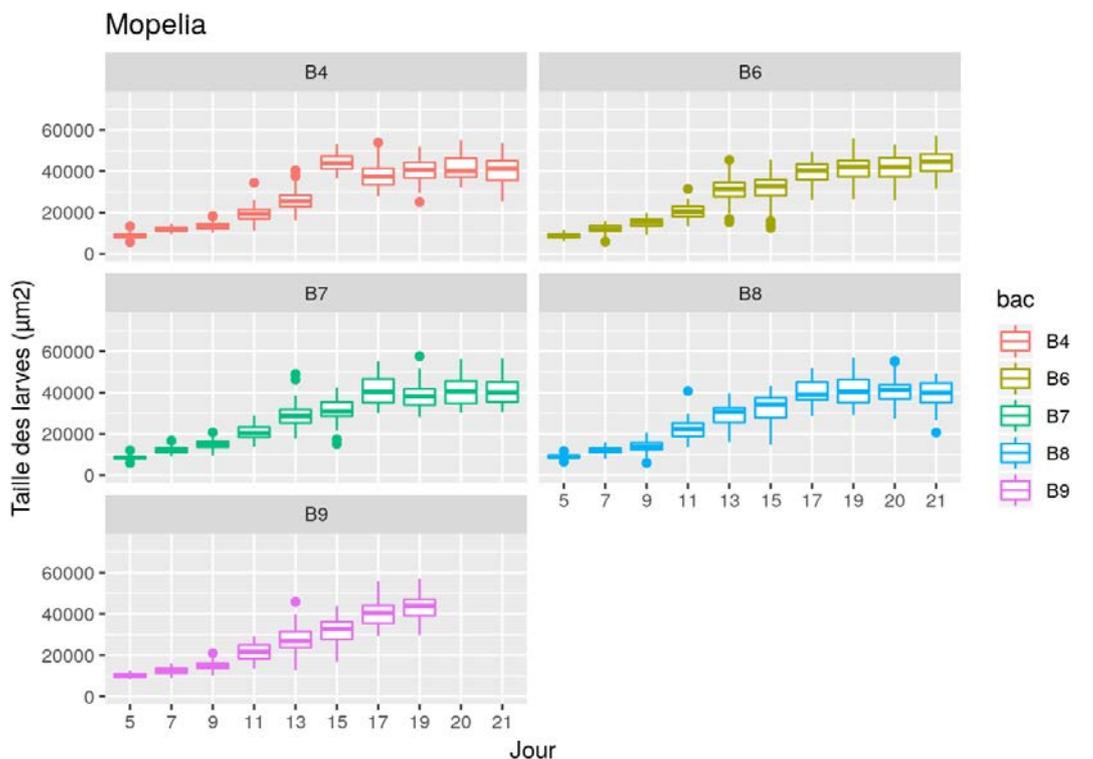


Figure 6. Evolution de la taille des larves en fonction de l'avancée de l'élevage.

Tous les quatre jours, les larves sont triées. Celles qui sont mortes et celles dont la croissance ne correspond pas au standard établi sont éliminées de cette manière. Ne sont ainsi conservées que celles ayant exprimé le meilleur potentiel de croissance durant la phase larvaire. La maille des tamis augmente au fur et à mesure de l'avancée de l'élevage (annexe 3). Là aussi, une fraction des larves retenues par la maille et une de celles non retenues est prélevée. Elles sont dénombrées afin d'estimer le nombre d'individus conservés, leur taille, et celui d'individus éliminés.

Parallèlement, deux fois par jour (le matin et l'après-midi) des prélèvements d'eau sont réalisés en entrée et sortie des bacs d'élevage. Ces mesures vont permettre de mieux comprendre quelle quantité d'algues les larves consomment (Figures 7 et 8) et si elles utilisent un type d'algues de manière préférentielle. Si cela est mis en évidence, une autre question est de déterminer si leurs préférences évoluent au fur et à mesure de leur croissance.

La période d'élevage des larves est divisée en quatre stades, notés de I à IV. Ils suivent leur croissance. Lorsque les larves, devenues naissains, se fixent au matériel d'élevage, un peu plus d'une vingtaine de jours après la fécondation, les individus sont transférés en salle de micronurserie. Là encore, la qualité de l'eau d'élevage est contrôlée. Les tamis sont rincés tous les jours, les bacs d'élevage également.

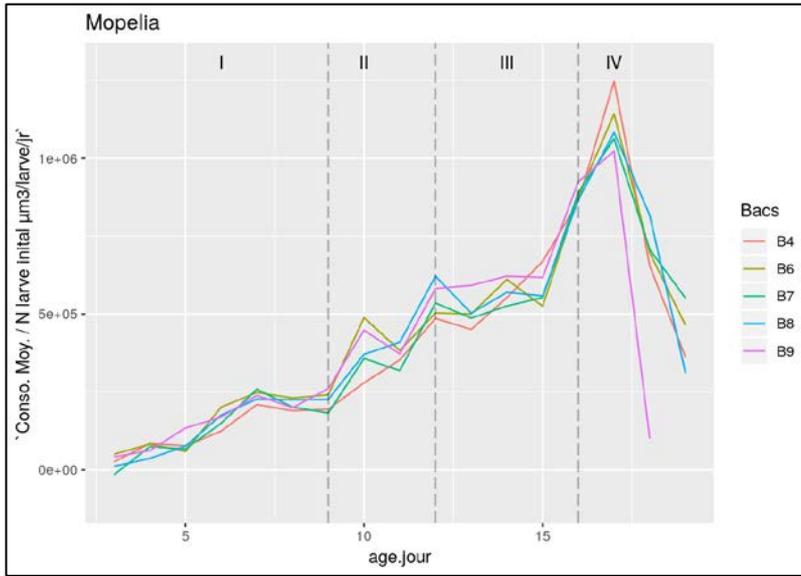


Figure 7. Evolution de la consommation moyenne des larves en microalgues.

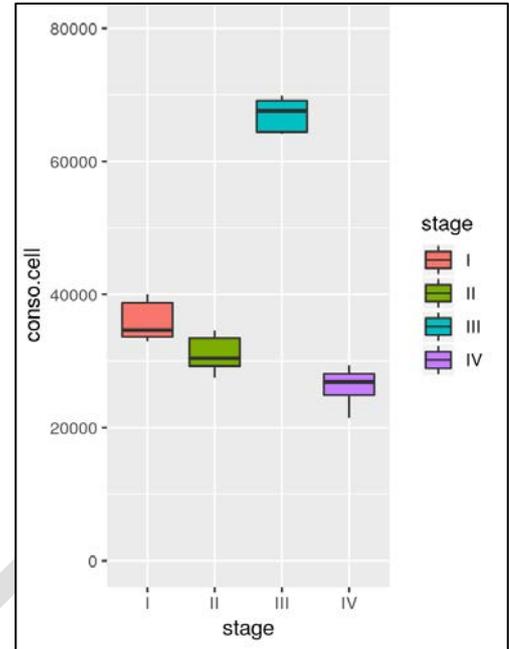


Figure 8. Somme de la consommation d'algues, en nombre de cellules, selon la grosseur des larves.

CONFIDENTIEL

4. Transfert de naissains

Des transferts de naissains d'huîtres perlières (animaux d'1 mm en moyenne à 2,5 mois d'âge) produits en éclosion seront réalisés durant les saisons de production (d'octobre à mai). Ces transferts successifs et pluriannuels (voir calendrier du tableau 1) vont permettre d'optimiser et d'améliorer le protocole technique de transfert de naissain au lagon.

A l'heure actuelle, le naissain est transféré par voie aérienne à sec et au frais par glacière. A l'arrivée, le naissain est "semé" sur des collecteurs placés horizontalement sur des tables de "semage" remplies d'eau en circuit ouvert, durant 48 heures (niveau d'eau de 30 cm en moyenne dans les tables, équipées d'une surverse). Le naissain n'est pas alimenté en microalgues durant cette période de fixation sur collecteur. Un apport de microalgue (transfert en bouteille à concentration élevée) pourrait-il contribuer à optimiser la fixation sur collecteur, sur une période courte de 48h et surtout après une période de transport à sec en glacière ? Les collecteurs sont par la suite attachés par 3 et placés sous grillage de protection entouré d'une moustiquaire durant le premier mois d'élevage, après transfert au lagon. D'autres procédés techniques, que celui du boudin-collecteurs en chapelets pourraient-ils être mieux adaptés à ces jeunes animaux ? Existait-il une prédation à ce stade et la mise en place de moustiquaire doit-elle être maintenue au-delà du mois ?

Le passage d'un milieu d'élevage artificiel, au milieu naturel est toujours une phase de transition délicate pour tout organisme d'élevage. Le naissain subit donc un stress important durant cette période de transition. Les rendements de survies depuis le semage sur collecteur et l'exploitation des mêmes animaux en production devront être estimés afin d'adapter la quantité initialement déposée sur les collecteurs. En particulier, la densité moyenne à semer par collecteur, ainsi que le procédé technique pour respecter cette densité devront aussi être évalués expérimentalement au sein de chacun des sites partenaires.

L'objectif majeur est d'évaluer le potentiel de transfert de juvéniles d'huîtres perlières, à cet âge et pour cette taille moyenne, comme source d'approvisionnement pour l'archipel de la Société, en alternative aux transferts aériens de sujets adultes en provenance des Tuamotu. Pour cela des reproductions artificielles et des élevages larvaires ont été réalisés à l'Ifremer, puis transférées et élevées par chacun des membres du projet. Cette action vise essentiellement à améliorer et optimiser le procédé de transfert de très jeunes naissains dans le milieu naturel, dans la phase critique de transition éclosion-lagon. En effet, le passage d'un milieu d'élevage artificiel, au milieu naturel est toujours une phase de transition délicate pour tout organisme d'élevage. Le naissain subit donc un stress important durant cette période de transition. Les rendements de survie depuis le semage sur collecteur et l'exploitation des mêmes animaux en production devront être estimés afin d'adapter la quantité initialement déposée sur les collecteurs. En particulier, la densité moyenne à semer par collecteur, ainsi que le procédé technique pour respecter cette densité devront aussi être évalués expérimentalement au sein de chacun des sites partenaires.

En décembre 2017 puis mars 2018, du naissain d'huître perlière, produit à l'éclosion de l'Ifremer à partir de géniteurs des Tuamotu, a été envoyé aux perliculteurs partenaires, membres du GIE Poe No Raromatai selon les effectifs figurant sur le tableau 5 ci-dessous.

Partenaires	Nombre de larves transférées			
	Transfert 1 Décembre 2017	Transfert 2 06/03/2018	Transfert 3 13/03/2018	Total
BRODIEN Hudrew	58 300	125 000	125 000	308 300
BROTHERSON Teumere	58 300	125 000	125 000	308 300
CHAMPON Aymeric	58 300	125 000	125 000	308 300
CHAN Wing Sang	116 666	250 000	250 000	616 666
TUROA Landry	58 300	125 000	125 000	308 300

Tableau 5. Quantités de naissains envoyés aux partenaires lors des différents transferts.

Deux dernières campagnes de transferts ont été par la suite réalisées fin 2018 début 2019.

- Décembre 2018 – Janvier 2019

L'expédition vers les sites partenaires s'est fait en deux sessions, à une semaine d'intervalle, les 27 décembre 2018 et 3 janvier 2019. A chaque fois, ce sont 100 000 jeunes nacres que les partenaires ont reçues. Les collecteurs ont mis en place dans le lagon deux jours après le semage. Ils ont été entourés par des protections à mailles très fines durant un mois.

- Mars 2019

Un élevage larvaire avec des larves produites aux Gambier a été mené de janvier à mars 2019. Ses résultats étant bien inférieurs à ceux de l'élevage précédent, il a été fait le choix de n'envoyer des naissains que chez les deux partenaires ayant eu les meilleurs résultats lors de la campagne précédente : CHAMPON et CHAN. Le 12 mars, le premier a reçu 50 400 jeunes nacres et le second 47 000.

4.1 Protocole de transfert de naissains

L'envoi des naissains se fait une quarantaine de jours après la fécondation. Durant les quelques jours précédant l'envoi, le nombre d'individus dans chaque tamis est estimé. Pour cela, la masse totale de naissains est pesée à sec. Un échantillon de quelques dizaines de milligrammes est prélevé, pesé puis dénombré. Grâce à une règle de proportionnalité, l'estimation se fait facilement. Le même procédé est utilisé le jour de l'envoi pour déterminer quelle quantité est envoyée à chacun.

Pour l'envoi, le naissain est placé dans un récipient, constitué d'un tube en PVC et dont le fond est une toile à pore. Ce dernier repose sur un support de plastique, qui empêche le contact avec la fine épaisseur d'eau présente au fond du seau en plastique. Cette dernière permet de maintenir un taux d'humidité assez important et constant. L'ensemble (Figure 9) est mis en glacière pour le transport. Pour que le temps de transport soit le plus court possible, et donc que les naissains soient stressés le moins longtemps possible, le fret est réservé sur un avion dont le vol est sans escale entre Tahiti et Raiatea.

Arrivé sur ferme, le naissain doit être semé sur des collecteurs de plastique. Les periculteurs ont alors testé différentes techniques de semage.



Figure 9. Photographie du système de transfert de naissain utilisé

La première consiste à prendre du naissain dans le récipient de transport puis à le répartir sur l'ensemble des collecteurs, grâce à différents « outils » (Figure 10).

La seconde consiste à introduire du naissain dans un autre récipient hermétique (type bouteille d'eau) avec l'eau de mer. Le tout est ensuite vidé et réparti sur la/les table(s) de semage.



Figure 10. Semage du naissain à la cuillère en plastique

En amont du transfert du naissain, il a été demandé aux perliculteurs de construire des tables de semage. Il s'agit en fait d'un réceptacle où des collecteurs peuvent être immergés dans quelques dizaines de centimètres d'eau de mer en circuit ouvert (renouvellement en eau constant). Pour cette première campagne de semage, les instructions données aux partenaires n'étaient pas restrictives. Ils ont ainsi utilisé différents types de tables (Figure 11 et Tableau 6). Leurs observations et retours ont été consignés afin de déterminer quelles améliorations peuvent être apportées au processus.

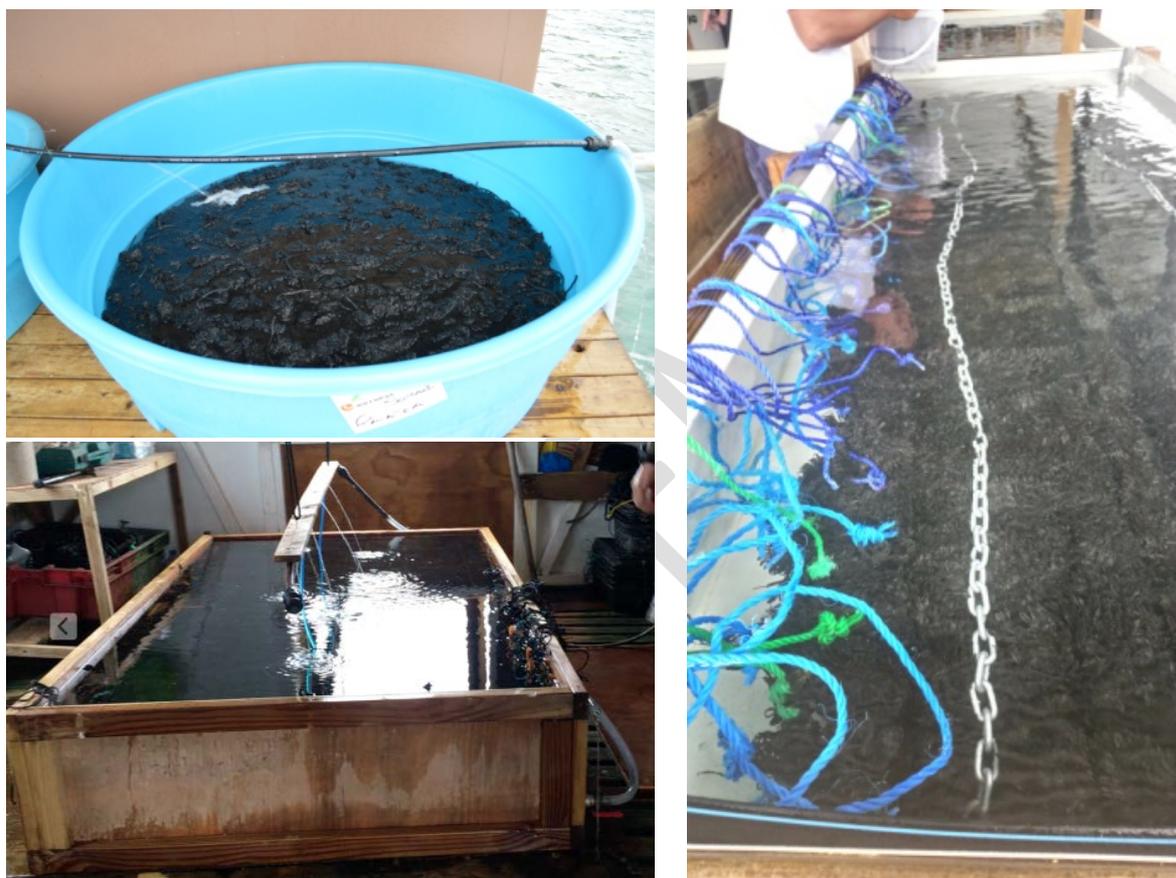


Figure 11. Différents exemples de tables de semage du naissain, chez L. TUROA, T. BROTHERSON et W. S. CHAN.

Différents contrôles du développement des naissains ont été menés depuis le semage, courant fin juin - début juillet 2018 et fin août – septembre 2018. Les résultats sont équivalents chez tous les perliculteurs.

Le détroquage du premier lot de naissain a déjà été réalisé par certains perliculteurs, les autres doivent y procéder fin 2018.

Les premiers résultats opérés chez Aymeric CHAMPON révèlent que 14 500 juvéniles, issues du transfert de naissain de décembre, ont été détroquées des collecteurs ; soit un taux de succès de 24,9%. Ils ont été conditionnés en chapelets de quarante, protégés par des tubes de plastiques à petite maille.

Ferme	Matériaux	Forme	Nombre de tables	Dimensions	Nombre de collecteurs	Immersion préalable (24/48h) des collecteurs	Superposition des collecteurs	Alimentation en eau
BRODIEN Hundrew Vairua Perles	planche de 2x12 et contre plaqué	Rectangulaire	2	1,22 m x 2,44 m x 0,30 m	200 (100 par table)	NON	OUI (3 étages)	Par le haut
BROTHERSON Teumere	Contre planqué bois	Rectangulaire	1	1,22 x 2,44 x 30 cm hauteur	250 (125 par plateau)	NON	OUI	Par le haut avec 2 alimentations supplémentaires pour l'étage inférieur
CHAMPON Aymeric	PVC	Rectangulaire	1	2,6m (long) x 0,90m (largeur) x 0,40m (hauteur)	120 (60 par niveau)	NON	OUI	Par le haut
CHAN Wing Sang	PVC – contre-plaqué	Rectangulaire	3	2,5 x 0,5	180 (par table)	NON	OUI	Par le haut
TUROA Landry Tchiou	PVC	Cylindrique	2 (1 petit / 1 grand)	P : Ø 1,15 m G : Ø 1,60 m	160	NON	NON	Par le haut, 1 jet par bac. Petit : 20 cm de hauteur d'eau Grand : 15 cm de hauteur d'eau

Tableau 6. Eléments descriptifs des tables de semage utilisées par les perliculteurs.

4.2 Résultats des détroquages des naissains de la campagne 2017-2018

Fin 2018, les partenaires ont procédé aux détroquages des premiers naissains envoyés depuis le début de la convention (Tableau 2, annexe 4). La figure 12 illustre les juvéniles issus de ces semages.



Figure 5. Juvéniles de *P. margaritifera* issus de semage (photo : Hundrew BRODIEN).

Les comptages montrent des résultats hétérogènes selon les fermes (Tableau 3). Ils ont été mis en parallèle avec les tables de semage mises en place (annexe 5). De cette manière, des propositions d'amélioration ont pu être étudiées et soumises aux perliculteurs (cf. 4.3). L'objectif visé était d'homogénéiser les résultats en répliquant le système de fixation semblant être le plus adapté à cet environnement.

Tableau 2. Résultats des semages de naissains de fin décembre 2017

	Effectifs envoyés lors du premier transfert	Effectifs détroués	Pourcentage de juvéniles obtenu
Wing Sang CHAN	116 600	15 178	13%
Aymeric CHAMPON	58 300	14 500	25%
Teumere BROTHERSON	58 300	1 800	3%
Hundrew BRODIEN	58 300	7 000	12%
Landry TUROA	58 300	3 540	6%

Tableau 3. Résultats du double semage de naissain de mars 2018

	Effectifs totaux envoyés lors du double transfert	Effectifs détroués	Pourcentage de juvéniles obtenu
Wing Sang CHAN	586 000		
Aymeric CHAMPON	293 000	6 920	2,36%
Teumere BROTHERSON	293 000	900	0,31%
Hundrew BRODIEN	293 000	21 664	7,39%
Landry TUROA	293 000	1 740	0,59%

Néanmoins, ces résultats finaux ne traduisent pas exactement le succès du système de semage et fixation sur collecteurs. En effet, il ne tient pas compte de la mortalité/prédation survenue après la mise en place dans le lagon.

Les résultats du double semage sont très en-dessous de ceux du premier. Les perliculteurs ont procédé de manière identique sur les deux opérations. Il n'y avait pas eu de problèmes particuliers durant l'élevage des naissains envoyés. Les paramètres de l'eau utilisée pour le semage étaient peut-être différents.

4.3 Adaptation des tables de semage

Les résultats sont variables selon les sites et les modes opératoires associés (tableau 6). En se basant sur le modèle de semage du site ayant obtenu les meilleurs résultats, des pistes d'amélioration concernant la densité de collecteurs, la hauteur d'eau et le renouvellement en eau sont proposés. La qualité de l'eau utilisée pour le renouvellement est aussi un facteur impactant.

Une densité de 60-65 collecteurs pour un volume d'eau de 0,5 m³ est préconisée. Leur répartition en « étage », sur différents plateaux, est acceptée, sous réserve qu'ils ne soient pas supérieurs à deux. De plus, la hauteur d'eau dans laquelle seront déposés naissains et collecteurs doit être comprise vingt et trente centimètres. Il faut qu'elle soit suffisamment haute pour que les collecteurs soient espacés mais pas trop pour diminuer le risque de fixation des naissains hors des collecteurs ; sur les parois de la table par exemple.

En ce qui concerne le pompage, un débit de 500L.h-1 minimum est recommandé. De cette manière, l'ensemble du volume d'eau est renouvelé en moins de deux heures. Cela permet une bonne oxygénation des bacs et un apport en éléments nutritifs. Pour ne pas ajouter de paramètres de stress supplémentaires aux naissains, le lieu de pompage doit être situé dans une zone éloignée d'une source d'eau douce. Le courant doit y être suffisant pour qu'aucun élément stagnant ne soit apporté. De la même manière, toute aire où la présence de boue est remarquée est à éviter.

CONFIDENTIEL

5. Cartographie de la qualité des perles

Des greffes expérimentales à partir d'animaux produits en éclosion seront réalisées (fin 2018) sur les sites des 6 membres du GIE Poe No Raromatai, en vue de mieux comprendre les capacités d'adaptation de l'huître perlière au lagon commun de Raiatea-Tahaa. Deux objectifs sont ciblés: 1) valider l'optimisation de l'âge de l'huître donneuse et de l'âge de l'huître receveuse pour une production de qualité, et 2) évaluer la fréquence de nettoyage des huîtres perlières sur la qualité des perles à la récolte. Ces expérimentations permettront aussi, par homogénéisation des pratiques culturelles, d'aboutir à une cartographie de la qualité des perles dans le lagon commun de Raiatea-Tahaa. Pour cela un transfert de 5000 huîtres perlières d'éclosion produites par l'Ifremer sera préalablement réalisé par voie aérienne. Ces individus serviront en tant que donneuses et receveuses fin 2018 pour le déploiement des greffes expérimentales (800 huîtres par site). Un greffeur patenté sera embauché en sous-traitance pour ces expérimentations, afin d'uniformiser les actes de greffes. Les récoltes (18 mois de culture) et les analyses de données associées seront opérées en fin de projet (2020).

5.1 Transfert de juvéniles d'éclosion

Des greffes expérimentales à partir d'animaux produits en éclosion ont été réalisées lors de la seconde quinzaine d'octobre 2018, sur les 5 sites partenaires du GIE Poe No Raromatai, en vue de mieux comprendre les capacités d'adaptation de l'huître perlière au lagon commun de Raiatea-Tahaa. Deux objectifs sont ciblés : 1) valider l'optimisation de l'âge de l'huître donneuse et de l'âge de l'huître receveuse pour une production de qualité, et 2) évaluer la fréquence de nettoyage des huîtres perlières sur la qualité des perles à la récolte.

Pour cela, des transferts de juvéniles d'huîtres perlières d'éclosion produites par l'Ifremer ont été réalisés par voie aérienne (Tableau 4, Figure 5). Ces individus serviront en tant que donneuses et receveuses pour le déploiement des greffes expérimentales. Un greffeur patenté a été recruté en sous-traitance pour ces expérimentations, afin d'uniformiser les actes de greffes. Les récoltes (18 mois de culture) et les analyses de données associées seront opérées en fin de projet (2020).

Au total, trois envois ont été réalisés (Tableau 4). Les deux premiers envois correspondent à un même lot, dont les tailles de coquille étaient de l'ordre de 5-7 cm (« lot 1 »). Il va servir de donneuses et receveuses lors de la greffe expérimentale qui doit se tenir seconde quinzaine d'octobre. L'objectif visé était que chaque perliculteur obtienne un effectif de neuf cents à mille nacres à l'issue de ces deux premiers transferts. Elles ont été conditionnées sur chapelets dès leur arrivée sur les fermes, sans qu'une mortalité due au transfert n'ait été détectée.

Le lot 2 possédait à la période du transfert une taille de 3-4 cm. Ces juvéniles ont été passées en CTN à leur arrivée chez les producteurs.

	Origine	Écloserie			Total
	Numéro de lot	Lot 1		Lot 2	
	Date de transfert	19/12/2017	25/01/2018	08/03/2018	
Perliculteurs	BRODIEN Hundrew	229	671	955	1855
	BROTHERSON Teumere	350	524	980	1854
	CHAMPON Aymeric	320	874	1005	2199
	CHAN Wing Sang	700	1048	1976	3724
	TUROA Landry	872		997	1869

Tableau 4. Effectifs de jeunes nacres d'écloserie reçus par chacun des partenaires.

Le lot 1 sera expérimentalement utilisé en greffe avec des donneuses d'écloserie de première génération produites à partir de géniteurs des Marquises (avril 2016). Jusqu'alors, elles étaient maintenues dans le lagon de Vairao, sur les filières de l'Ifremer. Elles ont tout d'abord grossi sur collecteurs puis ont été transférées sur chapelets. Des contrôles de mortalité et le nettoyage ont été réalisés régulièrement par le personnel en charge sur le site.

Pour une bonne acclimatation des individus avant leur utilisation lors d'une manipulation expérimentale, il est préconisé de transférer les nacres au moins un mois avant (Tableau 5). Dans le cas présent, ce transfert a été réalisé le 31 août 2018, après avoir reçu l'autorisation des services compétents et conformément à leurs instructions.

Les chapelets ont été préparés la semaine précédant leur envoi. Ils ont été nettoyés et les nacres mortes retirées. Ils ont été associés par cinq, grâce à une étiquette de couleur. Le jour de l'envoi, ils ont été répartis dans trois glacières, chacune disposant également de deux blocs froid, puis envoyés à Raiatea par fret aérien. Tous les partenaires étaient présents sur place à l'arrivée de l'avion pour récupérer un lot de nacres et les amener sur leur site.

Couleur d'étiquette	Nombre de nacres, répartis sur les 5 chapelets
Jaune	99
Vert	98
Rouge	98
Bleu	97
Sans couleur	97

Tableau 5. Envoi des nacres, d'origine Marquises, en prévision de la campagne de greffe.

5.2 Greffes expérimentales

Les greffes concernant la convention MappyGen ont eu lieu en octobre 2018 (entre le 15 et le 27) auprès des 5 producteurs partenaires de la convention et membres du GIE Poe No Raromatai. Elles ont été réalisées par le même greffeur pour éviter tout effet greffeur.

Le rapport initial de la convention mentionnait un effectif de greffe de 800 nacres receveuses par site partenaire. Ces prévisions ont été revues à la baisse. Un objectif de 600 nacres à greffer est désormais fixé. En effet, il a fallu s'adapter et prendre en compte l'évolution du nombre de receveuses potentielles.

Afin de répondre à l'objectif de cartographie de la qualité de la perle, il est nécessaire qu'un protocole standardisé soit appliqué à l'ensemble des sites. Par l'uniformisation des pratiques, on veut diminuer au maximum les biais expérimentaux qui pourraient avoir une influence sur la qualité des perles produites.

Par conséquent, un unique greffeur opérera durant toute la campagne. Il s'agit d'un greffeur travaillant déjà sur l'un des sites partenaires, mis à disposition pour la durée nécessaire. En ne faisant appel qu'à une personne pour cet acte important, on veut supprimer l'effet greffeur-dépendant de l'expérience. De cette manière, les découpes de greffons, leur positionnement au sein de la poche perlière et les taux de rétention du nucléus devraient être identiques, ou du moins très proches, sur tous les sites.

La mise en place d'une greffe expérimentale diffère d'une greffe classique de production par la taille de nucléus choisi. En effet, sur tous les sites et pour toutes les huîtres greffées, la même référence sera utilisée, et cela malgré les différences probables de taille des receveuses potentielles.

Ici, il s'agira de nucléus de taille 2.0, de référence NUCLEUS BIO®, de marque Hyakusyo. Ce choix a été fait en accord avec les perliculteurs-partenaires en estimant la taille des poches des plus petites receveuses.

Chaque jour, trois cents greffes seront effectuées (Tableau 6). Pour chaque donneuse prélevée, vingt receveuses seront greffées. L'objectif est donc de prélever les greffons de quinze donneuses par jour.

Chaque journée sera consacrée à une combinaison de greffe particulière. Ainsi, l'une des deux combinaisons sera la suivante : donneuse venant des Marquises et receveuse issue du lot de jeunes nacres produites en éclosion. Ce sera abrégé comme suit : D_Marquises/R_éclosion. Pour la seconde combinaison, donneuses et receveuses seront issues du lot de jeunes nacres produites en éclosion. Ce sera abrégé comme suit : D_éclosion /R_éclosion.

Les donneuses seront choisies parmi les nacres présentant la plus forte coloration de la face interne de la coquille.

Sur chaque site, les huîtres d'origine Marquises n'ayant pas été utilisées comme donneuses seront sacrifiées.

Tous les partenaires ne traitent pas les nacres greffées de la même manière, lors de leur production « de routine ». Certains les placent en grillage, d'autres en chapelets. Certains utilisent des pochettes de rétention, d'autres non. Toujours dans le but d'uniformiser la pratique sur tous les sites, il a été décidé que les receveuses seront placées dans des pochettes de rétention individuelles puis conditionnées en chapelets, au nombre de dix. Deux chapelets seront donc nécessaires par donneuse.

Pour assurer la traçabilité, deux étiquettes, portant le numéro de la donneuse dont les greffons ont été prélevés, seront placées sur chaque chapelet. Le premier se trouvera à l'extrémité haute afin de permettre une identification rapide. La seconde sera attachée avec une receveuse, dans une pochette de rétention, en milieu de chapelet. Elle servira « de sécurité » si la première venait à se décrocher ou disparaître.

Dans un délai minimum de cinq semaines suivant la greffe, un contrôle de rétention du nucléus sera effectué. Tous les chapelets de receveuses seront donc sortis de l'eau et le contrôle se basera sur la présence ou non du nucléus dans la pochette.

A cette occasion, une biométrie sera également réalisée sur les huîtres receveuses, ayant retenu le nucléus. Elles seront photographiées, cela permettra d'obtenir leur longueur et largeur par traitement informatique et pesées. Leur épaisseur sera mesurée au moyen d'un pied à coulisse.

A partir de cette opération, chaque huître sera identifiée de manière individuelle. Les mêmes mesures seront effectuées sur l'huître lors de la récolte. Une analyse de la croissance de la nacre, comparée à la taille de la perle récoltée pourra alors être menée.

A la fin de chaque greffe, les coquilles de la donneuse seront nettoyées, identifiées par son numéro, stockées puis ramenées au Centre Ifremer du Pacifique. Là, elles seront à nouveau nettoyées si cela est nécessaire puis photographiées, face interne et face externe.

Les images produites seront stockées sur le serveur informatique du Centre. Les coquilles seront regroupées par site et combinaison de greffe, mises en carton et stockées sur le Centre.

Nombre de jours de greffe par site	Nombre total de greffes par site	Nombre de combinaisons de greffe à réaliser, par site	Nombre de greffes par combinaison	Nombre de donneuses utilisées par combinaison	Taille de nucléus
2	600	2 D_Marquises/R_écloserie et D_écloserie/R_écloserie	300	15	2.0

Tableau 6. Eléments récapitulatifs de protocole de greffe à réaliser.

En concertation avec les partenaires du GIE Poe No Raromatai, un calendrier prévisionnel pour la campagne de greffe a été établi. Elle aura lieu du 16 au 27 octobre 2018.

Pour optimiser le temps de travail et de trajet lors de cette campagne, une semaine sera consacrée à chacune des deux îles. Ainsi, du 16 au 19 octobre, l'équipe de campagne manipulera sur l'île de Tahaa. La semaine suivante, elle travaillera à Raiatea (Figure 6). Comme cela a déjà été évoqué, deux jours par site seront nécessaires.

Ma 16	Me 17	Je 18	Ve 19	Sa 20	Di 21	Lu 22	Ma 23	Me 24	Je 25	Ve 26	Sa 27
				-	-						



Figure 6. Jours de greffe sur chaque site partenaire - Campagne MappyGEN.

La campagne de greffe s'est donc déroulée sur deux semaines, conformément au calendrier établi ci-dessus. Il y a eu certains jours où le nombre de greffes réalisées a été supérieur aux objectifs initiaux. Cela peut s'expliquer de deux manières. La première est que le greffeur n'était pas satisfait par une de celles réalisées avant. La seconde est qu'il y a eu un petit manque de communication entre le greffeur et la personne qui conditionnait les nacres ensuite et des huîtres supplémentaires ont été greffées.

Pour le dernier site, le deuxième jour, le nombre de receveuses potentielles était insuffisant. Pour les derniers chapelets de receveuses greffées, il a donc été décidé de réduire le nombre de nacres (à huit par chapelet).

	Jour 1 D_marquise/R_écloserie			Jour 2 D_écloserie/R_écloserie			Nombre total de greffes réalisées
	Nombre de donneuses utilisées	# étiquettes (orange)	Nombre de greffes réalisées	Nombre de donneuses utilisées	# étiquettes (bleue)	Nombre de greffes réalisées	
Site 1 CHAN	15	21 à 35	301	15	81 à 95	302	603
Site 2 CHAMPON	15	36 à 50	300	15	21 à 35	300	600
Site 3 BROTHERSON	15	51 à 65	300	15	66 à 80	300	600
Site 4 BRODIEN	15	66 à 80	301	15	51 à 65	300	601
Site 5 TCHIOU	15	81 à 95	300	15	36 à 50	286	586

Tableau 7. Bilan de la greffe réalisée sur les 5 cinq sites partenaires.

5.3 Checking de la greffe expérimentale

Après de la sixième semaine ayant suivi la campagne de greffe 2018 (annexe 6), les partenaires ont procédé au contrôle de rétention (Figure 7). Suite à cette manipulation, les nacres ont été laissées en chapelet. Avant le repositionnement sur filières dans le lagon, ils ont été mis « en boudins » de grillage pour les protéger des prédateurs.

Le taux de maintien global est de 74,8%. Il est tout à fait acceptable. Cependant, la prédation importante sur deux sites l'a négativement impacté. A l'avenir, il faudra être plus vigilant sur ce point lors de la planification de manipulation.

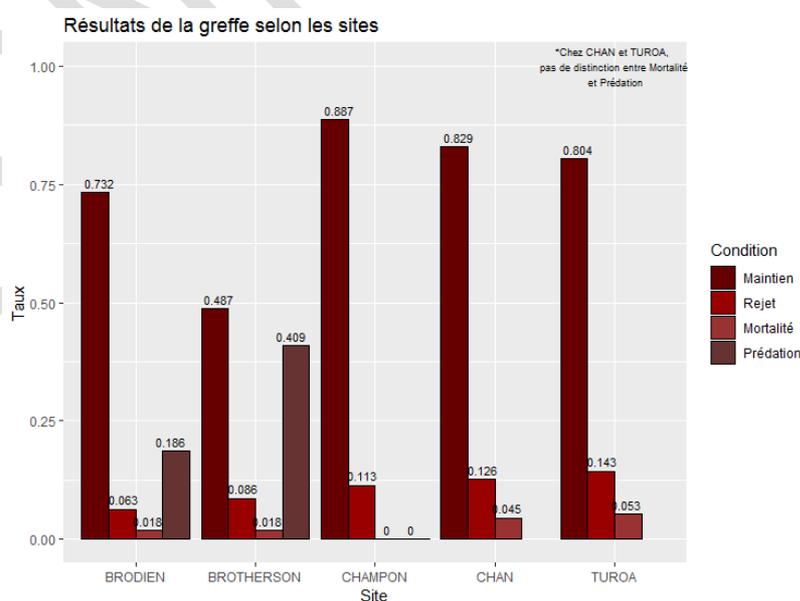


Figure 7. Résultats du contrôle de rétention de la greffe

L'analyse statistique (test du chi-2, avec $\alpha=5\%$) met en évidence que le taux de maintien n'est pas statistiquement égal sur l'ensemble des sites. Une comparaison des sites deux à deux est alors menée. Elle ne montre pas de différence significative de taux de maintien entre BRODIEN et CHAMPON (p-value : 1.79×10^{-1}), BRODIEN et CHAN (p-value : 8.30×10^{-1}), BRODIEN et TUROA (p-value : 1), CHAMPON et CHAN (p-value : 1), CHAMPON et TUROA (p-value : 5.42×10^{-1}) et CHAN et TUROA (p-value : 1) (annexe 7.1).

Le même test du chi-2 met également en évidence que le taux de rejet n'est pas statistiquement égal sur l'ensemble des sites. Une comparaison des sites deux à deux est alors menée. Elle ne montre pas non plus de différence significative de taux de rejet entre BRODIEN et BROTHERSON (p-value : 0.945), BRODIEN et CHAMPON (p-value : 0.0554), BROTHERSON et CHAMPON (p-value : 0.945), BROTHERSON et CHAN (p-value : 0.332), BROTHERSON et TUROA (p-value : 0.0554), CHAMPON et CHAN (p-value : 0.994), CHAMPON et TUROA (p-value : 0.945) et CHAN et TUROA (p-value : 0.994) (annexe 7.2).

Enfin, ce même test met également en évidence que le taux de disparition (somme de la mortalité et de la prédation) n'est pas statistiquement égal sur l'ensemble des sites. Une comparaison des sites deux à deux est alors menée. Elle met en évidence que les taux de disparition ne sont statistiquement pas différents entre CHAN et TUROA (p-value : 6.28×10^{-1}). Toutes les autres p-value sont très inférieures à 5% (annexe 7.3).

En résumé, les résultats de contrôle de rétention sont consignés dans le tableau 8 ci-dessous :

Site	Effectif greffé	Maintien	Rejet	Mort	Prédation
BRODIEN	601	440	38	11	112
BROTHERSON	602	293	52	11	246
CHAMPON	600	532	68	0	0
CHAN	603	500	76	27	NA
TUROA	586	471	84	31	NA

Tableau 8. Bilan de checking.

Le taux de maintien général pour tous les sites de production confondus est de 0.748. Or nous pouvons également remarquer que le taux de maintien chez le producteur Brotherson, où le taux de prédation est relativement élevé, est nettement plus faible que chez les autres partenaires et pourra peut-être expliquer une récolte moindre.

5.4 Récolte de la greffe expérimentale

Les perles issues de greffon d'une même donneuse seront collectées et regroupées au sein d'une même boîte (Figure 8a). Chacune sera annotée, fermée de manière à ce qu'aucune perte/ inversion de perles ne puisse avoir lieu. Toutes les perles issues d'une même donneuse sont regroupées dans une même boîte divisée en 25 compartiments qui évite tout risque d'inversion. Tous les éléments perliers trouvés, soit keshis, nucléus et perles, sont récoltés.

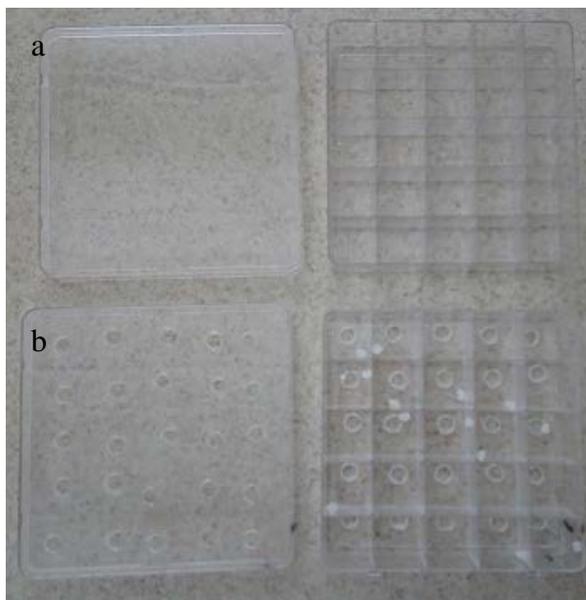


Figure 8. (a) Boîte de récolte des perles et (b) Boîte de lavage

Les perles après récolte suivent le protocole de traitement décrit ci-après en laboratoire. Les perles sont avant tout lavées. Pour cela, elles sont transvasées dans une boîte de lavage (Figure 8b). Par lots issus d'une même donneuse, les boîtes de lavage sont passées dans l'ultrasonic steri-cleaner, pour un cycle de cinq minutes, dans un bain de produit de lavage dilué, à environ 10%, dans de l'eau distillée. Elles sont ensuite pesées, qualifiées et prises en photo. Toutes les données seront compilées dans des fichiers informatiques. Leur analyse permettra de déterminer si le site d'élevage a, ou non, une influence sur la qualité des perles produites.

A l'aide d'un test du χ^2 (pour $\alpha = 5\%$), nous avons vérifié, dans un premier temps, si le type de produits perliers récoltés est site dépendant ; ce qui n'est pas le cas (Figure 9).

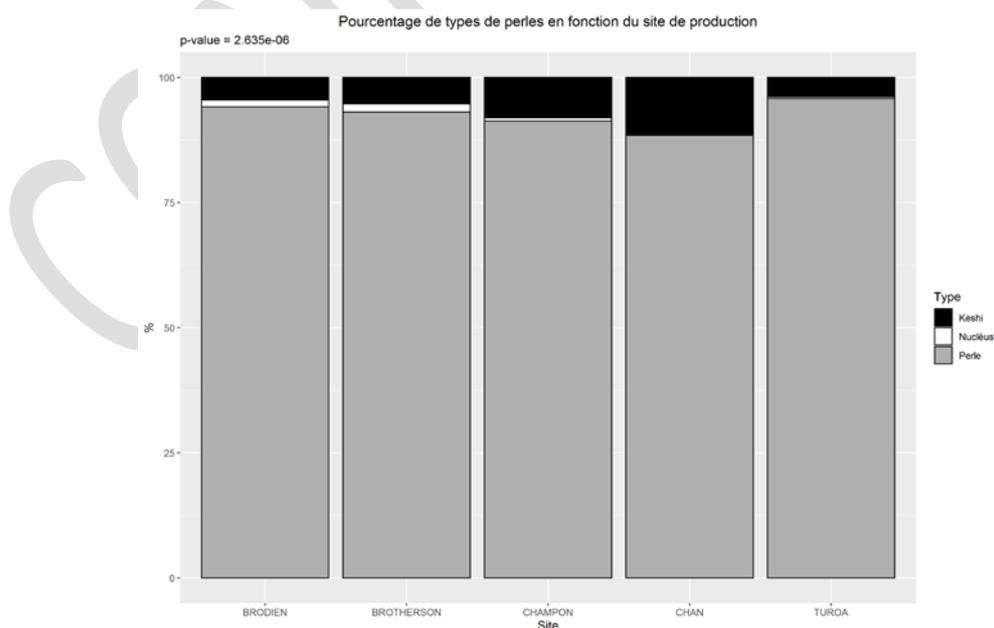


Figure 9. Boîte de récolte des perles et (b) Boîte de lavage

L'analyse quantitative porte sur le poids total des perles (nucléus + nacre). Le poids moyen total des perles est de 0.92 g. La figure 9 illustre les poids relevés au sein des 5 sites de culture.

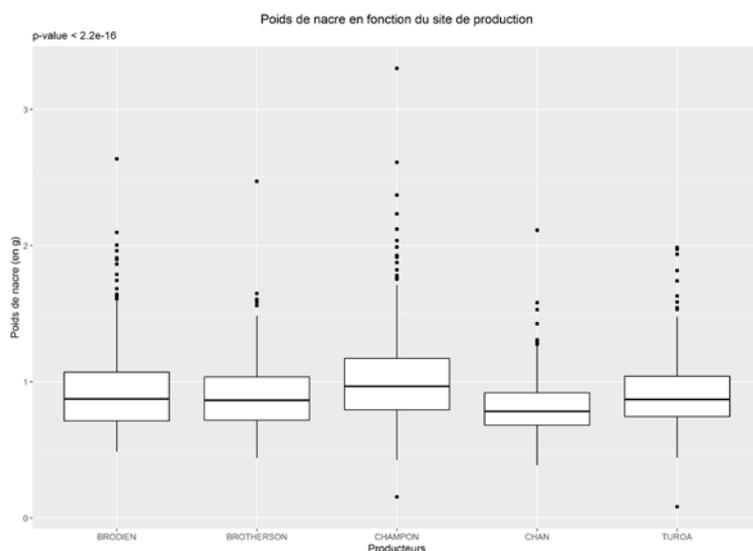


Figure 9. Répartition du poids des perles sur les 5 sites d'élevage.

A l'aide de la fonction `qqnorm` du logiciel R, nous pouvons vérifier que les mesures de poids suivent une loi normale pour définir quel test paramétrique nous devons utiliser.

La courbe (Figure 10) nous montre que la répartition des poids des perles ne suit pas une loi normale. Nous utilisons donc un test de Kruskal-Wallis (pour $\alpha = 5\%$) pour savoir si le poids des perles récoltées est significativement différent en fonction des sites de production. La p-value étant inférieure à $2.2e-16$, nous pouvons admettre cette hypothèse.

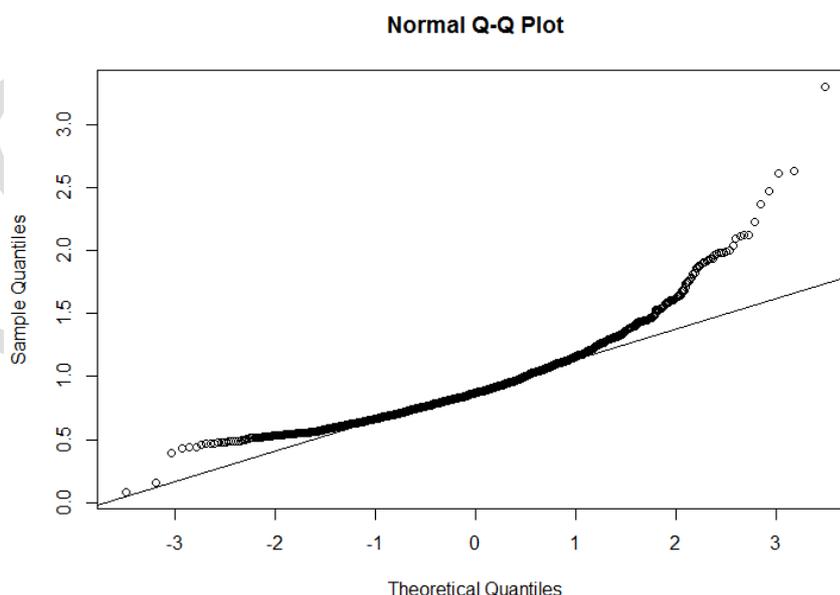


Figure 10. Courbe de variation du poids des perles tout site confondu.

Pour la suite de l'analyse, nous cherchons à mettre en évidence une différence significative entre les sites de production pour la qualité des perles. Les perles sont donc les seuls éléments récoltés qui ont fait l'objet d'une qualification au centre Ifremer. Tous les éléments récoltés qui ne sont pas des perles (keishis et nucléus) sont donc écartés de la suite de l'étude.

En ce qui concerne l'analyse qualitative et descriptive des perles, nous avons 6 variables qualitatives explicatives que sont :

- Le cerclage, noté 1 quand il est présent et 0 quand il est absent
- La foncitude, notée 1 lorsque que la couleur de la perle est claire, 2 lorsque la perle est moyennement claire et 3 lorsque la couleur de la perle est plutôt foncée
- Les défauts, noté de 0 lorsque la perle ne présente aucun défaut jusqu'à 3 lorsque la perle a plus de 10 imperfections
- La forme, notée b pour baroque, o pour ovale ou r pour ronde
- Le lustre, noté 0 si la perle n'est pas lustrée et 1 si elle est lustrée
- La couleur, notée par la dominante de couleur qui marque la perle est qui peut être aubergine, bleue, cuivre, grise, noire, peacock, rose ou verte

L'analyse statistique à l'aide d'un test du χ^2 (pour $\alpha = 5\%$), montre que pour chacune de ces 6 variables qualitatives, il existe une différence significative entre les divers sites perlicoles partenaires. Les graphiques de la figure 11 illustrent l'ensemble des variables analysées.

Chacun des sites de culture se comporte à l'échelle du lagon commun de Tahaa-Raiatea, comme un site indépendant, alors que les origines de receveuse, de donneuse, et que l'acte de greffe lui-même (même opérateur) sont fixées. Ces constatations démontrent que l'environnement de culture, les pratiques culturelles influent de façon importante sur la qualité des perles à la récolte. Pour le cerclage des perles, souvent attribués à l'acte de greffe, on observe un taux qui varie du simple au double en fonction des sites. De la même façon, la proportion de perle ronde et semi ronde varie de façon significative. L'hypothèse la plus vraisemblable en lien à ces variations réside potentiellement sur l'attache de l'huître en culture ; *i.e.* la manière dont l'animal est suspendue sur les lignes, et l'influence des mouvements et leurs répercussions sur la dynamique de la poche perlière. En effet, nous savons que la rotation de la perle en formation influence et prédéfinie son cerclage et sa forme. Cette rotation peut être influencée par les mouvements que subissent l'animal en culture (présence de courant à proximité des passes, élevage en chapelets ou en pochette etc). La présence de défaut de surface >10 varie aussi du simple au double en fonction des sites. Pour cette variable, l'hypothèse explicative demeure difficile à concevoir et nécessite des explorations supplémentaires. Là encore, l'acte de greffe ne peut être mis en cause, et l'état physiologique de la receveuse et son élevage sur site (avant greffe) serait vraisemblablement à l'origine de ces différences. La préparation de la receveuse en amont de la greffe serait donc déterminante, pour exclure de la gonade la présence d'éléments qui pourraient être à l'origine de l'apparition de ces défauts, dont on sait que leurs formations interviennent de façon précoce. La foncitude et les couleurs varient selon l'environnement de culture et particulièrement des qualités d'eau (niveau trophique). Le lustre en revanche pourrait être rattaché à la fréquence de nettoyage des lignes, qui varie d'un site à l'autre. Des analyses complémentaires plus poussées doivent être menées en concertation avec les producteurs partenaires et au regard des paramètres relevés par une sonde positionnées chez l'un d'eux (site des CHAN).

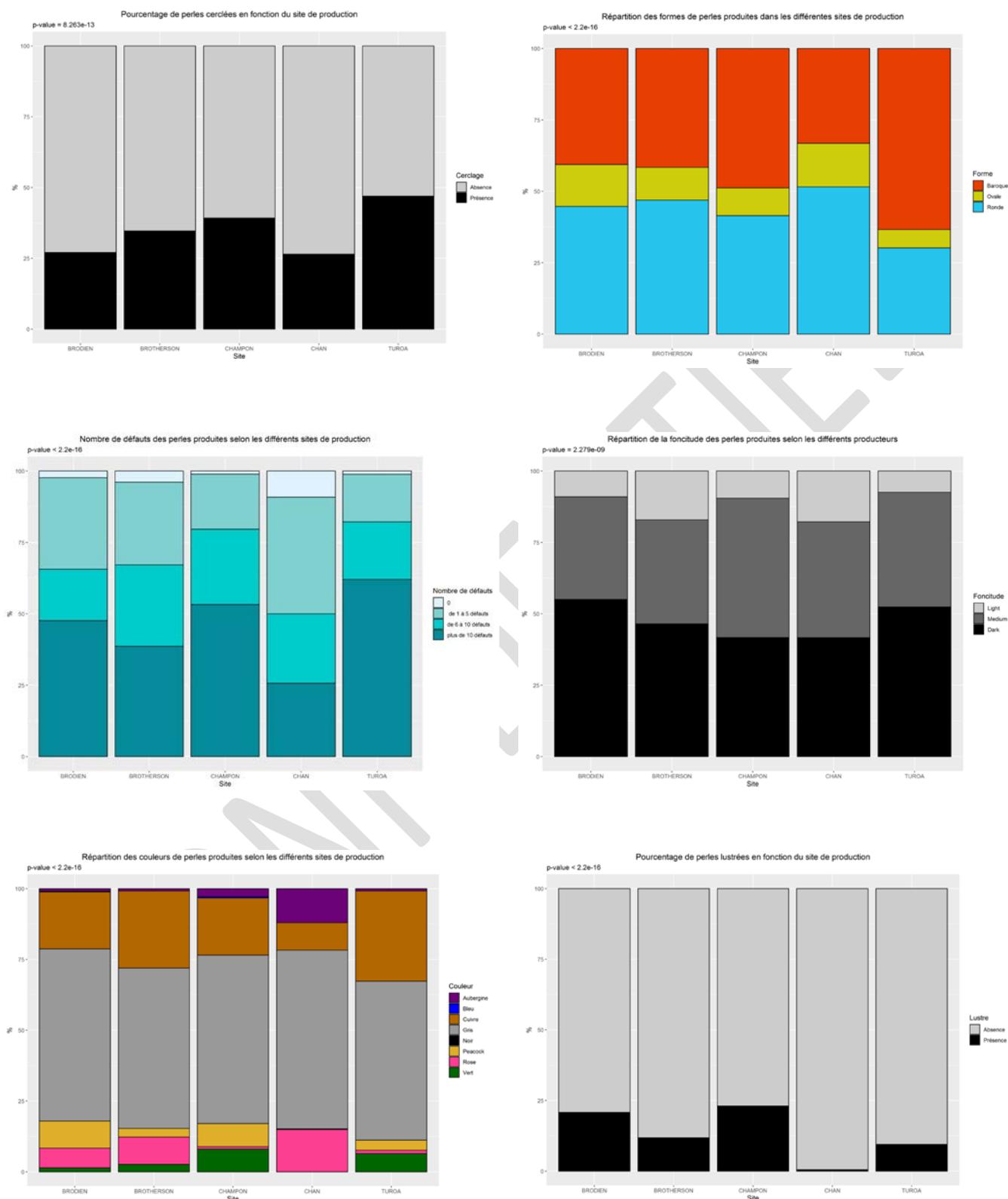


Figure 11. Graphiques illustrant par site les variables (de haut en bas et de gauche à droite) : le cerclage, la forme, le nombre de défaut de surface, la foncitude, la couleur et le lustre des perles récoltées de *P. margaritifera*.

6. Conclusions

La convention de recherche MappyGEN, qui s'inscrit dans une démarche encore plus appliquée que les « conventions génétiques » conduites en parallèle, a clairement permis de :

- réaliser un état des lieux des gisements sauvages d'huîtres perlières *P. margaritifera* (action A) présente à Mopelia et Scilly, lors des campagnes de prospections menées en collaborations avec le CNRS-CRIOBE et la DRM. Ces gisements pourraient clairement constituer le stock fondateur d'un cheptel de géniteurs pour la Société, dès lors qu'une éclosion serait mise en place par et au bénéfice des producteurs du lagon commun de Tahaa-Raiatea ;
- démontrer la faisabilité d'un transfert à sec de jeunes naissains âgées de 6-7 semaines (action B), avec cependant des taux de survie (au bout de 15 mois d'élevage) variant de 0 à 25%. Ce taux est directement corrélé principalement aux : 1) structures favorisant le semage, 2) conditions climatiques du lagon au moment du « semage » du naissain sur les collecteurs (absence de houle favorable), et 3) à la pression liée à la micro-prédation variable en fonction des sites ;
- mettre en évidence la variabilité de production, même à partir de mêmes lots de donneuses et receveuses, opérés par un même greffeur, à l'échelle d'un lagon commun (Tahaa-Raiatea). Ce dernier présente de façon certaine des environnements différents en fonction des sites étudiés à l'échelle intra-lagonaire. Les pratiques culturales sont aussi déterminantes et peuvent influencer (du simple au double) sur certains paramètres de qualité à la récolte, comme le taux de cerclage, ou le taux de perles de forme ronde et semi-ronde. Des investigations plus poussées des données devront être déployées, notamment au regard des paramètres relevés par la sonde positionnée sur l'un des sites, mais aussi des pratiques culturales tout au long des périodes pré- et post-greffe.

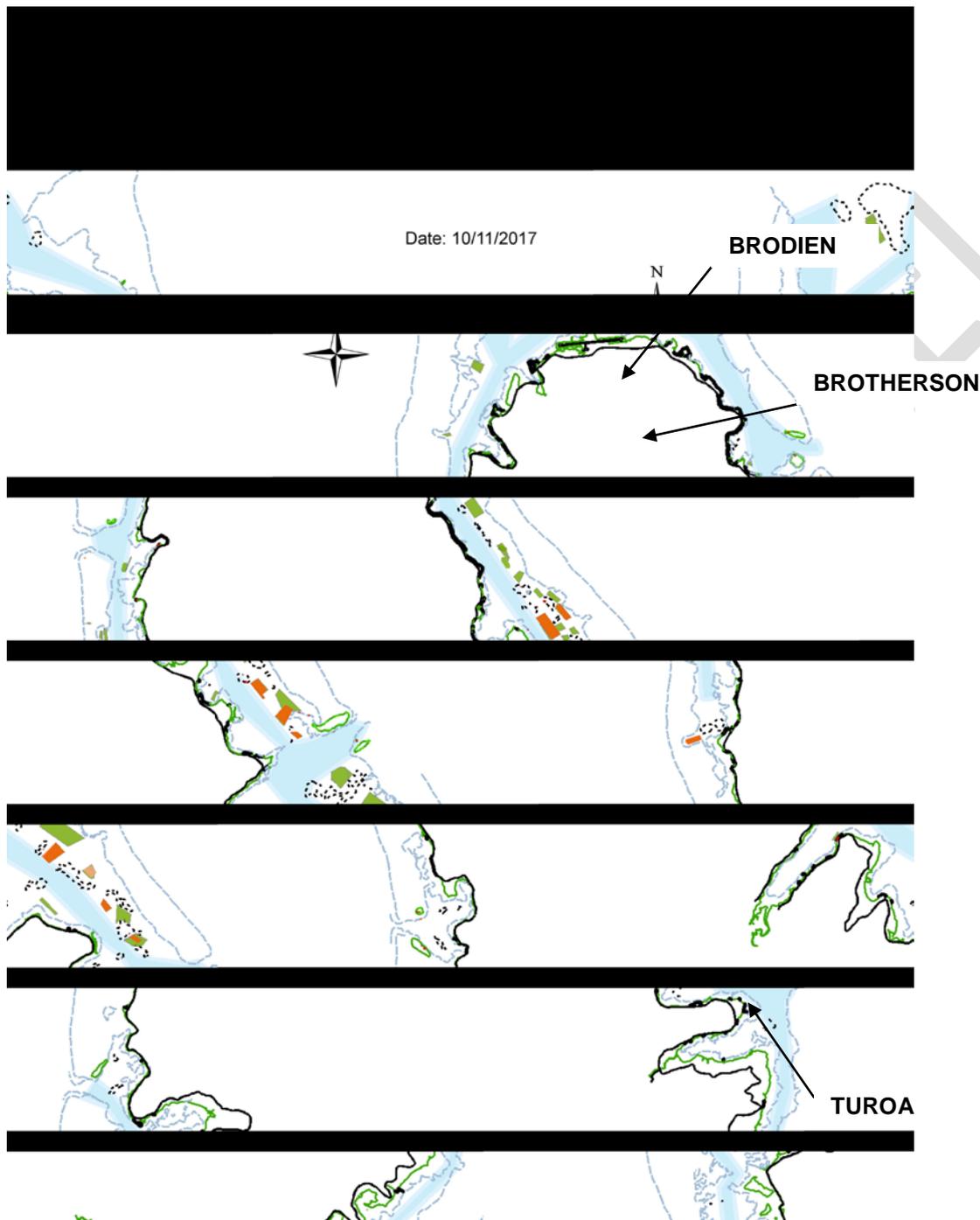
En outre, cette convention a permis d'entretenir de bonnes relations avec les producteurs partenaires, malgré le fait qu'ils n'aient honorés en fin de convention leurs échéances de paiement, en complément au soutien financier de la DRM. Les visites avec la Directrice Scientifique (2017) et le Président de l'Ifremer (2019) se sont déroulés à chaque fois sur ce site bien desservi par les liaisons aérienne d'Air Tahiti.

Annexes

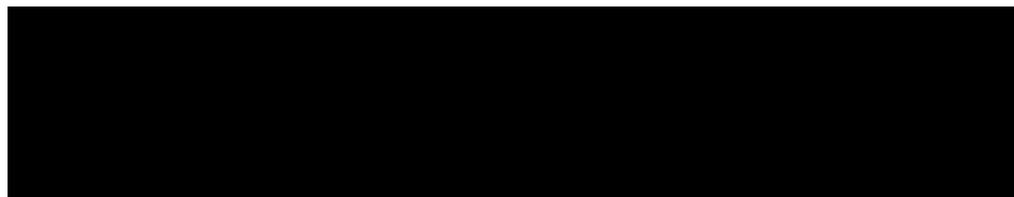
- Annexe 1 : Concessions maritimes Perliculture Raiatea
- Annexe 2 : Concessions maritimes Perliculture Tahaa
- Annexe 3 : Caractéristiques biométriques des individus Mopélia
- Annexe 4 : Exemple d'images servant à la mesure des tailles de larves
- Annexe 5 : Tableau présentant les tamis utilisés au cours de l'élevage larvaire pour les opérations de nettoyage et de tri
- Annexe 6 : Représentation graphique des effectifs transférés et détroqués
- Annexe 7 : Tables de « semage » utilisées par les partenaires
- Annexe 8 : Photographies prises durant la greffe
- Annexe 9 : Etudes statistiques

CONFIDENTIEL

Annexe 1. Concessions maritimes Perliculture Raiatea

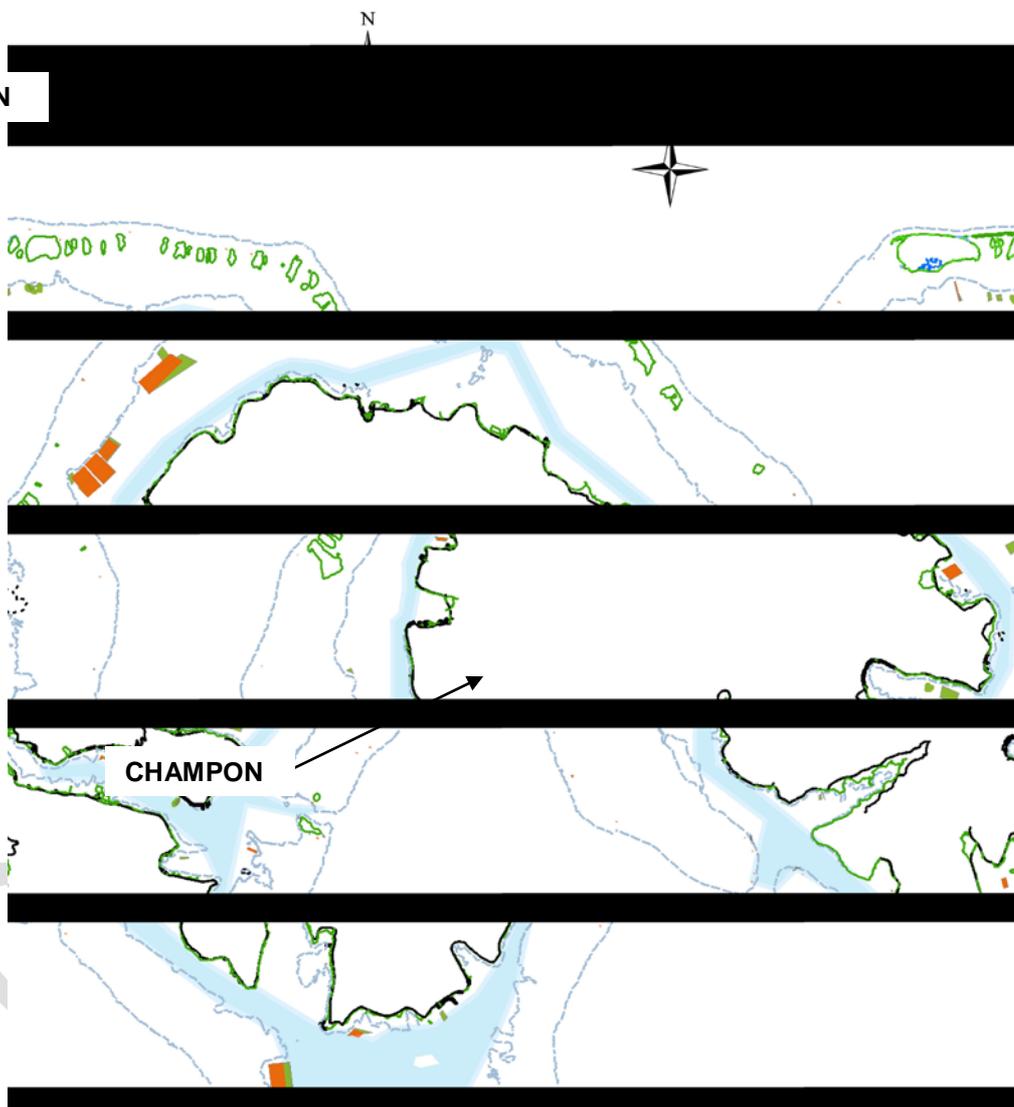


Annexe 2. Concessions maritimes Perliculture Tahaa



Date: 10/11/2017

CHAN



Annexe 3 : Caractéristiques biométriques des individus originaires de Mopélia et ayant produit les naissains.

numéro_étiquette	longueur (mm)	largeur (mm)	épaisseur (mm)	poids (g)	sexe
69	195	197	44,94	1074	F
72	165	157	40,94	557	F
73	164	175	54,46	1044	F
90	212	200	58,39	1548	F
93	188	208	50,85	1303	F
59	143,81	130,7	43,28	460	M
66	186	192	45,9	833	M
79	169	140,93	51,73	717	M
94	185	177	46,74	813	M

CONFIDENTIEL

Annexe 4 : Exemples d'images servant à la mesure des tailles de larves



Annexe 2.1 : Numérisation des puits de prélèvement



Annexe 2.2 : Image après traitement Photoshop

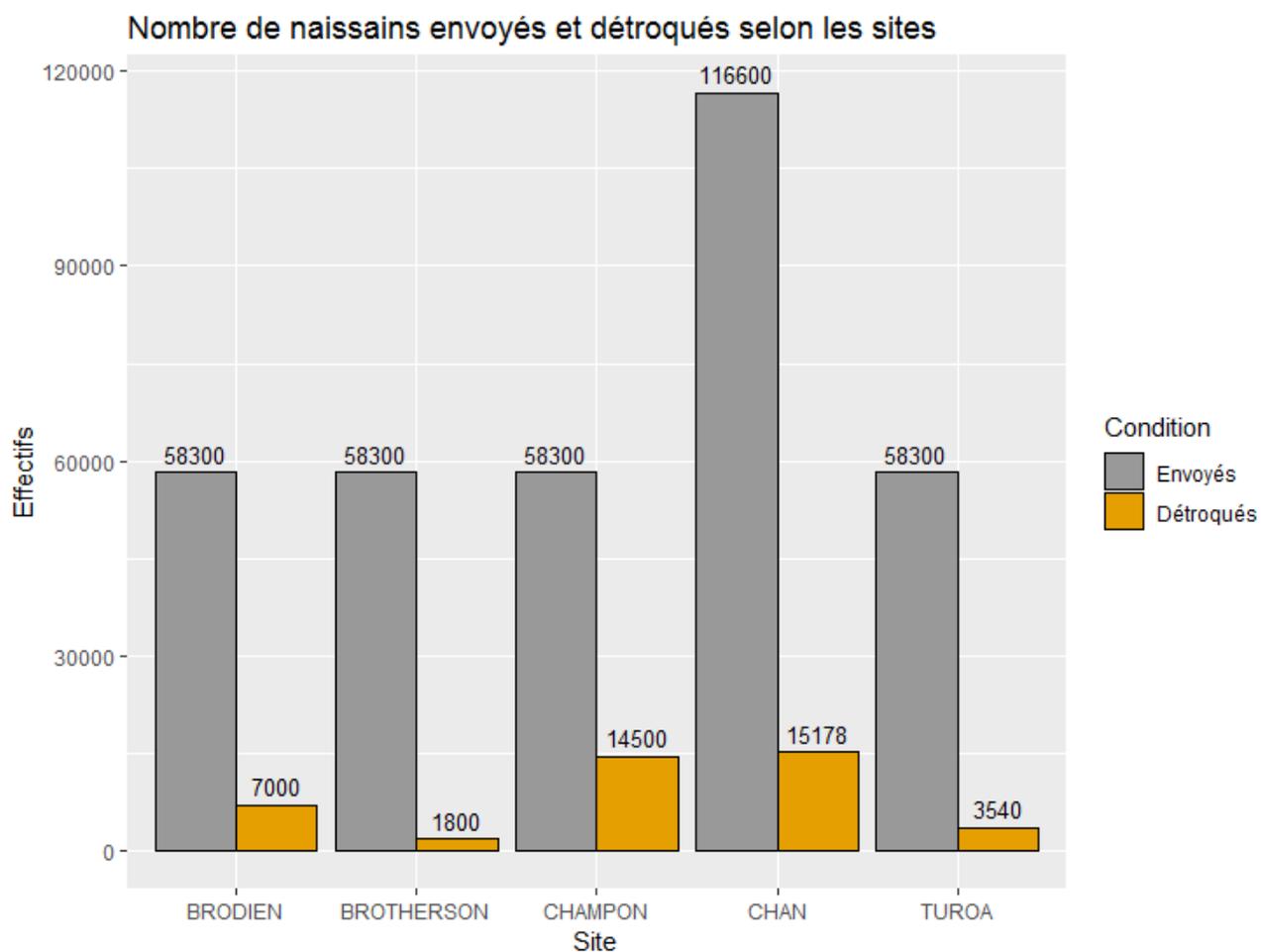
Annexe 5 : Tableau présentant les tamis utilisés au cours de l'élevage larvaire pour les opérations de nettoyage et de tri

Age	Nettoyage élevage	Tri	Tamis de nettoyage (µm)	Tamis de récup. n°1 (µm)	Tamis de tri (µm)	Tamis de récup. n°2 (µm)	Tamis de rinçage n°1 (µm)	Tamis de rinçage n°2 (µm)
Ponte								
1	oui		60	40			40	
2	oui		100	40			40	
3								
4	oui	oui	100	40	60	40	40	40
5								
6	oui		100	40			60	
7								
8	oui	oui	120	60	80	40	60	60
9								
10	oui		120	60			80	
11								
12	oui	oui	150	80	100	60	80	80
13								
14	oui		180	80			100	
15								
16	oui	oui	200	100	120	80	100	100
17								
18	oui	oui	300	120	150	100	120	100
19								
20	oui	oui	300	150	180	120	150	120
21	oui		300	150			180	150

DIMENSION DES TAMIS

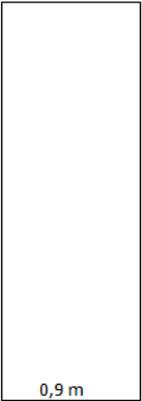
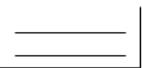
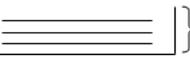
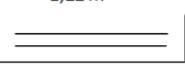
: Tamis de nettoyage et tri : petit (diamètre 160 mm)
 Tamis de récupération : Grand (diamètre 200 mm)

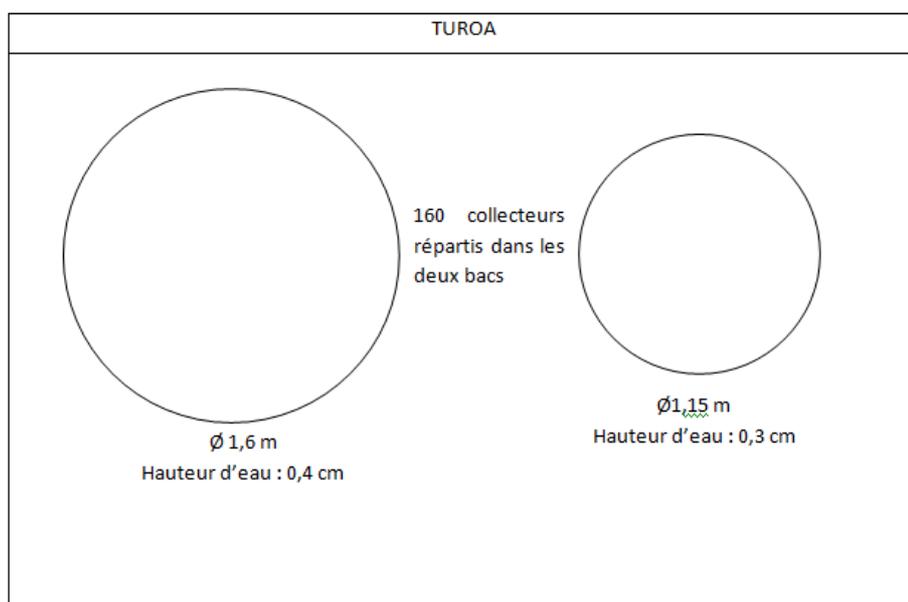
Annexe 6 : Représentation graphique des effectifs transférés et détroqués



CONFIDENTIEL

Annexe 7 : Tables de « semage » utilisées par les partenaires

CHAMPON	BRODIEN
<p>2,6 m</p>  <p>0,9 m</p> <p>0,4 m</p>  <p>} 2 plateaux de 60 collecteurs chacun</p>	<p>2,44 m</p>  <p>1,22 m</p> <p>0,3 m</p>  <p>} 100 collecteurs répartis sur 3 étages</p>
BROTHERSON	CHAN
<p>2,44 m</p>  <p>1,22 m</p> <p>0,3 m</p>  <p>} 2 plateaux de 125 collecteurs chacun</p>	<p>2,5 m</p>  <p>0,6 m</p> <p>0,4 m</p>  <p>} 2 plateaux de 80 collecteurs chacun</p>



Annexe 8 : Photographies prises durant la greffe



Prélèvement du manteau



Découpe du greffon

Annexe 9 : Etudes statistiques

Dans les copies d'écran ci-dessus, les sites sont comparés deux à deux. Ils sont « rangés » par ordre alphabétique.

Site 1	BRODIEN
Site 2	BROTHERSON
Site 3	CHAMPON
Site 4	CHAN
Site 5	TUROA

Lorsque la valeur « p.adj.Chisq » est supérieure à 5%, cela signifie que les résultats des sites ne sont pas statistiquement différents.

Annexe 7.1 : Comparaison des taux de maintien entre les différents sites

Combinaison de sites comparés

```
> pairwiseNominalIndependence(matrice.maintien,
+                               fisher = FALSE,
+                               gtest = FALSE,
+                               chisq = TRUE,
+                               method= "holm")
Comparison p.Chisq p.adj.Chisq
1          1 : 2 2.02e-05 1.41e-04
2          1 : 3 2.99e-02 1.79e-01
3          1 : 4 1.66e-01 8.30e-01
4          1 : 5 3.10e-01 1.00e+00
5          2 : 3 1.17e-10 1.17e-09
6          2 : 4 1.38e-08 1.24e-07
7          2 : 5 1.25e-07 1.00e-06
8          3 : 4 4.55e-01 1.00e+00
9          3 : 5 2.71e-01 1.00e+00
10         4 : 5 7.51e-01 1.00e+00
```

Annexe 7.2 : Comparaison des taux de rejet entre les différents sites

```
> pairwiseNominalIndependence(matrice.rejet,
+                               fisher = FALSE,
+                               gtest = FALSE,
+                               chisq = TRUE,
+                               method= "holm")
Comparison p.Chisq p.adj.Chisq
1          1 : 2 1.91e-01 0.945000
2          1 : 3 6.92e-03 0.055400
3          1 : 4 1.01e-03 0.009090
4          1 : 5 6.21e-05 0.000621
5          2 : 3 1.89e-01 0.945000
6          2 : 4 5.54e-02 0.332000
7          2 : 5 7.87e-03 0.055400
8          3 : 4 6.08e-01 0.994000
9          3 : 5 2.03e-01 0.945000
10         4 : 5 4.97e-01 0.994000
```

Annexe 7.3 : Comparaison des taux de disparition entre les différents sites

```
> pairwiseNominalIndependence(matrice.disparus,
+                               fisher = FALSE,
+                               gtest = FALSE,
+                               chisq = TRUE,
+                               method= "holm")
Comparison p.Chisq p.adj.Chisq
1          1 : 2 2.83e-09 1.13e-08
2          1 : 3 8.15e-26 5.70e-25
3          1 : 4 2.11e-13 1.27e-12
4          1 : 5 1.35e-11 6.75e-11
5          2 : 3 7.32e-49 7.32e-48
6          2 : 4 3.73e-35 3.36e-34
7          2 : 5 2.51e-32 2.01e-31
8          3 : 4 8.10e-07 1.62e-06
9          3 : 5 7.45e-08 2.24e-07
10         4 : 5 6.28e-01 6.28e-01
```