



PÊCHE CÔTIÈRE
ET AQUACULTURE



Pacific
Community
Communauté
du Pacifique



SPREP
PROE



Financé par
l'Union européenne



PROTEGE

PROJET RÉGIONAL OCÉANIE DES TERRITOIRES
POUR LA GESTION DURABLE DES ÉCOSYSTÈMES

Rapport technique – Contrat CPS 19/605

Poursuite des expérimentations d'élevages aquacoles en Nouvelle-Calédonie, le renforcement des capacités de production des centres techniques, la diffusion de matériel biologique sain, et le développement de nouveaux élevages et cultures



NOUVELLE CALÉDONIE

Période de référence : 1^{er} janvier 2020 – 30 juin 2023

Communauté du Pacifique, Nouméa



LE GOUVERNEMENT
DE LA NOUVELLE
CALÉDONIE



POLYNÉSIE FRANÇAISE



WALLIS ET FUTUNA



ÎLES PITCAIRN

Résumé

Ce rapport technique présente les réalisations de l'ensemble de la période de validité de janvier 2020 à juin 2023 pour le contrat de service CPS 19/605 qui lie l'ADECAL Technopole et la CPS dans le cadre du Programme PROTEGE. Ce rapport est étroitement lié au rapport d'animation pour la même période, réalisé par l'ADECAL Technopole, en tant que chef de file du Thème 2 en Nouvelle-Calédonie.

Le contrat CPS 19/605 a été signé par les deux parties le 24/12/2019. Un avenant a été signé en octobre 2021 pour prolonger la durée du contrat jusqu'à septembre 2023 et y inclure l'opération 5A, en conséquence incluse dans ce reporting.

Ce contrat traite donc de trois opérations décrites ci-dessous, 5A.3, 5B.1 et 5B.2 :

Opération 5A.3 : Vers une exemplarité environnementale de l'aquaculture ;

Action 5A.3.1 : Evaluation des impacts liés aux filières aquacoles et moyens pour les réduire ;

Etude des proxys potentiels pour la prédiction de l'évolution des fonds de bassins

L'un des facteurs mis en cause des rendements à la baisse de la filière crevette néo-calédonienne est le vieillissement des fonds de bassin qui connaissent une acidification liée aux élevages successifs. En ce sens, le projet « Fond de bassin » a été initié à la demande des Provinces Sud et Nord, du groupement des fermes aquacoles (GFA) et de l'ADECAL Technopole, dans le but d'améliorer les performances de production des bassins crevette en même temps que l'environnement de culture, en évaluant différents leviers afin de rééquilibrer les paramètres physico-chimiques des sédiments. En 2020, PROTEGE a permis d'initier des travaux en laboratoire, visant à déterminer des leviers d'action, au moyen de mesures simples sur lesquelles les fermiers pourront s'appuyer. Ces travaux ont permis d'identifier un nouveau paramètre, l'acidité nette (AN), permettant d'évaluer le potentiel de génération d'acidité des sédiments. Aux vues de l'envergure de la problématique, il a été convenu de structurer l'intervention selon différentes phases.

Différentes voies étaient à explorer dont la plus prometteuse, celle d'un chaulage renforcé. Le carbonate (CaCO_3) a été retenu comme type d'amendement puisqu'il est facile d'utilisation et sans danger pour l'environnement et l'utilisateur. Dès 2021, un essai empirique a été réalisé sur la ferme Blue Lagoon Farm (BLF) où un chaulage intensif a été réalisé. Bien que les essais ne semblent pas démontrer une hausse de rendement, cette action a permis de confirmer l'intérêt de réaliser les travaux prévus en laboratoire pour déterminer précisément les proxys potentiels pour la prédiction de l'évolution des fonds de bassins, qui permettront de mieux comprendre les besoins d'une préparation de sol avant élevage, et de définir des outils de gestion associés.

La première phase d'analyse en laboratoire a permis de regrouper les fermes selon trois groupes de sols distincts. Ensuite, les résultats en laboratoire ont confirmé que les tests de lixiviation étaient un bon outil de compréhension des mécanismes physico-chimiques des fonds de bassins, surtout pour mettre en évidence les possibles corrélations entre le taux d'humidité et de matières organiques et les indices développés par l'imagerie aérienne. Ces essais de lixiviation ont également mis en évidence les phénomènes de relargage des éléments majeurs ainsi que des métaux. Finalement, on observe l'effet d'un amendement calcique sur les phénomènes de relargage ainsi que sur les paramètres physico-chimiques des fonds de bassin.

Dans la foulée, des expérimentations supplémentaires ont été réalisées en 2021-22 dont l'objectif principal était d'évaluer les différentes combinaisons d'amendement des sols pour assurer la neutralisation de l'acidité nette et constituer une réserve alcaline exploitable au cours du cycle d'élevage. Ces essais ont permis de montrer qu'un amendement avec de la chaux éteinte permet de neutraliser l'acidité nette du sédiment en remontant considérablement le pH (action curative). Un ajout de calcite récifale à cet amendement conduit après acidification du milieu à l'obtention d'un pH d'équilibre supérieur à l'amendement composé uniquement de chaux éteinte. Finalement, l'ajout d'amendements et l'augmentation inhérente du pH a pour conséquence une diminution des concentrations de certains métaux dissous dans les eaux de mélange.

Une phase terrain a permis d'éprouver les constats obtenus en milieu contrôlé. Pour se faire, le projet s'est découpé en deux grands axes, une partie en laboratoire et une partie en bassins expérimentaux : 1) valider le développement d'un outil permettant de réaliser par imagerie satellite une zonation des fonds de bassin, afin d'établir un plan d'échantillonnage pour réaliser les tests de sols et 2) En bassins expérimentaux, valider la remédiation par effet de l'eau avec un traitement de chasse d'eau appelé « flush » qui devrait permettre d'éliminer l'acidité relarguée à la mise en eau du bassin et un autre traitement de « jachère en eau » visant à rééquilibrer le bassin par un maintien en eau sans élevage, pendant une durée d'un élevage de cinq mois.

Ainsi, après un traitement flush, l'acidité nette des sols diminue fortement ce qui a permis de valider l'effet du traitement. L'analyse des eaux de rejet permet de conclure au lessivage de certains métaux relargués dans ces conditions, mais ne permet néanmoins pas d'observer l'absence d'impact environnemental néfaste de cette pratique. Des travaux supplémentaires seraient nécessaires pour conclure définitivement sur l'impact de cette méthode. Dans l'ensemble les performances zootechniques semblent meilleures pour les bassins sur lesquels les flushs ont été réalisés puisque les taux de survie et les poids moyens sont supérieurs d'environ 15%. Les résultats obtenus en bassins et en laboratoire démontrent l'intérêt d'effectuer un flush avant remise en eau, pour éliminer une partie de l'acidité des sédiments.

La poursuite des travaux sur les fonds de bassins en laboratoire devrait permettre d'appliquer et valider la méthode d'amendements calciques à l'échelle pilote de bassins expérimentaux puis à plus grande échelle en bassins de production. La réalisation d'un élevage post-jachère pourrait permettre d'évaluer l'impact du traitement sur les performances zootechniques d'élevage. Un contrat est en cours de réalisation et sera terminé à la fin août 2023. Il permettra de produire les abaques utiles pour les professionnels du métier. D'autres essais de jachère productive pourraient également être menés avec par exemple l'ajout d'holothuries, d'huîtres ou de poissons en faible densité.

Formulation d'aliments aquacoles à base de matières premières locales.

L'aliment représente le principal poste de charge d'un élevage aquacole, avec un coût actuel de 182 CFP/kg, pour de l'aliment importé depuis métropole. Ce coût élevé a un impact significatif sur la rentabilité des élevages et leur bilan carbone. L'objectif de ce projet financé par le programme PROTEGE, en collaboration avec les provenderies locales a pour but d'évaluer la qualité d'aliments produits localement et d'essayer de les adapter au plus proche des besoins nutritionnels du picot rayé. Dans un souci de promouvoir une aquaculture marine durable et respectueuse de l'environnement, l'accent est également mis sur la réduction de la teneur des aliments en farines animales (notamment de poissons sauvages) et l'intégration de nouvelles matières premières pouvant être sourcées localement. Afin de mener à bien ce projet, deux essais nutritionnels ont été menés au Centre Technique Aquacole. Le premier visait à challenger les performances d'élevage des aliments « picot » commerciaux locaux et d'un aliment artisanal formulé sur base bibliographique, avec de l'aliment importé. Le deuxième essai a eu pour objectif d'améliorer la formulation des aliments produits localement tout en baissant le taux de farines animales. Les deux essais ont été menés en étroite collaboration avec les provendiers locaux SICA-NC et MSV. En tant que privés, ils n'ont cependant pas souhaité communiquer la formulation de leurs aliments mais ont accepté de tester leur formule au cours de l'essai 1 et d'adapter leurs formulations en fonction des résultats obtenus au cours de cet essai pour l'essai 2.

Les deux essais ont été réalisés avec des animaux produits à l'écloserie du CCDTAM de Foué et transférés en sortie de nurserie au Centre Technique Aquacole. Les animaux ont été mis à une densité de 30 individus par m³ avec un poids moyen initial lors de la différenciation alimentaire des animaux d'environ 18 g.

Au cours de l'essai 1, quatre aliments ont été testés : trois aliments commerciaux produits en usine et un quatrième fabriqué de manière « artisanale » au Centre Technique Aquacole. L'aliment artisanal « CTA » a été formulé à partir d'une base de données bibliographique de la FAO d'un aliment indonésien destiné aux *Siganidae* appauvris en protéines animales et intégrant de nouvelles matières premières comme le son de blé et de riz, du maïs et du tourteau de coprah, des produits et coproduits potentiellement issus de l'agriculture locale.

Les résultats obtenus au cours de l'essai 1 ont conduit à orienter la production d'aliments commerciaux locaux de l'essai 2 vers des formulations plus pauvres en protéines animales et en lipides. Les performances zootechniques obtenues au cours de l'essai 1 permettent donc de mettre en évidence que les formulations des aliments commerciaux locaux SICA et MSV sont comparables à l'aliment importé.

L'analyse des résultats du second essai, où 10% du taux protéiques animales a été substitués par des protéines végétales, permet d'affirmer qu'au niveau des résultats zootechniques, les deux formules commerciales et modifiées des aliments locaux MSV et SICA présentent des performances égales à l'aliment contrôle Le Gouessant importé. Bien qu'elles ne présentent pas de différences significatives avec l'aliment Contrôle, des performances amoindries d'environ 15% sont observées avec l'aliment CTA. Il se pourrait que ces écarts de performance soient liés au taux protéique appauvri de l'aliment CTA ou à la présence plus importante de matières premières végétales pouvant contenir des facteurs antinutritionnels. En effet, cette différence pourrait s'expliquer par le faible taux protéique de cet aliment (33%) en comparaison des aliments commerciaux (≈38,5%).

Essais d'incorporation de farine d'insecte dans l'aliment crevette :

L'étude a consisté à i) démontrer la capacité de produire localement des ingrédients à base d'insecte, ii) à en évaluer la qualité au regard des exigences de filières locales qui pourraient bénéficier de ce type de produits, et iii) à réaliser de premiers essais de performance, en tant que point de départ et catalyseur de la mise en place d'une filière insecte structurante et positivement impactante pour la durabilité et la compétitivité du secteur agricole en Nouvelle-Calédonie. Les essais ont durés trois mois et comptaient 28 réplicats de 12 crevettes. Toutes les opérations prévues ont pu être menées avec succès, fournissant des résultats très encourageants sur deux axes thématiques.

Axe 1 - Les échantillons de larves séchées et huiles produites localement ont démontré des caractéristiques conformes aux normes et aux exigences des filières cibles ainsi que des teneurs élevées en acides gras essentiels. Les essais ont démontré que la substitution d'une partie des protéines importées par des protéines de Black Soldier Fly (BSF) produites localement, avec une faible empreinte écologique.

Axe 2 - Les farines produites localement répondent aux niveaux d'exigences analytiques, en termes de composition et de teneur, des provendiers locaux, et se positionnent dans les gammes de références de deux producteurs de BSF produisant aux normes européennes (voire légèrement au-dessus pour certains paramètres essentiels, par exemple les taux en protéines et en acide laurique). Les essais de performances de croissance et de survie des crevettes nourries avec des aliments BSF en bacs expérimentaux ont démontré que le remplacement de 40 % à 60 % de farines de poissons importées par de la farine de larves BSF produites localement n'avait aucun impact négatif sur la composante zootechnique de la filière crevettes et pourrait potentiellement présenter des impacts bénéfiques sur la croissance et l'immunité (ces derniers restant à confirmer par un approfondissement et une diversification des essais).

Concernant les caractéristiques biochimiques des farines partiellement déshuilées de BSF, produites et testées grâce à cette opération, on constate que les éléments à impacts nutritionnels sont globalement très favorables. En effet, ces farines respectent les dernières normes européennes, répondent aux niveaux d'exigences des provendiers locaux, et se positionnent pleinement dans les gammes de références de deux producteurs de BSF déjà industrialisés. De plus, pour certains éléments essentiels, comme le taux de protéines et le taux de certains Acides Gras dont l'Acide Laurique, les analyses ont montré des teneurs supérieures aux références internationales. Concernant les performances zootechniques en bacs expérimentaux, le gain de poids s'est révélé significativement supérieur avec 4 des 5 lots d'aliments de crevettes produits localement selon le procédé préindustriel le plus abouti de NEOFLY.

Parallèlement, NEOFLY continue à affiner ses procédés d'élevage et de transformation pour améliorer encore les bénéfices en termes de croissance et l'indice de conversion alimentaire des crevettes, qui sont deux paramètres essentiels pour contribuer à l'amélioration de la durabilité et le rentabilité des fermes. Dans tous les cas, les résultats de cette étude confirment que le remplacement de 40 à 60% de farines de poissons importées par de la farine de larves BSF produites locales n'a, au pire, aucun impact négatif sur la composante zootechnique de la filière crevettes et pourrait potentiellement présenter des impacts bénéfiques sur la croissance et l'immunité (à confirmer par l'approfondissement des essais).

Opération 5B.1 : Expérimentations et transfert des modèles aquacoles durables et résilients ;

Action 5B.1.1 : Poursuite d'expérimentations d'élevages aquacoles durables et adaptés au changement climatique ;

Visite, appui technique et scientifique, veille technologique, expertise externe

La situation sanitaire mondiale n'a pas permis de réaliser les missions de perfectionnement prévues en 2020-2021. Une mission a tout de même été montée pour favoriser l'immersion de certains porteurs de projet intéressés par l'aquaculture originaires des Îles Loyauté. Lors du 1er semestre 2021, une visite d'immersion sur la Grande Terre de

potentiels promoteurs aquacoles des îles Loyauté dans les infrastructures expérimentales de la Technopole a été effectué.

Lorsque les déplacements ont été réautorisés, au cours du seconde semestre 2022, trois missions ont pu être réalisées. Ainsi, un expert a pu être mobilisé au CCDTAM de Koné pour apporter un appui en production larvaire. Le rapport de recommandations propose une soixantaine d'améliorations potentielles pour améliorer les rendements de production larvaire. En complément, le responsable de la ferme de grossissement de Touho a pu réaliser une visite de perfectionnement en Polynésie française pour parfaire son expertise technique avec des cages circulaires d'élevage piscicole. Il a également pu rencontrer les équipes de la DRM et améliorer la coopération régionale.

Enfin, une mission d'un mois du responsable de l'écloserie d'huître du CTA accompagné par un porteur privé a permis le perfectionnement au Cawthron Institute en Nouvelle-Zélande de XX et YY sur la production larvaire d'huîtres. Cette mission financée par PROTEGE s'inscrivait dans un projet de collaboration et de transfert d'expertise et de méthodes entre le chef de file et l'institut de recherche néozélandaise financé par le Fonds Pacifique. Les résultats de ce partenariat ont pu être présentés à la WAS à Darwin en Australie en mai 2023.

Action 5B.1.2 : Transfert des modèles aquacoles éprouvés vers des opérateurs privés et accompagnement de démonstrateurs en conditions commerciales.

Poursuite de la mise en place du démonstrateur commercial piscicole

L'action « démonstrateur piscicole » a été lancée fin 2020, dans le cadre de PROTEGE, afin de venir en appui au programme de développement de la pisciculture marine en cours de développement en Nouvelle-Calédonie. Ce programme vise, depuis mi-2021, à faire la preuve sur 3 saisons d'expérimentations, de la faisabilité technico-économique de la production de picot rayé, espèce prédominante d'un modèle aquacole d'une capacité de 40 tonnes annuelle.

Le démonstrateur est une infrastructure pilote du modèle de production commercial préconisé. Il doit permettre de poursuivre le dérisquage des aspects les plus critiques avant réplification par un opérateur privé et jouer son rôle de vitrine et de pépinière pour ces futurs opérateurs. Le modèle d'évaluation de la rentabilité recommande un volume de production annuelle de 40 tonnes avec une commercialisation sur le marché local en maximisant le prix de vente. Il préconise également des cages modulaires en HQPE installées en zones abritées et idéalement carrées pour limiter les contraintes et la manutention ainsi que le gap avec les savoir-faire acquis à ce jour. Le modèle de production doit principalement se baser sur la production des deux espèces de picots (rayés et gris) produites par l'écloserie de Koné. Les unités de démonstration se traduisent par des cages de 300m³ (en cubisystem[®] ou en HQPE) et sont approvisionnés par des poissons pré-grossis issus des unités actuellement en place de 100 m³. En 2022, la plateforme d'élevage a été réaménagée en ce sens et deux unités de 300 m³ ont vu le jour, permettant désormais de réaliser des transferts de poissons juvéniles. La base à terre a également été améliorée pour assurer le maintien de la chaîne du froid lors de la récolte et de la transformation des poissons.

Aujourd'hui, malgré des échanges réguliers avec plusieurs investisseurs privés ayant manifestés un intérêt dans la pisciculture marine, aucun partenariat avec un partenaire privé n'a été finalisé, ce qui justifie que les infrastructures d'élevages n'aient pas totalement été mises en place dans le cadre du projet PROTEGE. L'absence d'une maîtrise stable de la production d'alevins par le CCDTAM explique en bonne partie cette réticence des investisseurs privés potentiels. Néanmoins, la phase 1 a été un investissement nécessaire pour « dé-risquer » les aspects techniques du changement d'échelle de la production de poisson en cages en mer, qui se situe dans la trajectoire de transfert vers le secteur privé des activités piscicoles, en se rapprochant de la taille commerciale. Au total, environ 3,5 tonnes de picots rayés d'un poids moyen d'environ 350 g ont été vendus sur le marché local en 2023 et 2,2 tonnes en 2022.

Mise en place d'un démonstrateur pour appuyer la maturation et la production de micro-algues en conditions extérieures

La plateforme pilote située à Koné était chargée des essais de production en bassins extérieurs (raceways), de récolte, de séchage afin d'étudier la faisabilité technico-économique de la production de microalgues en bassins extérieurs. La première phase fut de réaliser sur fonds PROTEGE un « avant-projet sommaire (APS) », c'est-à-dire, une réalisation des plans, dimensionnement, estimations des coûts au stade APS).

Des décisions stratégiques au premier trimestre 2021 entre la Technopole et les collectivités ont abouti à la décision, présentée puis validée en sous-copil et en copil PROTEGE Thème 2 NC en mars d'annuler la poursuite de cette sous-action

et de reporter le budget sur d'autres actions. Les raisons principales étaient l'incertitude sur les niveaux de financements de fonctionnement pour assurer l'utilisation et la maintenance de cet outil au-delà du projet PROTEGE, l'absence de porteur privé investit significativement et de reporter l'opportunité d'un tel investissement sur le site d'un futur porteur privé.

Appel à manifestation d'intérêt de porteur privé pour des projets en diversification aquacole

L'objet de l'appel à manifestation d'intérêt (AMI), publié en février 2023, était de susciter, d'identifier, et de sélectionner des projets qui avaient pour objectif la diversification aquacole en Nouvelle-Calédonie. Les espèces prioritairement ciblées sont les huîtres de roches, les macroalgues et toutes autres espèces ayant un potentiel de développement, en termes de production de biomasse courant 2023. Les projets sélectionnés ont reçu ou recevront une aide financière qui servira à participer aux coûts liés au projet. Le comité de pilotage a sélectionné cinq projets.

Globalement, trois projets concernent de petites unités de grossissement d'huîtres de roche en Province Nord, soient un à Koné et deux à Touho . Un autre concerne une entreprise ostréicole en activité depuis plus de dix ans qui vise à mettre en place des bassins de prégrossissement de juvéniles pour accélérer le cycle de production. Le dernier projet soutenu concerne la faisabilité de la culture de trois macroalgues néo calédoniennes. Les cinq projets ont été validés et officialisés en mai 2023 donc à ce stade les commandes de matériels sont en cours pour s'assurer que les structures d'élevage soient bien installées avant la fin août 2023. On prévoit un avenant au contrat CPS 19-605 pour prolonger sa période de validité jusqu'à la fin décembre 2023 pour s'assurer que ces dépenses soient admissibles et que l'installation du matériel ait été réalisée.

Production de naissains d'huîtres de roche pour approvisionner les futurs porteurs de projets de grossissement

Dans le cadre du développement d'une filière ostréicole calédonienne, il est apparu nécessaire de pouvoir sécuriser l'approvisionnement en naissain d'espèces locales afin d'assurer la pérennité des activités ostréicoles déjà présentes localement et des projets à venir. Pour cela deux solutions ont été étudiées le captage du naissain dans le milieu naturel par le biais de collecteurs et la production de naissains en éclosier.

En amont, les indicateurs de la maturation optimum des huîtres sur le littoral calédonien ont été suivis tels que la température et la salinité de l'eau couplée au taux de remplissage gonadique. Les observations semblent confirmer que la période principale de reproduction se situe pendant la saison chaude, de novembre à mars, comme en témoignent le développement et la maturation des gonades. Des indices suggèrent que de petites pontes pourraient également se produire en juin, pendant l'intervalle entre la saison chaude et la saison fraîche. En revanche, les mois de juillet et août, au cœur de la saison fraîche, sont peu propices à la reproduction, avec des gonades peu développées et vides. Il est possible que la période de reproduction soit légèrement plus étendue en Province Nord, en raison de variations saisonnières de température moins prononcées et d'amplitudes journalières plus fortes. Cependant, cette hypothèse reste à confirmer.

Il est également important de souligner que les conditions climatiques des trois dernières années, marquées par des températures plus élevées que la moyenne et de fortes précipitations, ne représentent pas les moyennes annuelles. Cela renforce l'importance de continuer à surveiller ces tendances sur au moins une année supplémentaire. Cette méthode sera vulgarisée dans le cadre des livrables de capitalisation de PROTEGE.

Le captage du naissain a été suivi pendant deux ans sur cinq sites de la grande terre. L'ensemble du naissain a été détroqué et mis en structures de grossissement en partenariat avec les porteurs de projet locaux. Ce premier essai a révélé que les résultats de collectage varient considérablement en fonction des sites et des périodes, allant de 0 à 3 500 naissains par unité de collectage. Il a également révélé que les huîtres locales ne se limitent pas à pondre uniquement en saison chaude et que du collectage est donc possible sur une partie de la saison fraîche, ce qui peut être avantageux étant donné que les phénomènes climatiques extrêmes sont principalement observés en saison chaude. Étant donné que les huîtres locales se fixent au niveau de la valve inférieure plutôt qu'à l'aide d'un pied, il est essentiel d'améliorer le protocole de détroquage pour éviter la casse des coquilles et la perte du naissain. En plus des connaissances déjà acquises au cours de ce premier essai, un essai de chaulage des lames de PVC est actuellement mené en Province Nord.

En parallèle, les travaux entrepris au CTA ont démontré la faisabilité technique de produire des naissains d'huître de roche en éclosion, malgré certaines difficultés rencontrées telles que la capacité limitée de production de la salle d'algue et le sous-dimensionnement de la nurserie extérieure. Le protocole mis en place permet aujourd'hui d'évaluer plus précisément les besoins en matériel nécessaire à la production de naissains d'huîtres. Cependant, pour optimiser le protocole, des améliorations doivent être apportées. Il est essentiel de mieux gérer les géniteurs afin d'avoir des animaux matures au début de chaque cycle.

En plus des améliorations mentionnées précédemment, il est nécessaire de s'assurer la reproductibilité des résultats avant de pouvoir évaluer la faisabilité économique de mettre en place une éclosion d'huître. La production de plus de 100 000 naissains en 2022 est un résultat encourageant et constitue une avancée significative vers la sécurisation de l'approvisionnement en naissains et la mise en place d'une filière ostréicole durable en Nouvelle-Calédonie. Cette quantité de naissain a été produite qu'à partir d'un seul cycle et n'a pu être répétée. Les hypothèses expliquant cette situation tendent vers une mauvaise gestion des géniteurs que ce soit la capacité à bien maîtriser le développement gonadique et aussi la certitude qu'il s'agit de la même espèce donc d'une compatibilité génétique.

Grossissement des naissains collectés en milieu naturel et produits en éclosion :

Les naissains collectés au cours de la saison chaude 2021/2022 et la saison fraîche 2022 ont été mis en élevage en paniers sur filières, sur les sites de captage à l'exception du naissain de la pointe aux huîtres à Boulouparis qui a été mis en grossissement à la SASV dans un bassin de crevettes à faible densité.

Il est également important de noter que cet essai a été réalisé dans des conditions météorologiques particulières liées au phénomène La Niña, qui a été actif entre 2021 et début 2023 sur le territoire. L'impact de ce phénomène sur le collectage de naissain, qu'il soit positif ou négatif, reste à ce jour inconnu. Globalement les naissains présentent une faible croissance. De fortes mortalités ont également été observées sur la majorité des sites allant de 30 à 80 %. Ces mauvaises performances pourraient être en partie expliquées par un facteur génétique, le lot étant issu d'un seul croisement bi-parental. Un possible stress lors du pré-grossissement suite à un stockage trop long en micro-nurserie et une forte densité en nurserie associé à un apport insuffisant de nutriments.

Cinq opérateurs ostréicoles se sont vu transférer du naissain d'huîtres produits en éclosion pour mise en grossissement pour un total de 120 000 naissains. Les suivis de croissance et de survie sont effectués en routine sur une base mensuelle et se poursuivront jusqu'en 2025. Le taux de croissance est plus faible (environ deux fois moindre) que le naissain capté. Par contre, le taux de survie est environ deux fois élevé.

Opération 5B.2 : Amélioration des capacités de production des centres techniques ;

Action 5B.2.1 : Renforcement des capacités de production des centres techniques pour la diffusion de matériel biologique et sain

Production de juvéniles de poissons

La production de juvéniles est le maillon amont indispensable pour alimenter le démonstrateur commercial et répondre aux questions qui y sont associées. Cette action consistait à soutenir la production de juvéniles lors des saisons de productions qui correspondent à la saison chaude. Les actions PROTEGE ont donc débuté au second semestre 2020 en privilégiant le picot rayé dans le cadre d'un plan d'action sur trois saisons. L'objectif de production était d'atteindre à terme des performances stables supérieures ou égales à 20 % de survie larvaire et 80 % de taux de vessies bien formées.

Les résultats de la saison 2021/2022 ont été en deçà des objectifs (47 %), avec environ 11 000 juvéniles produits, et des résultats encore très variables entre les 14 essais d'élevage larvaire réalisés. Concernant la maîtrise du calage des pontes, pour la première fois depuis le début des essais sur le picot rayé, les pontes des géniteurs ont été régulières de septembre à mars (sur les bassins extérieurs) et ont permis d'obtenir des œufs fécondés et des pré-larves en quantité jusqu'alors jamais atteinte. Concernant les performances larvaires, le meilleur essai a permis d'obtenir un résultat satisfaisant avec 7% de survie et 80% de taux de vessie, mais il n'a pu être reproduit.

Les résultats de la saison 2022/2023 ont été très mauvais avec l'atteinte d'à peine 4 % des objectifs établis. Les larves produites ont eu un faible taux de développement de vessie natale et les pistes explorées n'ont pas permis pour le

moment d'identifier la solution. L'ensemble des essais larvaires, que ce soit en intensif ou extensif ayant échoué, en dépit de l'appui d'experts sur les derniers larvaires de la saison. Au total, environ 2 500 alevins ont été produits. Concernant les pontes, la maîtrise observée lors de saison précédente a été confirmée.

A la fin de la saison 2022/2023, il a été primordial de réaliser un vide sanitaire approfondi et de dresser le bilan des trois dernières saisons et d'un plan d'actions futur visant à atteindre les objectifs en matière de production d'alevins.

Résultat attendu 5 :

5

Les activités d'élevage durablement intégrées dans le milieu naturel et adaptées aux économies insulaires sont expérimentées et mises en œuvre à des échelles pilotes et transférées dans la région Pacifique.

Opération 5A.3 Vers une exemplarité environnementale de l'aquaculture

- Action 5A. ».1 Evaluation des impacts liés aux filières aquacoles et moyens pour les réduire

Etude des proxys potentiels pour la prédiction de l'évolution des fonds de bassins

Mise en contexte

Premier exportateur agroalimentaire du pays, la filière crevette calédonienne représente une production annuelle de 1 500 tonnes pour un chiffre d'affaires d'1,9 milliards de francs Pacifique. 18 fermes contribuent à sa production, ce qui représente une superficie d'élevage d'environ 640 ha, avec des rendements moyens de 2,4 t/ha. Ces dernières années de nombreuses fermes connaissent des chutes de rendement importants. L'un des facteurs mis en cause dans ce déclin est le vieillissement des fonds de bassin qui connaissent une acidification liée aux élevages successifs. En ce sens, le projet « Fond de bassin » a été initié à la demande des Provinces Sud et Nord, du groupement des fermes aquacoles (GFA) et de l'ADECAL Technopole, dans le but d'améliorer les performances de production des bassins crevette, en évaluant différents leviers afin de rééquilibrer les paramètres physico-chimiques des sédiments. En 2020, le programme Européen PROTEGE a permis d'initier des travaux en laboratoire, réalisés par l'entreprise AEL, visant à déterminer des leviers d'action, au moyen de mesures simples sur lesquelles les fermiers pourront s'appuyer. Ces travaux ont permis d'identifier un nouveau paramètre, l'acidité nette (AN), permettant d'évaluer le potentiel de génération d'acidité des sédiments. Aux vues de l'envergure de la problématique, il a été convenu de structurer l'intervention selon différentes phases.

1- En parallèle, le comité de pilotage a souhaité réaliser un essai empirique in situ pour, d'ores et déjà, vérifier si le phénomène d'alcalinisation des sols était probant. Ainsi, différentes voies étaient à explorer dont la plus prometteuse, celle d'un chaulage renforcé. En effet, l'utilisation de la chaux est une pratique courante en aquaculture pour l'entretien des fonds de bassin en terre. Les résultats préliminaires obtenus au CTA en 2020 soutenaient cette hypothèse. Le carbonate (CaCO_3) a été retenu comme type d'amendement puisqu'il est facile d'utilisation et sans danger. C'est également un produit naturel non transformé avec peu d'impact environnemental. Son action est d'augmenter l'alcalinité du fond de bassin et donc de stabiliser son pH ainsi que de favoriser la dégradation de la matière organique par des bactéries autotrophes. La quantité de 4 t/ha est une dose a priori forte donc suffisante pour faire apparaître un effet. Ainsi, en septembre 2020, la ferme Blue Lagoon Farm (BLF) située à Koné a été retenue et validée par le Groupement des Fermes Aquacoles. Elle offrait l'avantage d'avoir plusieurs petits bassins (3,5 ha en moyenne) permettant de structurer le projet selon un design expérimental robuste mais dans un contexte commercial. Les six bassins retenus pour cette démonstration (3 bassins amendés et 3 bassins témoin) pouvaient recevoir un traitement identique, c'est-à-dire un ensemencement de postlarves à la même date et à la même densité.

Les trois bassins amendés ont reçu un chaulage renforcé total de 4 t/ha de chaux carbonatée (CaCO_3) étalonné en deux interventions durant l'assec (2t/ha le 21/09/2020 et 2 t/ha le 03/11/2020). Durant cette période les bassins témoins ont reçu une dose d'entretien de chaux carbonatée de 0,6 t/ha. Le 1er décembre 2020 les 6 bassins ont étéensemencés à une densité de 17 postlarves/m² fournies par l'écloserie de EDN. Le 23 décembre 2020, le premier échantillonnage a pu être fait sur les 6 bassins. Les poids moyens des bassins sont suivis hebdomadairement ce qui permet de mettre en évidence un éventuel écart de croissance entre les traitements. Les paramètres de l'eau des bassins étaient suivis quotidiennement et pouvaient donc être analysés au cours de l'élevage.

Les bassins suivent le même protocole d'élevage mis à part l'application de chaux carbonatée (environ 15% de la ration) dans les bassins en test. Les résultats sont en cours de saisie et d'analyse. A titre d'exemple, le tableau suivant illustre le format qui sera présenté in fine. Les bassins B14, B15, et B21 ont subis le traitement de chaulage renforcé. Ces échantillonnages ont été réalisés par l'équipe de la Technopole. Les ouvriers de BLF ont réalisés les autres et ont transmis les éléments à la Technopole.

Après trois mois d'élevage, les poids moyens ont confirmé que la croissance était très convenable et très similaire entre les bassins traités et les bassins témoins. La survie était légèrement supérieure pour les bassins test mais rien de significatif compte-tenu du fait qu'il s'agit d'estimations. Le 14/04/2021 un suivi du type « Réseau épidémiolo-surveillance crevette (REC) a été déclenché sur le bassin B19 puisqu'une mortalité a été signalée. Des crevettes moribondes ont été prélevées, conditionnées et analysées. Les analyses n'ont pas détecté de maladie à déclaration obligatoire (OIE) mais des traces de vibrioses tel le *nigripulchritudo*. Il s'agit des mêmes vibrioses que ceux rencontrés sur les bassins des ensemencements précédents (hors expérimentation) et lors des années précédentes.

Par la suite, quelques mortalités sporadiques ont été observées par l'éleveur sur les bassins B14 et B16 mais difficile d'estimer leur impact sur la survie des bassins à ce stade de l'élevage. Des pêches partielles ont eu lieu dans tous les bassins avant que ces derniers ne soient vidés. Les résultats ne semblent pas afficher d'amélioration significative des performances des bassins par rapport à l'année précédente, que ce soit avec ou sans apport de chaux carbonatée.

Bassins	Survie (%)	IC	Rdt (T/ha)	PM pond	PM Final
B14 chaux	38,2%	3,02	2,13	32,6	38,0
B21 chaux	40,5%	3,05	1,86	27,4	27,4
B15 chaux	45,3%	2,87	2,57	33,2	35,0
B16 témoin	46,6%	2,52	2,32	29,1	31,4
B18 témoin	38,2%	3,21	2,18	33,1	34,5
B19 témoin	34,8%	2,89	1,97	32,2	34,2

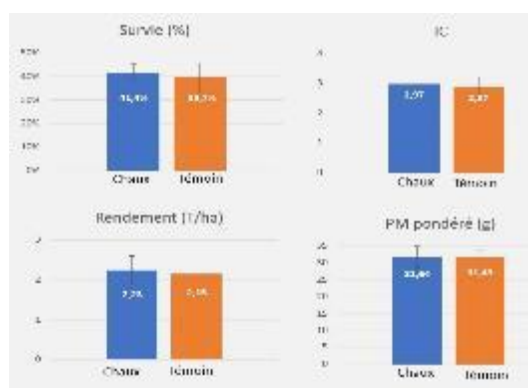


Figure 1. Résultats des élevages des 6 bassins.

Les essais n'ont pas permis de confirmer l'hypothèse posée, car bien que la survie soit légèrement supérieure pour le traitement chaux (+1,7%), elle n'est pas significativement supérieure à celle des bassins témoins.

Si cette action lancée par anticipation sur une ferme privée en difficulté dès la saison 2020/2021 n'a pas permis de confirmer l'hypothèse posée (même si les résultats de la ferme n'ont pas continué à se dégrader), elle a néanmoins permis de tester, avec succès, la possibilité de réaliser des essais à l'échelle commerciale, en partenariat avec des entreprises, grâce à la mutualisation du risque par le biais du financement PROTEGE. Cette action a également permis de confirmer l'intérêt de réaliser les travaux prévus en laboratoire pour déterminer précisément les proxys potentiels pour la prédiction de l'évolution des fonds de bassins, qui permettront de mieux comprendre les besoins d'une préparation de sol avant élevage, et de définir des outils de gestion associés.

2- La première phase laboratoire, initiée lors du second semestre de 2020, avait comme objectif de faire une caractérisation des sols des différentes fermes de la filière et de réaliser un test préliminaire pour valider les outils laboratoires qui étaient proposés. Ainsi, elle fut structurée selon i) une étude bibliographique à partir des données de la filière existantes issues des travaux de Boyd en 2011, ii) sélection d'une ferme modèle, qui en l'occurrence a été SODCAL dans le secteur de La Foa pour la tenue des tests de faisabilité technique en matière de comportement des fonds de bassins, iii) coupler les résultats in situ avec une prospection aérienne réalisée par l'équipe d'imagerie aérienne de la

Province Sud, iv) conduire des essais de lixiviation selon certains scénarios d'amendements en laboratoire, v) proposer une étude pilote sur plusieurs fermes à l'issu des résultats obtenus.

Globalement, les principaux résultats qui ont émergé de cette première phase ont permis de regrouper les fermes selon trois groupes de sols distincts dont un qui n'avait qu'une seule ferme. De ce fait, les différents traitements statistiques issus des données existantes ont permis de sélectionner la ferme de SODACAL comme ferme modèle pour conduire le test de faisabilité, puisqu'elle était dans le groupe constitué du plus grand nombre de fermes. Ensuite, les résultats en laboratoire ont confirmé que les tests de lixiviation étaient un bon outil de compréhension des mécanismes physico-chimiques des fonds de bassins, surtout pour mettre en évidence les possibles corrélations entre le taux d'humidité et de matières organiques et les indices développés par l'imagerie aérienne. Ces essais ont également mis en évidence les phénomènes de relargage des éléments majeurs ainsi que des métaux. Finalement, on observe l'effet d'un amendement calcique sur les phénomènes de relargage ainsi que sur les paramètres physico-chimiques des fonds de bassin.

3- En effet, la seconde phase réalisée en laboratoire visait à évaluer l'acidité nette du fonds de bassin pour estimer et doser précisément la quantité d'amendement avant la mise en eau. Cette étape de réalisation été réalisée par le laboratoire AEL et était complémentaire à une série d'expérimentations en bassins expérimentaux au CTA, qui sera traitée dans la section suivante. Afin d'optimiser les essais réalisés lors de la phase précédente, le GFA a financé l'analyse complémentaire d'un nouveau produit d'amendement, la calcite récifale, afin d'en connaître les potentiels d'alcalinisation. Ce produit proposé par AEL n'est actuellement pas utilisé par la filière aquacole mais par la filière minière et présente un coût inférieur aux autres produits. Les résultats de ces essais ont montré que la calcite récifale présente les mêmes propriétés que les autres amendements de type calcimer, elle a donc été privilégiée pour les essais.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer les différentes combinaisons d'amendement des sols pour assurer la neutralisation de l'acidité nette et constituer une réserve alcaline exploitable le long du cycle d'élevage. Ainsi, les essais ont été réalisés en lots en présence de sédiment et d'eau de mer. Deux combinaisons d'amendement ont été testées : le premier avec uniquement de la chaux éteinte en quantité suffisante pour neutraliser l'acidité nette du sol et le deuxième avec la même quantité de chaux éteinte à laquelle s'ajoute de la calcite récifale. Les sédiments utilisés lors de ces essais provenaient du même bassin de la ferme Sodacal utilisé lors de la phase précédente et ce, juste après la dernière pêche de l'élevage.

Les essais menés par AEL ont permis de montrer qu'un amendement avec de la chaux éteinte permet de neutraliser l'acidité nette du sédiment en remontant considérablement le pH (action curative). Un ajout de calcite récifale à cet amendement conduit après acidification du milieu à l'obtention d'un pH d'équilibre supérieur à l'amendement composé uniquement de chaux éteinte. Il semble que la chaux éteinte soit totalement consommée pour la première combinaison alors qu'une potentielle réserve alcaline semble exister avec l'ajout de calcite récifale de la 2ème combinaison (action curative + préventive). Bien que la réserve alcaline nécessaire pour maintenir un élevage soit encore difficile à évaluer, on observe que le complément d'amendement en calcite récifale permet de maintenir un pH supérieur au pH initial.

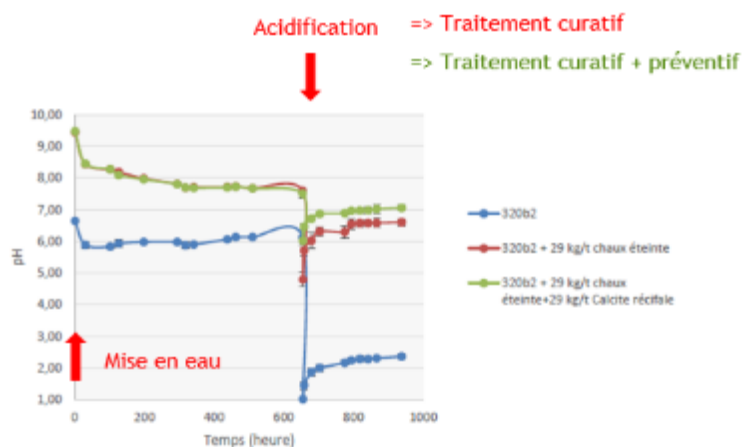


Figure 2. Evolution du pH, pour le même échantillon, selon trois traitements différents d'amendement

Comme observé lors des essais de lixiviation, l'ajout d'amendements et l'augmentation inhérente du pH a pour conséquence une diminution des concentrations de certains métaux dissous dans les eaux de mélange (Co, Fe, Mn et Ni), à l'exception du cuivre qui montre une certaine tendance à l'augmentation (observations réalisées avant acidification). Ces éléments sont purgés à l'extérieur via les canaux d'évacuation. L'offre initiale d'AEL pour la phase 2 en laboratoire comportait un essai dit en « mésocosmes » pour simuler des essais à une dimension intermédiaire entre les tests en batch et les essais en bassin. Le groupe de travail avait fait le choix de conditionner ces essais aux résultats obtenus en lots. La durée rallongée des essais réalisés en lots a finalement permis de se passer de l'essai en mésocosmes.

4- Dans le cadre de ce projet, différentes approches de remédiation des fonds de bassins ont été testées. La première consiste à neutraliser l'acidité des sols par l'apport d'amendements calciques et la deuxième à évaluer différentes méthodes de bioremédiation des sols, par action de l'eau ou de jachères productives. Pour se faire, ce projet se découpe en deux grands axes, une partie en laboratoire et une partie en bassins expérimentaux : 1) Les travaux en laboratoire menés par AEL et Bluecham, visent à développer un outil permettant de réaliser par imagerie satellite une zonation des fonds de bassin, afin d'établir un plan d'échantillonnage. Après prélèvement les échantillons sont analysés afin d'évaluer le « risque acide » de ces sols. Un abaque en cours de développement devrait à terme permettre de neutraliser cette acidité par l'apport d'amendements calciques de façon localisée et raisonnée. 2) En bassins expérimentaux, la priorité a été donnée à la remédiation par effet de l'eau avec un traitement « flush » ce qui devrait permettre d'éliminer l'acidité relarguée à la mise en eau du bassin et un traitement « jachère en eau » visant à rééquilibrer le bassin par un maintien en eau de ce dernier pendant la durée d'un élevage.

Ce premier essai de bioremédiation en bassin expérimentaux avait pour but d'évaluer le potentiel de bioremédiation de deux méthodes par action de l'eau sur les fonds de bassin crevette : i. Le flush : qui consiste à remettre en eau partiellement (1/3 de la hauteur) le bassin après l'assec, le maintenir en eau pendant 24h et le vidanger. Ce protocole est a été réalisé deux fois à 24h d'intervalle puis le bassin est mis en remplissage pour l'élevage. L'objectif étant d'éliminer l'acidité retenue dans le sol et les métaux potentiellement dissous, qui peuvent être létaux pour les post-larves à l'ensemencement. ii. La jachère en eau : Comme en agriculture, le principe est de réaliser une jachère en laissant le bassin en eau au repos afin que l'écosystème se remette à l'équilibre en éliminant naturellement les excès d'azote accumulés dans les sédiments. L'objectif est d'observer l'évolution géochimique du fond de bassin au cours d'une jachère et les impacts sur l'élevage suivant. Si les résultats obtenus en bassins expérimentaux sont concluants, les méthodes évaluées ont vocation à être transférée à l'échelle de bassins commerciaux.

Méthodologie

I. Conduite d'élevage :

- Neuf bassins ont été mis en élevage permettant d'effectuer chaque traitement en triplicata. Chaque triplicata était composé de deux bassins de 310 m² et d'un bassin de 1400 m² pour chaque traitement. L'arrivée d'eau est la même pour l'ensemble des bassins. Pour chaque bassin, un assec a été réalisé sur 10 cm de profondeur après le prélèvement des échantillons de sol.

Traitement	Bassin	Surface (m ²)
Témoin	B07	310
	B10	310
	G2	1340
Flush	B09	310
	B12	310
	G1	1340
Jachère	B08	310
	B11	310
	G3	1340



Figure 3 : Plan des bassins expérimentaux avec les traitements respectifs

Traitements :

La répartition des traitements a été réalisée en commun accord avec le GFA et le laboratoire AEL après réception des analyses de sol à l'assec ne montrant pas de différences de sol entre les bassins. L'élevage i) **Témoin** consistait en un élevage classique respectant une densité de 20 postlarves/m², le ii) **Flush** s'est traduit par un remplissage d'un tiers de la colonne d'eau du bassin avec le maintien en eau pendant 24 heures suivi d'une vidange. Un second remplissage d'un tiers du bassin a été effectué avec un maintien en eau pendant 24h et à nouveau vidé. Ensuite, le bassin était rempli en totalité pour le début de la mise en élevage et iii) la **Jachère en eau** s'est traduite par le maintien du bassin en eau avec un faible renouvellement, uniquement pour maintenir une salinité équivalente aux autres bassins.

Pour les traitements **témoin** et **flush**, la densité d'élevage respectée fut de 20 post-Larves/m², couplée à une alimentation de granulés fournis par le provendier SICA. Les granulés étaient à la fois émiettés, en rondelle et en granulé G40. Le **renouvellement** d'eau fut évolutif en fonction de la biomasse, c'est-à-dire de 2 à 25% du volume du bassin/jour. L'**Oxygénation** était assurée par un aérateur de type paddle wheel pour chaque bassin de puissance 2 HP. Les postlarves ont été fournies par l'écloserie de Mara pour l'ensemble des bassins en élevage.

Les **flushs** ont été réalisés entre le 20/12/21 au 24/12/22 permettant une **mise en eau** pour l'ensemble des bassins le 26/12/22 et un **ensemencement** global le 06/01/22. Les **pêches** ont débuté environ six mois plus tard et ont été séquencées du 09/06/22 au 07/07/22. Il avait été acté que les **pêche** pouvaient débutées lorsque les crevettes atteignaient un poids moyen entre 28 et 30 g.

Le **suivi de croissance** : a été réalisé sur une base hebdomadaire sur deux lots de 50 crevettes par bassin pour l'ensemble des élevages. Un **suivi de la mortalité** étaient également conduit, c'est-à-dire que les crevettes mortes étaient retirées des élevages et dénombrées quotidiennement. Les performances d'élevage ont été évaluées sur la base des taux de croissance, de survie, du calcul de l'indice de conversion (IC) ainsi que des rendements de production basé sur le volume pêché in fine. Finalement, la température de l'eau et l'oxygène dissous était renseignées deux fois par jour (matin et soir), tandis que l'alcalinité de l'eau, la turbidité et la salinité étaient renseignés trois fois par semaine.

II. Analyses :

Afin de caractériser les paramètres physico-chimiques du sol, deux prélèvements de sédiments par bassin (en entrée et en sortie) ont été réalisés, pendant i) l'assec, ii) après le flush (uniquement pour les bassins flushés) et iii) après la pêche. Au total ce sont 42 prélèvements de sols qui ont été analysés. Pour chaque prélèvement, les paramètres suivants ont été analysés par le laboratoire AEL : - pH - Sulfate, phosphore et azote total - Carbonate de calcium - Acidité nette - Métaux (uniquement pour les échantillons prélevés à l'assec). Des prélèvements d'eau ont également été réalisés au cours des flushs et en fin d'élevage afin de surveiller le rejet potentiel d'éléments dissous en grande quantité soient : i) l'eau de remplissage du premier et deuxième flush, ii) deux prélèvements d'eau en sortie de bassin ont été réalisés en milieu et fin de vidange de chaque bassin flushé et iii) un prélèvement en sortie de bassin lors de la vidange finale de l'ensemble des bassins Au total ce sont 23 prélèvements qui ont été analysés. Pour chaque prélèvement les paramètres suivants ont été analysés : - Métaux (Cobalt, Cuivre, Fer, Manganèse, Nickel, Zinc, Chrome (VI)) - Calcium, Magnésium, Potassium, Silicates, Ammonium, NTK, Azote total, Phosphore, carbone organique total

La figure suivante représente le protocole suivi et les prélèvements réalisés : (en marron prélèvements de sol, en bleu prélèvements d'eau)

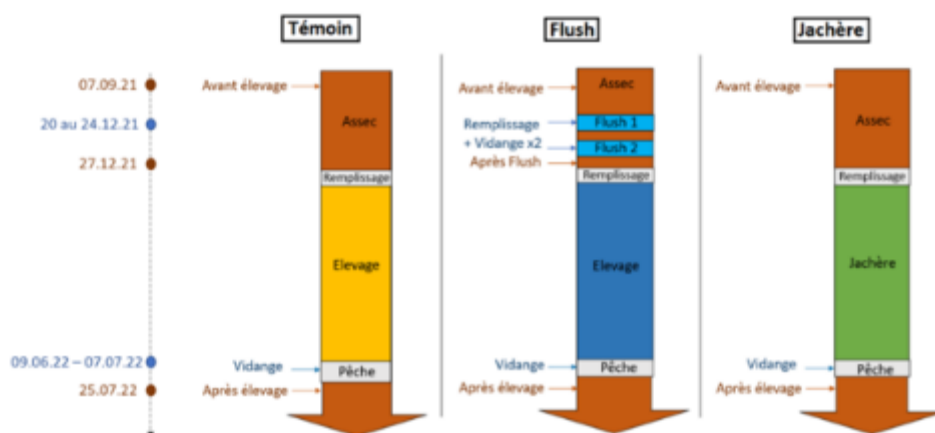


Figure 4. Schéma du plan expérimental

RESULTATS :

Evolution du sédiment :

L'analyse des sédiments au cours de l'assec précédent l'élevage, présenté à l'annexe 1, a montré des teneurs en métaux comparables aux sédiments analysés dans la filière et présentés dans le rapport d'AEL de la phase 1a, avec cependant des taux plus élevés de Nickel. Les pH KCl des sédiments de l'ensemble des bassins sont compris entre 7,8 et 9 ce qui semble indiquer qu'ils ne nécessitent pas d'amendement si l'on se fie à cet unique paramètre, qui correspond à la méthode traditionnelle d'interprétation de la qualité des fonds de bassins. Les analyses d'acidité nette sont ici exprimées hors capacité neutralisante, c'est-à-dire sans tenir compte de la présence de débris carbonatés présents dans les sédiments, pouvant ou non participer à la neutralisation de l'acidité selon la forme sous laquelle ils sont présents.

Tableau 1 : Résultats d'analyses de l'acidité nette hors capacité neutralisante et des besoins en amendements calciques avant élevage, après flush et après élevage.

Traitement	Bassin	Echantillon	Acidité nette sans capacité neutralisante (mole H ⁺ /m ³)			Quantité de CaCO ₃ à ajouter (T CaCO ₃ /ha)		
			Avant élevage	Après Flush	Après élevage	Avant élevage	Après Flush	Après élevage
Témoïn	B7	359	55	-	14	3	-	0,8
		360	44	-	11	2,4	-	0,6
	B10	347	29	-	29	1,6	-	1,6
		350	30	-	42	1,6	-	2,3
	G2	366	29	-	44	1,6	-	2,4
370		40	-	38	2,2	-	2,1	
Flush	B9	351	211	12	20	11,4	0,6	1,1
		354	20	11	26	1,1	0,6	1,4
	B12	336	0	12	21	0	0,6	1,1
		339	18	15	17	1	0,8	0,9
	G1	362	27	18	41	1,5	1	2,2
365		18	13	13	1	0,7	0,7	
Jachère	B8	356	24	-	14	1,3	-	0,8
		358	20	-	24	1,1	-	1,3
	B11	343	35	-	15	1,9	-	0,8
		344	22	-	14	1,2	-	0,8
	G3	372	37	-	53	2	-	2,9
373		32	-	37	5	-	2	

Les analyses d'acidité nette hors capacité neutralisante des sédiments prélevés au cours de l'assec précédent l'élevage présenté ci-dessus ont montré un besoin en carbonates allant de 0 à 11 t/ha. A noter qu'il n'y a que deux points extrêmes, l'un à 0 t/ha et l'autre à 11,4 t/ha. Les autres points de prélèvement sont tous compris entre 1 et 5 t/ha. Les analyses après flush montrent des acidités nettes sans capacité neutralisante comprises entre 11 et 18 moles H⁺

/m², soit des besoins en carbonates de 0,6 à 1 t CaCO₃/ha. Ces résultats montrent une diminution moyenne globale d'environ -32% de l'acidité nette des bassins après les flushs.

En fin d'élevage, l'évolution de l'acidité nette des bassins fluctue au sein d'un même traitement mais tend de façon générale à diminuer pour l'ensemble des traitements. Ces fluctuations rendent difficiles l'interprétation des résultats. Toutefois il est possible d'observer qu'aucun traitement n'entraîne une forte hausse de l'acidité nette. Si l'on observe les données de façon globale par traitement (tab. 2), l'acidité nette des bassins témoins diminue de -10%, celle des flushs de -8% et celle des jachères de -22%. Ces résultats laissent à penser qu'une jachère permet de réduire partiellement l'acidité des sédiments.

Tableau 2 : Evolution de l'acidité nette des sédiments après les flushs et après vidange finale des bassins

Traitement	Bassin	Echantillon	Acidité nette hors capacité neutralisante (mole H ⁺ /m ²)			Evolution acidité nette	
			Pendant assec	Après flush	Après élevage	Assec/post-flush	Assec/après élevage
Témoin	B7	359	55		14		-75%
		360	44		11		-75%
	B10	347	29		29		0%
		350	30		42		+40%
	G2	366	29		44		+51%
		370	40		38		-5%
Flush	B9	351	211	12	20	-	-91%
		354	20	11	26	-45%	+30%
	B12	336	0	12	21	-	-
		339	18	15	17	-17%	-6%
	G1	362	27	18	41	-33%	+51%
		365	18	13	13	-28%	-28%
Jachère	B8	356	24		14		-42%
		358	20		24		+20%
	B11	343	35		15		-57%
		344	22		14		-36%
	G3	372	37		53		+43%
		373	32		37		-60%

Qualité de l'eau :

- **Eaux de rejet des flushs** : Les résultats d'analyses sont présentés en annexe. La comparaison des eaux de remplissage aux eaux de rejets en début et en fin de flushs ne présente pas de différence, à l'exception de quelques éléments métalliques de façon ponctuelle, tel que le manganèse, pouvant s'expliquer par la présence de matières en suspension, de l'érosion des sols et d'un nombre de prélèvements réduits. Au cours de ces flushs, aucun rejet massif de métaux ou autre élément n'est observé. Ces résultats semblent indiquer que la réalisation d'un flush en début d'élevage ne devrait pas avoir d'impact environnemental important. Un travail de validation serait toutefois nécessaire pour s'en assurer. En effet, le manganèse est rejeté à une concentration 4 à 5 fois plus forte que la normale. Certains travaux tels que ceux réalisés par l'OEIL sur les bassins versants miniers et industriels permettrait de comparer les valeurs obtenues.
- **Vidange finale** : L'analyse des eaux de rejet lors de la vidange finale des bassins présentée en annexe 3 ne montre pas de rejets massifs de métaux, qu'il y ait eu un élevage ou une jachère. Les rejets des bassins G1 et G2 contiennent de l'ammonium, des silicates, de l'azote total, des phosphates et du carbone organique total en quantité plus importante. Ceci s'explique par une plus forte biomasse dans les bassins, entraînant une importante turbidité dans la colonne d'eau au moment de la pêche et donc la remise en suspension de nombreux éléments.

Paramètres d'élevage :

Les élevages ont débuté en saison chaude (janvier 2023) et se sont terminés en saison fraîche (juin 2023), avec une durée moyenne de 169 jours. La température moyenne relevée dans les bassins a été de 27,9°C. La température maximale relevée, en début de cycle, a été de 34,7°C et la minimale, en fin de cycle, de 20,3°C. Les amplitudes journalières moyennes ont été de 2,3 ±1,1 °C. Aucune chute importante de température (supérieure à 5°C en moins d'une semaine) n'a été relevée pour l'ensemble des traitements.

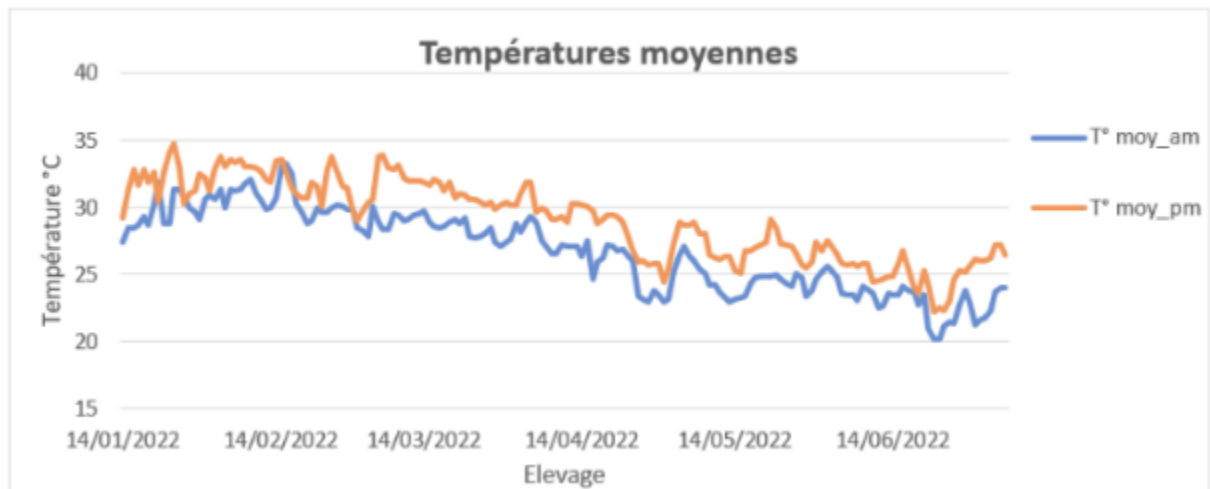


Figure 5. Courbe de température moyenne de l'ensemble des bassins

Les oxygènes dissous relevés, se sont maintenus au-dessus de 4 ppm tout au long de l'expérimentation et ne dépassent pas 12ppm en fin de journée. Ils sont en général au plus bas en début de journée, d'où l'importance des aérateurs en cours de nuit. L'ensemble des bassins a suivi une évolution comparable de ce paramètre tout au long du cycle d'élevage. Les paramètres salinité et dureté carbonatée sont très comparables pour l'ensemble des traitements. Deux fortes baisses de salinité liées à d'importants épisodes pluvieux ont été observées pour l'ensemble des traitements. La première de J3 à J31 passant de 28,7ppt à 15ppt et la deuxième de J77 à J94 passant de 34 ppt à 26,3 ppt. La valeur de secchi des bassins en jachère est restée relativement stable autour de 100 tout au long de l'essai. Les bassins en élevage des traitements flushs et témoins ont des valeurs de secchi qui ont commencé à décroître graduellement de façon similaire à partir de J15, jusqu'à atteindre un secchi autour de 45 en fin d'élevage.

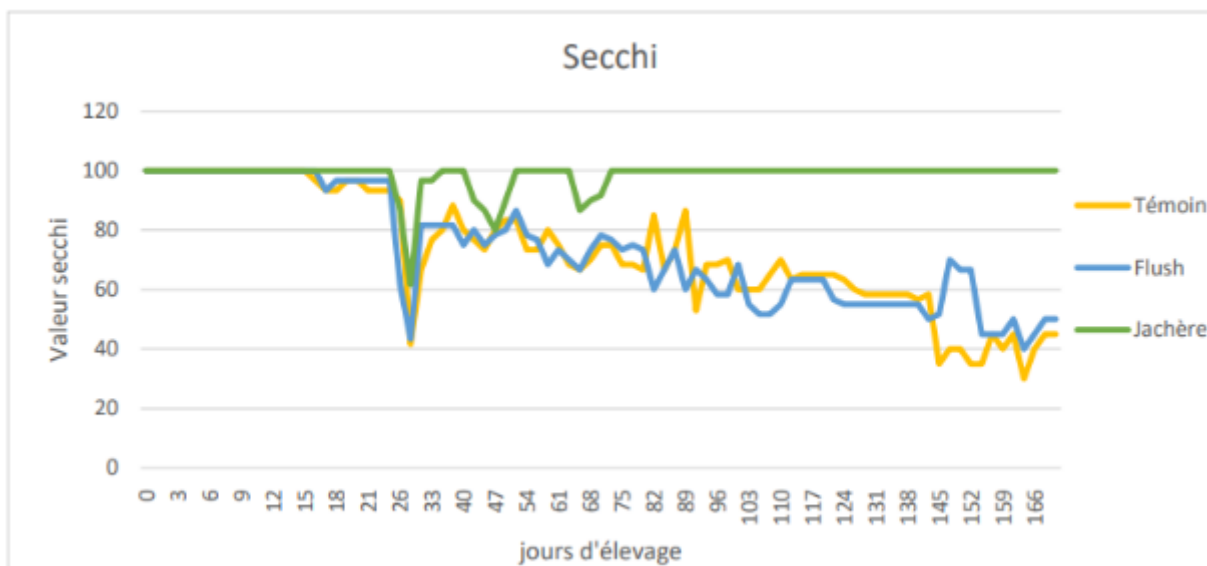


Figure 6. Courbe de valeur de secchi moyen pour les trois traitements

Performances zootechniques :

Aucun épisode de mortalité n'a été observé au cours de l'élevage. Les résultats d'élevage sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Résultats des performances zootechniques d'élevage en fonction des différents traitements

Traitement	Bassin	Surface (m ²)	Age (jours)	PM (g)	Croissance jour (g)	Survie (%)	Aliment total (g/m ²)	IC	Rendement (T/ha)
Témoïn	B07	310	146	28.1	0.19	49.9	590	2.11	2.80
	B10	310	146	31.9	0.22	44.8	522	1.83	2.86
	G2	1340	173	23.4	0.14	77.3	678	1.87	3.70
Flush	B09	310	153	31.3	0.20	56.5	614	1.83	3.54
	B12	310	153	28.4	0.17	56.8	588	1.82	3.23
	G1	1340	174	27.4	0.16	68.7	695	1.81	3.85
Jachère	B08	310	158						
	B11	310	158						
	G3	1340	158						

La durée d'élevage et la superficie variant entre les « petits bassins » et les « grands bassins », il a été décidé de distinguer ces deux groupes pour le traitement des résultats zootechniques. Les résultats sont exprimés par la suite avec une moyenne pour les petits bassins et en donnée brute pour le grand bassin de chaque traitement.

Tableau 4 : Comparaison des performances des traitements témoins et flush

Bassin	Traitement	Age (jours)	Croissance jour (g)	Survie (%)	IC	Rendement (T/ha)
Petits bassins	Témoïn	146	0.21	47.4	1.97	2.83
	Flush	153	0.19	56.7	1.83	3.38
	Témoïn/flush		-10%	+20%	-7%	+19%
Grands bassins	Témoïn	173	0.14	77.3	1.87	3.70
	Flush	174	0.16	68.7	1.81	3.85
	Témoïn/flush		+14%	-11%	-3%	+4%

Avec des croissances légèrement inférieures aux petits bassins témoins, les bassins flushés présentent de meilleures survies (+20%), indice de conversion (-7%) et rendements (+19%). Les grands bassins ont présenté pour les deux traitements de meilleures survies que les petits bassins et donc des taux de croissances inférieurs. Bien que la survie soit inférieure (-11%) pour le bassin flushé, tous les autres indicateurs montrent que ce bassin obtient de meilleurs performances (croissance, IC et rendement) que le bassin témoin. Que ce soit pour les « petits » ou les « grands » bassins, le traitement flush obtient de façon générale de meilleurs résultats que le traitement témoin.

CONCLUSION :

Les analyses de sol en début d'élevage ont mis en évidence une acidité nette « moyenne » des fonds de bassins. Après le flush l'acidité nette des sols diminue fortement ce qui permet de valider l'effet du traitement. L'analyse des eaux de rejet ne permet pas de conclure au lessivage de potentiels métaux relargués dans ces conditions, mais permet néanmoins d'observer l'absence d'impact environnemental néfaste de cette pratique. Dans l'ensemble les performances zootechniques semblent meilleures pour les bassins sur lesquels les flushs ont été réalisés. Les résultats obtenus en bassins (survie et rendement), tout comme ceux observés en laboratoire (phase 1a) démontrent l'intérêt d'effectuer un flush avant remise en eau, pour éliminer une partie de l'acidité des sédiments. Le surcoût engendré par la mise en place de flushs avant élevage est variable en fonction de la configuration des fermes mais reste très négligeable. Le rendement supérieur permet de couvrir les frais supplémentaires engendrés par cette pratique. L'analyse des sédiments avant et après jachère en eau semble entraîner une baisse de l'acidité nette des fonds de bassins. Cette diminution est moins marquée que pour l'analyse de sol post flush cependant il est possible que d'autres paramètres biotiques et abiotiques non mesurées aient pu également retrouver un équilibre au cours

de cette jachère et donc avoir un effet plus durable. La réalisation d'un élevage classique après la jachère devrait permettre d'en valider l'intérêt et l'impact. L'analyse des eaux de vidange de l'ensemble des traitements n'a pas mis en évidence le relargage de métaux dissous en quantités anormales pour les différents traitements. Seuls des éléments organiques (azote, phosphates, carbone organique, ...) ont été mesurés en plus grande quantité sur les bassins présentant des survies autour de 70%, du fait que les crevettes remettent de la matière en suspension en grattant le fond de bassin.

PERSPECTIVES :

La poursuite des travaux sur les fonds de bassins en laboratoire devrait permettre d'appliquer et valider la méthode d'amendements calciques à l'échelle pilote de bassins expérimentaux puis à plus grande échelle en bassins de production. La réalisation d'un élevage post-jachère pourrait permettre d'évaluer l'impact du traitement sur les performances zootechniques d'élevage. Un contrat est en cours de réalisation et sera terminé à la fin août 2023. Il permettra de produire les abaques utiles pour les professionnels du métier. D'autres essais de jachère productive pourraient également être menés avec par exemple l'ajout d'holothuries, d'huîtres ou de poissons en faible densité.

Formulation d'aliments aquacoles à base de matières premières locales.

Mise en contexte

Depuis 2018, le Centre Calédonien de Développement et Transfert en Aquaculture Marine (CCDTAM) de Foué produit des alevins de picots rayé (*Siganus lineatus*), suivi d'élevages en cages en mer de 100 m³ sur le site de Touho. Toutefois, les besoins alimentaires du picot rayé restent encore peu connus. Un premier essai comparatif d'aliment a été mené sur le picot rayé en 2018 en bacs de 500L. Cet essai a révélé que parmi différents aliments commerciaux testés, l'aliment « carpe extrudé » du provendier français Le Gouessant présentait les meilleurs résultats de croissance sur cette espèce. Par conséquent, cet aliment a été sélectionné pour nourrir les élevages en cages en mer.

L'aliment représente le principal poste de charge d'un élevage aquacole, avec un coût actuel de 182 CFP/Kg, pour l'aliment importé de métropole. Ce coût élevé a un impact significatif sur la rentabilité des élevages. De plus, il se peut que cet aliment ne réponde pas parfaitement aux besoins nutritionnels spécifiques du picot rayé. Dans le cadre du développement d'élevages piscicoles locaux de picots rayés, il est nécessaire de pouvoir disposer d'aliments adaptés, performants et à moindre coût pouvant être produits localement. En Nouvelle-Calédonie, il existe deux provenderies, la SICA-NC et les Moulins de St Vincent (MSV) qui approvisionnent déjà les élevages crevettecoles et qui disposent chacune d'une gamme d'aliment destinée aux « picots ». Cependant les performances de croissance de ces aliments ne sont pas encore connues sur le picot rayé.

L'objectif de ce projet financé par le programme PROTEGE, en collaboration avec les provenderies locales a pour but d'évaluer les aliments produits localement et d'essayer de les adapter au plus proche des besoins nutritionnels du picot rayé. Dans un souci de promouvoir une aquaculture marine durable et respectueuse de l'environnement, l'accent est également mis sur la réduction de la teneur des aliments en farines animales et l'intégration de nouvelles matières premières pouvant être sourcées localement.

Afin de mener à bien ce projet deux essais nutritionnels ont été menés au Centre Technique Aquacole. Le premier visait à challenger les performances d'élevage des aliments « picot » commerciaux locaux et d'un aliment artisanal formulé sur base bibliographique avec l'aliment importé. Le deuxième essai a eu pour objectif d'améliorer la formulation des aliments produits localement tout en baissant le taux de farines animales.

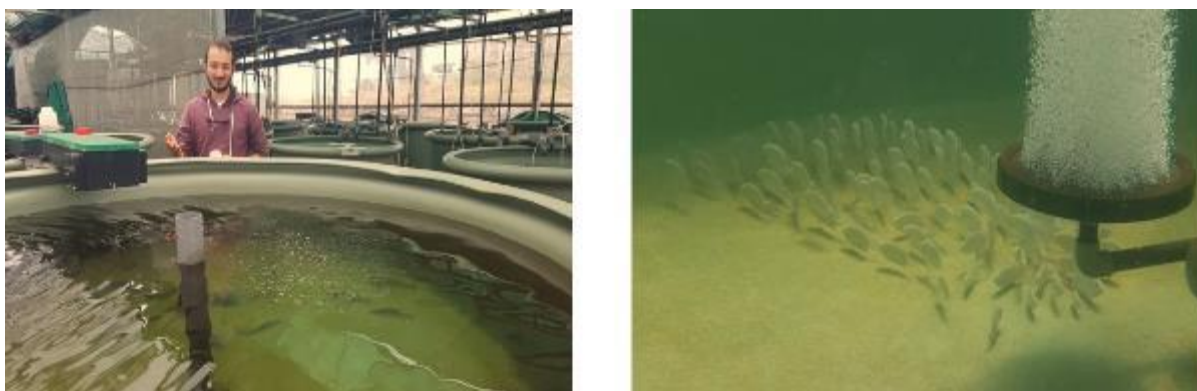


Figure 7. A gauche, nourrissage manuel et à droite, un lot de picots rayés en début d'expérimentation

Matériel et méthode :

Les deux essais ont été réalisés avec des animaux produits à l'écloserie du CCDTAM de Foué et transférés en sortie de nurserie au Centre Technique Aquacole. Les transferts ont été réalisés plusieurs jours avant le début de l'étude afin d'acclimater et pré-grossir les animaux aux conditions expérimentales. L'essai 1 s'est tenu de mars à juillet 2022 pendant 111 jours d'alimentation et l'essai 2 de janvier à avril 2023 avec 90 jours.

Zones et animaux expérimentaux

Les zones expérimentales pour ces deux essais étaient constituées de 10 bacs de 2000 L et 4 bacs de 4000 L sous serre. Pour le premier essai, 8 bacs de 2m³ et 4 bacs de 3m³ ont été utilisés. Ayant rencontré des problèmes d'approvisionnement en eau au cours du premier essai et afin de sécuriser l'essai, seulement 9 bacs de 2m³ ont été utilisés lors du deuxième essai. Cette répartition a ainsi permis de maintenir des tripterygions pour chaque traitement.

Les animaux ont été mis à une densité de 30 individus par m³, une densité estimée comme suffisante pour que ces poissons possédant un comportement grégaire puissent s'alimenter correctement. Le poids moyen initial lors de la différenciation alimentaire des animaux est d'environ 18 g, poids à partir duquel les poissons peuvent s'alimenter avec des granulés de 2 mm correspondant aux aliments produits localement.

La qualité de l'approvisionnement en eau de mer est assurée par un système de filtration mécanique (jusqu'à 10µm). Une thermorégulation de l'eau a été appliquée à l'aide de résistances dans les bacs pour le premier essai, se déroulant en saison fraîche, afin de maintenir une température de l'eau autour de 27°C. Seule la salinité (salinité naturelle avoisinant les 35‰) et la photopériode n'ont pas été suivis par un système de contrôle continu.



Figure 8. Zone expérimentale sous serre avec l'ensemble des bacs de 2000 L.

Suivi et mesures

Les paramètres suivants ont été suivis au cours des deux essais :

- **Paramètres physiques** : Température (°C) et saturation en oxygène (%) de l'eau ont été suivis quotidiennement le matin et en après-midi ;
- **Paramètres zootechniques** : Poids moyen initial et final, croissance, survie, quantité d'aliment distribué, indice de conversion ;
- **Paramètres physiologiques** :
 - **Indice de condition de Fulton K** qui traduit l'état physiologique des poissons d'une même espèce avec $K = \text{Poids total} / \text{Longueur totale}^3$;
 - **Indice hépato-somatique** qui évalue les réserves énergétiques contenues dans le foie du poisson et se calcule de la façon suivante $IHS = \text{Poids du foie} / \text{Poids total}$;
 - **Indice viscéro-somatique** qui traduit de la quantité de réserves lipidiques contenues autour des viscères avec $IVS = \text{Poids de la poche viscérale} / \text{Poids total}$;
 - **Couleur du foie**, qui traduit la « santé » du foie du poisson, noté sur une échelle de 1 à 5, 1 étant la couleur beige et 5 couleur rouge sang.
- **Qualité physiques des aliments** : taux de fines, tenue à l'eau, densité, taux d'absorption.



Figure 9. De gauche à droite, des picots rayés anesthésiés pour peser, système de mesure de la lixiviation des aliments et dissection d'un picot rayé en fin d'essai.

Aliments expérimentaux

En phase stabulation et de pré-grossissement, les animaux ont été nourris avec de l'aliment pour alevin (Aurea AL4), utilisé en nurserie et provenant du fournisseur Le Gouessant. Une phase de transition alimentaire intégrant 50% de l'aliment expérimental à la ration a été réalisée durant les trois jours précédents la différenciation. L'aliment a été distribué trois fois par jour manuellement jusqu'à satiété des poissons et la ration quotidienne distribuée a été relevée. Des jours de jeunes ont été appliqués à la suite de limitations techniques (mentionné dans Résultats et interprétations, Paramètres d'élevages) au cours du premier essai (31 jours) et ont été imposés par anticipation le dimanche et ajustés lors de période de forte pluie pour le deuxième projet (37 jours).

Les deux essais ont été menés en étroite collaboration avec les provendiers locaux SICA-NC et MSV. En tant que privés, ils n'ont cependant pas souhaité communiquer la formulation de leurs aliments mais ont accepté de tester leur formule au cours de l'essai 1 et d'adapter leurs formulations en fonctions des résultats obtenus au cours de cet essai pour l'essai 2.

Essai 1

Au cours de cet essai quatre aliments ont été testés : trois aliments commerciaux produits en usine et un quatrième fabriqué de manière « artisanale » au Centre Technique Aquacole. Parmi les aliments commerciaux on retrouve les deux aliments « MSV » et « SICA » formulés pour le picot des deux provenderies locales et l'aliment importé du fournisseur Le Gouessant ici dénommé comme « Contrôle » car utilisé en routine depuis 2018 par le CCDTAM.

L'aliment artisanal « CTA » a été formulé à partir d'une base de données bibliographique de la FAO d'un aliment Indonésien destiné aux *Siganidae* appauvris en protéines et intégrant de nouvelles matières premières comme le son de blé et de riz, du maïs et du tourteau de coprah, des produits et coproduits potentiellement issus de l'agriculture locale.

Tableau 5 : Formule originale provenant de la FAO, 1987. Formulation for rabbitfish (*Siganus sp.*)

Matières premières	Quantité (%)
Farine poisson	15,0%
Farine tourteau soja	25,0%
Son riz	27,5%
Mix son et blé	10,0%
Farine de maïs	5,0%
Coprah	10,0%
Huile de poisson	2,0%
Sea Weed gum	5,0%
Vita Premix	0,5%

Tableau 6 : Formulation de l'aliment CTA

Matières premières	Quantité (%)
Farine de poisson	10,00%
Calamar	5,00%
Tourteau soja	13,00%
Son de riz	27,15%
Blé	12,00%
Son de blé	5,00%
Maïs	10,00%
Coprah	10,00%
Huile de poisson	2,00%
Gluten	5,00%

Premix vitamines	0,70%
------------------	-------

La composition biochimique des 4 aliments expérimentaux de l'essai 1 est présentée ci-dessous :

Tableau 7. Composition des aliments expérimentaux de l'essai 1

Aliments	Carpe extrudée coul 3		CTA		Poisson Picot GR 2,2 mm		Picot Croissance Rondelle	
Producteur	Le Gouessant		CTA		Provenderie de St Vincent		SICA-NC	
Désignation	LG / Contrôle		CTA		MSV		SICA	
Lot	41030699		ND		03-21/01		38436	
Analyses	Etiquette fournisseur	LNC	Théorique	LNC	Etiquette fournisseur	LNC	Etiquette fournisseur	LNC
Cendres	9,6%			7,0%	8,2%		13,5%	
Protéines	32,0%	38,3%	30,2%	33,0%	34,8%	38,5%	37,5%	39,0%
Lipides	9,0%	9,2%	8,2%	11,5%	9,6%	11,7%	7,5%	10,0%
Cellulose	4,5%			6,3%	3,8%		2,0%	
Calcium	1,3%			0,7%	1,5%		3,0%	
Phosphore	1,3%			1,2%	1,3%		ND	
Sodium	0,14%			0,3%	0,2%		ND	
Vit A (U/kg)	8 000		14 000		3 780		2 200	
Vit D3 (U/kg)	1 400		7 000		2 700		1 106	
Vit E (mg/kg)	160		700		342		112	
Vit C (mg/kg)	151		250		750		0,04	

***LNC : Analyses biochimiques de contrôle réalisées au Laboratoire de Nouvelle Calédonie de la Direction des Affaires Vétérinaires Alimentaires et Rurales**

Ces aliments étaient d'autant plus intéressants à tester car selon les données fournisseurs et la formulation théorique de l'aliment artisanal, il existait un gradient protéique entre les aliments allant de 30,2% à 37,5%. Cependant, les résultats d'analyses proximales ont montré des compositions différentes avec des aliments commerciaux présentant tous une teneur en protéine autour de 38,5% et un aliment artisanal avec une teneur en protéines plus faible à 33%.

Cette étude s'appuie principalement sur les formulations et compositions de ces aliments expérimentaux. Cependant, il est bon de noter que l'aliment importé est un aliment fabriqué à l'aide du processus d'extrusion alors que les autres aliments selon la manière de pressage. Bien que ce paramètre ne soit pas totalement exclu des observations et analyses, il a ici peu d'impact dans le cadre d'une alimentation en bac.



Figure 10. Aliments expérimentaux. De gauche à droite, aliment contrôle importé, aliment artisanale, aliment local MSV et aliment local SICA.

Essai 2

Les résultats obtenus au cours de l'essai 1 ont conduit à orienter la production d'aliments commerciaux locaux de l'essai 2 vers des formulations plus pauvres en protéines animales et en lipides. Les provendiers locaux ont initialement formulés leurs aliments pour une teneur en protéines de 38% et de lipides de 7% (sur matière sèche), mais après analyse les aliments présentent les compositions suivantes :

Tableau 8 : Composition des aliments de l'essai 2

Aliments	Carpe extrudée coul 2		Poisson Picot GR 2,2 mm		Picot - Siganus - Croissance	
Producteur	Le Gouessant		Provenderie de Saint Vincent		SICA-NC	
Désignation	LG / Contrôle		MSV		SICA	
Lot	41032815		12/12/2001		40285	
Analyses	Etiquette fournisseur	LNC	Etiquette fournisseur	LNC	Etiquette fournisseur	LNC
Cendres	8,5%	8,8%	8,2%	8,4%	13,5%	13,3%
Protéines	32,0%	35,1%	34,8%	39,0%	34,0%	42,5%
Lipides	9,0%	9,2%	9,6%	10,1%	8,0%	8,4%
Cellulose	4,5%	5,3%	3,8%	3,7%	4,0%	4,4%
Calcium	1,0%	1,2%	1,5%	1,3%	3,0%	3,3%
Phosphore	0,9%	1,0%	1,3%	1,6%	ND	2,0%
Sodium	0,13%	0,2%	0,2%	0,3%	ND	0,4%
Vit A (U/kg)	8 000,00		3 780,00		2200,00	
Vit D3 (U/kg)	1 400,00		700,00		1106,00	
Vit E (mg/kg)	160,00		342,00		112,00	
Vit C (mg/kg)	151,00		750,00		0,04	

Il est également intéressant de noter que l'aliment importé en plus de ses performances d'élevage a initialement été sélectionné car il présentait potentiellement moins de fluctuation au niveau de sa composition nutritionnelle. Cependant, comme les analyses l'indiquent le lot Contrôle de l'essai 1 et de l'essai 2 présentent une importante différence de composition en protéines.

Caractéristiques physiques des aliments

Les caractéristiques physiques des aliments expérimentaux ont été évaluées au cours de l'essai de la façon suivante :

- **Taux d'humidité r (%)** : Nécessaire pour obtenir la tenue à l'eau, il a été calculé à partir de la masse humide (M_h en g) et de la masse sèche (M_s en g) comme suit :

$$r = (M_h - M_s) / M_s \times 100$$

- **Tenue à l'eau dynamique** ou **WSI (%)** : Elle a été calculée avec un échantillon de granulé soumis à un test de lixiviation (mis en place au CTA) pendant 2h. Une masse A (g) a été soumise au test pour récupérer une masse R (g).

$$WSI = R / A \times (1 - r) \times 100$$

- **Taux de fines (%)** : Réalisé sur 300g de granulés (M_i), il correspond au pourcentage de fine récupéré sur l'échantillon sur un tamis d'1 mm (10 aller-retours d'un côté à l'autre du tamis), calculé comme suit :

$$\text{Taux de Fines} = (M_i - M_f) / M_i \times 100$$

- **Tenue à l'eau statique (%)** : Elle a été calculée de manière statique, en introduisant un nombre de granulé défini dans un récipient avec de l'eau. Les granulés sont observés après deux heures et le nombre de granulés non détériorés (N_{nd}) sont comptabilisés et permettent d'en déduire la tenue à l'eau en rapport avec le nombre total (N_{tot}) comme suit :

$$\text{Tenue à l'eau statique} = N_{nd} / N_{tot} \times 100$$

- **Taux d'absorption (%)** : Mesure le taux d'absorption d'un échantillon de 100g après un bain de 10 minutes puis séchage pendant 5 minutes. Il est calculé à partir de la masse humide (M_h) et de la masse sèche (M_s) comme suit :

$$\text{Taux d'absorption} = (M_h - M_s) / M_s \times 100$$

- **Densité (g/L)** : Evaluée en pesant la quantité de granulé (M_{ech}) contenue dans un volume de 500 ml :

$$\text{Densité} = M_{ech} / 0,5$$

Plan expérimental

Le plan expérimental des deux essais nutrition sont ici représentés de manière schématique. Le premier essaie a été réalisé de mars à juillet 2022.

a. Essai 1

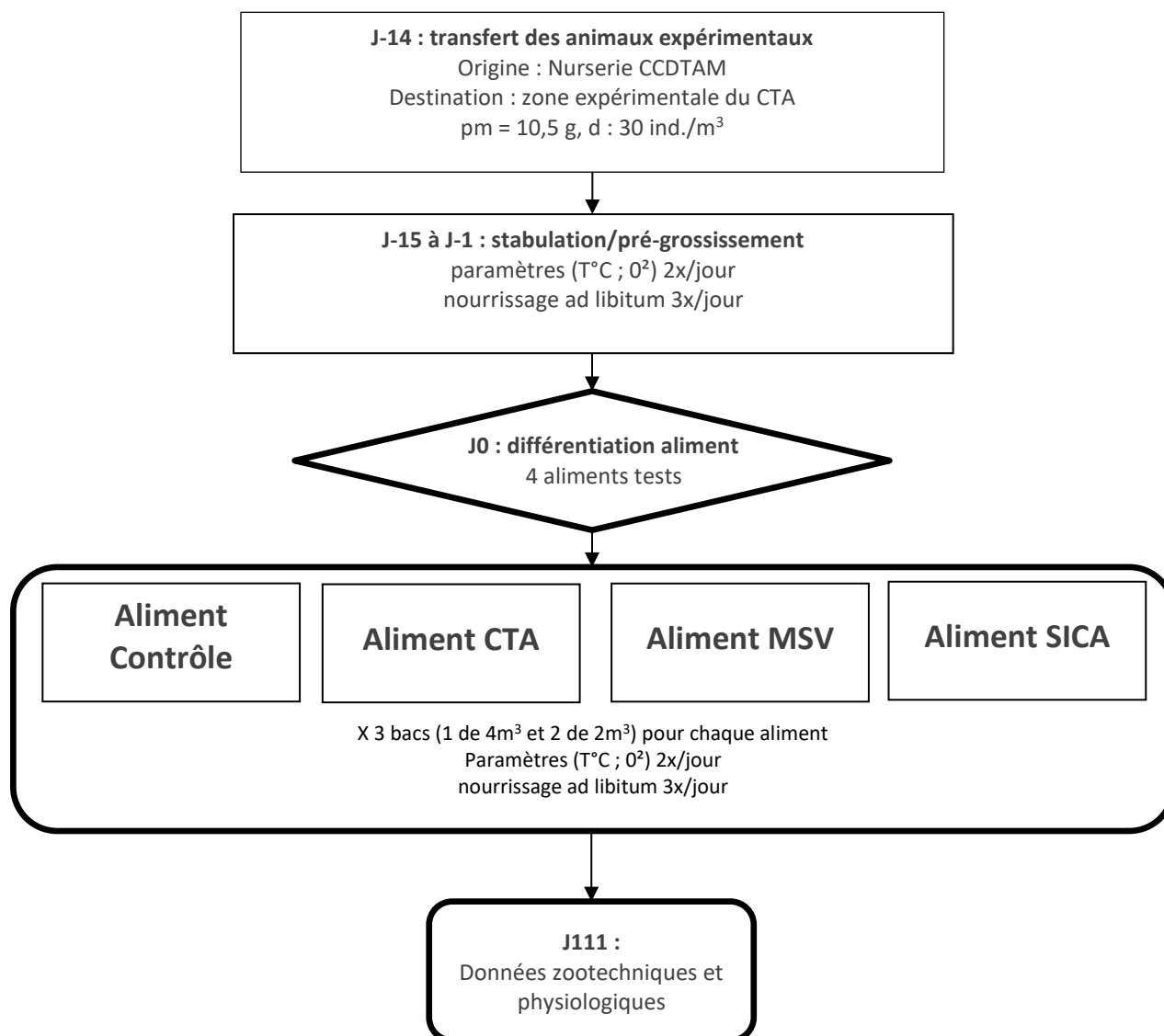


Figure 11. Mode opératoire de l'essai 1

b. Essai 2

Le second essai a été réalisé de janvier à avril 2023 sur la base suivante :

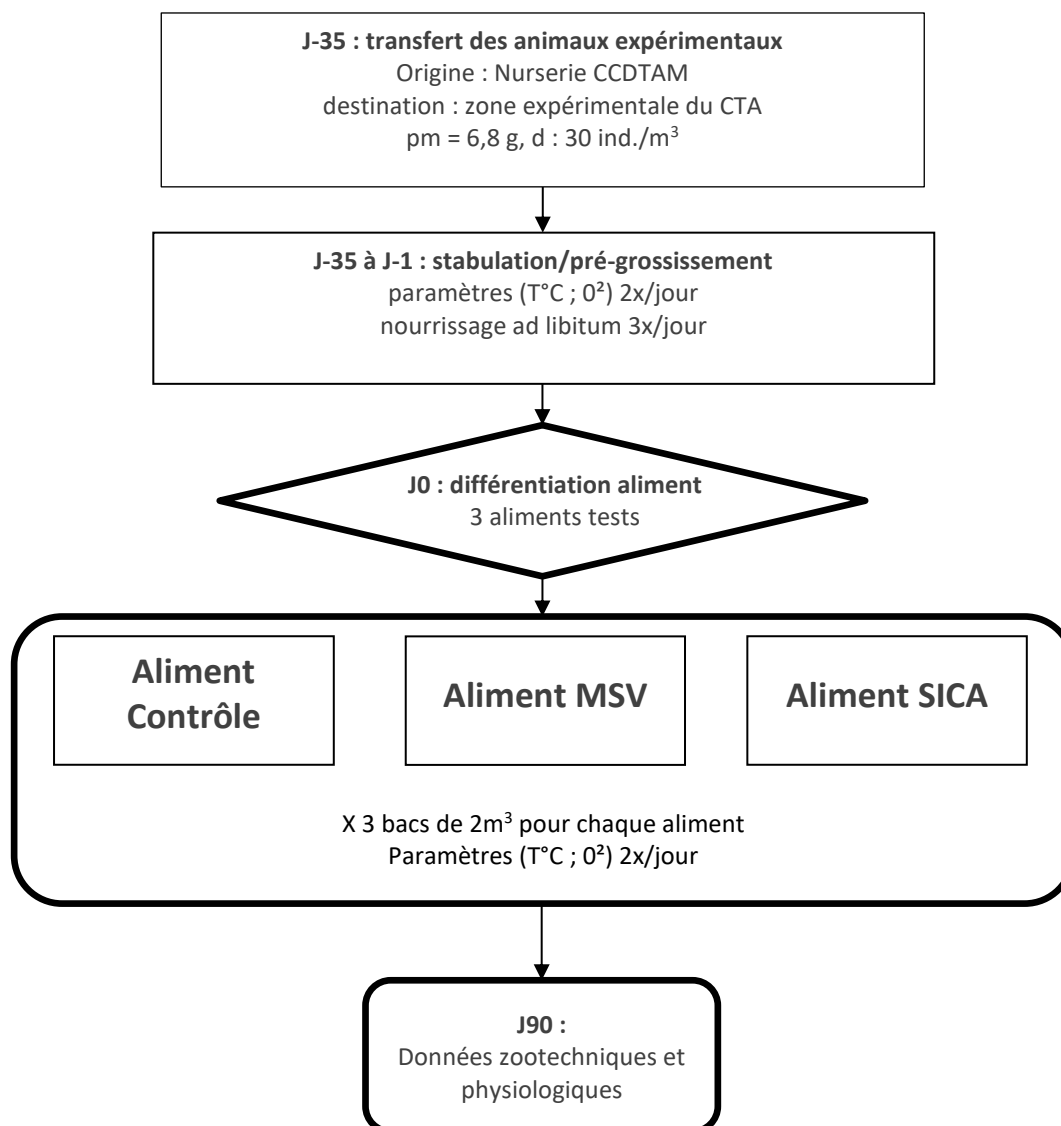


Figure 12. Mode opératoire de l'essai 2

Résultats et interprétations

1. Paramètres d'élevages

Les températures et saturations en oxygène moyennes relevées pour l'essai 1 sont respectivement de $26,9 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ et de $93,6 \pm 5,6 \%$, et pour l'essai 2 de $28,6 \pm 1,2^{\circ}\text{C}$ et de $95,8 \pm 7,1 \%$. La figure 13, permet d'observer des températures globalement plus stables sur la majorité de l'essai 1 grâce aux résistances dans les bacs qui maintiennent la température à 27°C en saison fraîche. Malgré les résistances, deux baisses de températures ont été observées aux 84^e et 107^e jours. L'eau étant trop froide, les résistances n'ont pas permis de maintenir la température de consigne.

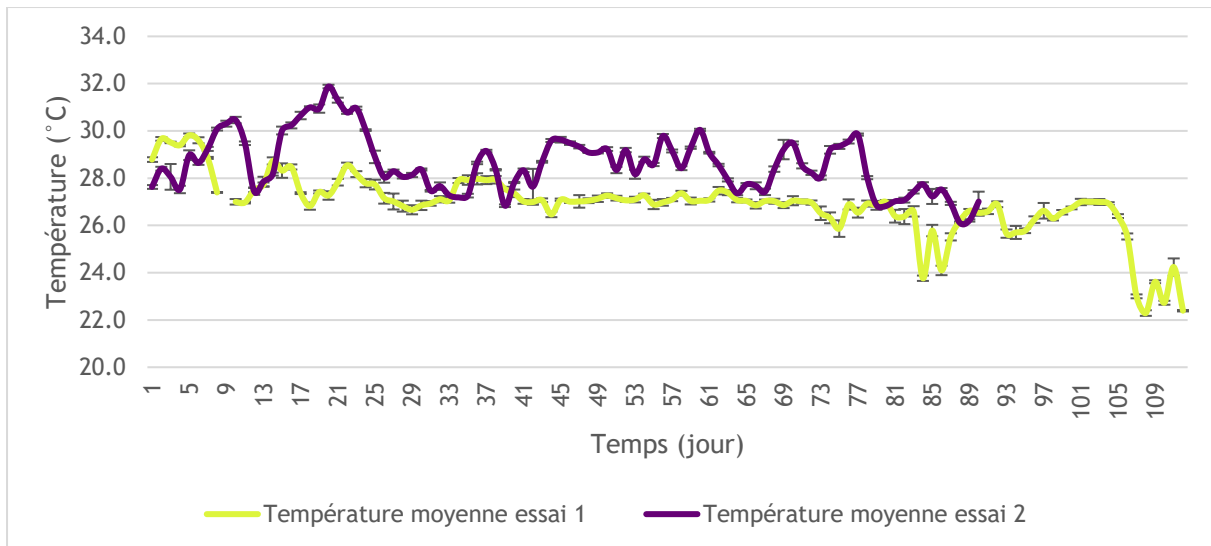


Figure 13. Moyenne des températures journalières avec écart-type des deux essais.

Les degré-jours sont un paramètre qui permet d'exprimer la quantité de chaleur accumulée en fonction du temps. Ils sont calculés en faisant la somme des températures moyennes journalières par bac pendant toute la durée d'expérimentation. Ici, cela permet d'exprimer si les températures de l'eau ont été différentes en fonction des aliments.

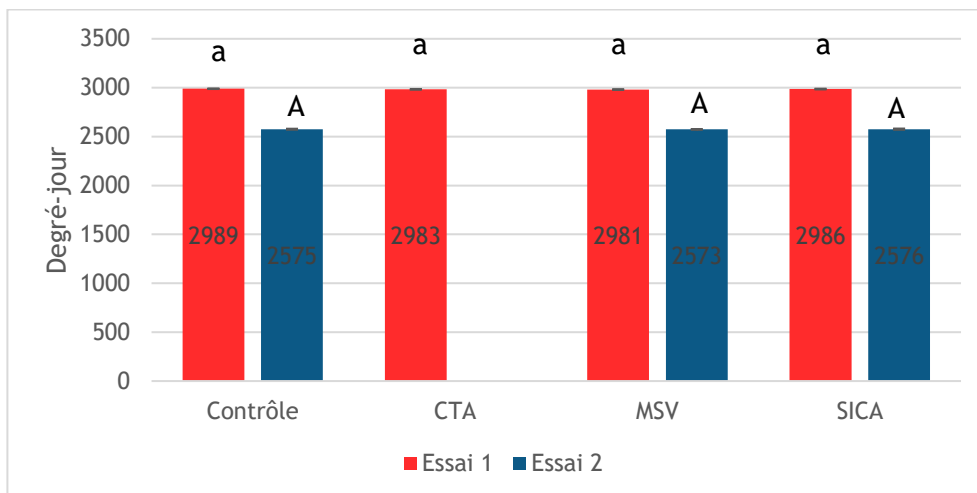


Figure 14. Degré-jour moyen (+/- e.t.) pour les deux essais : n°1, durée 111 jours - n°2, durée 90 jours (ANOVA, $p < 0,05$).

Les degrés jours obtenus pour chaque traitement de l'essai 1 et pour chaque traitement de l'essai 2 ne présentent pas de différences. La différence obtenue entre les deux essais ne traduit pas une température plus élevée pour l'essai 1, mais correspond à la différence de la durée d'expérimentation (111 jours pour l'essai 1 et 90 jours pour l'essai 2).

Au cours de ces essais et plus particulièrement lors du premier essai, quelques difficultés ponctuelles d'approvisionnement en eau ont été rencontrées. En effet, l'importante demande en eau sur la station aquacole ajoutée à une qualité d'eau médiocre liée aux intempéries ont entraîné des coupures de quelques heures du renouvellement d'eau. Cela étant, de manière générale, les paramètres d'élevages ont pu être maintenus sur les deux essais.

2. Caractéristiques physiques des aliments expérimentaux

Le tableau ci-dessous présente les résultats des différentes mesures de qualité physique réalisées sur les aliments expérimentaux. Du fait qu'il s'agisse de simples observations, aucune analyse statistique n'a été effectuée sur ces données.

Tableau 9: Qualité physique des aliments expérimentaux de l'essai 1

Aliment	Fines (%)	Absorption (%)	Tenue à l'eau statique (%)	Densité (g/l)	Humidité (%)	WSI (%)
Contrôle	0,01	40,05	100,00	689,73	9,41	84,0
CTA	0,47	77,97	100,00	577,93	9,17	79,2
MSV	1,47	91,54	100,00	582,03	11,73	70,4
SICA	2,41	92,63	100,00	669,25	12,11	86,7

On remarque ici que le taux de fines est élevé (>1%) pour les deux aliments commerciaux locaux. Ce paramètre important d'un point de vue économique et zootechnique a été amélioré pour le 2^e essai.

Tableau 10 : qualité physique des aliments expérimentaux de l'essai 2

Aliment	Fines (%)	Absorption (%)	Tenue à l'eau statique (%)	Densité (g/l)	Humidité (%)	WSI (%)
Contrôle	0,05	50,52	100,00	687,93	9,28	82,9
MSV	0,42	66,29	100,00	628,55	10,36	74,6
SICA	0,42	141,18	98,00	595,62	11,00	54,6

Ce tableau ci-dessus montre une tenue à l'eau dynamique de l'aliment SICA inférieure aux autres ainsi qu'un taux d'absorption bien supérieur. Pour le picot cela ne pose pas de contrainte particulière puisqu'il s'alimente rapidement et l'aliment n'a donc pas le temps de se détériorer. Cependant, cela peut traduire une anomalie de formulation ou de fabrication et une éventuelle fragilité du grain, pouvant induire une augmentation du taux de particules fines à la manipulation.

3. Essai 1

a. Performances zootechniques

L'essai 1 a obtenu de très bonnes survies comprises entre 98 et 100% pour l'ensemble des traitements. Un épisode de faible mortalité a été observé en lien avec une erreur technique. Cela étant, elles n'impactent pas les résultats d'analyse.

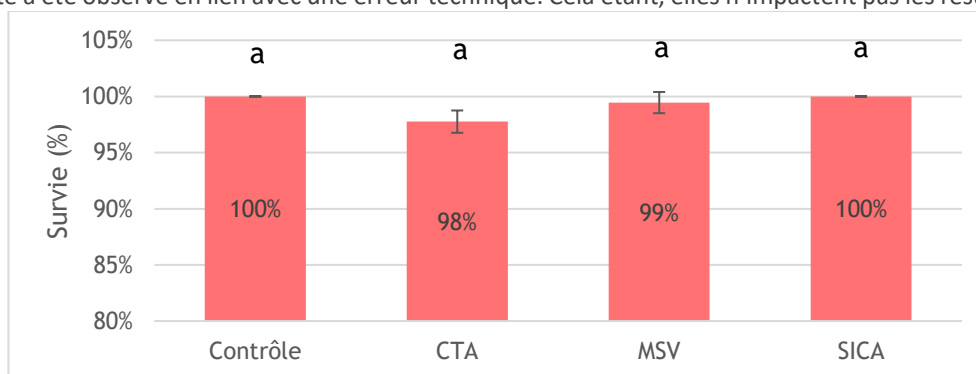


Figure 15. Survie moyenne (+/- é.t.) pour chaque aliment (Kruskal-Wallis, p<0,05)

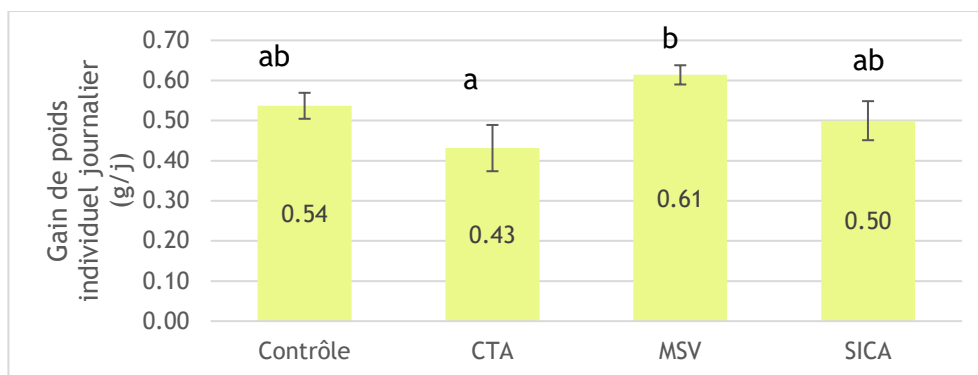


Figure 16. Gain de poids individuel journalier moyen (+/-é.t.) (Kruskal-Wallis, p<0,05)

Les trois aliments CTA, MSV et SICA obtiennent des performances de croissances statistiquement équivalentes à celles obtenues avec l'aliment Contrôle. Seul l'aliment CTA présente une croissance significativement plus faible que celle obtenue avec l'aliment MSV.

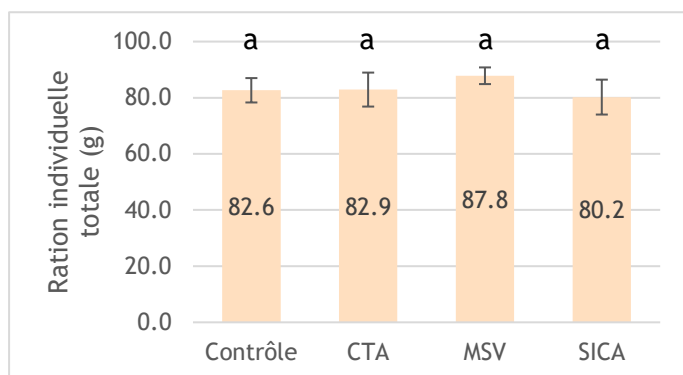


Figure 17. Rations individuelles totales moyennes (+/- é.t.) distribuée (Kruskal-Wallis, p<0,05)

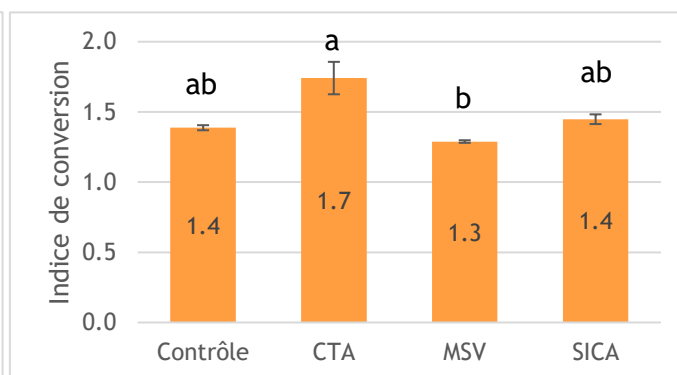


Figure 18. Indices de conversion moyens (é.t.) (Kruskal-Wallis, p<0,05)

La quantité individuelle totale d'aliment distribuée par poisson au cours de l'essai présenté en figure 16 ne montre aucune différence entre les aliments testés. Il ne semble donc pas y avoir de différence d'appétence entre les aliments. Les différences de formes (rond/bâtonnet ou extrudé/pressé) ne semblent pas non plus avoir d'impact sur la prise alimentaire des poissons.

Les indices de conversion (IC) présentés en figure 17 n'indiquent pas de différence entre les aliments CTA, MSV et SICA avec l'aliment Contrôle, mais mettent à nouveau en évidence une différence significative entre les aliments CTA et MSV. Cette différence est en lien direct avec les résultats obtenus pour la croissance car l'IC est calculé de la façon suivante :

$$IC = \frac{\text{Aliment distribué}}{\text{Biomasse produite}}$$

Les performances zootechniques obtenues au cours de l'essai 1 permettent donc de mettre en évidence que les formulations des aliments commerciaux locaux SICA et MSV sont comparables à l'aliment importé. L'aliment artisanal CTA ne diffère pas statistiquement de l'aliment importé mais affiche des résultats inférieurs aux aliments commerciaux. Cette différence pourrait s'expliquer par le faible taux protéique de cet aliment (33%) en comparaison des aliments commerciaux (~38,5%).

b. Résultats physiologiques

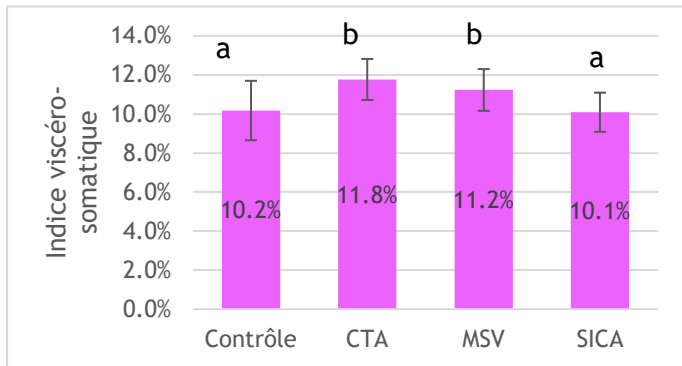


Figure 19. Indices viscéro-somatiques moyens (+/-é.t.) (ANOVA, p<0,05)

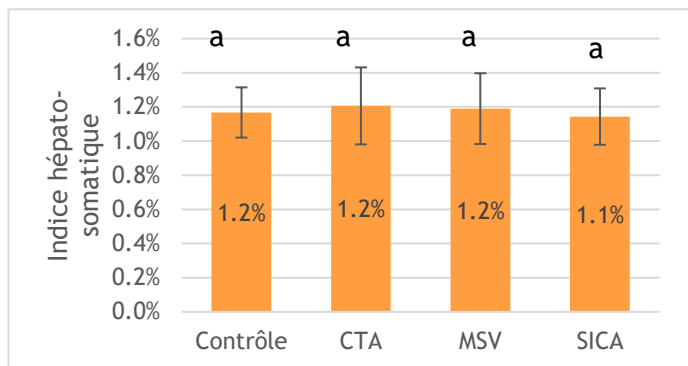


Figure 202. Indices hépato-somatiques moyens (+/- é.t.) (Kruskal-Wallis, p<0,0).

Les résultats d'indice viscéro-somatique (fig.19) permettant d'observer les réserves adipeuses dans les viscères font ressortir deux groupes d'aliments, les aliments Contrôle et SICA qui présentent des indices significativement inférieurs

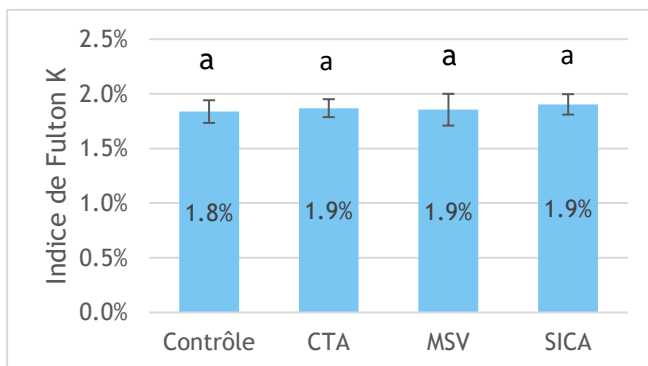


Figure 21. Indices viscéro-somatiques moyens (+/-é.t.) (ANOVA, p<0,05)

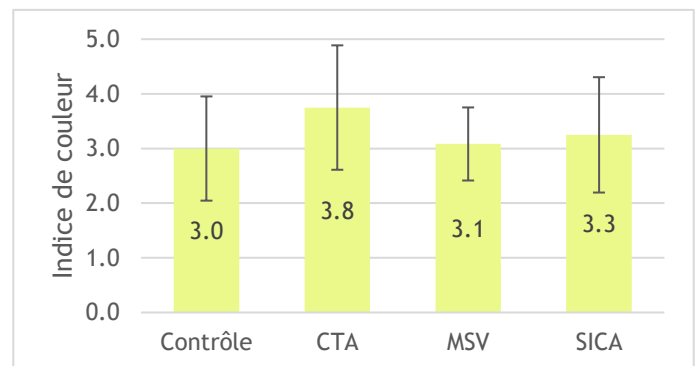


Figure 22 : Indices de couleur de foie moyens : 1 = beige et 5 = rouge.

aux aliments CTA et MSV. Les indices hépato-somatique (fig. 20) permettant quant à eux d'observer les réserves énergétiques dans le foie ne présentent pas de différences significatives. Aucune différence entre les aliments selon l'indice de condition K de Fulton (fig.21). Ceci peut se traduire par le fait que les individus possèdent la même corpulence. L'indice de couleur du foie, indicateur du bon ou du mauvais fonctionnement du foie met en évidence des foies gras, autrement dit riches en réserves lipidiques. L'aliment CTA semble de manière relative avoir les foies les plus rouges et donc être en meilleure santé par rapport aux trois autres aliments.

4. Essai 2

a. Performances zootechniques

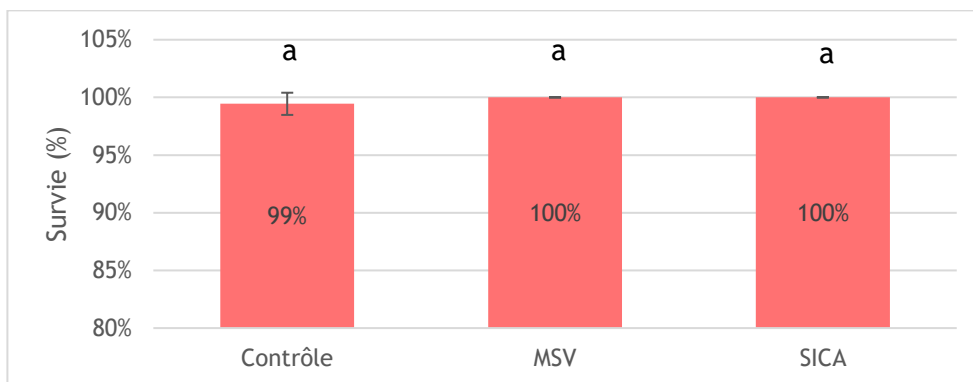


Figure 23. Survies moyennes (+/- é.t.) de l'essai 2 (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$)

L'essai 2 a également obtenu de très bonnes survies, toutes comprises autour de 100% et aucun problème technique n'a été rencontré.

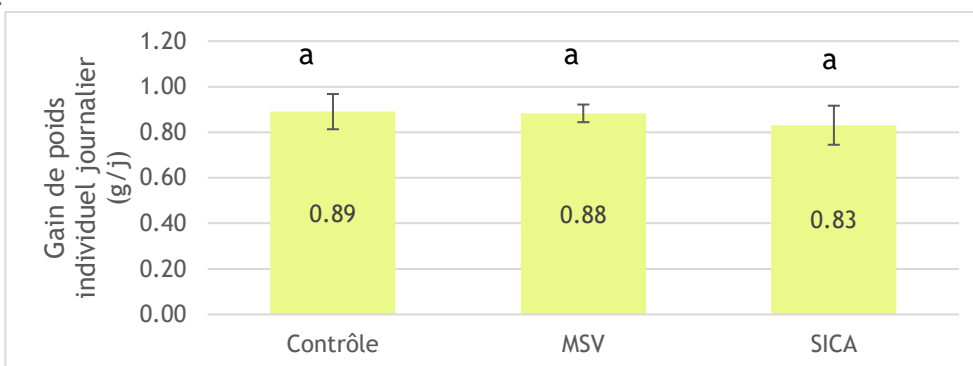


Figure 24. Gain de poids journalier moyen (+/- é.t.) (ANOVA, $p < 0,05$)

Les performances de croissances de l'essai 2 ne montrent à nouveau aucune différence entre les différents aliments expérimentaux Contrôle, MSV et SICA. La quantité totale d'aliment distribuée par poisson au cours de l'essai (fig. 24) indique que l'aliment SICA est significativement moins consommé que l'aliment contrôle, alors que l'aliment MSV ne

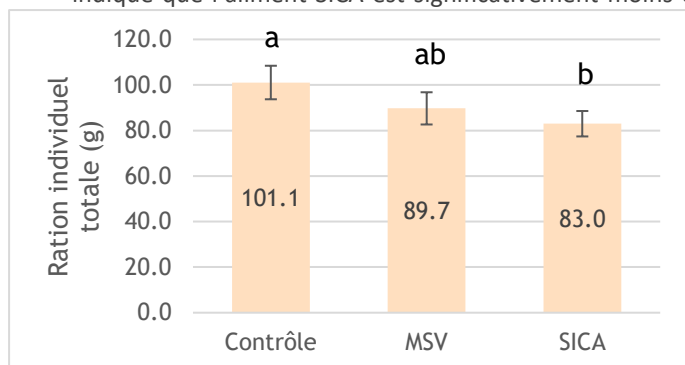


Figure 25. Rations individuelles totales moyennes (+/-é.t.) (ANOVA, $p < 0,05$)

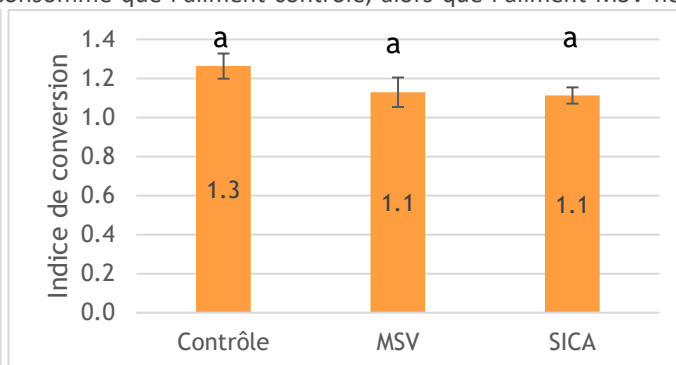


Figure 26. Indices de conversion moyens (+/-é.t.) (ANOVA, $p < 0,05$)

présente pas de différence significative avec les aliments Contrôle et SICA. Pour autant, les indices de conversion présentés en figure 16 sont équivalents pour les trois traitements. De même que pour l'essai 1, les nouvelles formulations des 2 aliments commerciaux locaux présentent des performances égales à l'aliment Contrôle.

b. Résultats physiologiques

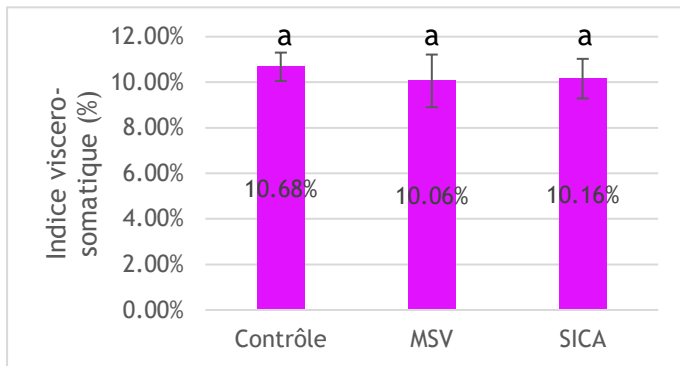


Figure 3 : Indice viscéro-somatique moyen (+/-é.t.) (ANOVA, $p < 0,05$)

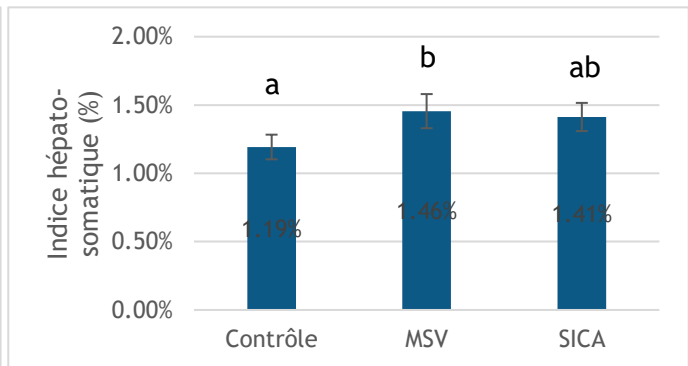


Figure 28. Indice hépato-somatique moyen (+/-é.t.) (ANOVA, $p < 0,05$)

Les indices viscéro-somatiques obtenus au cours de l'essai 2 (fig. 27) indiquant l'accumulation de lipides au niveau des viscères ne présentent aucune différence significative entre les traitements. En revanche, l'indice hépato-somatique (fig. 28) permettant d'évaluer les réserves lipidiques contenues dans le foie présentent un taux significativement supérieur au Contrôle pour l'aliment MSV.

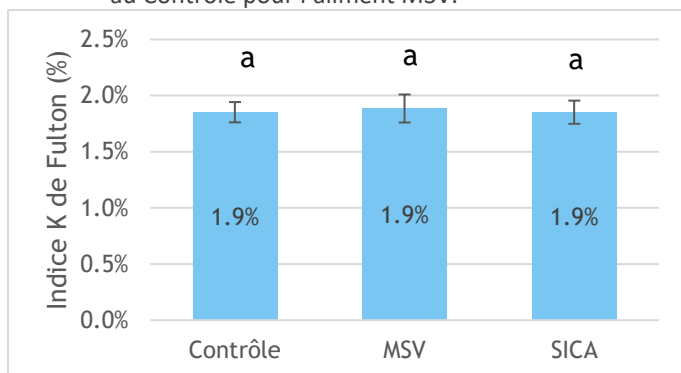


Figure 29 : Indices K de Fulton moyen (+/-é.t.) (ANOVA, $p < 0,05$)

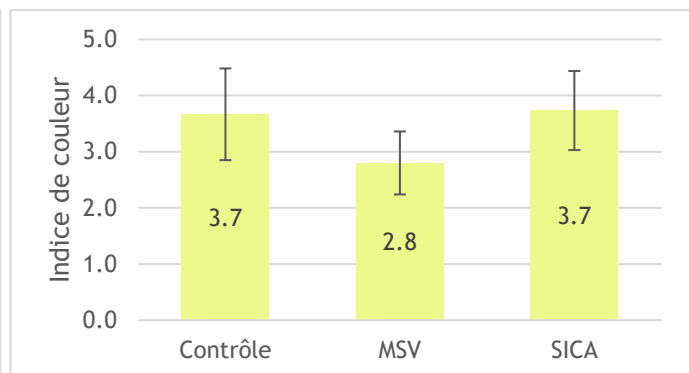


Figure 30. Indices de couleur de foie moyens (+/-é.t.) (1 = beige et 5 = rouge)

Comme pour l'essai 1, l'indice de condition de Fulton K (fig. 29), ne révèle aucune différence de corpulence des poissons en fonction des traitements. L'indice de couleur de foie semble quant à lui indiquer que les foies des animaux nourris avec l'aliment MSV sont plus clairs et donc potentiellement en moins bonne santé.

5. Comparaison des deux essais

a. Performances zootechniques

Tableau 11. Récapitulatif des résultats zootechniques des essais 1 et 2

	Aliment	Survie (%)	Poids moyen initial à J0 (g) - estimé	Poids moyen final (g)	Gain de poids individuel journalier (g/j)	Quantité d'aliment distribué par individu (g)	Indice de conversion
Essai 1	Contrôle	100 ± 0 ^a	17,9 ± 0,3 ^a	77,5 ± 3,9 ^{ab}	0,54 ± 0,03 ^{ab}	82,6 ± 4,3 ^a	1,4 ± 0,0 ^{ab}
	CTA	98 ± 1 ^a	17,9 ± 0,6 ^a	65,8 ± 6,9 ^a	0,43 ± 0,06 ^a	82,9 ± 6,0 ^a	1,7 ± 0,1 ^a
	MSV	99 ± 1 ^a	17,8 ± 0,3 ^a	85,9 ± 2,7 ^b	0,61 ± 0,02 ^b	87,8 ± 3,0 ^a	1,3 ± 0,0 ^b
	SICA	100 ± 0 ^a	17,9 ± 0,7 ^a	73,4 ± 5,9 ^{ab}	0,50 ± 0,05 ^{ab}	80,2 ± 6,2 ^a	1,4 ± 0,0 ^{ab}
Essai 2	Contrôle	99 ± 1 ^a	18,7 ± 1,2 ^a	98,9 ± 8,2 ^a	0,89 ± 0,08 ^a	101,1 ± 7,4 ^a	1,3 ± 0,1 ^a
	MSV	100 ± 0 ^a	18,6 ± 0,4 ^a	98,1 ± 3,4 ^a	0,88 ± 0,04 ^a	89,7 ± 7,1 ^{ab}	1,1 ± 0,1 ^a
	SICA	100 ± 0 ^a	18,3 ± 0,5 ^a	93,1 ± 7,9 ^a	0,83 ± 0,09 ^a	83,0 ± 5,6 ^b	1,1 ± 0,0 ^a

Les deux essais permettent d'affirmer qu'au niveau des résultats zootechniques (survie, croissance et IC), les deux formules commerciales (essai 1) et modifiées (essai 2) des aliments locaux MSV et SICA présentent des performances égales à l'aliment contrôle Le Guessant importé. Bien qu'elles ne présentent pas de différences significatives avec l'aliment Contrôle, des performances amoindries (croissance et IC) sont observées avec l'aliment CTA. En effet, les observations visuelles des foies semblaient montrer un meilleur état des poissons élevés au granulé CTA. Il se pourrait que ces écarts de performance soient liés au taux protéique appauvri de l'aliment CTA ou à la présence plus importante de matières premières végétales pouvant contenir des facteurs antinutritionnels.

b. Résultats physiologiques

Tableau 12. Récapitulatif des résultats physiologiques des essais 1 et 2.

	Aliment	Indice K de Fulton (%)	Indice viscéro-somatique (%)	Indice hépatosomatique (%)	Indice de couleur du foie, de 1 (beige) à 5 (rouge)
Essai 1	Contrôle	1,8 ± 0,1 ^a	10,2 ± 1,5 ^a	1,2 ± 0,1 ^a	3,0 ± 1,0
	CTA	1,9 ± 0,1 ^a	11,8 ± 1,1 ^b	1,2 ± 0,2 ^a	3,8 ± 1,1
	MSV	1,9 ± 0,1 ^a	11,2 ± 1,1 ^b	1,2 ± 0,2 ^a	3,1 ± 0,7
	SICA	1,9 ± 0,1 ^a	10,1 ± 1,0 ^a	1,2 ± 0,2 ^a	3,3 ± 1,1
Essai 2	Contrôle	1,9 ± 0,1 ^a	10,7 ± 0,6 ^a	1,2 ± 0,3 ^a	3,7 ± 0,8
	MSV	1,9 ± 0,1 ^a	10,1 ± 1,2 ^a	1,5 ± 0,3 ^b	2,8 ± 0,6
	SICA	1,9 ± 0,1 ^a	10,2 ± 0,9 ^a	1,4 ± 0,2 ^{ab}	3,7 ± 0,7

Les deux essais donnent des résultats similaires au niveau de l'indice K. Aucune différence de corpulence n'est rencontrée durant ces deux expérimentations. Au niveau des indices viscéro et hépatosomatique, les résultats diffèrent d'un essai

à l'autre. Le 1^{er} donne des IVS différents (contrôle/SICA vs CTA/MSV) et des IHS similaires alors que le 2^e donne des IVS similaires mais des IHS différents (contrôle vs MSV).

Lors du premier essai, les animaux nourris avec les aliments Contrôle et SICA présentent des réserves adipeuses moins importantes au niveau des viscères par rapport aux aliments CTA et MSV, mais ce phénomène n'est pas rencontré au cours du 2^e essai. Les animaux nourris avec l'aliment MSV au cours de l'essai 2 ont des foies avec réserves plus importantes que l'aliment contrôle. Ce dernier détient les taux lipidiques les plus hauts d'après analyse sur l'ensemble des essais. Cela pourrait expliquer pourquoi dans un cas comme dans l'autre, les animaux ont tendances à stocker plus de tissus adipeux et de réserves.

Conclusion

En conclusion, les essais réalisés au Centre Technique Aquacole ont permis d'évaluer les performances zootechniques et physiologiques de différents aliments produits localement destinés à l'élevage du picot rayé. Dans le premier essai, les aliments commerciaux locaux (MSV et SICA) ainsi que l'aliment importé (Contrôle) ont montré des résultats de croissance et de survie comparables, tandis que l'aliment artisanal (CTA) a présenté une croissance légèrement inférieure probablement en raison de sa teneur réduite en protéines ou de facteurs antinutritionnels pouvant être contenus dans les matières premières végétales. Les résultats du deuxième essai, où les formulations des aliments commerciaux ont été modifiées pour réduire les protéines animales et les lipides, ont confirmé que les performances des aliments locaux étaient équivalentes à l'aliment importé en termes de croissance et de survie. Cependant, des différences ont été observées au niveau des réserves adipeuses des viscères et du foie, indiquant une possible influence de la composition des aliments sur la physiologie des poissons.

Il est important de souligner que les performances des aliments commerciaux locaux ont été jugées satisfaisantes par rapport à l'aliment importé, ce qui est encourageant pour le développement d'une aquaculture locale de picots rayés en Nouvelle-Calédonie. D'autant plus que le prix des aliments locaux se trouve autour de 150 F CFP/kg contre 180 F CFP/kg pour l'aliment importé.

Dans l'ensemble, ces résultats mettent en évidence la possibilité de produire localement des aliments à moindre coût adaptés à l'élevage du picot rayé, tout en maintenant des performances zootechniques comparables à celles des aliments importés. Ce projet contribue ainsi au développement d'une aquaculture marine durable et respectueuse de l'environnement en favorisant l'utilisation d'aliments produits localement et en réduisant la dépendance aux aliments importés.

Cependant, des ajustements supplémentaires pourraient être nécessaires pour améliorer la condition physiologique des poissons d'élevage en les comparant notamment aux conditions des animaux sauvages de la même espèce. Les essais d'inclusion de matières premières végétales locales n'ayant pas pu être poursuivis au cours de l'essai 2, ces travaux ainsi que la diminution du taux de farines d'origine animales nécessitent également d'être poursuivies. Un transfert doit être mis en place pour que le CCDTAM, étant le centre le plus habilité au travail piscicole, puisse reprendre et continuer ces travaux sur la nutrition du picot.

3- Essais d'incorporation de farine d'insecte dans l'aliment crevette :

Contexte :

L'entreprise innovante locale Néofly a été retenue dans le cadre d'un appel à projet du Thème 1 portant sur l'alimentation animale. A cette occasion, le thème 2 a été sollicité pour une option considérant des essais de formulation d'aliments crevettes à base de farine de black soldier fly. Ce projet a été retenu et est soutenu par la filière crevette, car la diminution d'apport de farine de poisson dans l'aliment est une problématique grandissante pour la filière, de par son coût et son impact écologique (surpêche, transport). Ce projet transversal prône une économie circulaire avec le recyclage de coproduits et a pour objectif d'améliorer significativement la durabilité de l'aquaculture calédonienne. Deux essais de nutrition doivent permettre de cibler le taux d'incorporation optimum de farine d'insecte.

La prestation a consisté à démontrer la capacité de produire localement des ingrédients à base d'insecte, à en évaluer la qualité au regard des exigences de filières locales qui pourraient bénéficier de ce type de produits, et à réaliser de premiers essais de performance avec ces filières, en tant que point de départ et catalyseur de la mise en place d'une filière insecte structurante et positivement impactante pour la durabilité et la compétitivité du secteur agricole en Nouvelle-Calédonie.



L'opération s'est déclinée en trois axes :

Axe 1 – Alimentation animale : explorer l'intérêt d'incorporer des larves de BSF dans l'alimentation des poules pondeuses bio, notamment via des essais en conditions réelles d'exploitation au sein d'un élevage local ;

Axe 2 – Alimentation aquacole : étudier les performances nutritionnelles des farines de BSF pour la filière crevette locale, notamment via une série d'essais en centre technique ;

Axe 3 – Fertilisation agricole : explorer les potentialités d'un co-produit (frass) de l'élevage de BSF comme fertilisant, notamment via des analyses de caractérisation et de conformité sur plusieurs échantillons.

Le rapport technique complet est fourni en annexe. En termes de conclusion globale, on peut retenir que les caractéristiques biochimiques des farines partiellement déshuilées de BSF, produites et testées grâce à cette opération, on constate que les éléments à impacts nutritionnels sont globalement très favorables. ECO-ML2-50 $100,0 \pm 0,0a$ $9,3 \pm 0,6ab$ $68,7 \pm 4,6b$ $2,3 \pm 0,2b$ $0,26 \pm 0,03a$ $2,1 \pm 0,2a$ ECO-ML2-60 $96,7 \pm 7,5a$ $9,3 \pm 1,2b$ $70,1 \pm 9,7b$ $2,3 \pm 0,3b$ $0,26 \pm 0,05a$ $2,0 \pm 0,3a$ PL-ML2-40 $100,0 \pm 0,0a$ $8,7 \pm 0,4ab$ $62,0 \pm 7,5ab$ $2,1 \pm 0,2ab$ $0,27 \pm 0,02a$ $2,5 \pm 0,2a$ PL-ML2-60 $100,0 \pm 0,0a$ $8,9 \pm 0,5ab$ $65,0 \pm 13,5ab$ $2,2 \pm 0,5b$ $0,27 \pm 0,03a$ $2,4 \pm 0,4a$ 58.

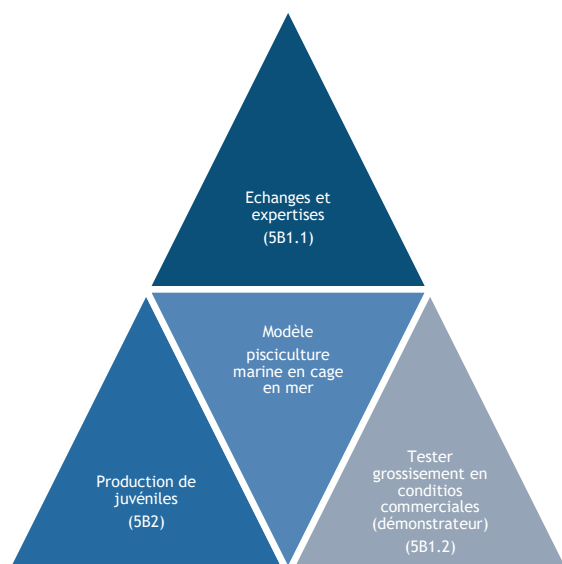
En effet, ces farines respectent les dernières normes européennes, répondent aux niveaux d'exigences des producteurs locaux, et se positionnent pleinement dans les gammes de références de deux producteurs de BSF déjà industrialisés, localisés en Asie mais produisant conformément aux normes européennes et pour le marché international. De plus, pour certains éléments essentiels, comme le taux de protéines et le taux de certains Acides Gras dont l'Acide Laurique, les analyses ont montré des teneurs supérieures aux références internationales. Concernant les performances zootechniques en bacs expérimentaux, le gain de poids s'est révélé significativement supérieur avec 4 des 5 lots de farines produites localement selon le procédé préindustriel le plus abouti de NEOFLY. L'indice de conversion n'a pas montré de différence statistiquement significative. Cependant 4 des 5 lots fabriqués selon ce même procédé ont démontré des indices inférieurs au contrôle (qui ne contenait aucune farine de BSF). La comparaison entre des taux de substitution de 40, 50 et 60% n'a pas permis de tirer une conclusion claire quant au taux optimal.

Enfin, ces essais démontrent que l'utilisation de farines de BSF entre 40% et 60% de substitution n'a aucun impact négatif sur la survie des crevettes, et il a même été observé une survie légèrement mais systématiquement inférieure pour le contrôle par rapport à tous les bacs nourris avec les aliments contenant de la farine de BSF (différences toutefois statistiquement non-significative). Ce dernier sujet est le plus important pour la filière crevettes calédoniennes. Ces premiers résultats sont donc encourageants mais il sera important de le compléter par des « challenge-test » immunitaires dans les meilleurs délais possibles, afin d'évaluer l'impact de la farine de BSF sur la survie des crevettes en présence de pathogènes tels que certaines souches de *Vibrio* sp. Parallèlement, NEOFLY continue à affiner ses procédés d'élevage et de transformation pour améliorer encore les bénéfices en termes de croissance et l'indice de conversion alimentaire, qui sont deux paramètres essentiels pour contribuer à l'amélioration de la durabilité et le rentabilité des fermes de crevettes.

Dans tous les cas, les résultats de cette étude confirment que le remplacement de 40 à 60% de farines de poissons importées par de la farine de larves BSF produites locales n'a, au pire, aucun impact négatif sur la composante

zootechnique de la filière crevettes et pourrait potentiellement présenter des impacts bénéfiques sur la croissance et l'immunité (à confirmer par l'approfondissement des essais).

Opération 5B.1 Expérimentation et transfert des modèles aquacoles durables et résilients



Schématiquement (figure ci-contre), le projet PROTEGE visait, sur la période 2020-2023, à encourager l'installation d'opérateurs acteurs privés en proposant et démontrant à échelle réduite, un modèle techniquement et économiquement viable et maîtrisé de pisciculture marine en cage en mer. Cette démarche impliquait d'une part l'installation et la mise en œuvre d'un échantillon représentatif du modèle de grossissement commercial préconisé (démonstrateur), pour éprouver les paramètres de production en conditions réelles et faciliter le transfert vers les opérateurs privés (5B1.2) et d'autre part un accompagnement des efforts de production de juvéniles de poissons en écloserie (partie 5 B.1). Elle comptait s'appuyer sur un renforcement de la coopération technique, régionale (entre la NC et la PF) et le ressourcement d'expertises piscicole d'envergure internationale (partie BB1.1).

➤ Action 5B.1.1 Poursuite des expérimentations d'élevages aquacoles durables et adaptés au changement climatique

1) Visite, appui technique et scientifique, veille technologique, expertise externe

La situation sanitaire mondiale ne permettait pas de réaliser les missions de perfectionnement prévues depuis 2020. Une mission a tout de même été montée pour favoriser l'immersion de certains porteurs de projet intéressés par l'aquaculture originaires des Îles Loyauté. Une première action a été engagée au cours du 1er semestre 2021. Il s'agit d'une visite d'immersion sur la Grande Terre de potentiels promoteurs aquacoles des îles Loyauté dans les infrastructures expérimentales de la Technopole.

A) Dans ses actions d'informations et de sensibilisations relatives à la pêche et l'aquaculture initiées dans le cadre PROTEGE, des rencontres ont été organisées sur Lifou et Maré avec chaque association des pêcheurs. Suite à la présentation du programme PROTEGE et de la rencontre avec l'Association des Pêcheurs de Maré (APM), et de l'association des pêcheurs de Lifou, il a été proposé une réflexion sur la faisabilité de développement de l'aquaculture sur les îles Loyauté notamment sur le volet pisciculture avec l'élevage de picots. Afin de nourrir les échanges des loyaltiens sur ce sujet, le chef de file du thème de la pêche et de l'aquaculture du programme PROTEGE évoque le potentiel à Lifou et Maré, d'une activité piscicole basée sur la capture des juvéniles de munun (picots juvéniles) puis leur mise en grossissement à des fins commerciales, qui pourrait bénéficier de l'expérience technique de la Technopole. Traditionnellement, les pêcheurs des îles Loyauté pratique la capture de munun, ce qui en fait une pratique maîtrisée et connue de tous. Afin d'entrevoir la faisabilité de ces projets sur les îles Loyauté, il est proposé une visite d'immersion sur le pôle marin de l'ADECAL à Boulouparis, de la ferme de grossissement de picots à Touho et de l'écloserie à Koné.

L'objectif de cette mission était de réaliser une visite et une immersion sur les sites de production expérimentaux de picots sur la grande terre. Les installations prioritairement ciblées étaient celles de l'ADECAL Technopole à Boulouparis (CTA – Picots en cages en bassins) et à Touho (ferme pilote d'élevage de poissons en cages en mer). Cette mission d'immersion a permis pour les futurs entrepreneurs des îles Loyauté :

- 1) De se faire une idée de la réalité du travail de pisciculteur et des implications de cette activité ;
- 2) D'échanger avec les équipes des centres techniques et d'autres intervenants sur leurs idées/projets et leur faisabilité ;

- 3) Sur la base de tous ces éléments, pouvoir murir et formaliser un projet qui pourrait être soumis pour instruction et financement par la suite ;
- 4) La délégation était composée de quatre résidents de Maré et de trois de Lifou. Un chargé de mission de la PIL a également participé.

La mission a été très appréciée de l'ensemble des participants puisque qu'elle leur a permis de constater et de réaliser les implications et les contraintes réelles d'un projet aquacole, surtout au îles Loyauté. Globalement, il ressort de cette mission les éléments suivants concernant les prérequis à respecter pour d'éventuels projets :

Le choix du pêcheur pour l'élevage de la ferme de picots sera conditionné par les critères suivants :

- Intérêt pour le développement de l'élevage de picots, à partir de la capture et la mise en grossissement des juvéniles
- Disposer d'un foncier maritime pour la mise en place des mini-fermes d'élevages. L'endroit pressenti pour la mise en place de la ferme doit être abrité du vent ;
- La pratique de la pêche est un atout.
- Être disponible et rigoureux pour le suivi des élevages.

Les points supplémentaires à considérer sont :

- Utiliser les équipements sur place comme base pour développer le projet ;
- Approvisionnement potentiellement variable selon l'endroit où le picot recrute. Si absence de picot bleu, on propose de capturer du picot jaune ;
- Les participants sont favorables à contribuer personnellement au projet ;
- On répète que l'endroit doit être à l'abri des cyclones ;
- On vise à mettre en élevage entre 300 et 400 poissons par cages de 2m/2m x 2 m de profondeur (3 cages)

Deux missions de perfectionnement ont pu être réalisées suite aux levées d'interdiction de voyage imposées par les règles internationales fixées par la crise de la COVID-19 à partir du second semestre 2022. Ainsi, le responsable du site de grossissement d'alevins de picots rayés de Touho a pu réaliser une mission d'immersion en Polynésie Française et le responsable de l'écloserie d'huîtres de roches du centre technique aquacole de port-ouenghi a pu réaliser un stage de perfectionnement de trois semaines au Cawthron Institute en Nouvelle-Zélande. Ce dernier stage a été cofinancé par PROTEGE et le Fonds du Pacifique. Finalement, une seule expertise externe a pu être commandée et réalisée dans le cadre du temps imparti. Un expert piscicole a pu se déplacer pendant trois semaines au CCDTAM de Koné pour appuyer et conseiller l'équipe en place afin d'améliorer les performances d'élevage du picot rayé.

B) La mission piscicole en PF visait une montée en compétence du responsable technique de Touho dans le domaine de la pisciculture en allant à la rencontre des différents fermiers, des membres de l'Ifremer et de la Direction des Ressources Marines de Polynésie Française. Un rapport de mission a été produit et a été transféré à la CPS en mars 2023.

C) Le CTA a pour objectif de soutenir le développement d'une filière ostréicole local. Ce soutien passe par le développement de protocole larvaire fiable pour la production de naissain. Pour s'acquitter de cette tâche le CTA s'est équipé de 20 CUDLS développé à l'institut de Cawthron. Une formation de 3 semaines au sein des équipes de l'écloserie a été programmée par Dr. Julien Vignier chercheur à l'institut de Cawthron qui travaille principalement sur l'espèce *Crassostrea gigas*. Ses recherches portent sur différents sujets comme la production d'huître triploïde, des tests d'écotoxicités mais également sur la sélection génétique pour répondre aux besoins des professionnels du secteur. Il travaille avec le système de production à haute densité CUDLS, qui permet un renouvellement continu de l'eau et des algues pour optimiser la densité d'élevage ainsi que le nombre de réplicas pour les expérimentations. Le rapport de mission a également été fourni en mars 2023 à la CPS et détaille chacune des étapes cruciales de la production de naissains d'huîtres. Cette collaboration s'est depuis élargie et a permis d'intégrer l'équipe de la DRM en Polynésie française ainsi que l'IFREMER de la PF et de la NC au sein de ce groupe d'échanges. D'autres financements complémentaires ont permis de financer une seconde mission à Darwin en Australie en mai 2023 dans le cadre du World Aquaculture Symposium (WAS). Les travaux ostréicoles réalisés dans le cadre de PROTEGE ainsi que les retombées bénéfiques de cette mission ont été présentés. La présentation est fournie en annexe.

D) Un expert de la pisciculture a été sélectionné selon les recommandations de la filière et des collègues polynésiens. De facto, le chef de file s'est empressé de mettre en place une mission très technique visant le perfectionnement des équipes piscicoles du CCDTAM en place. Cette mission d'appui et de perfectionnement, réalisée en octobre 2022, a été grandement appréciée par l'équipe de Koné qui a pu monter en compétence et améliorer sa stratégie de production. Le rapport de recommandations de cette mission est fourni en annexe et constitue un recueil précieux qui permettra enfin à l'équipe d'atteindre les objectifs de production visés, tant attendus. Cet appui, a également permis de soumettre la candidature de M. Dewarin à l'atelier de capitalisation sur l'aquaculture en polynésie. Finalement, une nouvelle prestation avec les fonds propres du chef de file a été officialisée. Ainsi, cette première mission a permis de sécuriser un appui international pour l'équipe du CCDTAM et désormais il accompagne le chef de file dans le cadre de ses exercices de programmation stratégique.

➤ Action 5B.1.2 : Transfert des modèles aquacoles éprouvés vers des communautés et opérateurs privés et accompagnement de démonstrateurs en conditions commerciales

1) Poursuite de la mise en place du démonstrateur commercial piscicole

Rappel du contexte

L'action « démonstrateur piscicole » a été lancée fin 2020, dans le cadre de PROTEGE, afin de venir en appui au programme de développement de la pisciculture marine en cours de développement en Nouvelle-Calédonie. Ce programme vise, depuis mi-2021, à faire la preuve de concept sur 3 saisons d'expérimentations, de la faisabilité technico-économique de la production de picot rayé, espèce prédominante d'un modèle aquacole d'une capacité de 40 tonnes annuelles.

Cette action est étroitement liée à l'action 5B.2.1, visant à améliorer les capacités de production des centres techniques et à la production d'alevins de poissons pour approvisionner le démonstrateur commercial.

Au 1^{er} semestre 2020, différents événements ont contribué à ajuster/réorienter cette sous action.

- Les implications techniques et financières du modèle de production commercial initialement projeté nécessitait une confirmation de la vision stratégique des collectivités (ambition du développement piscicole et politiques publiques associées) dans un contexte de financement publics en baisse.
- Les résultats zootechniques obtenus sur le pouatte au cours de la saison 2019-2020 du CCDTAM (arrêt prématuré des pontes de géniteurs et intensification des épisodes de parasitismes en cage pour le pouatte) et les potentialités jugées intéressantes des picots (gris et rayés) justifiait de réinterroger le ou les espèces à privilégier.

A ces éléments, s'est ajouté la crise sanitaire qui a montré la vulnérabilité des modèles insulaires s'ils sont trop dépendants des marchés internationaux.

Au second semestre 2020, le dimensionnement du modèle de production piscicole commercial préconisé en Nouvelle-Calédonie et donc du démonstrateur à déployer dans le cadre du projet PROTEGE a donc été réévalué. Une note d'avancement sur le démonstrateur commercial piscicole de Touho a été présentée aux collectivités et à la CPS en novembre 2020. Les différents partis ont appuyé la démarche proposée qui se résume principalement par les points suivants :

- i) Le démonstrateur est une fraction représentative du modèle de production commercial préconisé. Il doit permettre de poursuivre le dérisquage des aspects les plus critiques avant réplique par un opérateur privé et jouer son rôle de vitrine et de pépinière pour ces futurs opérateurs ;
- ii) Le modèle d'évaluation de la rentabilité recommande un volume de production annuelle de 40 tonnes avec une commercialisation sur le marché local en maximisant le prix de vente. Il préconise également des cages modulaires en HQPE installées en zones abritées et idéalement carrées pour limiter les contraintes et la manutention ainsi que le gap avec les savoir-faire acquis à ce jour ;
- iii) Le modèle de production doit principalement se baser sur la production des deux espèces de picots (rayés et gris) produites par l'écloserie de Koné ;
- iv) Les unités de démonstration se traduisent par des cages de 300m³ (en cubisystem[®] ou en HQPE) et sont approvisionnés par des poissons pré-grossis issus des unités actuellement en place de 100 m³.

Sur cette base, au premier semestre 2021, il a été convenu de décomposer l'installation du démonstrateur piscicole en deux phases :

- Une **première phase** consistant à adapter la structure actuelle en cubisystem® pour la compléter de cages de 300m³ (8 m x 8 m x 5 m) et la mise à niveau des infrastructures associées à terre pour soutenir l'augmentation du volume de production. Ce dispositif permet de traiter les questions majeures qu'il reste à valider pour permettre à un privé de répliquer le modèle avec un minimum de risques. En particulier :
 - o La validation du parcours technique complet dont les opérations de transferts ;
 - o L'affinage des performances zootechniques des picots rayés et gris ;
 - o L'optimisation de l'organisation du travail et le dimensionnement de la main d'œuvre nécessaire.
- La **seconde phase** envisagée consistant ensuite à déployer sur un site adjacent des enceintes d'élevages en HQPE (matériaux significativement couteux favorisant ainsi le modèle d'affaire identifié) de dimension identique.

La section suivant présente successivement les réalisations concernant l'installation « physique » du démonstrateur piscicole puis les résultats des essais de productions de picots au sein de ces enceintes d'élevages, représentative du modèle économique projeté, pour maîtriser le parcours technique et affiner les performances zootechniques

Installation du démonstrateur piscicole

Concernant la première phase :

Au premier semestre 2021, suite à différents échanges avec l'équipe technique du CCDTAM, la configuration optimale pour la réorganisation des cages a été validée (voir figure ci-dessous).

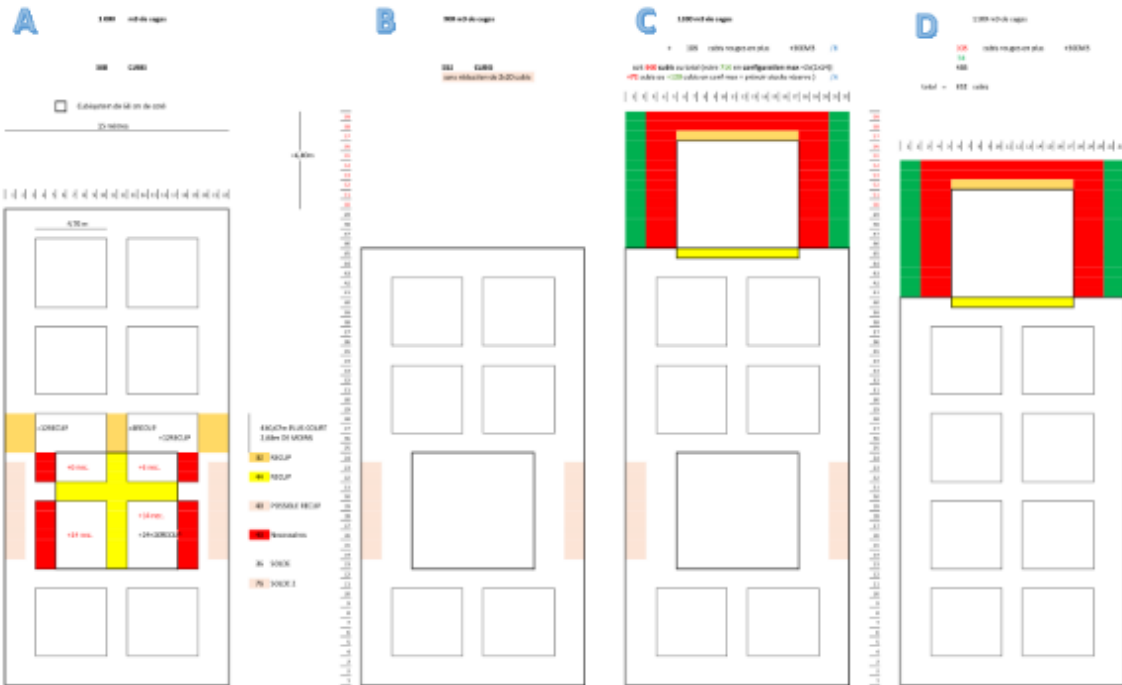


Figure 31. Scénarios de réorganisations de la structure d'élevage.

La solution C a été retenue et consistait d'une part à remplacer 4 unités de 4 m x 4 m x 5 m (100m³) par une unité de 8 m x 8 m x 5 m (320 m³) au sein de la plateforme actuelle et d'autre part d'ajouter une nouvelle unité de 320 m³ et agrandissant la plateforme actuelle sur l'une de ses extrémités.

Au premier semestre 2021, les équipements ont été précisément listés et dimensionnés et les fournisseurs recherchés. Au-delà des fournisseurs européens traditionnels, un effort particulier a été porté à la recherche de fournisseurs régionaux (via le responsable mariculture de la CPS par exemple). Le choix s'est porté finalement à un premier niveau sur des critères de qualité du matériel et de prix, et à un second niveau sur des critères de délai de fabrication. Tous ces éléments ont été présentés en détails à l'équipe PROTEGE à leur demande pour validation de l'éligibilité des dépenses avant engagement financier.

Le matériel nécessaire à l'agrandissement des cages de Touho a été sourcé et commandé en mai 2021. Ce matériel (190 Cubi et vis de fixation ; 3 Filets de 8,2 x 8,2 x 5m ; 4 Filets anti-prédateurs de (2 filets de 7,5 x 12m et é filets de 16 x 12m) et diverses bâches de traitement, sennes de pêche, nappes de filet pour réparation) a été dédouané en décembre 2021 pour ensuite être acheminé sur Touho.

Une fois le matériel réceptionné, il a été décidé, pour des raison opérationnelle (proximité de la saison cyclonique et volume nécessaire pour la mise en élevage des juvéniles produits en écloserie lors de la saison), de phaser la réorganisation de la structure en deux étapes. Dans un premier temps, en décembre 2021, l'agencement des cubis de la plateforme actuelle tout en évitant d'agrandir la surface de la plateforme en période cyclonique.





Figure 32. Transfert de picots rayés au sein d'une cage de 300 m³ et vue aérienne du nouveau agencement du démonstrateur commercial.

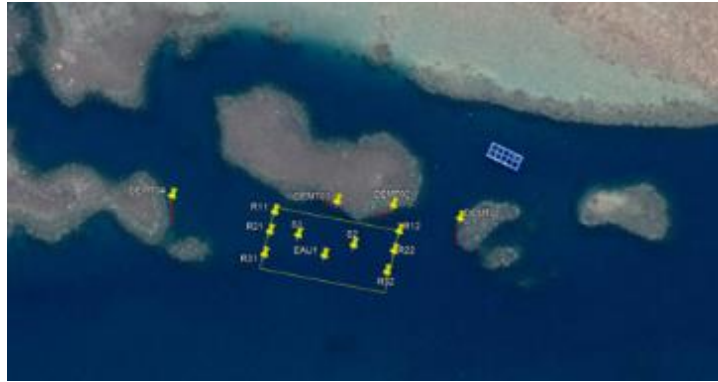
Les cages déjà en élevage ont dû être déplacées selon la méthode de l'îlot pour libérer l'espace et permettre la mise en place de la première grande cage d'élevage. La méthode de transfert via un îlot de cubi a ainsi été testée avec succès pour la première fois et ce pour deux lots différents de picots rayés. Aucune mortalité n'a été observée durant la période du transfert signifiant ainsi que l'équipe maîtrise désormais cette technique.

Initialement prévue au 2^{ème} semestre 2022, à l'issue de la saison cyclonique, l'installation de la 2^{ème} cage de 300 m³ sur l'extrémité nord de la plateforme a été différée compte tenu du fait que l'écloserie n'a pu approvisionner en quantité suffisante le site de Touho. Il a été décidé par l'équipe de la ferme pilote de Touho de n'installer cette cage supplémentaire que quand elle sera nécessaire, pour éviter l'usure inutile des nouveaux équipements.

Au second semestre 2022, plusieurs améliorations des installations à terre ont été réalisées telles que l'installation d'unités de climatisation au sein du laboratoire de conditionnement de poisson ainsi que l'isolation des passages avec des rideaux à lanières. Ces mises à niveau permettent ainsi le maintien et le respect optimal de la chaîne du froid tout au long du processus de conditionnement du poisson avant son transport vers Nouméa. Finalement, une entreprise nouméenne d'un conditionnement de container a installé un container Reefer de 20' équipé d'une climatisation pour optimiser le stockage de l'aliment.

Concernant la seconde phase :

Un consensus s'est dégagé au sein du comité de pilotage Aquaculture pour que cette seconde phase soit conditionnée à une implication robuste d'un partenaire privé, pour augmenter les chances de pérennisations des efforts consentis. La concertation avec les parties prenantes de Touho a été engagée dans ce sens au 1^{er} semestre 2021, de même que la mise en place de l'état initial du nouveau site adjacent au site existant, et son intégration au suivi environnemental global réalisé par Ginger Soproner. L'état 0 du nouveau site a été réalisé au 1^{er} semestre 2021, en même temps que le suivi environnemental de la ferme pilote. Les résultats de Ginger Soproner indiquent que ce site semble conforme aux attentes en termes de profondeur et de courant, et préconise un levé bathymétrique précis pour cartographier précisément les des patates coralliennes qui pourraient influencer la configuration des enceintes d'élevages. En synergies avec ses propres travaux (« vulnérabilité côtière (surcote, submersion) et la mitigation liée à certains types d'écosystèmes (platiers / mangroves »), ce levé bathymétrique, a été réalisé par l'IFREMER à la fin du second semestre 2021, couplé à un suivi de la courantologie sur plusieurs mois. Ce relevé confirme la faisabilité de la mise en place d'une seconde structure d'élevage sur le site envisagé.



➤ **Figure 33. Stations échantillonnées par Ginger Soproner lors de l'état initial.**

En 2022 et 2023, le suivi environnemental du site de Touho intégrait ce nouveau site. Le prestataire réalise annuellement une restitution public des travaux de suivi à la Mairie de Touho en présence notamment des associations environnementales. Au second semestre 2023, ce bilan couvrira l'ensemble des 10 années de réalisation du suivi.

Une démarche pour le lancement d'un AMI a été engagé au second semestre 2021, pour l'identification de promoteurs en vue d'une collaboration technopole/privés. Les principaux éléments constitutifs de cet AMI ont été élaborés et discuté lors du comité technique du CCDTA d'Aout 2021. Cette démarche n'a pas été finalisée d'une par faute d'avancement suffisants sur la partie productions de juvéniles et d'autre part pour des difficultés de mobilisation en interne au chef de fil des compétences nécessaires à l'instruction de cet AMI.

Au second semestre 2023, malgré des échanges réguliers avec plusieurs investisseurs privés ayant manifestés un intérêt dans la pisciculture marine, aucun partenariat avec un partenaire privé n'a été finalisé, ce qui justifie que les infrastructures d'élevages n'aient pas été mises ne place dans le cadre du projet PROTEGE. Néanmoins, la phase 1 a été un investissement nécessaire pour « dé-risquer » les aspects techniques du changement d'échelle de la production de poisson en cages en mer, qui se situe dans la trajectoire de transfert vers le secteur privé des activités piscicoles, en se rapprochant de la taille commerciale.

Essais de grossissement de picots : maitrise du parcours technique et affinages des performances zootechniques

Prégrossissement de juvéniles

Au premier semestre 2022, 2 lots de juvéniles issus de la saison 2021/2022 ont débuté leur prégrossissement en cage de 100m3 (total d'environ 11 000 animaux. Le prégrossissement s'est poursuivi au 2^{ème} semestre 2022.

A la fin du second semestre 2022, un des 2 lots a pu être transféré en novembre 2022 en cage de 300 m3 pour une phase de grossissement jusqu'à la taille commerciale. Ce transfert a été réalisé avec succès, sur des animaux de 120g de poids moyen et ce pour la 1ère fois (le précédent transfert d'une cage de 100 m3 vers une cage de 300 m3 ayant été réalisé sur des animaux de 250 g de poids moyen). Ces animaux vont poursuivre leur grossissement jusqu'au 2ème semestre 2023.

Il s'agissait du premier transfert pour l'équipe de CCDTAM d'animaux vivant en cours de grossissement d'une petite cage vers une grosse. L'ensemble des gestes et particularités techniques a été appréhendés sans difficultés, ce qui était un des objectifs du démonstrateur et est un succès important dans la maitrise du parcours technique.

Au premier semestre 2023, malgré une saison larvaire très décevante, 2 lots de juvéniles de picots rayés issus de la saison 2022/2023 ont été transféré en cage de 100m3 (760 poissons de 60g et 1800 poissons de 20g). Leur faible nombre et donc la densité d'élevage final de justifiera pas un transfert de cage à mi élevage (120 g). Ces animaux vont poursuivre leur grossissement en cage de 100m3 jusqu'au 2ème semestre 2024.

Grossissement

Sur le 2^{ème} semestre 2022, le grossissement des animaux issus de la saison 2020/2021 s'est poursuivi et achevé, avec la finalisation des pêches en septembre 2022, dont les 1^{ère} pêches réalisées avec succès sur une cage de 300 m³. Au total, environ 2,2 tonnes d'un poids moyen entre 250 et 300g ont été commercialisées sur le marché local, avec des retours clients positifs et confirmant la demande.



Figure 34. Récolte des poissons et manutention pour la commercialisation en respectant la chaîne du froid.

Sur le 2^{ème} semestre 2023 et le 1^{er} semestre 2023, le grossissement des animaux issus de la saison 2021/2022 s'est poursuivi. Les problèmes d'effectif et de disponibilité de glace n'ont pas permis de commercialiser aussi tôt que prévu. La commercialisation a démarré à la fin du 1^{er} semestre 2023.

Au total, environ 3,5 tonnes de picots rayés d'un poids moyen d'environ 350 g doivent être sur le marché local en 2023. La fin des pêche (et donc l'obtention de l'ensemble des données définitive est prévue pour octobre 2023)

Les valeurs cibles prises comme hypothèses dans le modèle technico financier qui sous-tendaient la mise en place du démonstrateur étaient, pour rappel :

- Un poids moyen de 200g en 12 mois,
- Une survie de 80%,
- Un IC de 2
- Une densité d'élevage de 20kg/m³

Les résultats finaux du grossissement des animaux issus de la saison 2020/2021 (cages 21/22), et les résultats partiels du grossissement des animaux de la saison 2021/2022 (cages 22/23) montrent des tendances encourageantes sur les 3 dernières saisons d'élevage, en matière de croissance, ainsi que de survie et d'indice de conversion.

Seule la densité d'élevage n'a pu être testée en raison du déficit de production de juvénile de l'écloserie de Foué. Ce paramètre sera à nouveau investigué lorsque l'écloserie retrouvera ses pleines performances, attendues à partir de 2024.

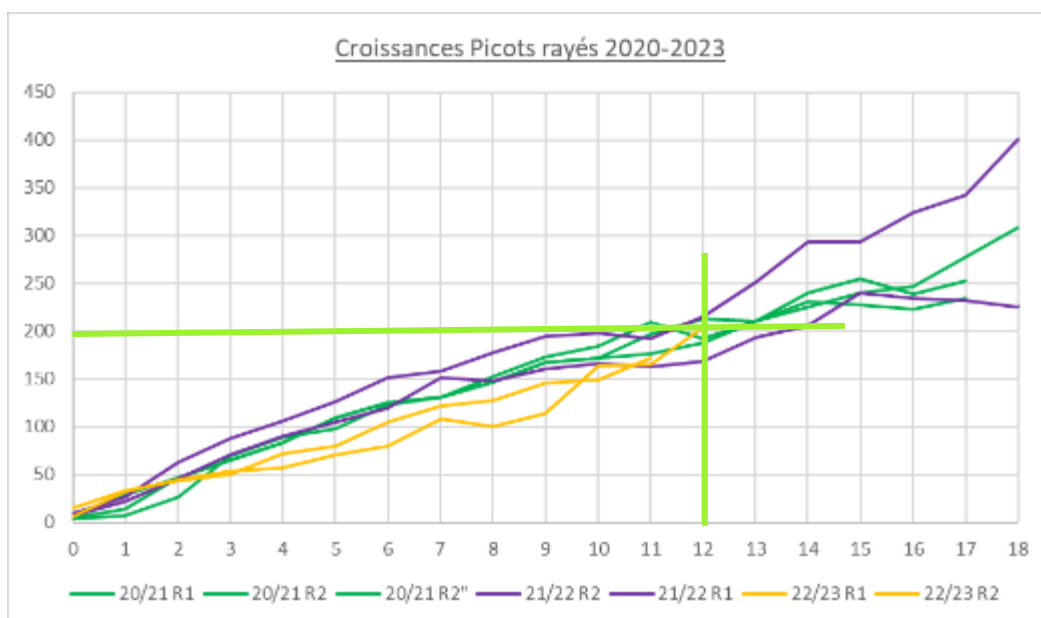


Figure 35. Comparaison des performances de croissance du picot rayés pour les différents lots d'élevages au cours des 3 dernières saisons. Au croisement des 2 droites verte, la cible des 200g en 12 mois

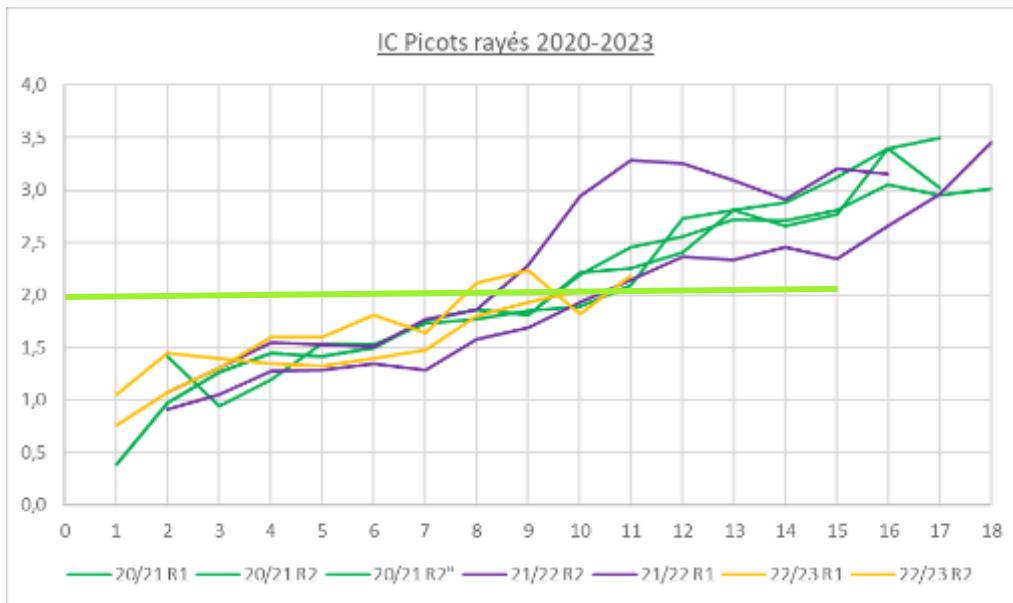


Figure 36. Comparaison de l'Indice de conversion du picot rayés pour les différents lots d'élevages au cours des 3 dernières saisons. La droite verte indique l'IC cible de 2

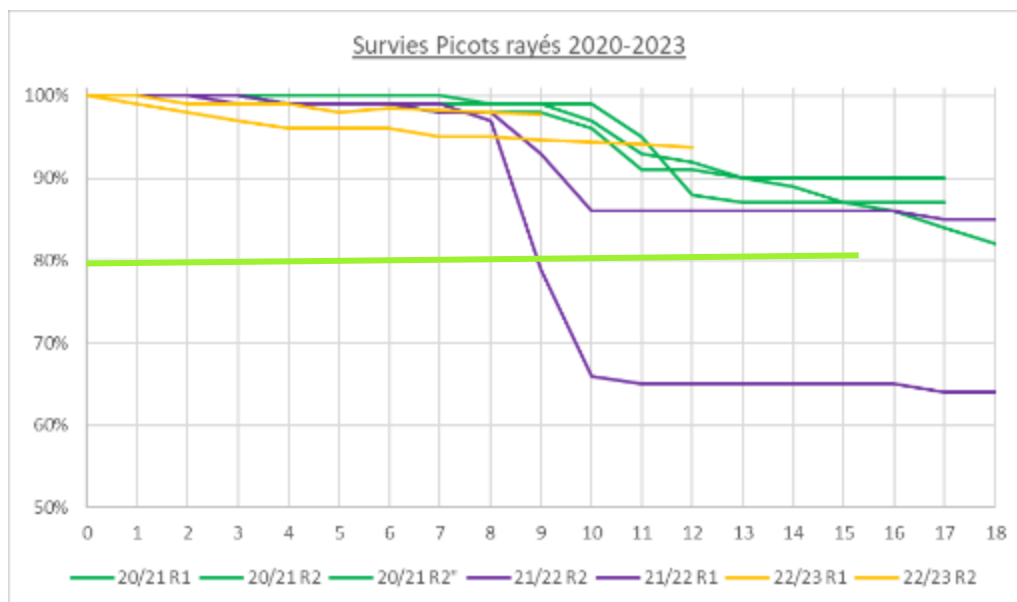


Figure 37. Comparaison du taux de survie du picot rayés pour les différents lots d'élevages au cours des 3 dernières saisons. La droite verte indique la cible de 80 % de survie

Rapports associés :

1. Technopole 2020 : Note d'avancement du démonstrateur piscicole (Annexe du rapport semestriel 2nd semestre 2020)
2. Technopole 2020 : Comité technique du CCDTAM 20 juillet 2020 Annexe du rapport semestriel 2nd semestre 2020)
3. Technopole 2021 : Comité technique du CCDTAM du 23 Aout 2021 (Annexe du rapport semestriel 2nd semestre 2021)
4. Ginger Soproner : Rapport de suivi Touho 2020 (Annexe du rapport semestriel 2nd semestre 2020)
5. Ginger Soproner : Rapport de suivi Touho 2021 (Annexe du rapport semestriel 2nd semestre 2021)
6. Ginger Soproner : rapport de suivi Touho 2022

b) Mise en place d'un démonstrateur pour appuyer la maturation et la production de micro-algues en conditions extérieures

En 2019 et 2020, le programme AMICAL (Aquaculture de Microalgues en Nouvelle-Calédonie) étudiait la faisabilité du développement d'une filière innovante de production de microalgues en Nouvelle-Calédonie. La plateforme pilote située à Koné était chargée des essais de production en bassins extérieurs (raceways), de récolte, de séchage afin d'étudier la faisabilité technico-économique de la production de microalgues en bassins extérieurs. Afin de mieux répondre à cet objectif, l'agrandissement du pilote de production avec la construction d'un raceway plus représentatif de l'échelle commerciale était envisagé (surface de 100 à 200m²). Pour ce projet, la Technopole a sollicité, après mise en concurrence, l'aide d'un prestataire : DBI pour l'assistance à la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre. La mission complète a été séparée en 6 phases, distinctes par des GO NO GO. La première phase fut de réaliser un « avant-projet sommaire (APS) », c'est-à-dire, une réalisation des plans, dimensionnement, estimations des coûts au stade APS).

La phase APS a été engagée en mai 2020 en vue de l'agrandissement du pilote de production avec la construction d'un raceway plus représentatif de l'échelle commerciale (100 ou 200 m²) et elle s'est terminée en février 2021. Les discussions techniques ont privilégié au raceway de 100 m², en terre avec couverture en liner. Le cout estimé par le prestataire s'est avéré très significativement supérieur à l'estimation initiale (23.6 MF contre 9 MF).

Des décisions stratégiques au premier trimestre 2021 entre la Technopole et les collectivités ont aboutis à la décision, présentée puis validée en sous-copil et en copil en mars d'annuler cette sous-action et de reporter le budget sur d'autres actions. Les raisons principales sont l'incertitude sur les niveaux de financements de fonctionnement pour assurer l'utilisation et la maintenance de cet outil au-delà du projet PROTEGE, l'absence de porteur privé investit significativement et la pertinence d'envisager un tel investissement sur le site du porteur privé quand celui-ci se manifesterait.

c) Appel à manifestation d'intérêt de porteur privé pour des projets en diversification aquacole

L'objet de l'appel à manifestation d'intérêt (AMI), publié en février 2023, était de susciter, d'identifier, et de sélectionner des projets qui avaient pour objectif la diversification aquacole en Nouvelle-Calédonie. Les espèces prioritairement ciblées sont les huîtres de roches, les macroalgues et toutes autres espèces ayant un potentiel de développement, en termes de production de biomasse courant 2023. La crevette n'étant pas admissible. Un mois était aux candidats pour transmettre des propositions qui devaient respecter les critères suivants :

- Respecter les réglementations en vigueur ou être en cours de régularisation avec les autorités compétentes,
- Être porté par un ou des acteurs privés domiciliés en Nouvelle-Calédonie, dotés d'une personnalité physique et/ou morale, et lié au secteur aquaculture et pêche,
- Intégrer la notion de durabilité, c'est-à-dire s'inscrire dans une perspective de long terme en intégrant des contraintes sociales, environnementales et économiques.
- Comporter une dimension nouvelle pour le marché calédonien : mener à la création d'un produit nouveau ou significativement amélioré,
- Posséder un potentiel commercial ou de réduction de la dépendance alimentaire extérieure à la Nouvelle Calédonie,

- La pertinence (importance des résultats attendus en termes de production de biomasse valorisable, effets sur le secteur aquaculture et pêche, contribution au développement durable),
- La qualité du projet (niveau de maturité et compétences associées, méthode, expertise, étude du marché, rentabilité économique),

Les projets sélectionnés ont reçu ou recevront une aide financière qui servira à participer aux coûts liés au projet. Il a été convenu que l'ensemble des dépenses doivent être réalisées au plus le 31 août 2023. L'aide financière a été plafonnée à 50 % des dépenses admissibles et ne peut dépasser 2 M CFP par bénéficiaire. L'aide de PROTEGE est cumulable avec d'autres dispositifs d'aide, selon leurs conditions. Le bénéficiaire doit néanmoins effectuer une contribution minimale de 10 % des dépenses admissibles. Les dépenses admissibles sont les frais d'études, les conseils et expertises externes, le coût d'achat, total ou partiel, de matériel, de fournitures ou d'équipement et les coûts de formation spécialisée. Le document complet concernant l'AMI est fourni en annexe.

Le comité de pilotage constitué de Jean-François Laplante (ADECAL), Doriane Sanchez-Lebris (ADECAL), Maëlle Thillier (ADECAL), Thomas Tiburzio et Philippe Perez (Province Sud), Paul Chabre (Province Nord), Virginie Roussery (Agence Rurale) s'est réuni le 28 mars 2023 pour analyser les six dossiers reçus. Après un rapide rappel des 6 dossiers de candidatures recueillis (4 en PN, 2 en PS), le comité de sélection a discuté des projets immatures et/ou n'entrant pas dans le cadre de l'AMI. Un seul projet a été écarté soit celui de la Ferme Aquacole de Ouazangou puisque la demande était fortement incomplète et les attendus ne seront pas réalisés dans les temps impartis. Il s'agissait plutôt d'une demande pour le sauvetage de l'entreprise. Les projets conservés (5) sont présentés ci-dessous.

Tableau 13. Sélection par le jury des projets de diversification aquacole.

CRITERES D'EVALUATION	POINTS	CANDIDATS					
		P. Morlet	E. Pourouda	M-R. Pabouty	F. Kolele	Algocaledonia	Ouazangou
1- Pertinence du projet	50	40	42	42	42	40	23
Importance des résultats attendus en terme de diversification aquacole	15	11	12	12	12	12	10
Effets sur le secteur pêche et aquaculture	10	7	8	8	8	8	6
Contribution au développement durable	25	21	23	23	23	20	15
2. Qualités du projet	50	38	29	31	29	33	15
Méthode (procédé, étapes, ...) et expertise ; caractère novateur du projet	20	14	15	15	15	16	6
Niveau de maturité et rentabilité économique	15	12	6	7	6	8	5
Connaissance du marché	15	12	8	9	8	8	9
3. Porteur de projet	50	41	20	25	23	34	18
CV/Expérience en aquaculture	25	21	10	13	13	19	16
Niveau de maturité de l'entreprise en aquaculture	25	20	10	12	10	14	8
TOTAL	150	118	92	98	94	106	56

Evidemment, certaines précisions ont été demandés à certains porteurs de projet avant d'officialiser la contractualisation finale. Globalement, trois projets concernent de petites unités de grossissement d'huîtres de roche en Province Nord. Un autre concerne une entreprise ostréicole en activité depuis plus de dix ans qui vise à mettre en place des bassins de prégrossissement de juvéniles pour accélérer le cycle de production. Finalement, le jury a décidé de soutenir un projet expérimental pour valider la faisabilité d'élevage de trois macroalgues néo calédoniennes. L'ensemble des projets est transmis en annexe. Les projets ont été validés et officialisés en mai 2023 donc à ce stade les commandes de matériels sont en cours pour s'assurer que les structures d'élevage soient bien installées avant la fin août 2023.

d) Grossissement des naissains collectés :

Les naissains collectés au cours de la saison chaude 2021/2022 et la saison fraîche 2022 ont été mis en élevage en paniers sur filières, sur les sites de captage à l'exception du naissain de la pointe aux huîtres qui a été mis en grossissement à la SASV dans un bassin de crevettes à faible densité.



Résultats

1. Saison chaude 2021-2022 :

Les premières unités de collectage ont été mises à l'eau à partir de mi-novembre 2021, lorsque le développement des gonades observées sur les différents sites laissait penser que les huîtres étaient prêtes à pondre. Les résultats de captage sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Résultats du premier essai de collectage de naissain d'huître en milieu naturel en saison chaude

Sites	Pointe aux huîtres	Prony	Port Bouquet	Marina de Touho	Baie du Vieux Touho
Unités de collectage	1	2	1	1	1
Mise à l'eau	28/12/21	01/12/21	22/12/21	13/11/21	15/11/21
Naissain fixé	Présent	Présent	Aucun (intempéries)	Présent	Présent
Récupération	23/02/22	03/02/22	-	16/03/22	16/03/22
Naissain récolté	3751	≈1500/unité	-	≈ 980	Mort (prédation)
Grossissement	Panier en bassin crevette	Paniers en zone de marnage	-	Paniers sur filière dans la marina	-

Les résultats varient considérablement d'un site à l'autre. Le site de la Pointe aux Huîtres en baie de St Vincent affiche la meilleure performance de collectage de naissain pour cette saison, avec 3750 naissains collectés sur une unité. Les sites de Prony et de la Marina de Touho ont permis de collecter entre 1000 et 1500 naissains par unité.

Deux sites n'ont pas permis de récolter du naissain vivant : l'unité de collectage placée en Baie du Vieux Touho, où tous les naissains ont péri à cause d'une forte prédation, et celle de Port Bouquet, qui n'a pas collecté de naissains. Ce dernier résultat peut être lié aux intempéries qui ont sévèrement touché la région.

Au cours de ce premier essai, plusieurs problèmes ont été rencontrés, mettant en évidence les difficultés et le caractère aléatoire du collectage de naissains :

- **Casse au détroquage** : De nombreuses valves inférieures ont été cassées lors du détroquage, malgré l'utilisation de différentes techniques. En effet, contrairement à la plupart des huîtres exploitées, ces huîtres ne se fixent pas à l'aide d'un pied, mais sur toute la face de la valve inférieure, plus fine que la valve supérieure car non exposée et donc plus fragile. Après avoir été remis en élevage, il a été observé que certains individus étaient capables de survivre et de reconstituer leur coquille cassée, à condition d'être maintenu dans l'eau pendant cette période.

- **Prédation** : Certaines zones peuvent être inadaptées ou nécessiter une surveillance accrue en raison de la présence de prédateurs tels que les bigorneaux perceurs et les crabes.
- **Sensibilité du matériel aux conditions climatiques extrêmes** : Il est apparu nécessaire de sortir les unités de collectage de l'eau lors de phénomène climatique intense. Bien que les unités soient fixées à l'aide de câbles en acier et de fer à béton, certaines unités se sont déplacées et des lames de PVC ont été arrachées.



Image. Détrouquage des lames de PVC (gauche) et naissain collecté à la Pointe aux Huîtres (Centre et droite)

2. Saison fraîche 2022 :

3 unités de collectage ont été remises à l'eau après détrouquage en dehors de la saison chaude qui semble être la plus propice au captage.

Tableau 15. Résultats de collectage de naissain d'huître en milieu naturel lors de saison fraîche 2022

Sites	Pointe aux huîtres	Port Bouquet	Marina de Touho
Unités de collectage	1	1	2
Mise à l'eau	04/03/2022	15/04/21	01/05/22
Naissain fixé	53	~3000	3775
Récupération	03/06/2022	02/11/22	06/01/23
Naissain récolté	53	~ 3000	≈1900/unité
Grossissement	Bac	Panier sur filière	Paniers sur filière dans la marina

Des résultats de collectage contrastés ont à nouveau été observés en saison fraîche. L'unité placée à la Pointe aux Huîtres a enregistré un très faible captage après 3 mois d'immersion. En revanche, les deux unités de la Marina de Touho ont obtenu de meilleurs résultats en saison fraîche, avec environ 1900 naissains fixés par unité après une immersion de 7 mois. Une mortalité d'environ 25 % du naissain a été observée, ainsi que la présence de bigorneaux perceurs.

L'unité de Port Bouquet a obtenu de meilleurs résultats après une immersion de 8 mois. Des tailles de naissains variables ont été observées, ce qui pourrait indiquer la présence de plusieurs périodes de ponte. Ces observations suggèrent que des pontes ont lieu en saison fraîche et peuvent également donner de bons résultats. De plus, lors du détrouquage, aucune casse n'a été constaté pour le naissain de Thio, contrairement à près de 30% de casse observée sur le naissain de la Marina de Touho. Le collecteur de Thio n'ayant pas été sorti de l'eau et nettoyé entre les deux saisons, il est possible que le biofilm présent sur les lames ait permis au naissain de se fixer moins solidement.



Image : De gauche à droite, détroquage du naissain de la marina de Touho par les porteurs de projet, naissains collectés et prédateurs capturés

Les premiers essais de collectage ayant été concluant, en accord avec les services techniques des Provinces Nord et Sud, le choix a été fait d'augmenter les capacités de captage des différents sites pour la saison chaude 2023. Pour cela, 9 nouvelles unités de collectage ont été ajoutées aux 6 précédentes. De nouveaux essais de collectage sont en cours et la répartition des unités de collectage est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 16 : Nouvelle répartition des collecteurs pour la saison 2023

Province	Site	Nombre d'unités	Responsables
Sud	Prony	2	P. Morlet, P. Sud
	Port Bouquet	4	R. Kainda, P. Sud
	Pointe aux huîtres	4	CTA
Nord	Marina de Touho	2	CCDTAM, P. Nord
	Aérodrome de Touho	1	MR. Pabouty, P. Nord
	Baie du Vieux Touho	2	F. Kolélé, P. Nord

Afin de limiter la casse lors du détroquage, des essais de chaulage des lames PVC à l'initiative de la Province Nord sont actuellement cours sur les sites de Touho.

. Grossissement du naissain collecté :

Le naissain collecté à la Pointe aux Huîtres a été divisé en trois classes de tailles et disposé dans 3 paniers dans un bassin de crevette à faible densité. Après 82 jours d'élevage, une forte mortalité du naissain (43% du total) et plus majoritairement du petit naissain (76%) est observée.

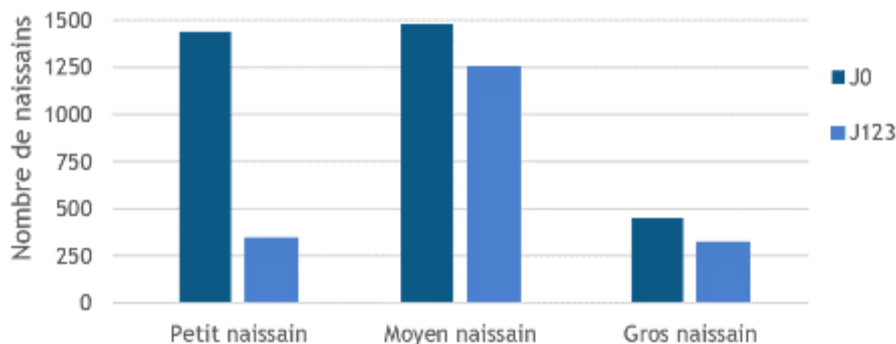


Figure 38. Evolution du nombre de naissain de J0 à J123

La mortalité du lot « petit naissain », principalement due à la prédation des bigorneaux perceurs retrouvés dans le panier, a conduit à une augmentation artificielle de la longueur moyenne du naissain au cours des 100 premiers jours.

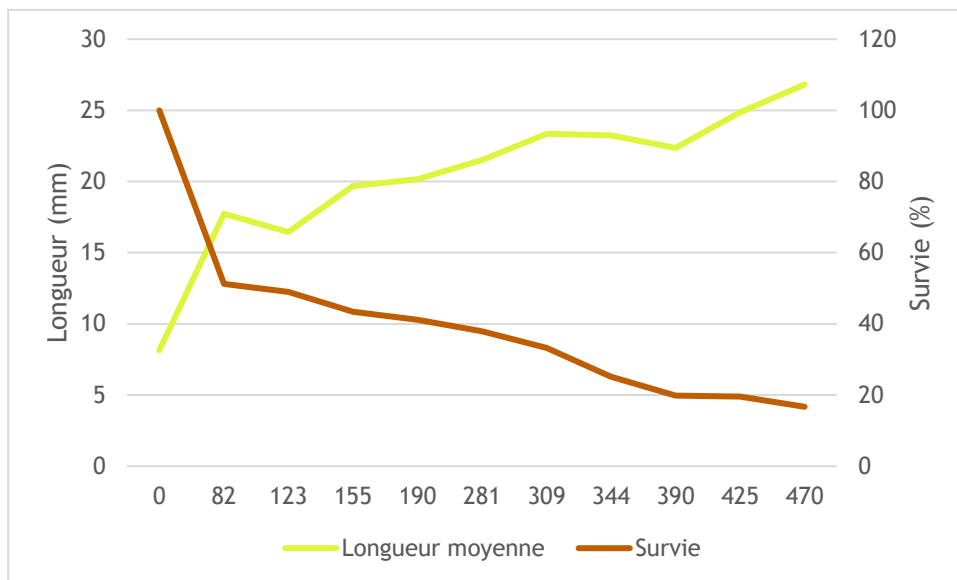


Figure 39. Evolution de la croissance et de la survie du lot de naissains collectés à la Pointe aux huîtres

Par la suite, une mortalité de fond a été observée tout au long de l'élevage jusqu'à atteindre une survie de 17% après 470 jour et une longueur moyenne de 26mm. Globalement, la croissance reste faible.



Images 40. Naissain collecté après 123 jours d'élevage

Le naissain collecté à la Marina de Touho a également été disposé dans 3 paniers SEAPA et installé sur filiaire dans la Marina. En plus d'avoir subi de la casse au détroquage le naissain n'a pas pu être correctement suivi par le porteur de projet il ne se trouvait pas sur son site. L'encrassement des paniers et la présence de prédateurs a donc entraîné la mortalité de l'ensemble du naissain.

Le naissain collecté à Prony par M. Morlet a été mélangé à l'ensemble du naissain collecté sur ce site et n'a donc pas pu être suivi.

Conclusion :

Ce premier essai a révélé que les résultats de collectage varient considérablement en fonction des sites et des périodes, allant de 0 à 3 500 naissains par unité de collectage. Il a également révélé que les huîtres locales ne se limitent pas à pondre uniquement en saison chaude et que du collectage est donc possible en saison fraîche, ce qui peut être

avantageux étant donné que les phénomènes climatiques extrêmes sont principalement observés en saison chaude. En termes de perspectives, il faudra valider si cette saison étendue de ponte ne pourrait pas traduire la ponte de plusieurs espèces morphologiquement assez similaires, l'une pondant une partie de l'année et chevauchant une autre espèce qui pond un peu en décalé

Étant donné que les huîtres locales se fixent au niveau de la valve inférieure plutôt qu'à l'aide d'un pied, il est essentiel d'améliorer le protocole de détachement pour éviter la casse des coquilles et la perte du naissain. En plus des connaissances déjà acquises au cours de ce premier essai, un essai de chaulage des lames de PVC est actuellement mené en Province Nord.

Il est également important de noter que cet essai a été réalisé dans des conditions météorologiques particulières liées au phénomène La Niña, qui est actif depuis 2021 sur le Territoire. L'impact de ce phénomène sur le collectage de naissain, qu'il soit positif ou négatif, reste à ce jour inconnu.

Partie 4 : Essai de grossissement du naissain produit en éclosure

Introduction :

Au cours du deuxième semestre 2022, une production d'environ 100 000 naissains d'huîtres de roche d'une taille moyenne de 8 mm a été réalisée en éclosure. Ces naissains ont bénéficié aux porteurs de projet du Nord et à l'Huîtrière d'Arembo, tout en permettant d'initier des essais de grossissement dans le cadre du programme PROTEGE. Cet essai a été réalisé en collaboration avec les services techniques des Provinces Nord et Sud, les porteurs de projets du Nord et le CTA.

L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel de croissance des huîtres de roche produites en éclosure sur des sites présentant différentes caractéristiques environnementales. Permettant à terme de déterminer les conditions les plus favorables à leur développement et d'identifier les zones les plus adaptées à l'élevage de cette espèce. Ces travaux doivent ainsi contribuer à la recherche de solutions pour assurer un développement durable de la filière ostréicole en Nouvelle-Calédonie.

Matériel et méthode :

1. Sites de grossissement :

7 sites présentant des caractéristiques environnementales différentes (localisation, exposition, nutriment et brassage) ont été sélectionnés.

Tableau 17 : Caractéristiques des sites de grossissement

Province	Site	Milieu	Caractéristiques*		Responsables
			Nutriment	Brassage	
Sud	SASV	Bassin géniteur crevette	5	1	CTA
	SASV	Fond de Baie	4	4	CTA
	FAO*	Canal d'aménagé d'eau	3	4	C. Canel, CTA
	Ouatom	Bord de mer côtier	2	3	N. Poirou, CTA
Nord	Foué	Bord de mer côtier (Ouest)	2	3	E. Pourouda, PN
	Aérodrome de Touho	Bord de mer côtier (Est)	2	3	MR. Pabouty, PN
	Baie du Vieux Touho	Fond de baie (Est)	2	2	F. Kolélé, PN

* Canal d'aménagé d'eau en période de production et milieu naturel en période d'assez

2. Matériel :

Pour assurer un suivi comparatif sur les différents sites il est nécessaire de débiter le grossissement avec un lot d'animaux de taille comparable et appartenant à la même famille. Le choix s'est donc porté sur l'essai n°2 d'écloserie qui a permis de produire un peu plus de 87 000 naissains.

Le lot de tête (>4mm) a été sélectionné pour cet essai car ce sont des individus qui ont grossi correctement jusqu'à présent et dont le nombre est suffisant pour l'essai.

Chaque site de grossissement dispose du kit de matériel suivant :

- 1 lot de 2500 naissains de même taille issu de l'essai 2022-02 en écloserie
- 1 panier - maille 3mm
- 4 paniers - maille 6mm
- 10 paniers - maille 10mm
- 26 paniers - maille 20mm

Remarque : Les paniers initialement commandés pour suivre le grossissement du naissain d'huître issu du captage naturel ont été réalloués aux essais de grossissement du naissain issu de la production en écloserie.

3. Protocole :

- Les paniers sont suspendus sur des filières en zone de marnage à l'exception des lots en bassin et dans le canal d'amené d'eau de la ferme qui sont suspendus à des pontons.
- Les paniers sont brossés au moins une fois par semaine avec contrôle des prédateurs
- Une fois par mois les animaux sont mesurés, pesés et la mortalité évaluée.
- Les huîtres boudeuses sont éliminées

Résultats :

Les croissances observées sur les différents sites montrent une variabilité en fonction des milieux et des saisons et restent pour le moment difficilement interprétable. Pour le moment, les meilleures croissances sont observées sur site le de Foué avec une longueur moyenne de 21mm après 260 jours d'élevage. Les sites FAO, SASV baie et SASV bassin présentent des croissances similaires d'environ 19 mm après 275 jours d'élevage. Les deux sites Bieux Touho et Ouatom obtiennent les moins bonnes croissances avec des longueurs moyennes de 16mm après 280 jours d'élevage.

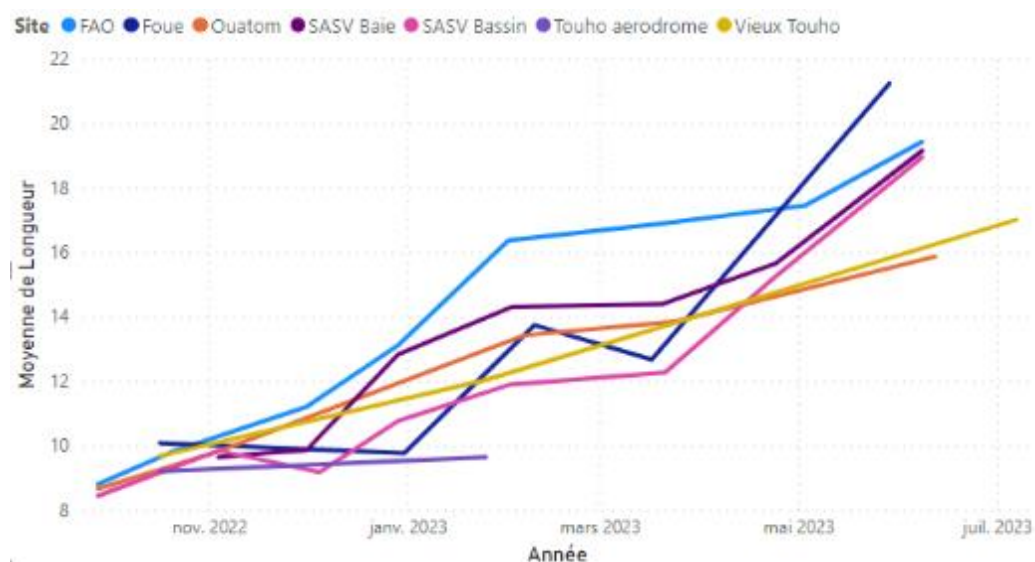


Figure 40 : Croissance des huîtres pour les différents sites de grossissement

Globalement les naissains présentent une faible croissance et une forte dispersion. De fortes mortalités ont également été observées sur la majorité des sites allant de 30 à 80%. Ces mauvaises performances pourraient être en partie expliquées par un facteur génétique, le lot étant issu d'un seul croisement bi-parental. Un possible stress lors du pré-grossissement suite à un stockage trop long en micro-nurserie et une forte densité en nurserie associé à un apport insuffisant de nutriments.

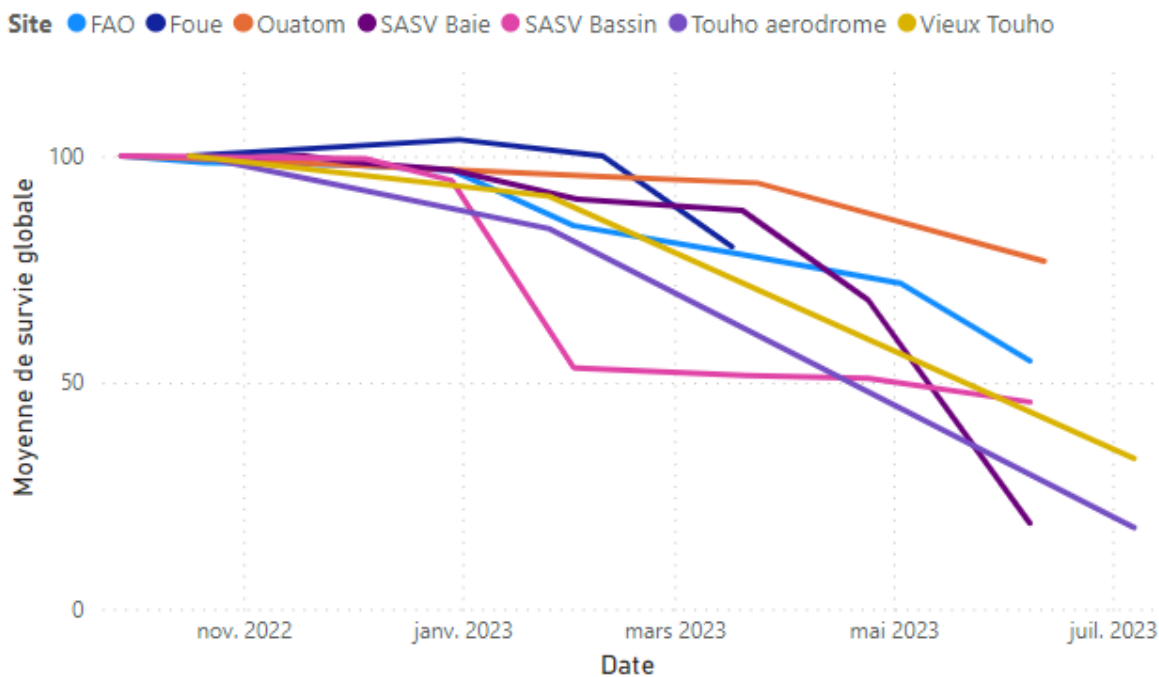


Figure 41 : Survie des huîtres pour les différents sites de grossissement

Conclusion

L'expérimentation est toujours en cours et pourrait se poursuivre jusqu'en 2025. En effet le temps de croissance moyen observé en Australie, pour atteindre une taille commercialisable de 7cm sur la même espèce généralement de 28 mois.

Cependant, des questions se posent concernant la qualité des naissains en raison des fortes mortalités constatées et des performances de croissance encore modestes. Les échanges avec l'Institut Cawthron en octobre 2022 ont confirmées que des erreurs ont été commises dans le processus d'optimisation de la croissance en micro-nurserie et en nurserie. Bien que cela soit préjudiciable à l'expérimentation en cours, des pistes d'amélioration pour perfectionner les prochains essais ont pu être identifiées parmi lesquelles un brassage génétique plus important.

Identification des espèces présentes en Nouvelle-Calédonie

Une collaboration a débuté avec Julien Delorgerie chercheur Ifremer à la SASV, pour identifier génétiquement les différentes espèces présentes sur le territoire. Dans un premier temps ces échantillonnages vont se concentrer sur les huîtres captées avec les collecteurs mis en place sur les sites retenus pour notre projet. Cependant si les institutions et partenaires soutiennent cette initiative réalisée pour le moment sans budget dédié, les échantillonnages pourront être étendus plus largement pour cartographier la répartition des espèces en Nouvelle-Calédonie. Les premières analyses PCR ont montré 6 espèces différentes uniquement sur le site de la baie de St Vincent. Les identifications génétiques n'ont pas encore été réalisées mais ces résultats sont encourageant et ouvrent des perspectives sur l'exploitation de plusieurs espèces pouvant s'adapter à différents milieux et offrant l'opportunité d'une diversification de l'offre sur le marché calédonien.

CONCLUSION globale:

L'important soutien de PROTEGE sur le projet du développement de l'ostréiculture en Nouvelle-Calédonie a permis de poursuivre les travaux initiés au CCDTAM. Sans ce soutien du programme Européen, les travaux n'auraient sans doute

pas pu être poursuivi. Malgré un démarrage fortement impacté par la crise sanitaire et le phénomène météorologique La Niña durant 3 années, le travail effectué a permis aux équipes du CTA d'acquérir de nouvelles compétences sur les différentes disciplines que comporte l'ostréiculture.

Le suivi gonadique a permis de mettre en lumière les nombreuses pontes successives étalées sur presque 10 mois de l'année chez l'huître de Roche et donc un schéma de reproduction totalement différent de celui de l'huître creuse avec des pontes massives uniquement pendant les 4 mois d'été. Cette spécificité met en évidence le besoin de mettre en place une zone de maturation pour les besoins de l'écloserie. Cela permettra d'améliorer la qualité mais aussi la quantité d'œufs disponible pour les reproductions.

Les observations de collecte de naissains dans le milieu naturel sont très aléatoire et même si des voix d'améliorations sont à l'essai ces résultats mettent en lumière le besoin d'une production en écloserie pour fiabiliser et pérenniser les approvisionnements.

Les premiers essais d'élevages larvaires ont permis de démontrer que la production de naissains était possible mais nécessite des prérequis indispensables comme : une bonne qualité d'eau, d'algues et une maturation des géniteurs maîtrisée. Les résultats obtenus sont perfectibles mais ils restent très encourageant et de nombreuses voix d'améliorations sont envisagées.

Le premier essai de grossissement a révélé les erreurs commises sur les phases de pré-grossissement. Certaines sont liées aux matériels sous dimensionnés et d'autres à des méthodes inadaptées. Cependant les problèmes ont été identifiés et des solutions trouvées grâce aux conseils de nos collaborateurs plus expérimentés et seront rectifiés pour les prochaines productions.

L'ostréiculture des espèces locales ouvre la voie d'un changement de modèle d'aquaculture qui était jusqu'à présent monospécifique avec la crevette, vers des modèles multitrophiques qui pourront optimiser les rendements de production tout en diminuant les impacts sur l'environnement. Des associations crevettes, picots, huîtres et macroalgues pourraient être envisagées pour maximiser la transformation des rejets azotés en produit de la mer à forte valeur nutritionnelle. L'ostréiculture allie également respect de l'environnement et bienfait sociétal avec la possibilité de créer des parcs ostréicoles à échelle artisanal/familiale.

La somme de ces 3 années de travail a suscité un engouement unanime auprès des Provinces et des professionnels du secteur aquacole. Même si beaucoup reste à faire, la résolution des problèmes techniques rencontrés a été grandement simplifiée par les communications établies avec différents organismes extérieurs. Les collaborations régionales et internationales développées pendant ce projet ont permis un échange de compétences inédit pour les travaux du CTA. Un projet associant l'Institut Cawthron, Ifremer, la DRM et la Technopole devrait être déposé prochainement aux Fonds Pacifique et des projets associant d'autres pays du Pacifique Sud sont déjà envisagés.

➤ Opération 5B.2 Renforcement des capacités de production des centres techniques pour la diffusion de matériel biologique et sain

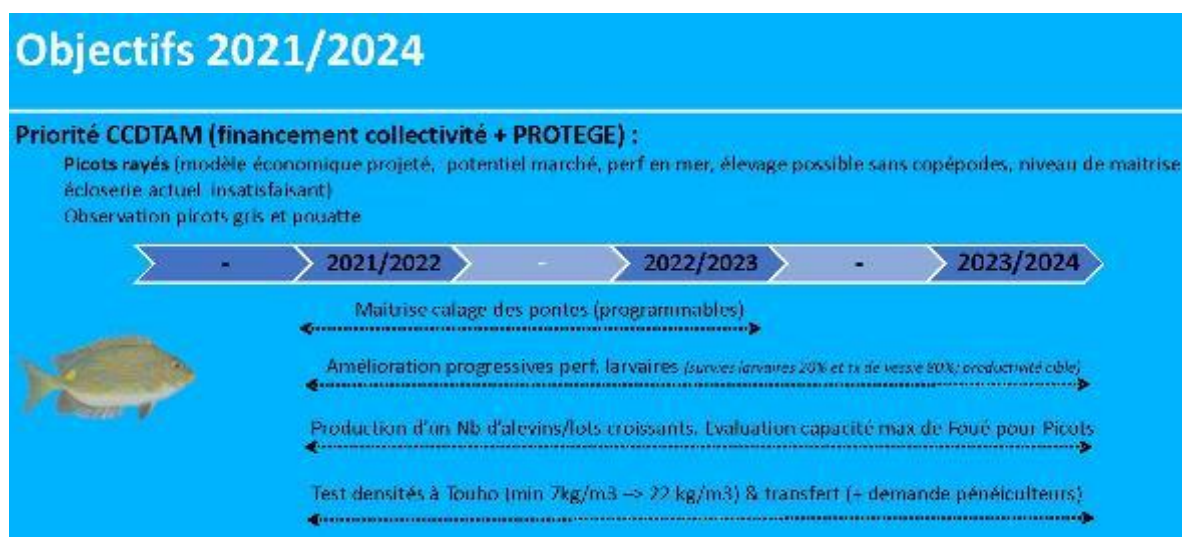
Deux sous actions ont été réalisées pour cette opération :

1) Production d'alevins de poissons pour approvisionner le démonstrateur commercial

La production de juvénile est le maillon amont indispensable pour alimenter le démonstrateur commercial et répondre aux questions qui y sont associées. Cette action consistait à soutenir la production de juvénile lors des saisons de productions qui correspondent au mois de la saison chaude. Les actions PROTEGE ont donc débutée au second semestre 2020, dans un contexte très différent de celui dans lequel elles avaient été initialement dimensionnées. En effet, une crise économique en Nouvelle-Calédonie qui s'est traduite par une baisse globale des financements publics, y compris ceux dédiés au fonctionnement de l'ADECAL Technopole couplée à la pandémie due au Covid-19 a accentué les difficultés.

En complément, des changements et des non-renouvellements pour des raisons budgétaires de postes au sein de l'écloserie du CCDTAM ont eu pour conséquence une limitation de la capacité de production et sur le plan zootechnique, une accumulation de difficultés sur le pouatte, espèce initiale ciblée par les actions PROTEGE, a nécessité une remise en question du modèle biologique candidats compte tenu des pas de temps du projet. Les organes de gouvernance technique du CCDTAM ont donc décidé dans le contexte, en tenant compte la conjoncture actuelle et de la disponibilité des financements PROTEGE de réorienter les efforts vers les picots (comité technique 2021), en privilégiant le picot rayé dans le cadre d'un plan d'action sur trois saisons. L'objectif de production était d'atteindre à terme des performances stables supérieures ou égales à 20% de survie larvaire et 80% de taux de vessies bien formées (comité technique 2022).

Les alevins produits alimenteraient donc le démonstrateur commercial (action 5B.1.2) sur plusieurs saisons (au lieu d'une seule initialement). PROTEGE venait donc soutenir les objectifs de développement de cette filière en diversification.



➤ **Figure 42. Plan de travail triennal validé lors du CT d'Aout 2022 pour le picot rayé**

Bilan 2021/2022

Les résultats de la saison 2021/2022 ont été en deçà des objectifs (47%), avec environ 11 000 juvéniles produits, et des résultats encore très variables entre les 14 essais d'élevage larvaire réalisés. Concernant la maîtrise du calage des pontes, pour la première fois depuis le début des essais sur le picot rayé, les pontes des géniteurs ont été régulières de septembre à mars (sur les bassins extérieurs) et ont permis d'obtenir des œufs fécondés et des pré-larves en quantité jusqu'alors jamais atteinte. Concernant les performances larvaires, le meilleur essai a permis d'obtenir un résultat satisfaisant avec 7% de survie et 80% de taux de vessie, mais il n'a pu être reproduit.

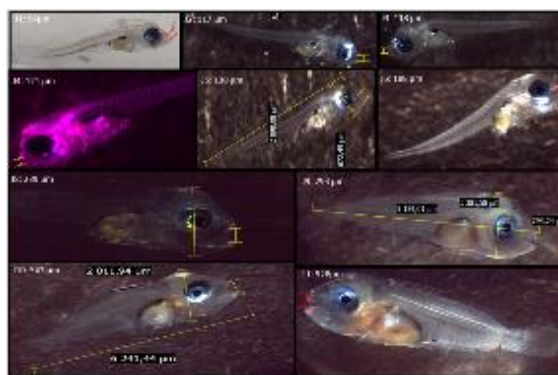


Figure 43. Larves de *Siganus lineatus* de J1 à J11 après éclosion observées à la loupe binoculaire LEICA EZ (Gx12.5/35).

Production d'alevins de poissons pour approvisionner le démonstrateur commercial

Globalement, en 2021 trois élevages larvaires intensifs de picots rayés, respectant une densité variant de 10 à 18 larves/l dans des bassins de 6,2 m³ et 10 m³ ont été réalisés. Tous les élevages larvaires se sont heurtés à un mauvais développement de la vessie natatoire et ont obtenus des taux de survie relativement faible (inférieurs à 5 %). En parallèle, un larvaire en mésocosme de 50 m³ a permis d'obtenir une survie de 2,2 % et donc, 9 935 juvéniles qui ont été ensemencés dans deux unités d'élevage (4,5 m x 4,5 m x 5 m) de Touho.

En complément, trois larvaires extensifs (densité inférieure à 1 larve/L) de picots gris, ont été conduits en mésocosme de 50 m³. Un seul cycle a été concluant avec 1,0 % de survie et donc, 6 030 juvéniles qui ont été ensemencés dans une unité d'élevage (4,5 m x 4,5 m x 5 m) de Touho.

Tableau 18. Performance de production se la saison 2021-22

<i>Siganus lineatus</i> (Picot rayé)								
	Volume élevage (L)	Nombre de larves ensemencées	Densité (larves/L)	PM fin larvaire (g)	Nombre de larves produites	Taux de survie sortie larvaire (%)	Taux de survie sortie nurserie (%)	Nombre d'alevins mis en cage à Touho
SLC01-21	6 200	64 000	10	0,32	2 653	4,1	0,0	
SLC02-21	10 000	180 000	18	0,21	2 784	1,6	0,1	
SLC04-21	10 000	100 000	10	0,35	5 007	5,0	1,0	
SLC03-21	50 000	442 370	9	0,33	13 087	3,0	2,2	9 935
BILAN 2021		786 370			23 531			9 935

<i>Siganus canaliculatus</i> (Picot gris)								
	Volume élevage (L)	Nombre de larvesensemencées	Densité (larves/L)	PM fin larvaire (g)	Nombre de larves produites	Taux de survie sortie larvaire (%)	Taux de survie sortie nurserie (%)	Nombre d'alevins mis en cage à Touho
SCC03-21	50 000	700 000	14	0,91	6 891	1,0	0,9	6 030
SCC04-21	50 000	794 138	16	0,78	5 347	0,7	0,6	
SCC05-21	50 000	360 000	7	0,62	4 269	1,2	1,0	
BILAN 2021		1 854 138			16 507			6 030

Bilan 2022/2023

Les résultats de la saison 2022/2023 ont été très mauvais avec l'atteinte d'à peine 4% des objectifs établis. L'ensemble des essais larvaires, que ce soit en intensif ou extensif ayant échoué, en dépit de l'appui d'experts sur les derniers larvaires de la saison. Au total, environ 2500 alevins ont été produits. Concernant la maîtrise du calage des pontes, la maîtrise observée lors de saison précédente a été confirmée. Concernant les performances larvaires, les résultats étaient pires que la saison précédente. L'appui de l'expert d'Aquabiotop (Guirec Dewavrin) a été renouvelé sur fond propre au premier semestre 2023 pour mettre en œuvre les points d'améliorations identifiés.

La saison 2022/2023 a débuté au dernier trimestre 2022 et s'est achevée en mars 2023. Au cours de cette saison, il a été fait appel à un appui extérieur en la personne de Guirec Dewavrin, expert aquacole reconnu avec une expérience passée en picot rayé. Cette mission a été lancée à partir d'octobre 2022 et prendra fin en avril 2023. Elle a comporté un appui à distance avant le démarrage des 1ers essais, une mission de terrain de 15j réalisée en novembre 2022, et un appui à distance post mission. Cette mission a notamment permis d'identifier un certain nombre de points d'amélioration à travailler, répartis en 5 axes, et notamment concernant l'hygiène et la maintenance du site qui devront faire l'objet d'un travail approfondi à la fin de la saison en cours. Malgré ceci, l'ensemble des essais larvaires, que ce soit en intensif ou extensif ont échoué.

Le tableau 2 résume les principales difficultés rencontrées au cours de la dernière saison de production larvaire qui explique en partie les faibles volumes produits par l'écloserie. En général, les faibles taux de développement de la vessie natatoire sont reliés possiblement à des problématiques d'écrouissage.

Espèce	Difficultés rencontrées	Moyens pour les résoudre
Picots rayés <i>S. lineatus</i>	Pontes aléatoires non prédictibles → programmation des élevages larvaires difficile	Transfert bassin extérieur = effet de la lune ? Simulation cycle lunaire en intérieur Induction hormonale ?
	Quantités d'œufs récoltées faibles	Amélioration de la technique de siphonnage Transfert en bassin sans aspiration par le fond
Picots gris <i>S. canaliculatus</i>	Nauplii de copépodes indispensables	Mésocosme : « eau verte »,ensemencée à l'avance
	Parasitisme – Manipulation délicate (se piquent)	Bâche traitement pour balnéation de la cage complète
	Maturation précoce	Fenêtre de date d'ensemencement
Commun aux deux espèces	Survie larvaire aléatoire et faible (1 – 21 %)	Qualité des pontes...?
	Mauvaise formation de vessie nataoire en int.	Amélioration des écrémages de surface
	Œufs coulants difficiles à récolter	Tests petits volumes (3m ² vs 19m ²), mailles de récolte
	Œufs collants difficiles à incuber	Traitement à l'aide d'argile (ou lait)

Perspectives :

A la fin de la saison 2022/2023, il a été primordial de réaliser un vide sanitaire approfondi et de dresser le bilan des trois dernières saisons et d'un plan d'actions futur visant à atteindre les objectifs en matière de production d'alevins.

Rapports associés :

1. AQUABIOTOP 2023 : Rapport de fin de mission d'expertise pour la production de juvéniles de Picots au CCDTAM
2. Technopole 2020 : Comité technique du CCDTAM 20 Juillet 2020 Annexe du rapport semestriel 2nd semestre 2020)
3. Technopole 2021 : Comité technique du CCDTAM du 23 Aout 2021 (Annexe du rapport semestriel 2nd semestre 2021)

Production de naissains d'huîtres de roche pour approvisionner les futurs porteurs de projets de grossissement

Dans le cadre du développement d'une filière ostréicole Calédonienne, il est apparu comme nécessaire de pouvoir sécuriser l'approvisionnement en naissain d'espèces locales afin d'assurer la pérennité des activités ostréicoles déjà présentes localement et des projets à venir.

Pour cela deux solutions sont étudiées et structurent cette action en deux volets :

- La première consiste à capter du naissain dans le milieu naturel par le biais de collecteurs. Il faut pour cela connaître les conditions favorables à la ponte des géniteurs, la méthode et les potentiels de captage de naissains.
- La deuxième repose sur la production de naissains en éclosérie. Il est donc nécessaire de maîtriser la reproduction et le cycle larvaire de l'espèce d'intérêt.

Le travail engagé sur l'huître de roche se décompose en différentes parties. Celles-ci sont présentées comme des sous-actions différentes pour les besoins du reporting mais sont étroitement liées, dans leur conception stratégique comme dans leur mise en œuvre sur le terrain.



Figure 44. Différentes étapes de la production d’huître de roche, de la récolte des géniteurs, à l’approvisionnement via la collecte naturelle ou la production en éclosionerie.

Mise en contexte

Aujourd’hui en Nouvelle-Calédonie, les importations d’huîtres représentent 250 à 280 tonnes chaque année et la filière ostréicole calédonienne ne compte que deux acteurs. D’une part, l’huitrière de Dumbéa, qui est dépendante de l’importation de naissains d’une espèce non autochtone *Crassostrea gigas*. D’autre part, la ferme ostréicole AREMBO de Monsieur Morlet, qui produit une espèce locale *Saccostrea echinata*. Tous les deux rencontrent des difficultés de production. Le premier exploite une espèce qui n’est pas adaptée aux climats tropicaux, ce qui entraîne des taux de survies et des rendements très faibles. Le second, malgré une production limitée, éprouve d’énormes difficultés d’approvisionnement en naissains, ce qui constitue le principal facteur limitant de son exploitation.

Les espèces à bas niveau trophique comme les huîtres ne nécessitent aucun intrant, tels que l’eau douce, des farines animales, des engrais ou des pesticides pendant leur phase de grossissement. De plus, ce sont des sources de nutriments riches en protéines, acides gras insaturés et oligoéléments (Hallström et al., 2019; Naylor et al., 2021) avec de grandes qualités nutritionnelles (Golden et al., 2021). En Nouvelle-Calédonie, les huîtres de roche indigènes représentent donc une ressource sous-exploitée offrant un énorme potentiel, surtout dans un contexte où l’intérêt pour les sources alimentaires locales et durables est en augmentation.

Le sous-développement de l’ostréiculture en Nouvelle-Calédonie s’explique par plusieurs facteurs liés à un déficit de connaissance des espèces indigènes cibles et à un manque de recherche et développement dans le domaine. Dans les deux cas, une maîtrise de la reproduction des espèces locales, aussi bien dans le milieu naturel par le biais de collecteurs, qu’en éclosionerie permettrait de lever les facteurs limitants de la production existante ainsi que l’expansion de nouvelles structures ostréicoles.

Des essais ont déjà été entrepris par l’ADECAL en lien avec la CPS depuis 2016. Grâce à cette collaboration, 14 cycles de production ont été menés, aboutissant à la production de 10 000 naissains en 2019. De nouvelles collaborations avec le Cawthron Institute de Nouvelle-Zélande et l’IFREMER sont envisagées et ont déjà commencé à être mises en place, notamment via une collaboration de transfert technologique des systèmes d’élevage de type CUDLS. Les bacs de 150/250 litres actuellement utilisés au CTA et au CCDTAM ne sont pas adaptés à des travaux expérimentaux, étant très chronophages et nécessitant une grande quantité d’algues. Ils ne permettent pas de valider ou tester plusieurs traitements pour progresser rapidement et fiabiliser les résultats. En revanche, les systèmes larvaires CUDLS développés et utilisés par le Cawthron Institute sont des cuves de 2,5 litres qui permettent d’élever des larves à haute densité (jusqu’à

1 million par cuve) tout en testant de nombreux protocoles simultanément (haute répliquabilité). De plus, les besoins en algues restent presque les mêmes pour une productivité bien plus élevée.

Le projet s'est articulé autour de quatre grands axes de travail. Le premier a consisté à approfondir les connaissances sur le cycle de reproduction de l'huître de roche locale, afin de mieux comprendre les conditions propices à la maturation et les facteurs déclencheurs des pontes. En parallèle, le deuxième axe a consisté à déployer des unités de captage de naissains dans le but d'évaluer le potentiel d'approvisionnement de naissain avec cette méthode. Le troisième axe a été orienté sur la production en éclosérie, visant à garantir une distribution fiable de naissains à l'ensemble des ostréiculteurs. Enfin, le quatrième axe vise à explorer les potentiels de croissance des huîtres à travers des essais de grossissements sur différents sites afin de connaître les conditions les plus favorables à leur développement. Ces études permettront ainsi d'établir un plan de développement d'une filière ostréicole fiable et autonome en Nouvelle Calédonie.

Partie 1 : Renforcement des connaissances sur la reproduction de l'espèce ciblée

L'objectif de cette étude est de collecter les indicateurs d'une maturation optimum des huitres sur le littoral calédonien, tout en précisant les périodes de ponte, leur fréquence et leurs facteurs déclencheurs. Les collecteurs installés sur les sites d'observation serviront à confirmer les périodes de pontes et leur capacité à capter du naissain. Les données collectées devraient ainsi permettre de mieux comprendre le cycle naturel de reproduction des huîtres locales, ce qui facilitera le placement des collecteurs et une meilleure gestion des géniteurs, depuis leur stabulation jusqu'à l'induction des pontes pour les élevages larvaires en éclosérie.

Les travaux menés sur l'huître de roche (*S. echinata*) en Nouvelle-Calédonie dans le cadre du programme PROTEGE se concentrent sur deux solutions d'approvisionnement en naissains. La première consiste à capter du naissain dans le milieu naturel à l'aide de collecteurs, tandis que la deuxième repose sur la production de naissain en éclosérie. Ces deux approches sont étroitement liées à la compréhension du cycle de reproduction de l'huître de roche.

D'après la littérature, il semble qu'en Nouvelle-Calédonie les huîtres de roches pondent plusieurs fois par an, avec des pics en février-mars pendant la saison chaude et en juin-juillet pendant la saison fraîche (Bodoy, 2002). Une meilleure connaissance de ce cycle permettrait de déterminer les périodes propices au collectage de naissain dans le milieu naturel et de gérer la maturation des géniteurs en éclosérie.

C'est dans ce contexte que PROTEGE et l'ADECAL en partenariat avec les Provinces Nord et Sud ont mis en place un suivi gonadique des huîtres de roche sur une période de trois ans. Les travaux sont menés sur différentes périodes et différents sites.

Méthode : (*Protocoles détaillés en annexe*)

Le suivi est effectué sur 5 individus prélevés chaque mois sur les différents sites suivis. Les paramètres environnementaux tels que la température, la salinité et l'oxygène dissous sont relevés à chaque prélèvement. L'observation des individus est réalisée à différentes échelles, en fonction des ressources disponibles sur chaque site :

- **A l'échelle macroscopique :** Taille, Ratio gonade/chaire, expulsion des gamètes après scarification.
L'intensité d'expulsion des gamètes après scarification est évaluée sur une échelle de 1 à 3.
- **A l'échelle microscopique :** Sexage, maturité des ovocytes et activité des spermatozoïdes.
La maturité des ovocytes et l'activité des spermatozoïdes sont évaluées selon une échelle de 1 à 3.

Ces deux critères d'évaluation permettent de déterminer un indice de maturité sexuelle, calculé de la façon suivante :

Indice de maturité sexuelle = Intensité d'expulsion des gamètes + Maturité des gamètes

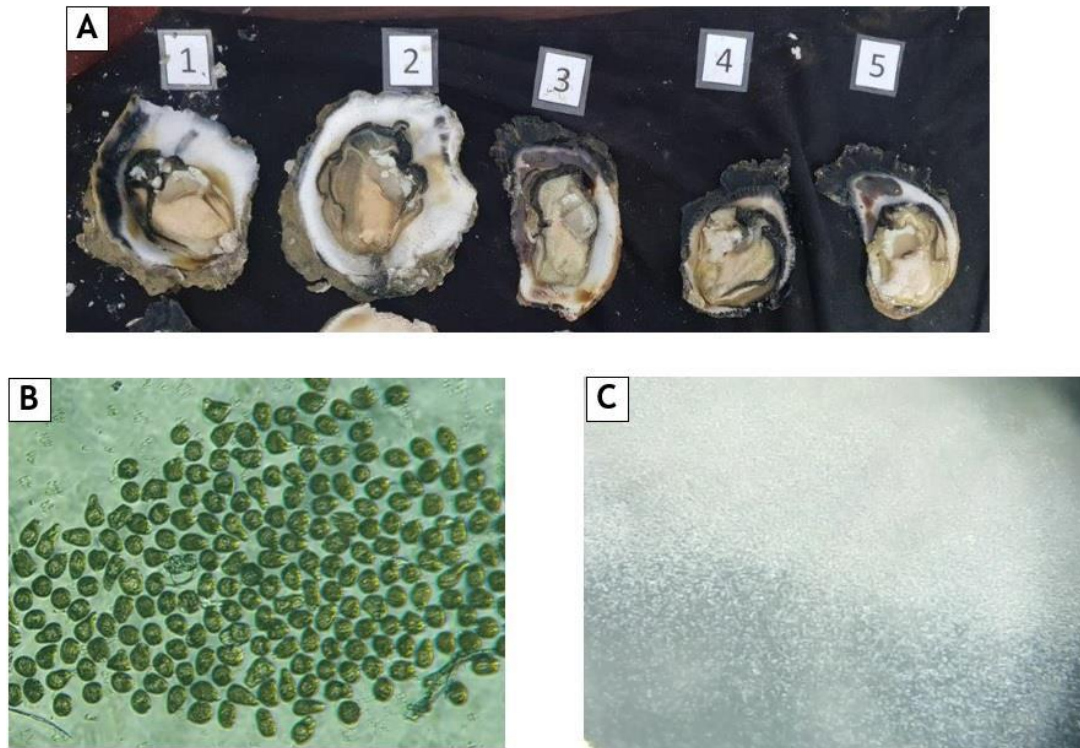


Figure 45. (A) Observation des géniteurs à l'échelle macroscopique ; Observation des gamètes à l'échelle microscopique : (B) Ovocytes et (C) Spermatozoïdes

Les sites étudiés dans le cadre de ce suivi sont les suivants :

- La Baie de Saint Vincent (Boulouparis, Province Sud) – (Nov 2020 – en cours)
- La Station Aquacole de St Vincent – SASV (Boulouparis, Province Sud) (Nov 2020 -Fev 2022)
- La baie du Vieux Touho et la Marina de Touho (Touho, Province Nord) (Oct 2021- Janv 2021)



Figure 46. Localisation des sites de suivi

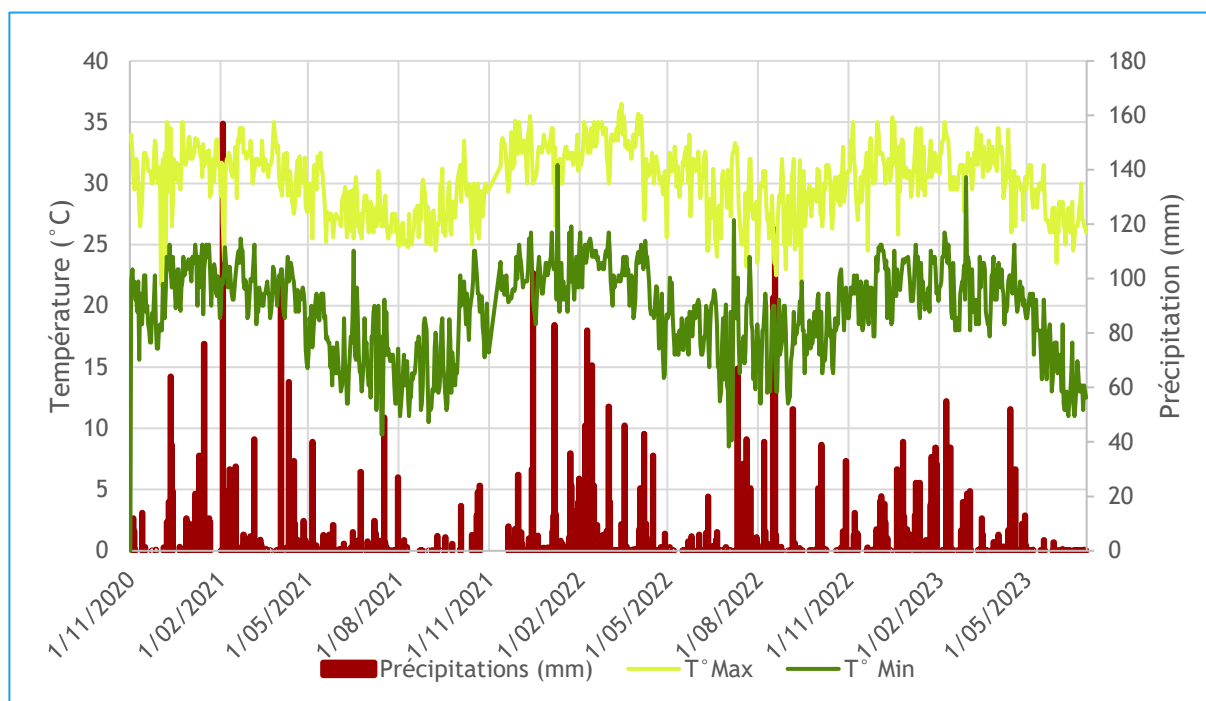
Résultats :

1. Facteurs environnementaux :

Les relevés ponctuels des paramètres environnementaux lors des prélèvements ne permettent pas d'avoir un suivi représentatif du milieu. C'est pourquoi les données météorologiques des zones suivies ont été prises en compte.

- **Températures** : Les températures moyennes des années 2020 et 2021 en Nouvelle-Calédonie ont été significativement supérieures aux normales, ce qui classe respectivement ces deux années comme les 4ème et 5ème années les plus chaudes depuis 1970.
- **Précipitations** : L'année 2020 dans son ensemble (non présentée ici) a enregistré des précipitations considérées comme « normales » à l'exception du mois de décembre où elles ont été excédentaires (Bulletin Météo France, 2020). En revanche, pour l'année 2021 et le premier semestre de 2022, la Nouvelle-Calédonie a été sous l'influence du phénomène climatique La Niña, ce qui entraîne des précipitations importantes dépassant la normale. Cependant la saison fraîche 2021 a été plus sèche que la normale.

Les relevés météorologiques suivants sont présentés sur les périodes correspondant au suivi gonadique des différents sites. Les données météorologiques de la SASV correspondent aux relevés effectués quotidiennement sur la station mais peuvent être étendus au suivi réalisé en Baie de St Vincent.



Figures 47. Données météorologiques observées en baie de St Vincent

Comme indiqué précédemment, la Nouvelle-Calédonie étant sous influence du phénomène La Niña, de fortes précipitations sont observées au cours des saisons chaudes.

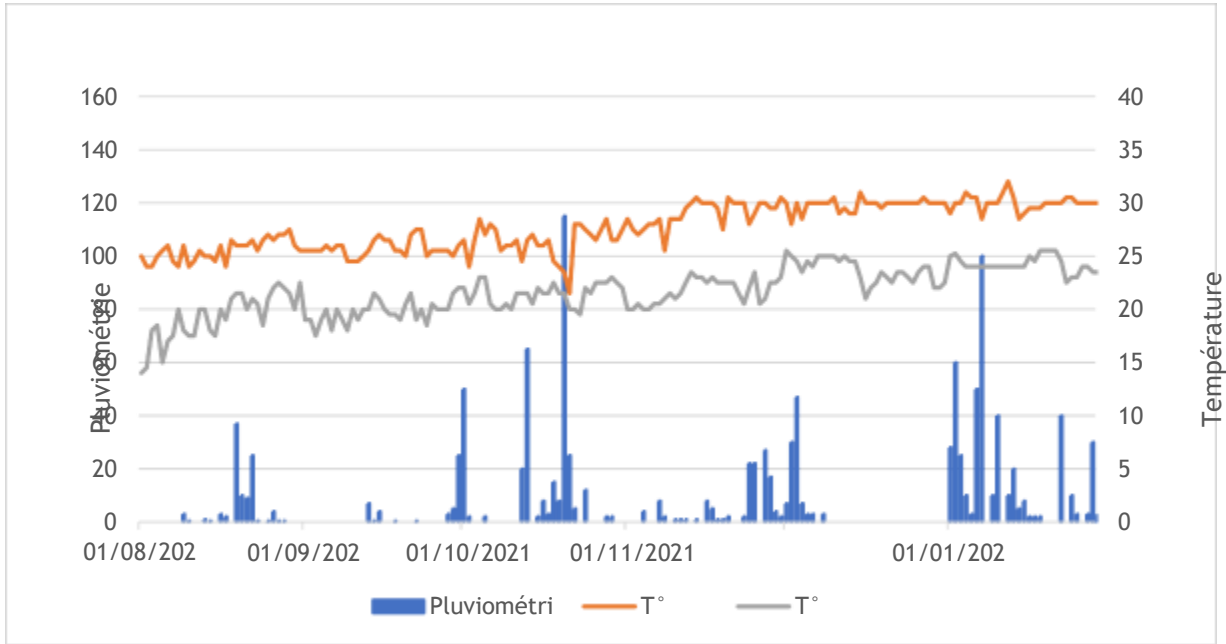


Figure 48. Données météorologiques observées à Touho

Le suivi gonadique effectué à Touho s'étend sur une période plus courte (saison chaude 2021-2022). Globalement il apparaît que l'amplitude entre les minimales et les maximales est plus faible à Touho qu'en Baie de St-Vincent, et les variations saisonnières sont moins marquées. En ce qui concerne les précipitations, elles sont légèrement plus élevées qu'en Baie de St Vincent et se sont produites pendant la majeure partie de la période étudiée.

2. Taille des individus observés :

La répartition par taille des huîtres sur les différents sites est représentée ci-dessous.

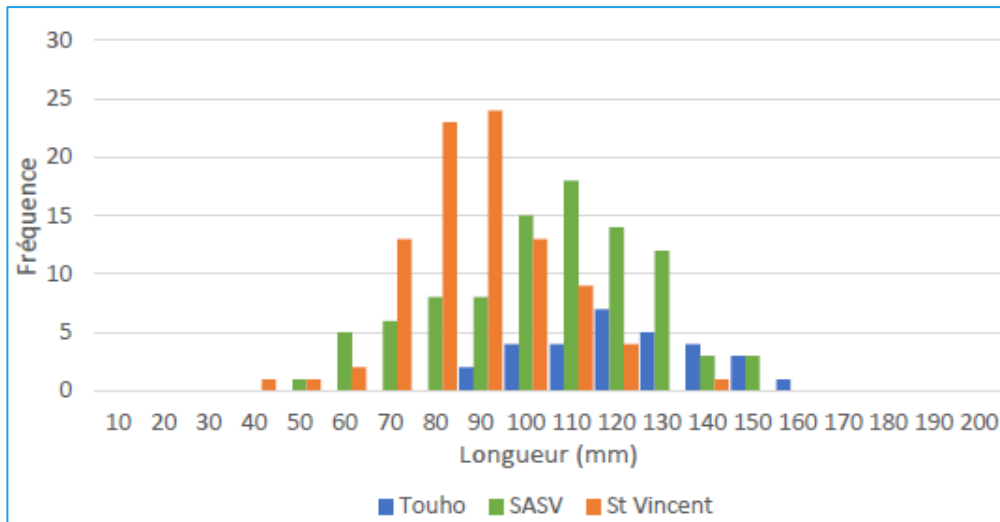


Figure 49. Fréquence et longueur des huîtres observées sur les différents sites suivis

Les huîtres prélevées en baie de St Vincent ont principalement une taille comprise entre 80 et 90mm, tandis que celles de la SASV mesurent entre 100 et 110 mm. Les huîtres les plus grandes sont celles observées à Touho avec une majorité ayant une longueur d'environ 120mm.

3. Suivi par site :

3.1 Baie de Saint Vincent :

Le suivi gonadique dans la baie de Saint-Vincent est effectué sur des animaux présents en zone de marnage. Les premières mesures (novembre 2020 à juillet 2021) ont été réalisées sur des animaux provenant de l'Huitrière d'Arembo à Bouraké. Cependant, en raison de la délocalisation de l'entreprise, le suivi a été poursuivi sur des individus sauvages prélevés au niveau de la Pointe aux Huîtres.

Malheureusement, le suivi a dû être interrompu en raison des périodes de confinement liées à la pandémie de Covid-19 et du retard d'autorisation de prélèvement d'huîtres pendant la période de fermeture en 2021. Cette autorisation a été obtenue en décembre 2021, permettant ainsi la reprise du suivi.

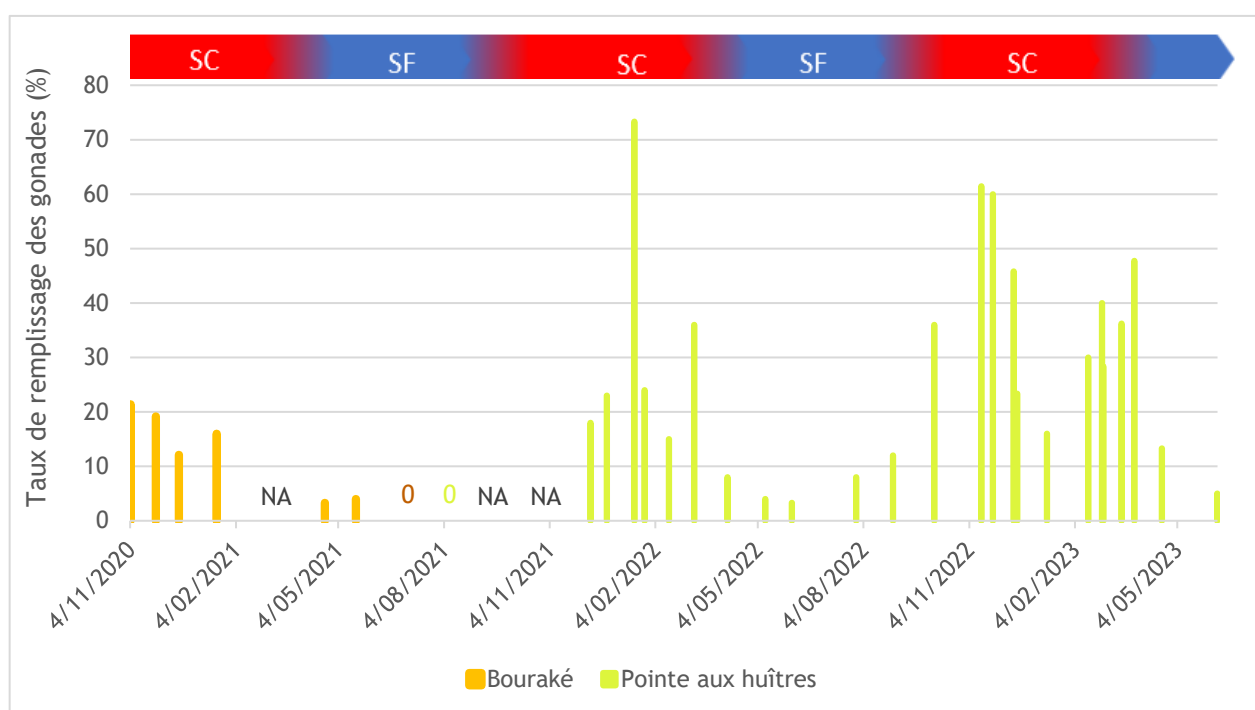


Figure 50. Evolution du taux de remplissage des gonades en baie de St Vincent (nov 2020 à mai 2023)

Les observations révèlent que c'est pendant la saison chaude (novembre à mars) que les gonades atteignent leur développement maximal. Les taux de remplissage sont autour de 20% lors de la saison chaude 20/21 alors qu'ils atteignent des pics à 70% et 60% pour les saisons 21/22 et 22/23.

Les fortes variations de salinité causées par les intempéries sont connues pour déclencher la ponte des huîtres. Au cours des 2,5 ans de suivi, les saisons chaudes ont été fortement impactées par les précipitations. La saison fraîche de 2021, qui a été plus sèche que la normale, pourrait expliquer l'augmentation du volume moyen des gonades lors de la saison chaude 21/22 mais pas de la saison 22/23. L'influence du changement de site pourrait également être à l'origine de ces écarts.

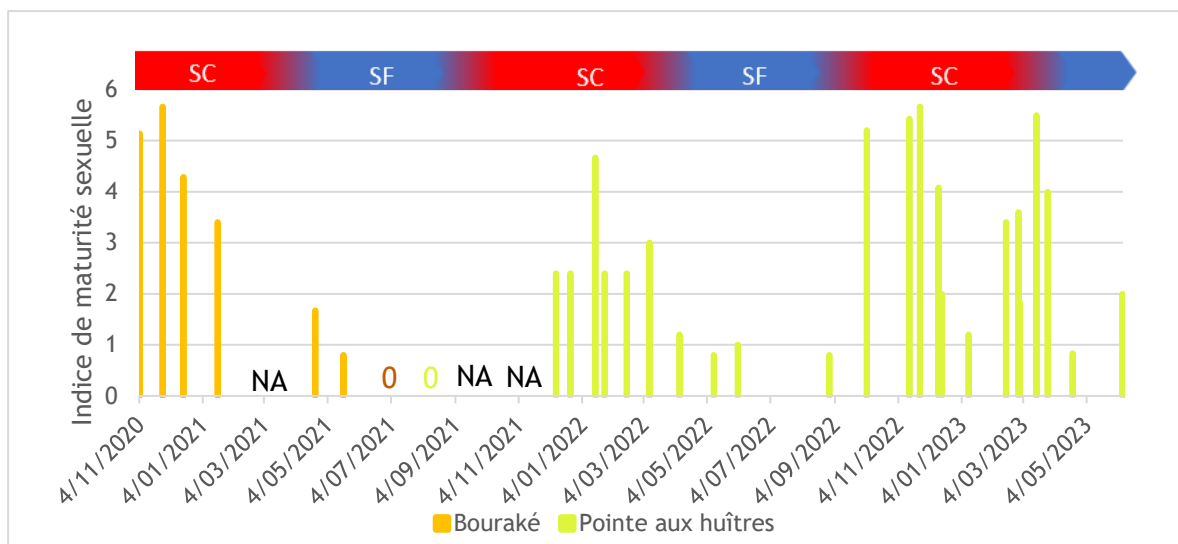


Figure 51. Evolution de l'indice de maturité sexuelle des huîtres observées en baie de St Vincent

L'évolution des indices de maturité sexuelle suivent les mêmes tendances que le taux de remplissage des gonades, avec de meilleurs indices obtenus au cours de la saison chaude. Il est intéressant de noter que les faibles taux de remplissage des gonades observés au cours de la saison 20/21 n'empêchent pas d'obtenir de bons indices de maturité sexuelle.

3.2 Station Aquacole de St Vincent :

Les animaux observés à la Station Aquacole de Saint-Vincent sont maintenus dans des paniers, soit dans des bassins de crevettes à faible densité. Par conséquent, ils ne sont pas exposés à l'exondation.

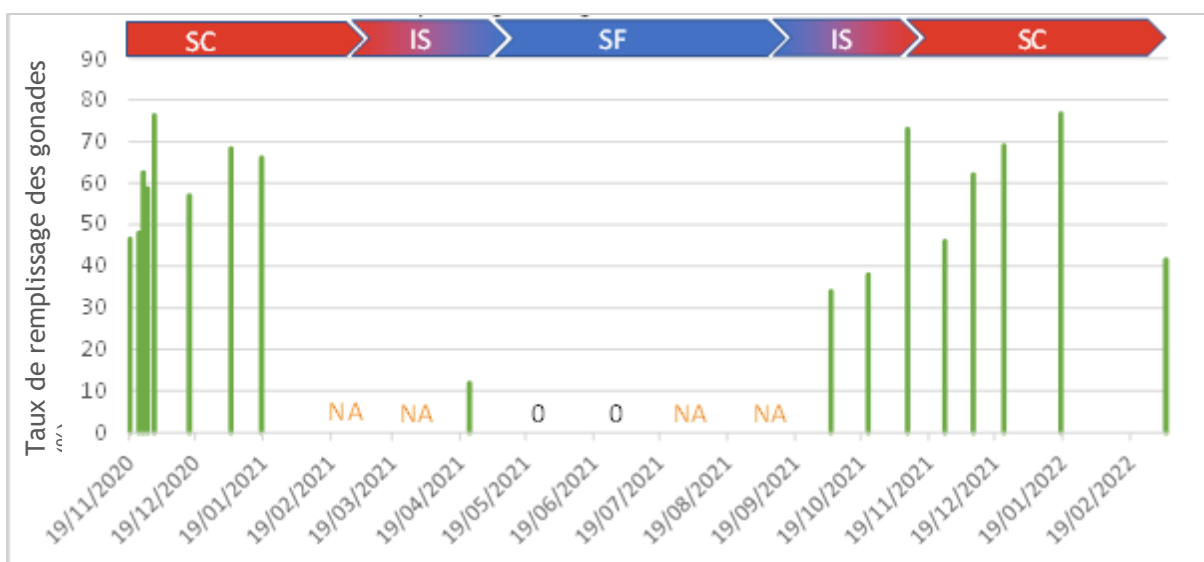


Figure 52. Evolution du taux de remplissage des gonades en bac et bassin avec des crevettes

Comme mentionné précédemment, le suivi est interrompu à deux reprises en raison des périodes de confinement lié à la pandémie et un retard d'autorisation de prélèvement en période de fermeture.

Bien que la saisonnalité reste la même, avec une atrophie des gonades pendant la saison fraîche et une augmentation pendant la saison chaude, un développement nettement supérieur des gonades est observé dans les bassins en présence de crevettes, avec des moyennes maximales atteignant jusqu'à 76% en 2021 et 2022.

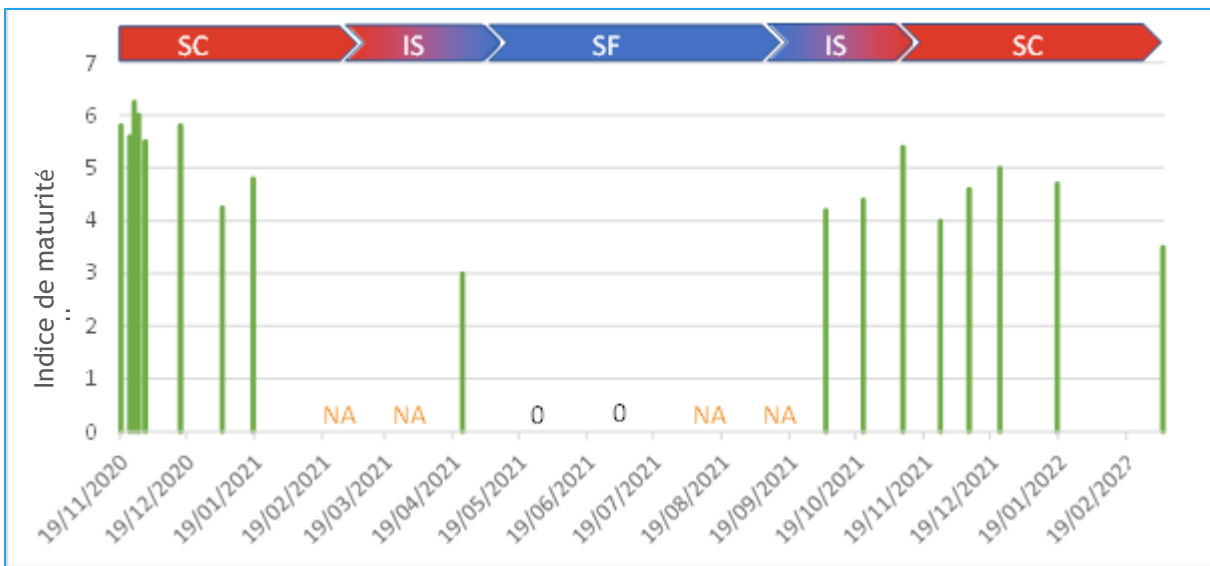


Figure 53. Evolution de l'indice de maturité sexuelle des huîtres en bac et bassin avec des crevettes

Une fois de plus, l'indice de maturité sexuelle suit les mêmes tendances que le taux de remplissage des gonades et semble être de bonne qualité au cours de la saison chaude. Au cœur de la saison fraîche, il est nul, et le manque de données pendant les périodes inter-saisonnières a empêché d'observer son évolution complète.

Il est évident qu'un environnement plus riche en matière organique, lié à l'élevage de crevettes, favorise un développement optimal des gonades et semble améliorer leur qualité. Ces résultats confirment les conclusions d'un premier essai de grossissement de naissain qui avait démontré une meilleure croissance en bassin d'élevage à faible densité de crevettes par rapport au milieu naturel.

3.3 Touho :

Le suivi effectué sur Touho est réalisé avec des individus prélevés en zone de marnage sur deux sites : la marina de Touho et la baie du Vieux Touho. Ce suivi s'étend sur la période d'octobre 2021 à janvier 2022, principalement au cours de la saison chaude.

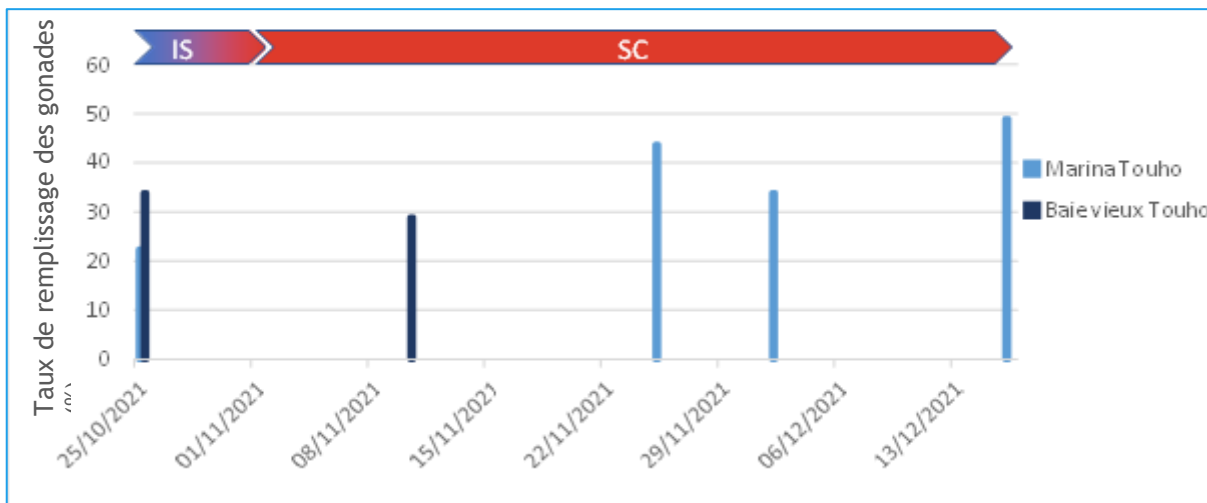


Figure 54. Evolution du taux de remplissage des gonades à Touho

Au cours de la saison chaude 2021-2022, le suivi du taux de remplissage des gonades a montré une relative stabilité sur la période et sur les deux sites, avec des valeurs moyennes comprises entre 24 et 49%. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus en baie de St-Vincent.

Il est possible que de légères différences climatiques entre la Baie de St Vincent et Touho, telles que des températures plus élevées et une amplitude « min/max » moins prononcée, influent légèrement sur la période de maturation des gonades à Touho. Cependant, faute de données, cette hypothèse ne peut pas être vérifiée.

Etant donné que l'observation microscopique n'est pas réalisable sur ce site, les indices de maturité sexuelle ne seront évalués qu'en se basant sur des critères macroscopiques, sur une échelle de 0 à 3.

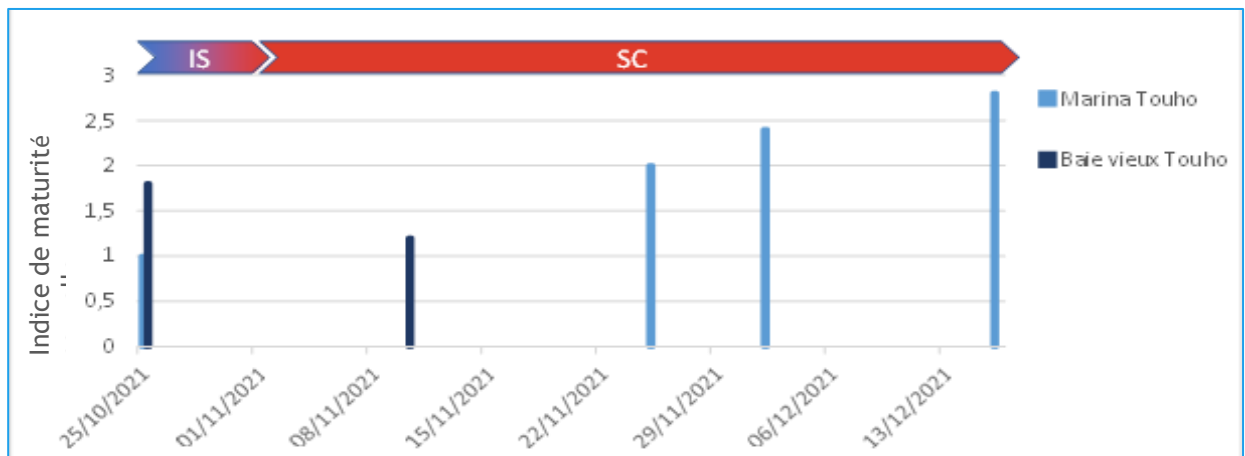


Figure 55. Evolution de l'indice de maturité sexuelle des huîtres observées à Touho

A nouveau la tendance des indices de maturités sexuelles suit celle du développement des gamètes avec des valeurs légèrement plus faibles en fin d'inter-saison/début de saison chaude.

Conclusion :

Ces observations semblent confirmer que la période principale de reproduction se situe pendant la saison chaude, de novembre à mars, comme en témoignent le développement et la maturation des gonades. Des indices suggèrent que de petites pontes pourraient également se produire en juin, pendant l'intervalle entre la saison chaude et la saison fraîche. En revanche, les mois de juillet et août, au cœur de la saison fraîche, sont peu propices à la reproduction, avec des gonades peu développées et vides.

Il est possible que la période de reproduction soit légèrement plus étendue en Province Nord, en raison de variations saisonnières de température moins prononcées et d'amplitudes journalières plus fortes. Cependant, cette hypothèse reste à confirmer.

Il est également important de souligner que les conditions climatiques des trois dernières années, marquées par des températures plus élevées que la moyenne et de fortes précipitations, ne représentent pas les moyennes annuelles. Cela renforce l'importance de continuer à surveiller ces tendances sur au moins une année supplémentaire. Cette méthode sera vulgarisée dans le cadre des livrables de capitalisation de PROTEGE.

Partie 2 : Essais de captage de naissains d’huîtres dans le milieu naturel

Introduction :

Le captage de naissains d’huître dans le milieu naturel est l’une des deux solutions étudiées pour garantir l’approvisionnement en naissains d’espèce d’huîtres locales. Cette étude, menée en collaboration avec les services techniques des provinces Nord et Sud, a impliqué la répartition de collecteurs ostréicoles éprouvés par les Australiens sur cinq sites côtiers. L’objectif étant de démultiplier les tests dans des conditions environnementales différentes afin d’optimiser les chances de captage et d’en évaluer le potentiel.

Pour ce faire, deux sites ont été sélectionnés en Province Nord et trois en Province Sud, en collaboration avec des porteurs de projets locaux autant que possible. Le principal critère de sélection des sites était la présence naturelle d’une quantité considérable d’huîtres de roche *Saccostrea echinata*.

Matériel et méthode :

1. Collecteurs :

En mars 2021, capitalisant sur les enseignements tirés d’une visite d’échange effectuée en 2019 auprès de producteurs d’huîtres Australiens, une commande a été faite de 36 collecteurs de type ZAPCO, composés de 25 lames de PVC chacun.

Les collecteurs ont ensuite été assemblés en 6 unités de collectage. Chaque unité est composée de 6 collecteurs fixés sur un support métallique conçu par les équipes du CTA (Annexe 1). Les unités ont été installées de façon à ce que les collecteurs soient au même niveau que les huîtres observées dans le milieu naturel.



Figure 56. Un collecteur Zapco composé de 25 lames de PVC (gauche) et une unité de collectage assemblée (droite)

2. Sites de collectage :

Les sites sélectionnés en collaboration avec les Provinces Nord et Sud sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 19. Sites d’implantation des unités de collectage

Site	Province	Tables	Suivi
Pointe aux huîtres, Baie Saint-Vincent	Sud	1	CTA
Baie de Port Bouquet, Thio	Sud	1	M. Kainda + P. Sud
Baie de Prony, Yaté	Sud	2	M. Morlet + P.Sud
Baie du Vieux Touho	Nord	1	M. Kolele + P. Nord
Marina de Touho	Nord	1	CCDTAM + P. Nord

Dans le but d'optimiser le collectage, les unités sont mises à l'eau lorsque le suivi gonadique indique que les premières pontes ont eu lieu sur les différents sites. En effet, au cours des 21 premiers jours de développement, les larves d'huître passent par une phase pélagique avant de se fixer. Cette période offre ainsi une opportunité d'observer les premières pontes et d'installer les collecteurs.



Figure 57. Montage des collecteurs sur la table (A) et installation des tables sur les sites de Port Bouquet (B), Baie du Vieux Touho (C) et Prony (D)

3. *Suivi et détroquage :*

Le suivi des collecteurs est assuré toutes les deux à trois semaines par les deux Centres de la Technopole (CTA et CCDTAM) et les porteurs de projet accompagnés des agents techniques des provinces respectives.

Lorsque du naissain est observé sur les lames, le détroquage peut être réalisé. Pour cela les lames sont décrochées une par une et tordue afin de décrocher le naissain. Au cours de cette étude, le détroquage a été mené à différentes tailles et de différentes manières afin d'essayer d'optimiser la méthode.

Partie 3. Essai de production de naissain d'huître de roche en éclosérie

Introduction :

Afin de développer et assurer la pérennité d'une filière ostréicole en Nouvelle-Calédonie, il est essentiel de sécuriser l'approvisionnement en naissains. En complément des efforts réalisés sur le collectage en milieu naturel, les travaux initiés au CCDTAM en 2016 ont été poursuivis au CTA à partir de 2022 dans le but de maîtriser la production d'huîtres de roche en éclosérie.

Cette maîtrise permettra de garantir un approvisionnement régulier tout en réduisant la dépendance au collectage, offrant à terme des espèces sélectionnées selon les critères de qualité, de rendement et de résistance exigés par le marché.

L'objectif final de cette étude est de confirmer la faisabilité technique et financière de la mise en place d'une éclosérie d'huître *Saccostrea sp.* sur le territoire, en définissant le matériel, les protocoles et les besoins de production de naissains locaux.

A ce jour, outre les acteurs locaux déjà impliqués dans le grossissement d'huîtres (porteurs de projets et ostréiculteurs), un projet d'installation d'une éclosérie d'huître de roche est en cours, témoignant de l'intérêt suscité par ces travaux.

Equipement des installations du CTA :

Afin de mener à bien ce projet, le programme PROTEGE a permis d'équiper les installations du CTA pour permettre l'élevage larvaire d'huîtres. Au cours du premier semestre 2021, le projet a été dimensionné et tous les équipements ont été commandés. La réception du matériel en milieu d'année a permis la mise en place des infrastructures au cours du deuxième semestre 2021, bien que la crise sanitaire ait entraîné un léger retard.

Plusieurs adaptations des structures existantes ont dû être réalisées, avec notamment la création de :

- Une salle d'algues
- Une salle d'élevage larvaire
- Une micro-nurserie
- Une nurserie
- Une zone de maturation pour les géniteurs

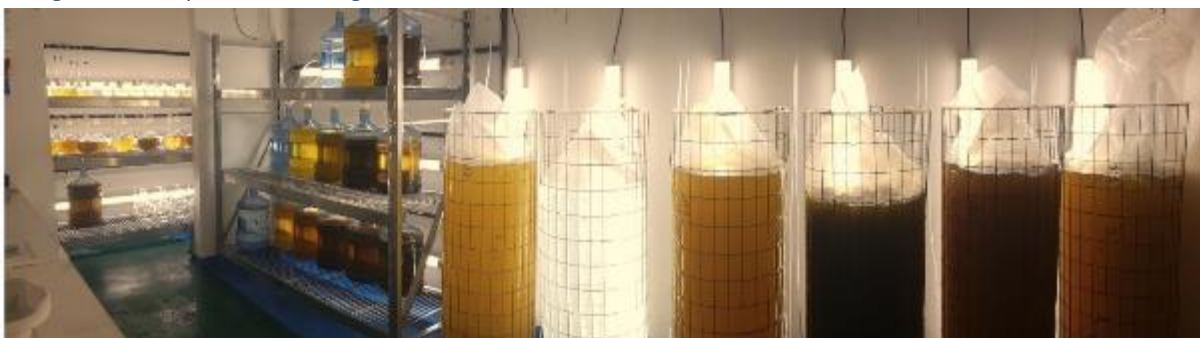
• **Salle d'algues**

Une salle de culture d'algue est indispensable à la production de naissains d'huîtres. L'élevage larvaire d'huître nécessite des algues de tailles différentes pour s'adapter à la nutrition spécifique de chaque phase larvaire selon un ratio évolutif préétabli tout au long de l'élevage. Pour cela, 3 souches d'algues sont cultivées :

- *Chaetoceros calcitrans*
- *Chaetoceros muelleri*
- *Tisochrysis lutea*

La salle d'algues permet actuellement d'avoir une capacité de production théorique d'environ 100 litres par jour.

Image : Salle de production d'algue du CTA



• **Salle d'élevage larvaire**

Installation de 2 systèmes de production larvaire :

- **Bac statique de 150 litres**

Méthode appliquée au CCDTAM durant les essais menés de 2016 à 2020. Ce type d'élevage demande une vidange complète du bac avec filtration des larves de manière quotidienne. Il nécessite un traitement quotidien d'antibiotique, Erythromycine à une dose de 2.5ppm.

L'élevage larvaire débute à une densité de 8 larves/ml.

Ce système a l'avantage d'être simple mais reste limité en capacité de production et de répliquabilité.



Image: Bac d'élevage larvaire statique de 150L

- CUDLS (Cawthron Ultra Density Larval System)

Suite à la collaboration avec l'Institut Cawthron via le Fond Pacifique, le CTA a pu s'équiper de 18 CUDLS. Ce système fonctionne avec un apport continue d'eau neuve enrichie avec un prémix d'algues. Le réservoir d'algues de 200 litres alimente le bac de tête du système grâce à une pompe péristaltique. Ce bac de tête est maintenu à un niveau haut par l'intermédiaire d'une vanne à flotteur qui régule l'arrivée d'eau de mer. Il alimente ensuite l'ensemble des CUDLS en gravitaire.



Image 8 : Cuves d'élevage larvaire de type CUDL

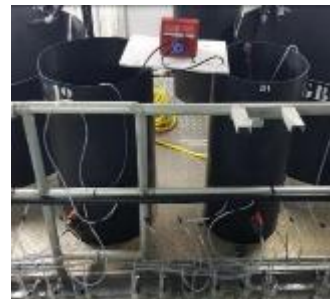


Image 9 : Réservoir d'algues, pompe péristaltique, bac de tête

Cette méthode d'élevage permet de travailler sur plusieurs tests tout en ayant un nombre de réplicat adéquate. Le nettoyage des crépines est quotidien et les filtrations sont réalisées tous les 2 jours. Elle permet également une mise en élevage de 50 à 400 larves/ml. Grace au renouvellement continu de l'eau ce système n'utilise aucun antibiotique.

- Micro-nurserie

Downweller

Une fois les larves suffisamment développées elles sont transférées dans un tamis tapissé de micro-brisures comprise entre 200 et 300 μ m réalisée à partir de coquilles d’huitres. Ce système nécessite un bac de 150 litres qui sert de réservoir d’eau de mer enrichie avec un prémix d’algues. Une pompe placée dans ce bac et alimente le tamis par le dessus imposant ainsi un flux descendant qui favorisera la fixation des larves sur la micro-brisure. L’eau retourne ensuite par une canne de surverse située à l’extérieur du tamis dans le bac réservoir. L’intégralité de l’installation est nettoyée quotidiennement et les larves sont maintenues jusqu’à 5 jours pour maximiser le nombre de larves fixées.



Image 10 : Downweller pour fixation sur micro-brisure

- Upweller

Une fois fixées les larves sont transférées dans des tamis de plus grande taille, équipés d’une surverse en partie haute. Un flux d’eau ascendant est appliqué, favorisant le nourrissage des naissains et l’évacuation des fèces.

Ce système fonctionne également avec un réservoir d’eau et d’algues en circuit fermé. L’ensemble est vidé et nettoyé tous les jours.



Image 11 : Upweller

- **Nurserie extérieure**

Le principe est le même que l'upweller de micro-nurserie, de l'eau d'un bassin d'élevage est pompée et envoyée dans la structure contenant les tamis.

L'eau passe à travers les mailles retenant les naissains, appliquant ainsi un flux ascendant sur l'ensemble.

Ici la productivité naturelle en phytoplancton des bassins d'élevages de crevette sont utilisés pour enrichir l'alimentation des naissains.



Image 12 :Upweller extérieur

- **Stockage des géniteurs**

- **Optimisation des maturations en bassin**

Un ponton flottant a été installé sur un bassin d'élevage de crevette pour pouvoir suspendre les paniers de stockage de géniteurs.

Comme pour les nurseries le but est de profiter de la productivité naturelle de phytoplancton pour améliorer la nutrition des adultes reproducteurs.



Image 13 : Bassin d'élevage de crevette avec ponton flottant



Image 14 : Panier de grossissement SEAPA

- **Maturation décalée**

Un second lot de géniteurs a été placé dans des bacs de maturation équipés d'une thermorégulation permettant de chauffer ou refroidir l'eau en vue d'obtenir des maturations synchronisées en dehors de la saison de reproduction naturelle.

Une distribution quotidienne de 30 litres d'algues est appliquée pour chaque bac.



Image 15 : Bac de maturation



Image 16 : Groupe froid réversible

Matériel et méthode :

1. Reproduction :

Les reproductions sont réalisées par scarifications des géniteurs et prélèvements des gamètes mâles et femelles. Une quinzaine d’huitres sont ouvertes pour garantir de pouvoir féconder au moins 4 à 5 femelles.

Après scarification, un échantillon de semence est mis sur lame avec une goutte d’eau de mer et observé à la binoculaire. La maturité des ovocytes et l’activité des spermatozoïdes permet de sélectionner les géniteurs qui seront utilisés.

La semence des géniteurs sélectionnés est ensuite récupérée par pressage des gonades et mis à réhydrater pendant 20 min dans un bécher d’1L contenant de l’eau de mer filtrée. Au cours de cette étape, les gamètes sont filtrés sur une maille de 21 μm pour les mâles et de 60 μm pour les femelles.

Après hydratation des œufs, le premier quart supérieur est éliminé par surverse. Les ovocytes sont ensuite transférés en seau de 10L et les spermatozoïdes sont ajoutés de façon à obtenir entre 7 et 10 spermatozoïdes par ovocyte. Un comptage est réalisé et la solution est remuée toutes les 15 minutes pendant 2 heures.

Après ce laps de temps, les taux de fécondation sont réalisés et s’ils dépassent 50%, les œufs sont filtrés sur 21 μm et mis à incuber toute la nuit en bac de 150 L (1 bac par ponte).

Le lendemain (J1), les larves sont filtrées sur une maille de 41 μm , observées, dénombrées et transférées en bac larvaire de 150 L à une densité initiale de 1,2 millions de larve, soit 8 larves/ml.



Image 17 : Géniteurs utilisés pour les

2 . Elevage larvaire en bac statique de 150 L et micro-nurserie

La base du protocole utilisé pour les élevages est issue des essais menés au CCDTAM. Des modifications ont été apportées sur les conseils de Julien Vignier (Institut de Cawthron) et les observations faites sur d’autres protocoles.

Le contenu des bacs larvaires est filtré quotidiennement sur des mailles de taille variable, permettant d’éliminer les larves mortes et les retardataires. L’eau est traitée à l’EDTA et à l’érythromycine avant d’y transférer les algues et les larves.

Les paramètres physiques, les mailles de filtration, le traitement de l’eau et la concentration d’algue utilisés pour chaque jour d’élevage sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 20 : Protocole d'élevage larvaire de *Saccostrea echinata*

Jour d'élevage	Paramètres Physiques		Filtrations		Traitements de l'eau		Gestion des algues			
	T°C	Salinité	Maille larve(μ)	Maille déchets(μ)	Erythro	EDTA	Concentration d'algue	Mue	Cal	Tiso
J1	29	32	20-48	75	2,5ppm	5ppm	40 000	0	40000	0
J2	29	32	48	100	2,5ppm	5ppm	40 000	0	40000	0
J3	29	32	52	120	2,5ppm	5ppm	45 000	0	45000	0
J4	29	32	60	120	2,5ppm	5ppm	50 000	0	40000	10000
J5	29	32	65	120	2,5ppm	5ppm	55 000	0	38500	16500
J6	29	32	65	150	2,5ppm	5ppm	60 000	0	42000	18000
J7	29	32	65-75	180	2,5ppm	5ppm	65 000	6500	32500	26000
J8	29	32	85-100	212	2,5ppm	5ppm	70 000	7000	35000	28000
J9	29	32	100-120	236	2,5ppm	5ppm	75 000	15000	30000	30000
J10	29	32	100-120	236	2,5ppm	5ppm	75 000	15000	30000	30000
J11	29	32	120-130		2,5ppm	5ppm	75 000	22500	22500	30000
J12	29	32	120-130		2,5ppm	5ppm	75 000	22500	22500	30000
J13	29	32	130-150		2,5ppm	5ppm	75 000	22500	30000	30000
J14	29	32	150-165		2,5ppm	5ppm	80 000	32000	16000	32000
J15	29	32	165		2,5ppm	5ppm	80 000	32000	16000	32000
J16	29	32	165-180		2,5ppm	5ppm	80 000	40000	8000	32000
J17	29	32	180		2,5ppm	5ppm	85 000	51000		34000
J18	29	32	180		2,5ppm	5ppm	85 000	51000		34000
J19	29	32	180		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
J20	29	32	180		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
J21	29	32	212-236		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
J22	29	32	212-236		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
J23	29	32	236		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
Passage en Downweller										
J24	29	32	236		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
J25	29	32	236		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
J26	29	32	236		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
J27	29	32	236		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
J28	29	32	236		2,5ppm	5ppm	90 000	54000		36000
Passage en Upweller										

La concentration d'algue dans les bacs est évaluée et réajustée si nécessaire en fin d'après-midi.

Quotidiennement les larves sont observées, mesurées et dénombrées. Les comptages réalisés sont faits selon une méthode volumétrique et restent estimatifs. Une fois fixés, les naissains n'étant plus dans la colonne d'eau, leur nombre est alors estimé grâce à la réalisation d'un poids moyen effectué sur 500 naissains à l'aide de la balance de précision. Comme pour les comptages volumétriques cette méthode est estimative et les chiffres de production peuvent donc varier d'une étape à l'autre.

Lors du passage en micro-nurserie de type upweller, l'apport d'antibiotique est arrêté, le ratio d'algue reste le même qu'en downweller et les quantités d'algues sont ajustées quotidiennement en fonction de la consommation des huîtres. Les naissains sont maintenus en upweller jusqu'à atteindre une longueur d'environ 5mm, puis sont transférés en nurserie extérieure.

- **Etapas de développement larvaire**

Six heures après la fécondation les larves trochophores apparaissent, à ce stade la larve n'a pas de coquille. Quelques heures plus tard la coquille se forme et la larve est appelée larve D.

La larve planctonique d'environ 60 μm , dispose d'un velum qui lui permet de se déplacer et de se nourrir d'algues phytoplanctoniques de petite taille (3 à 4 μm).

La larve véligère va évoluer pendant environ 2 à 3 semaines selon la température d'élevage et la qualité et quantité de phytoplancton apporté : la charnière et le crochet apparaissent vers le huitième jour alors que la larve mesure en moyenne 130 à 160 μm .

Lorsque la taille de la larve atteint 250 à 300 μm , un organe photosensible formant une tâche noire. On parle alors de larve œillée.

A ce stade un pied rétractable apparait, la larve pédivéligère va s'en servir pour chercher un support pour se fixer. C'est la dernière étape avant la métamorphose en naissain.

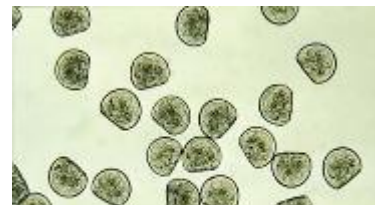


Image 18 : Larve D



Image 19 : Larves véligères



Image 20 : Larve œillée



Image 21: Larve pédivéligère

3. Pré-grossissement en nurserie extérieure

Les naissains sont disposés dans les tamis avec une maille de 1mm. L'upweller est alimenté en algue par la productivité naturelle du bassin crevette auquel il est relié. Les tamis sont agités 2 fois par jour et l'upweller est siphonné quotidiennement afin d'éliminer les résidus terrigènes accumulés.

Des tris taille et dénombrements sont réalisés régulièrement afin de redistribuer les naissains dans les différents tamis en fonction de leur taille et de leur nombre. La hauteur de naissains sur le tamis ne doit idéalement pas dépasser 5cm.

Les naissains sont conservés en upweller jusqu'à atteindre une taille d'environ 1cm. Ils sont ensuite transférés en paniers de grossissement.

Résultats saison 2022-2023

1. Reproduction

Aucune fécondation n'a pu être réalisée avec les géniteurs stockés dans les bacs de maturation ni dans le bassin d'élevage de crevette. Dans le premier cas, suite à de mauvais indices de maturité sexuelle sans doute dues à une alimentation en algue insuffisante et dans le second cas, les fortes précipitations des jours précédents la reproduction ont entraîné la ponte prématurée des géniteurs.

Par conséquent, des prospections ont été menées le long du littoral sur plusieurs sites. Finalement, un premier essai a été réalisé avec des animaux prélevés dans la baie de St Vincent, et un deuxième a été effectué avec des animaux provenant de Touho, fournis par la Province Nord.

Afin de recueillir des données sur le taux d'éclosion et fiabiliser les différents essais post-éclosion, les reproductions ont été réalisées avec des fécondations biparentales. En effet, le taux d'éclosion est une donnée essentielle pour déterminer la viabilité des larves récoltées et décider de leur mise en élevage. Ce taux doit toujours être supérieur à 50%. En dessous de cette valeur, il y a un risque de ne pas poursuivre l'élevage au-delà de 15 jours.

Sur 5 reproductions effectuées lors du premier essai et 4 lors du deuxième, une seule ponte a été conservée par essai. Les autres n'atteignaient pas un taux d'éclosion suffisant pour être sélectionnées.

Les données de reproduction des lots mis en élevages sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 21 : Données de reproduction des essais 1 et 2

	Essai n°1	Essai n°2
Date de l'essai	10/03/22	29/03/22
Origine des géniteurs	Baie de Saint-Vincent	Touho
Taux d'éclosion	70%	55%
Nombre de larves mises en élevage	1,2 millions	1,2 millions
Densité d'ensemencement	8 larves/ml	8 larves/ml
Volume d'élevage	150 L	150 L

Afin de consolider le protocole d'élevage larvaire et les quantités de larves ne permettant pas de réaliser des élevages avec le système de CUDLS, les deux essais ont été menés en bacs larvaires statique de 150 L.

2. Elevage en bacs larvaires de 150L

Les comptages sont effectués selon une méthode volumétrique, ce qui donne des résultats estimatifs. Les différences observées au début de l'élevage entre les deux essais diminuent considérablement à partir de J8 et se stabilisent à 2 larves/ml.

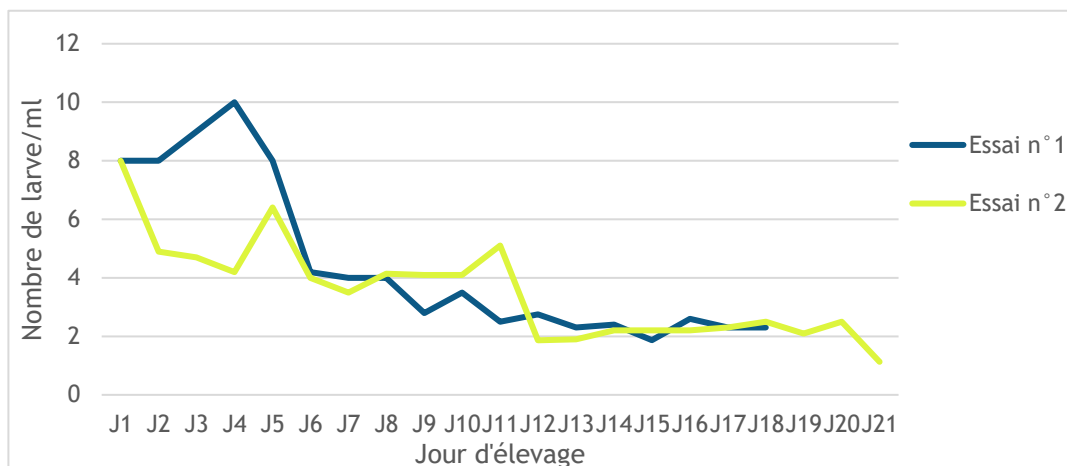


Figure 58. Evolution des concentrations larvaires des essais 1 et 2

Lors du premier essai, dès l'apparition d'un pied à J18, les larves ont été transférées en micro-nurserie pour effectuer l'étape de fixation, tandis que le deuxième essai est resté 3 jours supplémentaires comme le préconise le protocole. La diminution du nombre d'effectif le dernier jour est due à une sélection plus rigoureuse basée sur la taille, dans le but d'optimiser l'étape de fixation des larves.

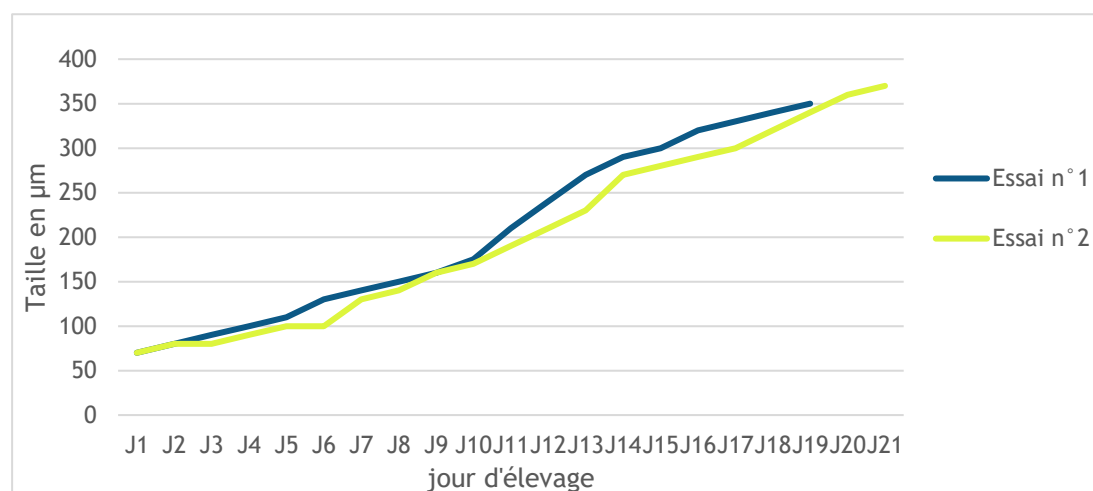


Figure 59. Evolution de la taille moyenne des larves des essais 1 et 2

Globalement les deux élevages présentent des courbes de croissance similaires. Une croissance légèrement plus forte est observée à partir de J10 pour l'essai 1, cependant elle est rapidement compensée par les 3 jours d'élevage supplémentaires de l'essai 2.

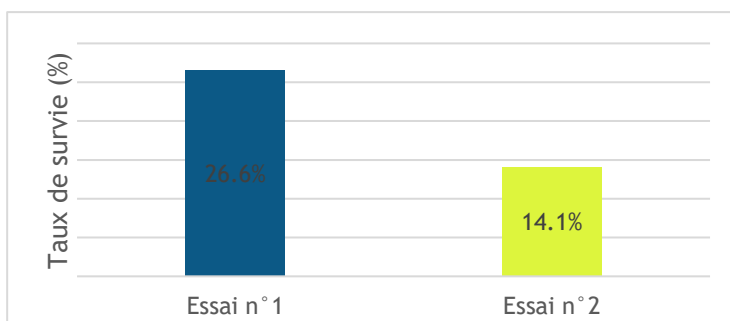


Figure 60. Taux de survie avant fixation des essais 1 et 2

L'essai 1 présente une excellente survie de 26,6%, ce qui est considéré dans la moyenne haute pour ce type d'élevage. L'essai 2 aurait pu obtenir une survie similaire, mais une sélection plus rigoureuse a été appliquée, ne conservant que les larves retenues sur 236 µm. Cela se traduit par un total de 319 200 larves pour l'essai n 1 et 169 200 larves pour l'essai n2.

3. Elevage en micro-nurserie

○ Downweller :

Pour chaque essai de fixation, les larves sont restées 5 jours dans le downweller. De meilleurs résultats de fixation sont obtenus pour l'essai 2. Les principales différences résident dans le nombre de jour d'élevage larvaire, le nombre de larves mises en fixation et l'application d'une mise au noir dans le downweller pour l'essai 2.

Initialement, les 3 jours d'élevages supplémentaires de l'essai 2 semblaient justifier les meilleures performances de fixation. Cependant, après avoir échangé avec des chercheurs de l'Ifremer de Polynésie, qui travaillent sur le même sujet, il semble que la mise au noir pendant la fixation soit l'élément le plus favorable pour obtenir de meilleurs résultats.

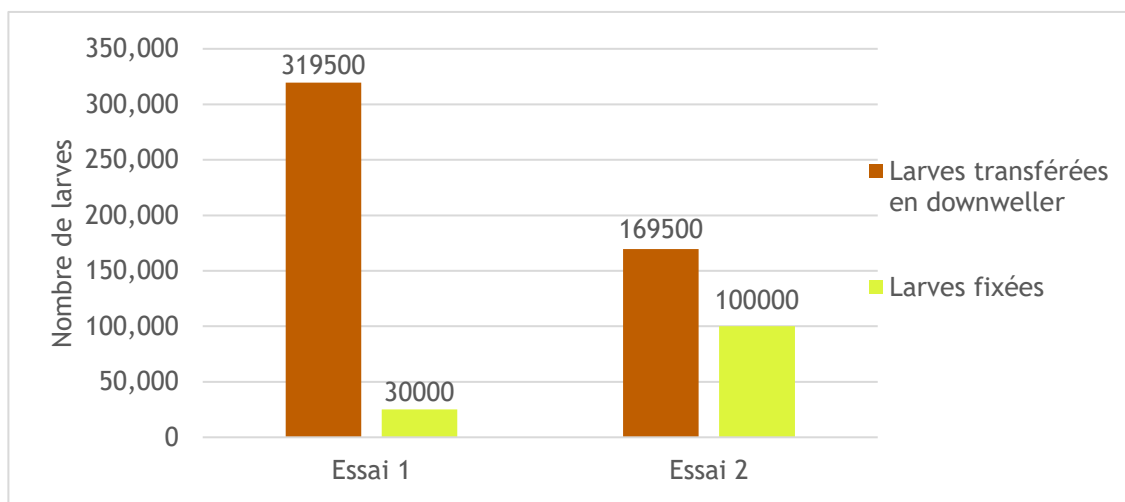


Figure 61. Résultats de fixation des larves en downweller des essais 1 et 2

○ Upweller :

Les naissains de l'essai 1 ont été gardé en micro-nurserie pendant 82 jours et ceux de l'essai 60 jours. Les connaissances acquises pendant la formation à l'institut Cawthron ont permis d'apprendre par la suite que cette phase ne doit pas durer plus de 3 semaines et que les naissains doivent être transféré en nurserie dès qu'ils ont atteint une taille de 800µm. Le

temps de stabulation dans notre micro-nurserie était donc trop long et les performances obtenues auraient pu être optimisées.

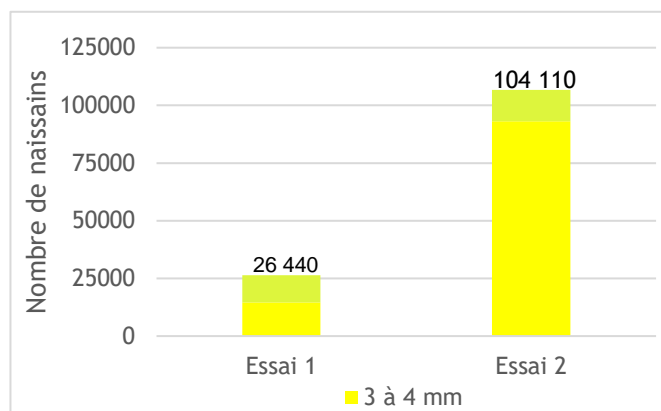


Figure 62. Répartition du naissain en sortie de micro-nurserie



Image : Naissains en début de micro-nurserie et Naissains après 60 jours en micro-nurserie

○ **Elevage en nurserie :**

Les naissains ont été élevés en nurserie extérieure pendant 90 jours avec une faible mortalité. Cependant, lors des tris effectués, les huîtres de tailles très inférieures, dites « boudeuses », ont été éliminées. Elles représentent environ 40% de l'essai 1 et 16% de l'essai 2. Les huîtres « boudeuses » cessent de croître sans mourir, ce qui les rend inutiles à conserver, d'autant plus qu'elles peuvent être à l'origine de pathologies.

Des difficultés ont été rencontrées au cours de cette phase, notamment des baisses significatives de phytoplancton dans le bassin d'élevage crevette alimentant l'upweller, ce qui a nécessité de déplacer le système sur un bassin plus riche en phytoplancton. De plus, la pompe utilisée pour alimenter la nurserie n'a pas été à la hauteur des performances affichées, ce qui a conduit à l'ajout de deux autres pompes pour assurer un renouvellement suffisant dans la nurserie.

Malgré ces quelques problèmes 101 236 naissains d'une taille moyenne de 8mm ont été produits.

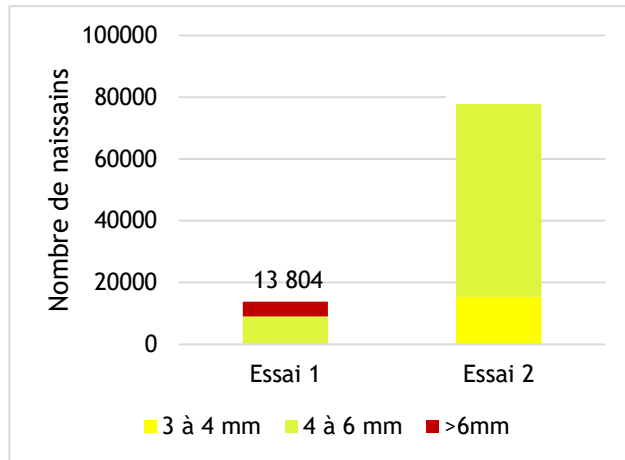


Figure 63. Répartition du naissain en sortie de nurserie

Résultats saison 2023-2024

Au cours de la saison de production 2023-2024 (novembre à avril), six nouveaux essais de production larvaire d'huître en éclosion ont été lancés mais n'ont malheureusement pas rencontrés le même succès que les essais 1 et 2 de la saison 2022-2023.

En effet, l'ensemble des élevages larvaires ont dû être arrêtés entre J8 et J13 suite à de fortes mortalités. Le protocole d'élevage larvaire n'a cependant pas été remis en cause et les défaillances techniques ont toujours pu être identifiées.

Au cours de ces 6 essais les problématiques suivantes ont été rencontrées :

- L'acquisition en début de saison d'une souche de *Chaetoceros calcitrans* contaminée par une algue de taille légèrement supérieure mais suffisante pour que les larves ne puissent pas se nourrir. Le problème a été relevé à l'issue du 2^{ème} essai larvaire.
- Une qualité d'algue aléatoire pouvant être attribuée à une forte hygrométrie dans la salle d'algue suite aux précipitations et une potentielle contamination des ballons de culture par l'arrivée d'air.
- Stress des algues dans leur réservoir lié à la différence de température entre la salle d'algue et la salle d'élevage larvaire, induisant la production de potentiels composés toxiques et d'exopolysaccharide qui induit la formation d'agrégat d'algues impossible à consommer par les larves.
- Difficultés pour trouver des géniteurs matures suite aux fortes précipitations.
- Une qualité d'eau également fortement impacté par les précipitations avec notamment la présence de tanins dans l'eau ne pouvant être éliminé par le système de filtration actuel.
- Une équipe éclosion réduite à 2 personnes suite à un arrêt longue maladie de 6 mois.
- L'impossibilité de traiter l'eau de la réserve à l'EDTA quand l'équipe IFREMER est en production entraînant l'impossibilité d'utiliser le système d'élevage larvaire en CUDL.

Cependant, pour chaque problème rencontré des solutions sont envisageables :

- Acheter d'un microscope de meilleur qualité permettant les identifications de souches et/ou éventuelle contamination.
- Equiper le réseau d'air d'un filtre à particule condensateur d'air.

- Déplacer le réservoir d'algue dans la salle de production d'algue et acheminer les algues jusqu'au bac de tête via la pompe peristaltique.
- Créer d'une zone de maturation sur le modèle de l'institut Cawthron.
- Ne pas lancer de cycle larvaire si les conditions extérieures ne garantissent pas une bonne qualité d'eau.
- Renforcer l'équipe éclosion avec de nouveaux techniciens.
- Produire en dehors des cycles Ifremer ou proposer une adaptation de l'équipe au traitement de l'eau selon la méthode indiquée pour les huîtres.

Conclusion :

Les travaux entrepris au CTA ont démontré la faisabilité technique de produire des naissains d'huître de roche en éclosion, malgré certaines difficultés rencontrées telles que la capacité limitée de production de la salle d'algue et le sous-dimensionnement de la nurserie extérieure. Le protocole mis en place permet aujourd'hui d'évaluer plus précisément les besoins en matériel nécessaire à la production de naissains d'huîtres.

Cependant, pour optimiser le protocole, des améliorations doivent être apportées. Il est essentiel de mieux gérer les géniteurs afin d'avoir des animaux matures au début de chaque cycle. Les enseignements du Cawthron Institute confirment la nécessité de réduire le temps en micro-nurserie, en utilisant le système de CUDL pour cette phase. Des améliorations doivent également être apportées au système de nurserie, notamment en utilisant un système de pompage plus performant et des bassins dédiés à la production d'algues pour assurer une alimentation adéquate des naissains et des géniteurs.

Malheureusement, le système CUDL développé par le Cawthron Institute n'a pas pu être testé faute d'une quantité suffisante de larves. Ce système ouvert de production, bien qu'il soit plus complexe, présente de nombreux avantages en termes de rendement, de répliquabilité et d'absence d'utilisation d'antibiotiques.

En plus des améliorations mentionnées précédemment, il est nécessaire de s'assurer la reproductibilité des résultats avant de pouvoir évaluer la faisabilité économique de mettre en place une éclosion d'huître. Toutefois, la production de plus de 100 000 naissains est un résultat encourageant et constitue une avancée significative vers la sécurisation de l'approvisionnement en naissains et la mise en place d'une filière ostréicole durable en Nouvelle-Calédonie.