

Croissance, comportement et survie en élevage des juvéniles d'holothuries à mamelles (*Holothuria fuscogilva* et *H. whitmaei*) en Polynésie française

Laurent Burgy¹ et Steven W. Purcell²

Résumé

Groupe à forte valeur marchande, les holothuries à mamelles (sous-genre *Microthele*) comptent parmi les trois espèces inscrites à l'Annexe II de la CITES. Compte tenu du peu d'études consacrées aux juvéniles d'holothuries à mamelles, on connaît encore mal le comportement et les taux de croissance et de mortalité naturelle de ces espèces, des connaissances pourtant indispensables au secteur de l'aquaculture et de la pêche. Nous présentons ici les résultats d'un programme d'élevage mené en Polynésie française pour l'holothurie blanche à mamelles (*Holothuria fuscogilva*) et l'holothurie noire à mamelles (*H. whitmaei*). Le programme vise à développer un élevage semi-commercial dans une filière prometteuse, dont les produits sont destinés aux marchés internationaux, en particulier à l'Asie. Sortis d'écloserie, les juvéniles fraîchement fixés entrent en phase de grossissement dans des filets à poche installés dans des bassins en terre, jusqu'à atteindre 1 à 3 g. Ils sont ensuite transférés dans des enclos marins de 500 m² aménagés sur des platiers récifaux naturels. Le taux de survie en enclos marins des juvéniles de *H. fuscogilva* était encourageant (> 80 %), traduisant des taux de mortalité naturelle relativement faibles (annuellement, M = 0,31 et 0,68 en phase de pré-grossissement et M = 0,15 en phase de grossissement), même au stade juvénile. Cependant, les taux de croissance étaient bas, se situant dans la fourchette 0,13–0,14 g/jour/ind. Les juvéniles de *H. fuscogilva* utilisent le camouflage dans les enclos marins, dissimulant leur corps sous des macro-algues et du sable, ce qui leur donne l'apparence de rochers coralliens. La ponte des géniteurs de *H. whitmaei* a eu lieu en hiver et les juvéniles ont été mis en élevage à l'aide de méthodes similaires. Le taux de grossissement en enclos marins se situait autour de 0,3 g/jour, un taux nettement supérieur à celui de l'holothurie blanche à mamelles. Après trois années de recherche et développement, la production en écloserie a été multipliée par dix et la phase de grossissement laisse désormais augurer une production à échelle commerciale. S'il a fallu deux ans pour que l'holothurie blanche à mamelles atteigne des poids moyens de 150 g, le programme a pour ambition d'améliorer les taux de croissance aux différentes phases du cycle d'élevage pour assurer la viabilité économique des installations.

Mots-clés : aquaculture, Pacifique, ponte, reproduction, *Holothuria fuscogilva*, *H. whitmaei*

Introduction

Les holothuries, appelées rori en Polynésie française, sont pêchées depuis plus d'un siècle dans ce territoire (Stein 2019). En Polynésie française, les holothuries sont peu consommées à des fins de subsistance (Kinch et al. 2008), la production étant destinée pour l'essentiel aux marchés asiatiques. On compte au moins 10 espèces d'intérêt commercial dans les eaux de la Polynésie française (Andréfouët et al. 2019), mais la pêche commerciale, réglementée depuis 2012, n'est autorisée que pour cinq d'entre elles (Stein 2019). Cette activité artisanale mais lucrative peut provoquer la surexploitation du stock naturel, qui est fragile et dont le recrutement est lent.

Les holothuries à mamelles forment un groupe composé d'au moins quatre espèces d'holothuries possédant de grandes protubérances latérales, appelées « mamelles ». Elles sont particulièrement prisées dans la gastronomie chinoise, se vendant entre 100 et 400 dollars des États-Unis par kg (Purcell et al. 2018), et sont ou étaient exploitées

dans au moins 20 pays de l'Indopacifique. Les holothuries blanches à mamelles (*Holothuria* [*Microthele*] *fuscogilva*) et les holothuries noires à mamelles (*H. [M.] whitmaei*) ont été beaucoup pêchées par les artisans pêcheurs professionnels en Polynésie française (Stein 2019), où les platiers situés en arrière du récif et les lagons bordant les atolls semblent offrir des habitats particulièrement adaptés (figure 1). En tahitien, l'holothurie noire à mamelles et l'holothurie blanche à mamelles sont respectivement appelées *rori titi'erere* et *rori titi'uo'uo*. La pêche a été interdite en 2018 en Polynésie française de crainte que les stocks soient surexploités, mais des voix s'élèvent aujourd'hui pour une éventuelle réouverture de la pêche dans certains atolls. Selon les inventaires récents, les densités de *H. whitmaei* sont faibles voire nulles dans la plupart des sites (Andréfouët et al. 2019).

En 2019, *H. whitmaei* et *H. fuscogilva* ont été toutes deux inscrites à l'Annexe II de la CITES, à la demande notamment de la France et de l'Europe. Dans ce contexte, désireuse de promouvoir la gestion durable de la ressource, la Direction des ressources marines (DRM) de la Polynésie

¹ Tahiti Marine Products, Pamatai Hills, BP 62056 - 98702 FAANA, Polynésie française. laurentburgy@hotmail.fr

² National Marine Science Centre, Southern Cross University, Coffs Harbour, NSW 2450, Australie.

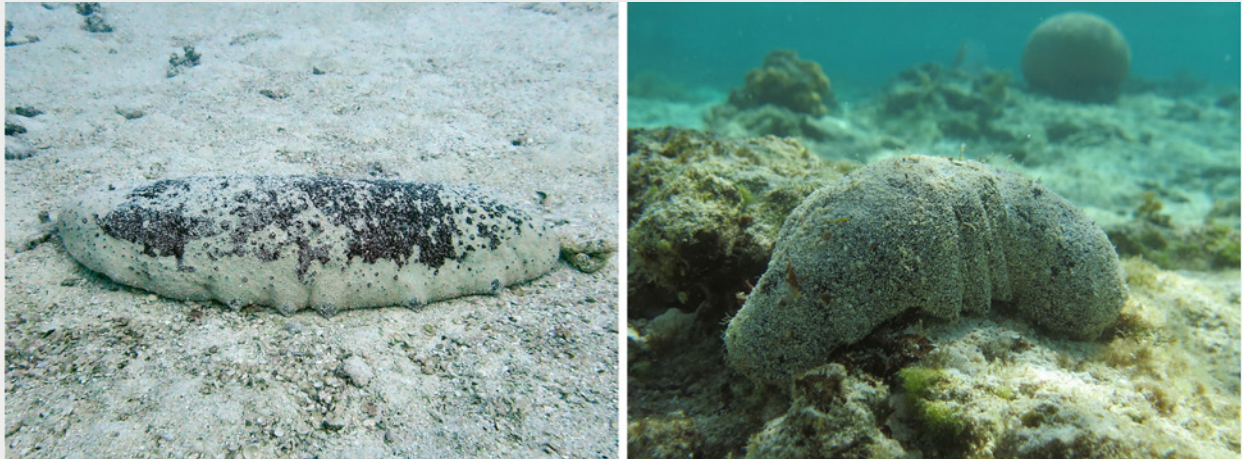


Figure 1. À gauche : une holothurie blanche à mamelles (*Holothuria fuscogilva*) posée sur une zone sablonneuse lagonaire en Polynésie française (crédit photo : © S.W. Purcell). À droite : une holothurie noire à mamelles (*Holothuria whitmaei*) sur un platier récifal en Polynésie française (crédit photo : © Mahanatea Garbutt).

française³ met en œuvre plusieurs initiatives consacrées aux holothuries à mamelles. Leur but est de préserver les stocks sauvages, tout en créant des modes d'élevage propres à promouvoir la conservation de la biodiversité et à mieux pérenniser la ressource. Ainsi, la mise en place d'une filière d'élevage a été envisagée en vue de la production en écloserie d'holothuries à mamelles (gestion et reproduction de géniteurs prélevés dans le milieu naturel, élevage larvaire et élevage en nourricerie) avant leur transfert dans des habitats récifaux naturels pour la phase de pacage en mer. Pour mener à bien ce projet, il fallait pouvoir démontrer la maîtrise et les résultats des différentes phases de production.

Pour resituer le contexte, on notera que les techniques d'élevage ne sont bien développées que pour une poignée d'espèces tropicales (Purcell *et al.* 2012). En dépit de l'intérêt commercial que revêtent les quatre espèces d'holothuries à mamelles présentes dans l'Indopacifique, la littérature ne fait état d'aucun exemple réussi d'élevage commercial de ces espèces. Une ferme d'élevage de *H. fuscogilva* a été exploitée à échelle expérimentale pendant plusieurs années à Kiribati dès la fin des années 1990, avec le concours d'aquaculteurs japonais (Friedman and Tekanene 2005). Toutefois, la production s'est étiolée au fil des ans et le programme a été quasiment abandonné. En outre, l'expérience menée à Kiribati a montré que les bassins en terre n'étaient pas adaptés au grossissement de *H. fuscogilva* (Jimmy *et al.* 2012), ce qui a été confirmé pour *H. whitmaei* en Nouvelle-Calédonie (Purcell *et al.* 2012). Des milliers de juvéniles d'holothuries blanches à mamelles sortis d'écloserie ont été relâchés dans des habitats naturels à Kiribati, mais le suivi des taux de survie et de croissance n'a rien donné et les essais de grossissement en enclos marins ont été contrariés par des tempêtes destructrices (Jimmy *et al.* 2012). En Nouvelle-Calédonie, WorldFish est parvenu en 2005 à induire la ponte d'holothuries noires à mamelles prélevées dans le milieu naturel, mais les larves n'ont pas survécu jusqu'à la phase de fixation. Ainsi, la maîtrise de l'élevage et du grossissement des holothuries à mamelles reste difficile à acquérir.

En 2020, deux ans après l'instauration d'un moratoire sur la pêche des holothuries en Polynésie française, la DRM a lancé un appel à projets en vue de la mise en place d'un programme collaboratif de recherche et développement axé sur la faisabilité de la production aquacole d'holothuries à mamelles. La société retenue, Tahiti Marine Products (TMP), a investi dans un programme de reproduction, de sélection et de pacage en mer des holothuries à mamelles. Ce programme, lancé par TMP, a été établi au Centre Ifremer du Pacifique (CIP) dans le village de Vairao, sur l'île de Tahiti. Il s'agit d'une collaboration entre TMP, l'Ifremer et la DRM. Au cours des deux premières années, le projet aquacole s'est centré sur *H. fuscogilva*, mais il a par la suite été étendu à *H. whitmaei*. Les résultats obtenus à ce jour sont donc plus avancés pour *H. fuscogilva*.

Développement de l'élevage de l'holothurie blanche à mamelles

TMP a conduit des essais de reproduction, d'élevage larvaire, d'élevage en nourricerie, de prégrossissement et de grossissement, après prélèvement de 50 géniteurs de *H. fuscogilva* sur autorisation spéciale. En trois années de travaux, TMP a mené 16 essais de reproduction, dont 8 ont permis de produire des juvéniles après fixation.

Selon les recherches effectuées sur la saisonnalité de la reproduction, *H. fuscogilva* en Nouvelle-Calédonie pond principalement pendant la période estivale (Conand 1993). Néanmoins, Ramofafia et collaborateurs (Ramofafia *et al.* 2000) ont observé des pontes entre la fin de l'hiver et le début du printemps (août à octobre) aux Îles Salomon, ce qui donne à penser que la saison de ponte de cette espèce n'est pas uniforme d'un site à l'autre. En Polynésie française, au début de l'été, les géniteurs de *H. fuscogilva* ont été placés dans des enclos marins et contrôlés deux fois par semaine. Depuis les premiers essais de reproduction en octobre 2020, les géniteurs n'ont subi aucune mortalité.

³ La DRM est le service public chargé de la gestion des pêches en Polynésie française.

Le cycle larvaire se divise en plusieurs stades, comme décrit pour d'autres espèces d'holothuries (figure 2). Les résultats de la production de juvéniles d'holothuries en écloserie sont très variables. Ces écarts de performance sont sans lien avec la qualité des œufs ou du stock de géniteurs ; le développement des œufs est uniforme, les taux d'éclosion sont excellents et les larves atteignent le premier stade d'alimentation de manière constante. Les problèmes surviennent plus tard, vers les jours 9 à 14 du cycle larvaire. Cela pourrait s'expliquer par différents facteurs, dont la charge bactérienne, les types d'aliments, la fréquence de nourrissage et le facteur humain (différentes techniques, hygiène, etc.). Malgré tout, le succès du cycle d'élevage de l'holothurie blanche à mamelles en Polynésie française est de plus en plus prévisible.

La production des premiers stades juvéniles en Polynésie française au cours des trois dernières années a été multipliée par dix (figure 3), mais il reste une marge de progression. Par exemple, nous nous penchons sur les progrès réalisés par la Société d'élevage aquacole de la Ouenghi (SEA) à Boulouparis (Nouvelle-Calédonie), où les taux de survie œufs-juvéniles sont passés de 1-2 % en 2011 à 6-8 % en 2020. L'amélioration considérable des résultats obtenus par la SEA en écloserie a été en grande partie attribuée au choix attentif des géniteurs. Les nombres modestes de juvéniles produits en 2022 s'expliquent par des problèmes de qualité et de débit de l'eau.

En Polynésie française, le choix des géniteurs de *H. fuscogilva* produits en élevage s'est porté initialement sur 126 animaux de plus de 350 g, issus de deux cycles distincts d'éclosion. Selon des études antérieures, la taille à maturité sexuelle de *H. fuscogilva* en Nouvelle-Calédonie correspondait à un poids d'environ 900 à 950 g, certains individus présentant des gonades matures à 800 g (Conand 1990). L'équipe de TMP espère lancer les premiers essais de reproduction avec les géniteurs sélectionnés en élevage en 2026, année où est prévue

la mise en exploitation d'une nouvelle installation à Faratea, sur la côte est de Tahiti.

Élevage en nurricerie de l'holothurie blanche à mamelles

La phase de nurricerie intervient après la phase d'éclosion, quand les minuscules holothuries juvéniles ne mesurent encore que 1 à 2 mm. Les juvéniles sont placés dans des filets à poche (maille de 700 à 1 000 µm), installés dans des bassins en terre (figure 4). La préparation des filets à poche semble essentielle – en réalité, en l'absence de conditionnement des filets et de préparation des bassins de

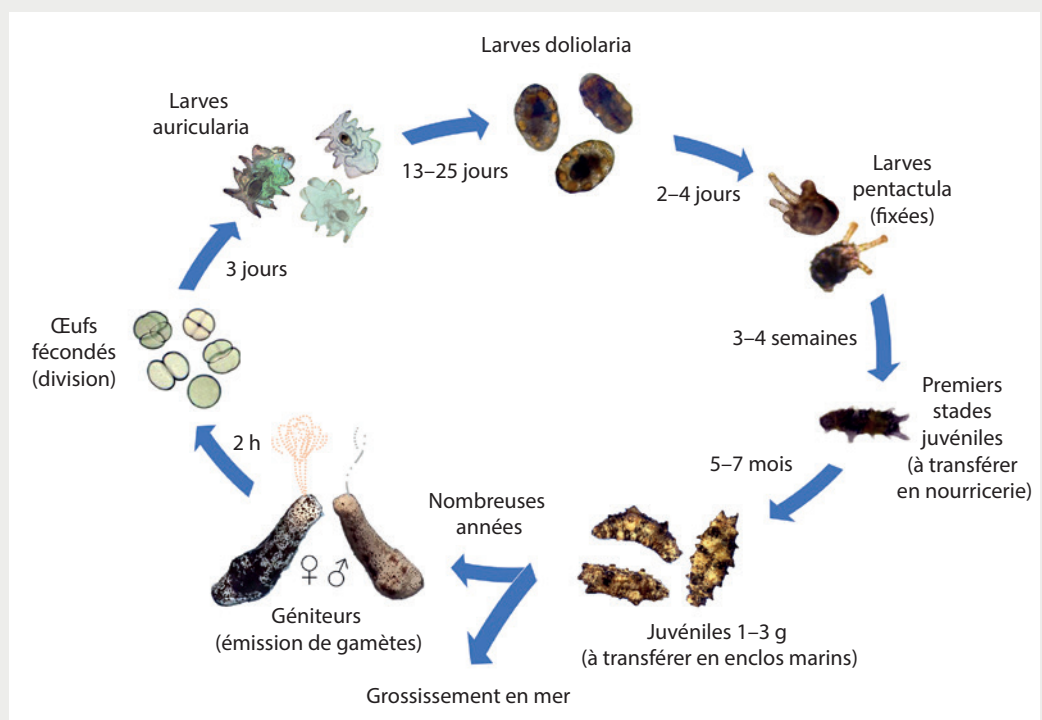


Figure 2. Cycle biologique en élevage de *H. fuscogilva* en Polynésie française.

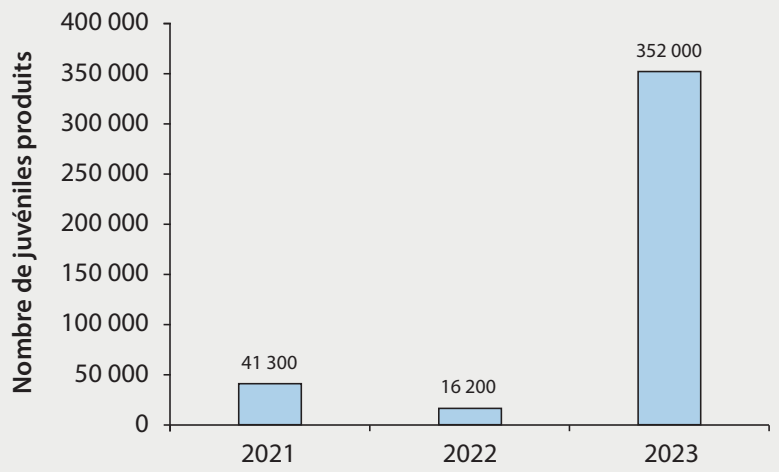


Figure 3. Évolution récente (2021-2023) du nombre de juvéniles de *H. fuscogilva* produits à l'écloserie de TMP en Polynésie française.

la nurricerie, le taux de survie peut descendre sous la barre des 10 %. Tous les paramètres doivent être pris en compte : salinité, prédation et compétition, état et âge des filets à poche, et densité initiale de mise en charge des juvéniles. Les juvéniles transférés dans les filets passent de moins de 0,1 g à 2 g en l'espace de 5 à 7 mois.

Essais de pré-grossissement de l'holothurie blanche à mamelles

La phase de pré-grossissement succède à la phase de nurricerie, une fois que les juvéniles de *H. fuscogilva* ont atteint entre 1 et 3 g dans les bassins en terre. À ce stade, les juvéniles d'holothuries blanches à mamelles sont hérissés de grandes papilles dorsales et latéro-dorsales. Les papilles sont généralement marron foncé, la pointe étant de couleur beige. La livrée de l'animal est beige, parsemée de taches marron foncé. Peu après leur transfert dans les enclos marins, les juvéniles ont naturellement tendance à rassembler des



Figure 4. Système de nurricerie dans des bassins en terre en Polynésie française, composé de filets à poche fixés à des pieux métalliques dans de l'eau de mer (crédit photo : © L. Burgy).

morceaux de macro-algues et du sable qu'ils fixent en guise de camouflage sur leur corps, ce qui leur permet de se fondre dans le substrat récifal (figure 5).



Figure 5. Juvénile de *H. fuscogilva*, pesant à peine quelques grammes, après son transfert en enclos marin. On note les papilles proéminentes (dorsales et latéro-dorsales), ainsi que le sable et les macro-algues fixés sur le corps de l'animal (crédit photo : © Matangi Moeroa).



Figure 6. Enclos marin de 500 m² utilisé pour le pré-grossissement des holothuries à mamelles sur un platier récifal à Tahiti (crédit photo : © S.W. Purcell).

Les enclos de pré-grossissement sont situés sur un platier récifal affleurant dans le lagon de Tairapu-ouest sur la côte ouest de Tahiti (figure 6). Dans cet habitat, le sable des récifs est généralement recouvert d'un biofilm composé de matières organiques et on relève la présence éparse de coraux (par exemple, *Pocillopora* sp., *Porites* sp., et coraux encroûtants) et de macro-algues (par exemple, *Halimeda* sp., *Padina* sp. et *Dictyota* sp.). Les enclos marins (de dimensions variables) sont fabriqués à l'aide de filets en plastique (maille de 5 mm), maintenus à la verticale par des pieux métalliques. L'habitat récifal situé à l'intérieur de l'enclos est conservé autant que possible à l'état naturel.

Le poids des holothuries blanches à mamelles a été relevé à fréquence mensuelle dans les enclos de pré-grossissement, pour les essais de production 6 et 8 du programme. Pour ces deux cycles de production, le pré-grossissement a eu lieu dans deux sites distincts : Toarahiri et Toahotu. Les habitats y étaient similaires, à savoir des platiers récifaux sablonneux comptant quelques coraux vivants épars. Aucun aliment n'a été ajouté aux enclos, et les juvéniles se nourrissaient exclusivement de débris naturels. Le regroupement des données mensuelles des deux essais de production donne une courbe de croissance moyenne sur neuf mois pour les deux sites (figure 7). Transférés à un poids de 1 à 3 g, les animaux ont atteint en neuf mois un poids moyen d'environ 29 g. Le taux de croissance s'établit donc à 3,0 g par mois, soit 0,1 g par jour en phase de pré-grossissement.

Les résultats montrent que la croissance était relativement lente au cours des deux premiers mois suivant le transfert en enclos, puis a augmenté et s'est stabilisée à un rythme plus soutenu de 3 g par mois. L'essai de production 6 s'est déroulé entre juin 2022 et janvier 2023, tandis que l'essai 8 a commencé en décembre 2022 et s'est achevé en octobre 2023. La diminution du poids moyen au cours du huitième mois semble être due aux aléas de l'échantillonnage. Ces essais de pré-grossissement, menés sur des sites comparables à des densités comparables, donnent des taux de croissance similaires (figure 8). On peut donc affirmer

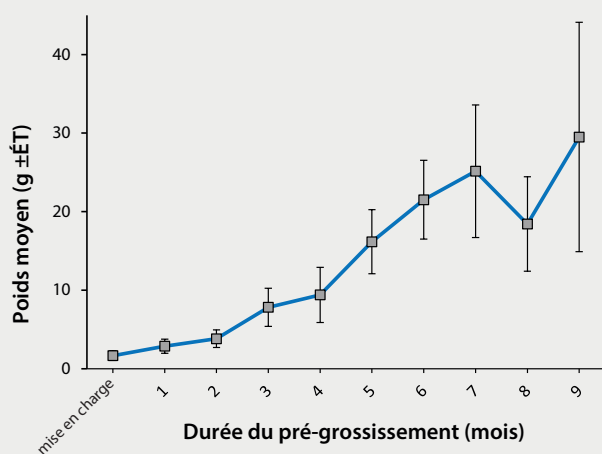


Figure 7. Croissance de *H. fuscogilva* en neuf mois de pré-grossissement en enclos marins, calculée à partir des données des essais de production 6 et 8 conduits à Toarahiri et à Toahotu, sur l'île de Tahiti. $N = 30$ individus par enclos.

avec davantage de confiance que ces taux de croissance ne sont pas uniquement représentatifs d'un lot d'animaux, d'une saison ou d'un site particulier.

La survie dans les enclos marins peut être une source majeure de préoccupations pour les fermes holothuricoles commerciales (Purcell *et al.* 2012). Bien qu'en raison de la faible amplitude des marées, les parois des enclos marins utilisés en Polynésie française ne soient pas immergées à marée haute, les animaux restent exposés au risque de prédation et de mort naturelle, et peuvent s'échapper ou ne pas être retrouvés. Malgré les efforts consentis par l'équipe de TMP pour entretenir les enclos marins, il se peut que certains juvéniles soient sortis par les ouvertures qui se créent après des épisodes de tempête ou de forte houle. En Polynésie française, l'équipe de TMP a mené quelques études pilotes avec de petits enclos marins d'une superficie de 12 m². Partant d'une densité de charge de 1 animal par m², un taux de recapture moyen de 86 % a été obtenu.

Dans les essais à grande échelle menés dans les enclos de 500 m², des taux de recapture légèrement inférieurs ont été relevés.

Lors de l'essai de production 6, le taux de recapture était de 60 %, contre 79 % pour l'essai 8, ce qui donne respectivement des taux annuels de mortalité naturelle (M) de 0,68 et 0,31. Ces taux de survie [effectifs] restent relativement élevés par rapport à l'expérience conduite en Nouvelle-Calédonie avec des enclos marins de hauteur inférieure, dont les parois en filets étaient complètement immergées à marée haute, laissant passer les prédateurs (Purcell and Simutoga 2008). Le fait que le taux de recapture dans les grands enclos soit légèrement inférieur à celui relevé dans les enclos de 12 m²

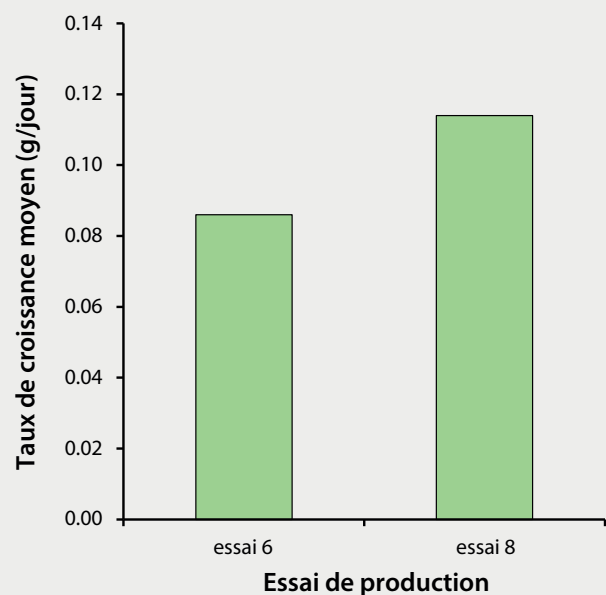


Figure 8. Croissance moyenne des juvéniles d'holothuries à mamelles pendant la phase de pré-grossissement lors des essais de production 6 et 8.

utilisés dans l'étude pilote pourrait s'expliquer par l'impossibilité de retrouver certains animaux dans les enclos de plus grandes dimensions. Ainsi, le terme « taux de recapture » prend véritablement tout son sens.

Essais de grossissement de l'holothurie blanche à mamelles

Après la phase de pré-grossissement, les juvéniles de *H. fuscogilva*, pesant entre 25 et 40 g, sont transférés dans des enclos de grossissement à maille de 10 mm. Dans les enclos de grossissement, un certain nombre d'holothuries ont été mesurées chaque mois et un inventaire complet des enclos a été réalisé à 15 mois. Certains enclos, situés dans des sites inadaptés, ont été démantelés. Ils étaient en particulier soumis à de forts courants, ce qui dégradait les filets. Les données sont présentées pour les enclos restants.

Le suivi des holothuries blanches à mamelles en enclos de grossissement révèle une croissance assez linéaire au cours de la période de 15 mois considérée (figure 9). Les données semblent indiquer un ralentissement de la croissance au cours des trois derniers mois, mais cela pourrait être dû à la précision de l'échantillonnage. Dans l'ensemble, le taux de croissance était de 8 g/ind./mois, soit 0,26 g/ind./jour. Après 15 mois de grossissement, les holothuries pesaient en moyenne 150 g, certains individus affichant une croissance bien supérieure (figure 10). On notera qu'avec un tel taux de croissance, l'holothurie blanche à mamelles atteindrait la maturité sexuelle vers l'âge de 9-10 ans, même s'il se peut que les taux de croissance s'accroissent au stade pré-adulte, quand l'animal a déjà atteint quelques centaines de grammes.

Des taux de croissance nettement supérieurs ont été observés chez certaines autres espèces d'holothuries élevées dans des bassins en terre, où les sédiments sont riches en nutriments (par exemple, Bell *et al.* 2007). Toutefois, comme mentionné plus haut, les bassins en terre ne semblent pas adaptés au grossissement des holothuries à mamelles. Il a été rapporté que, dans les enclos marins, l'holothurie de sable *Holothuria scabra* gagnait jusqu'à 40 à 50 g/mois à Madagascar, mais 9 à 19 g/mois en Nouvelle-Calédonie (Purcell *et al.* 2012).

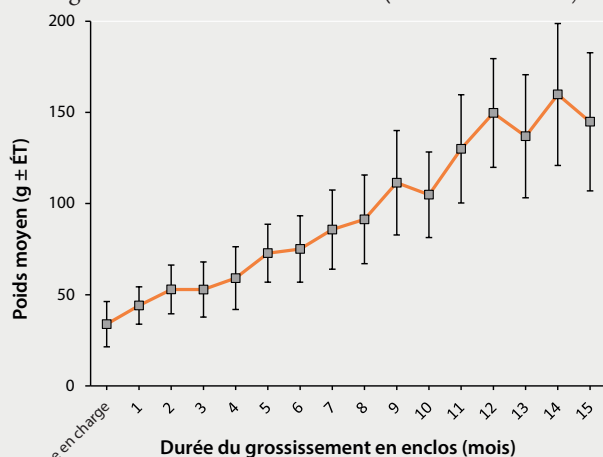


Figure 9. Courbe de croissance de l'holothurie blanche à mamelles au cours d'une période de grossissement de 15 mois en enclos marin. $N = 30$ individus par enclos.

Ainsi, par comparaison, l'holothurie blanche à mamelles au stade juvénile paraît afficher une croissance sensiblement plus lente dans les habitats naturels.

Dans le cadre de l'essai de production 4, pour lequel l'ensemencement initial des holothuries blanches à mamelles a eu lieu en mai et juin 2022, la biomasse finale des animaux mis en charge atteignait après 15 mois d'élevage une moyenne de 147 g/m² (tableau 1). Ce chiffre semble inférieur aux capacités de charge limites rapportées dans d'autres études pour les élevages d'holothuries (Purcell *et al.* 2012). Calculé au stade du prélèvement final des animaux qui ont pu être retrouvés, le taux de recapture moyen dans les enclos marins s'établissait à 83 %. Ce résultat corrobore la conclusion formulée ci-dessus quant au taux de mortalité naturelle relativement faible relevé chez ces juvéniles de plus grande taille ($M = 0,15$, annuellement), mais il faut rappeler que les grands prédateurs ont été tenus à l'écart des enclos.

La phase de développement du programme s'est achevée en octobre 2023. Entre la fin août et la mi-octobre 2023, tous les juvéniles d'holothuries blanches à mamelles ont été prélevés dans les enclos marins afin d'achever ces premiers essais de production. Une synthèse des résultats obtenus au cours de la période de deux ans comprise entre 2021 et 2023 est présentée dans le tableau 2. Si l'on prend en compte la période d'élevage en nurserie, de pré-grossissement et de grossissement, le taux moyen de croissance des animaux au cours du cycle complet s'établissait entre 0,13 et 0,14 g/jour. À la fin de cette phase de développement, on compte 2 801 animaux mis en élevage ayant atteint des poids moyens de 95 et 137 g.

Comportement de l'holothurie blanche à mamelles dans les enclos marins

Au début de la phase de pré-grossissement dans les enclos circulaires, les juvéniles d'holothuries blanches à mamelles, pesant entre 1 et 3 g en moyenne, étaient transférés au milieu de l'enclos. La majorité des individus se déplaçaient très lentement. D'après les observations, seule une petite proportion d'individus s'éloignait rapidement de la zone centrale de lâcher, rien ne semblant distinguer ces individus



Figure 10. Grand juvénile de *H. fuscogilva* produit en éclosion et ayant atteint 250 g environ en enclos de grossissement en Polynésie française (crédit photo : © S.W. Purcell).

Tableau 1. Synthèse des données recueillies lors des essais de grossissement de *H. fuscogilva* en enclos marins en Polynésie française. Les dates de ponte pour les cycles de production 4 et 6 étaient respectivement le 10 février 2021 et le 6 octobre 2021.

Essai de production	Enclos marin	Taille de l'enclos (m ²)	Date de mise en charge	Nombre d'holothuries mises en charge	Poids médian à la mise en charge (g) (+/-DS)	Densité initiale de mise en charge (ind m ⁻²)	Biomasse initiale de mise en charge (g m ⁻²)	Poids médian final (g ind ⁻¹)	Nombre d'individus recapturés	Taux de recapture (%)	Bio-masse finale (g m ⁻²)	Nombre total de jours d'élevage	Taux de croissance (g ind ⁻¹ jour ⁻¹)
4	Papehere 1	450	15/06/22	518	28	1.2	32.1	98	493	95%	108	468	0.15
	Papehere 2	450	15/06/22	518	28	1.2	32.1	140	495	96%	154	462	0.24
	Toarahiri 2	450	16/05/22	566	45 (± 17)	1.0	47.4	177	421	74%	166	485	0.27
	Toarahiri 3	450	16/05/22	614	45 (± 17)	1.0	47.5	151	483	79%	163	490	0.22
6	Toahotu 2	1700	23/01/23	1430	34 (± 8)	0.8	28.9	96	1052	74%	59	252	0.24

Tableau 2. Synthèse des essais de production aquacole de *H. fuscogilva* en Polynésie française, de la ponte jusqu'au prélèvement des animaux transférés en enclos.

Essai de production	Date de ponte	Date de fin	Durée totale de l'essai à partir de la ponte (jours)	Nombre d'animaux en fin d'essai	Poids médian par individu en fin d'essai (g)	Poids total en fin d'essai (kg)	Taux de croissance médian à partir de la ponte (g jour ⁻¹ ind ⁻¹)
4	10/02/2021	15/09/2023	947	1792	137.3	246.1	0.14
6	6/10/2021	15/09/2023	709	1009	94.6	95.5	0.13

des autres. Par conséquent, on relève de larges écarts dans les déplacements potentiels ou effectifs des individus.

Il semble que, peu après leur transfert dans les enclos marins, les juvéniles commençaient à fouiller le biofilm présent sur les sédiments à la recherche de nourriture. Ils se couvraient aussi rapidement de sable et de macroalgues, ne se distinguant de l'environnement rocheux avoisinant que par leurs contours (figure 11). À première vue, seuls les excréments des animaux étaient visibles, trahissant leur cachette. Tous les juvéniles présents dans les enclos recouraient à cette stratégie de camouflage. Cette observation chez les juvéniles d'holothuries blanches à mamelles contribue à expliquer leur rareté dans les inventaires. L'équipe de TMP a aussi relevé que les individus de couleur foncée (marron foncé et orange foncé) semblaient recouvrir leur corps de sédiments foncés, tandis que les individus plus clairs optaient pour des sédiments de couleur claire, mais cette observation doit être confirmée par des études plus poussées. Plusieurs mois après leur transfert, la plupart des animaux restaient dans la zone centrale des enclos. On note quelques rares observations de juvéniles grimpaient le long des parois grillagées des enclos.

Développement de l'élevage de l'holothurie noire à mamelles

Prélèvement des géniteurs

Depuis le démarrage du programme, Tahiti Marine Products et la DRM se sont fixé pour objectif d'évaluer la faisabilité de la production aquacole d'holothuries blanches et noires à mamelles en Polynésie française. Cet objectif a été compromis par la rareté de l'holothurie noire à mamelles aux abords de Tahiti. En effet, aucun individu de *H. whitmaei* n'a été trouvé ni dans les eaux de Tahiti ni dans celles des îles Sous-le-Vent (groupe d'îles à l'ouest des îles de la Société). Par conséquent, l'équipe du programme a dû chercher des géniteurs dans un archipel lointain.

Le programme a demandé à la CPS de conduire une analyse de risque afin d'accompagner le transfert responsable des holothuries noires à mamelles présentes dans l'archipel



Figure 11. Camouflage efficace à l'aide de macro-algues d'un grand juvénile de *H. fuscogilva* mis en élevage dans un enclos marin (crédit photo : © Mahanatea Garbutt).

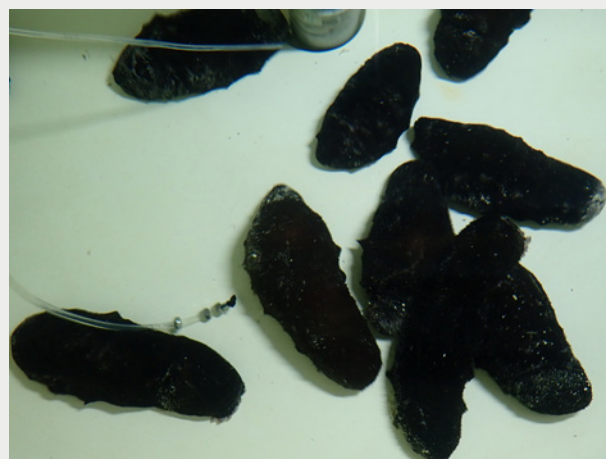


Figure 12. Quelques-uns des géniteurs d'holothurie noire à mamelles (*H. whitmaei*) conservés dans un bac des installations aquacoles du Centre Ifremer à Vairao, à l'est de Tahiti (crédit photo : © S.W. Purcell).

des Australes. Les protocoles de biosécurité préconisés par la CPS ont été utilisés pour limiter les risques d'introduction de nuisibles et de maladies. En 2023, TMP a obtenu l'autorisation de prélever 50 géniteurs de *H. whitmaei* sur l'île de Rimatara, dans l'archipel des Australes (figure 12).

Pour leur voyage vers Tahiti, les géniteurs adultes d'holothurie noire à mamelles ont été placés dans des tubes en PVC recouverts aux extrémités de toile d'ombrage, laissant passer l'eau de mer. Les animaux ont survécu au voyage, mais la toile d'ombrage a, par effet de frottement, partiellement abîmé leur tégument. Cette expérience a mis en lumière la nécessité de prévoir de meilleures conditions de transport pour les futurs transferts.

Ponte de l'holothurie noire à mamelles

Les essais de production aquacole à Tahiti ont montré que les géniteurs de *H. whitmaei* réagissaient aux mêmes types de stimuli déclencheurs de ponte que *H. fuscogilva*. C'est un résultat prometteur pour la production de gamètes. Les protocoles d'élevage larvaire mis au point pour *H. fuscogilva* semblaient aussi transférables à *H. whitmaei*, tandis que la croissance et les stades de développement des œufs et des larves sont à peu près les mêmes (voir figure 2).

D'après les recherches menées par Conand (1993) en Nouvelle-Calédonie, *H. whitmaei* pond principalement en hiver, et cette observation a été corroborée de manière générale par Shiell et Uthicke (2006) dans l'ouest et l'est de l'Australie. La première ponte obtenue par l'équipe de TMP chez *H. whitmaei* s'est produite juste après le transfert des géniteurs sur Tahiti, à savoir pendant la saison fraîche (juin). L'émission de gamètes a été observée en majorité chez des individus mâles, trois femelles ayant produit 11 millions d'œufs (tableau 3). Une deuxième ponte a été induite trois mois plus tard, alors que les animaux avaient à nouveau subi le stress du transport et d'un changement d'environnement. De nouveaux essais d'induction de ponte seront menés en 2024 afin d'étudier la saisonnalité de la reproduction.

Élevage en nurricerie de l'holothurie noire à mamelles

Les juvéniles de *H. whitmaei* produits lors des essais de production ont été transférés dans des filets à poche installés dans deux bassins en terre dans les installations aquacoles de Vairao. Les essais d'élevage en nurricerie étaient en cours à la date de rédaction du présent article ; les données disponibles à ce stade sont donc limitées. Toutefois, il apparaît déjà que les juvéniles de *H. whitmaei* ont une croissance plus rapide que ceux de *H. fuscogilva*. En effet,

après un séjour de trois mois en nurricerie, les juvéniles de *H. whitmaei* pesaient en moyenne 1,8 g (figure 13). On notera à titre de comparaison que, pour atteindre le même poids, les juvéniles de *H. fuscogilva* ont dû passer en moyenne 4 à 6 mois en nurricerie.



Figure 13. Quelques holothuries noires à mamelles (*H. whitmaei*) après 3 mois d'élevage en nurricerie, où elles étaient placées dans des filets à poche dans un bassin en terre à Vairao, à l'est de Tahiti (crédit photo : © L. Burgy).

Les juvéniles de *H. whitmaei* pesant entre 1 et 10 g sont de couleur beige orangé et présentent des points et taches noirs irréguliers au niveau de la face dorsale (figure 14). Les premiers stades juvéniles sont parsemés de nombreuses papilles dorsales et latéro-dorsales, mais ces dernières sont généralement plus petites et plus claires que celles observées chez les juvéniles d'holothuries blanches à mamelles de même taille. On peut supposer que les taches noires qui apparaissent sur le corps des holothuries noires à mamelles aux stades juvéniles s'étendent sur toute la face dorsale avec l'âge et que les papilles dorsales deviennent relativement plus petites par rapport à la taille de l'animal.

Conclusions

Après plus de trois ans de recherche et développement, Tahiti Marine Products et ses partenaires (la DRM et l'Ifremer) sont parvenus à démontrer la faisabilité technique de la production d'holothuries à mamelles en éclosion en Polynésie française. Les fondements de cette nouvelle

Tableau 3. Synthèse des résultats des pontes et de la production des premiers stades juvéniles de *H. whitmaei* en Polynésie française.

Essai de production	Date de ponte	Nombre de géniteurs utilisés	Nombre de mâles ayant émis des gamètes	Nombre de femelles ayant émis des gamètes	Nombre total d'œufs (millions)	Taux de fécondation (%)	Nombre de juvéniles produits	Taux de survie (de la production de l'œuf jusqu'à la sortie d'éclosion)
1	06/06/23	50	9	3	11,2	95	210 000	1,88
2	30/09/23	49	7	3	15,0	95	50 000	0,33

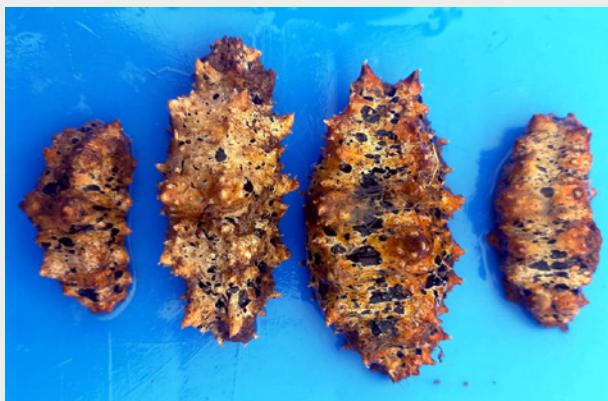


Figure 14. Petits juvéniles d'holothuries noires à mamelles (*Holothuria whitmaei*), pesant entre 4 et 6 g, produits à l'écloserie de TMP en Polynésie française (crédit photo : © L. Burgy).

filère aquacole durable en Polynésie sont à présent posés et témoignent de grandes avancées techniques.

Ces premières années de développement technologique en Polynésie française ont permis d'obtenir des taux de survie de l'ordre de 1 à 3 % en écloserie (transition du stade œuf au stade juvénile, 1 à 3 g). L'objectif du programme est de parvenir à un taux de survie de 5 % et de produire plusieurs millions de juvéniles par an. Les taux de croissance relevés pendant les phases de pré-grossissement et de grossissement en enclos marins étaient relativement faibles, en particulier pour *H. fuscogilva*. Ces taux devraient être proches de ceux observés dans le milieu naturel, puisqu'aucun apport de nourriture n'a été effectué dans les enclos et que les densités de mise en charge étaient peu élevées. Il convient de mener davantage d'essais et de recherches afin de déterminer les habitats qui assureront des taux de survie constants et élevés, tout en favorisant une meilleure croissance. Les enseignements tirés des différentes phases du projet laissent entrevoir une possible réduction du cycle total d'élevage à 24 mois pour l'obtention de juvéniles de grande taille, ce qui permettrait de mettre en place un modèle d'activité performant.

Le lancement du projet territorial d'aménagements aquacoles à Faratea, sur l'île de Tahiti, permettra au programme d'étendre à plus grande échelle sa production, grâce à la construction d'une nouvelle écloserie commerciale et de nouveaux bassins de nourricerie. Le programme cherche à optimiser ses protocoles de production afin de créer une nouvelle filière aquacole pour la Polynésie française. Le modèle de production pourrait à terme être transféré à d'autres pays insulaires océaniques.

Bibliographie

Andréfouët S., Tagliaferro A., Chabran-Poete L., Campanozzi-Tarahu J., Haumani G. and Stein A. 2019. An assessment of commercial sea cucumber populations in French Polynesia just after the 2012 moratorium. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 39:8–18. <https://purl.org/spc/digilib/doc/syo7t>

- Bell J.D., Agudo N.N., Purcell S.W., Blazer P., Simutoga M., Pham D. and Della Patrona L. 2007. Grow-out of sandfish *Holothuria scabra* in ponds shows that co-culture with shrimp *Litopenaeus stylirostris* is not viable. *Aquaculture* 273:509–519.
- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2: Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper 272.2. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Conand C. 1993. Reproductive biology of the holothurians from the major communities of the New Caledonian Lagoon. *Marine Biology* 116:439–450.
- Di Simone M., Horellou A. and Conand C. 2020. Three species of teatfish to be protected by CITES. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 40:3–4.
- Friedman K. and Tekanene M. 2005. L'holothurie blanche à mamelles à l'écloserie d'holothuries de Kiribati : poursuite de la production par les agents locaux. *La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 21:32–33. <https://purl.org/spc/digilib/doc/7rmp4>
- Jimmy R.A., Pickering T.D. and Hair C.A. 2012. Overview of sea cucumber aquaculture and stocking research in the Western Pacific region. p. 12–21. In: Hair C.A., Pickering T.D. and Mills D.J. (eds). *Asia-Pacific Tropical Sea Cucumber Aquaculture ACIAR Proceedings No 136*. Canberra, Australia: ACIAR.
- Kinch J., Purcell S., Uthicke S. and Friedman K. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the western central Pacific. p. 5–55. In: Toral-Granda V., Lovatelli A. and Vasconcellos M. (eds). *Sea cucumbers: A global review of fisheries and trade FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No 516*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Purcell S.W. and Simutoga M. 2008. Spatio-temporal and size-dependent variation in the success of releasing cultured sea cucumbers in the wild. *Reviews in Fisheries Science* 16:204–214.
- Purcell S.W., Hair C.A. and Mills D.J. 2012. Sea cucumber culture, farming and sea ranching in the tropics: Progress, problems and opportunities. *Aquaculture* 368–369:68–81.
- Purcell S.W., Williamson D.H. and Ngaluafé P. 2018. Chinese market prices of beche-de-mer: Implications for fisheries and aquaculture. *Marine Policy* 91:58–65.
- Ramofafia C., Battaglione S., Bell J. and Byrne M. 2000. Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Holothuria fuscogilva* in the Solomon Islands. *Marine Biology* 136:1045–1056.
- Shiell G.R. and Uthicke S. 2006. Reproduction of the commercial sea cucumber *Holothuria whitmaei* [Holothuroidea: Aspidochirotrida] in the Indian and Pacific Ocean regions of Australia. *Marine Biology* 148:973–986.
- Stein A. 2019. Mise au point et application de la réglementation sur la pêche des holothuries en Polynésie française. Lettre d'information sur les pêches de la CPS 157:40–59. <http://purl.org/spc/digilib/doc/e2qhq>