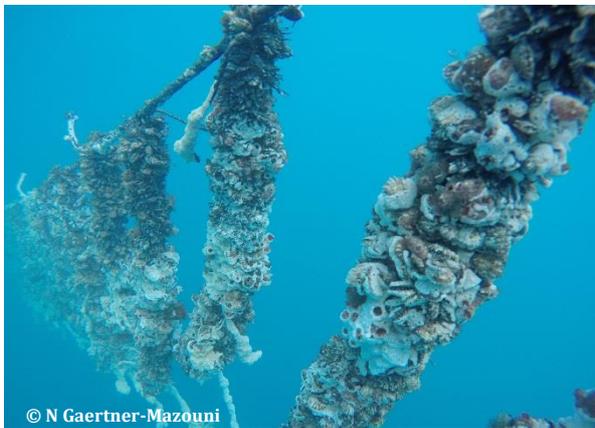




# RESCCUE

## MACRO-DECHETS IMMERGES AU SEIN DU LAGON DES GAMBIER : BILAN DES CONNAISSANCES ET ETUDE SUR L'OPPORTUNITE ET LA FAISABILITE DE LEUR COLLECTE



L'opérateur en charge de la mise en oeuvre du projet RESCCUE en Polynésie française, sous le double contrôle de la CPS et du Gouvernement de la Polynésie française, représenté par sa Direction de l'Environnement, est l'Agence française pour la biodiversité (AFB) (ex- Agence des aires marines protégées), avec l'Université de la Polynésie française, l'IRCP, Créocéan, le GIE Océanide, PTPU, Vertigo Lab, l'association SOP Manu et plusieurs consultants individuels.

**Agence française pour la biodiversité**

Mahé CHARLES

[mahe.charles@aires-marines.fr](mailto:mahe.charles@aires-marines.fr)

**Créocéan**

Julien GUILLET

[guillet@creocean.fr](mailto:guillet@creocean.fr)

**SOP Manu**

Thomas GHESTEMME

[tghestemme@manu.pf](mailto:tghestemme@manu.pf)

**PTPU**

Charles EGRETAUD

[charles.egretau@ptpu.pf](mailto:charles.egretau@ptpu.pf)

**Vertigo Lab**

Thomas BINET

[thomasbinet@vertigolab.eu](mailto:thomasbinet@vertigolab.eu)

**Commune des Gambier**

Teicho PAEAMARA

[teicho.paeamara@gmail.com](mailto:teicho.paeamara@gmail.com)

**Jean-François BUTAUD, consultant**

[jfbutaud@hotmail.com](mailto:jfbutaud@hotmail.com)

**Océanide**

Jean-Brice HERRENSCHMIDT

[ddatpacific@gmail.com](mailto:ddatpacific@gmail.com)

**IRCP-EPHE**

Serge PLANES

[planes@univ-perp.fr](mailto:planes@univ-perp.fr)

**Université de Polynésie française (UPF)**

Nabila GAERTNER-MAZOUNI

[nabila.gaertner-mazouni@upf.pf](mailto:nabila.gaertner-mazouni@upf.pf)

**ADEPRINA**

Harold LEVREL

[harold.levrel@agroparistech.fr](mailto:harold.levrel@agroparistech.fr)

**Hervé LALLEMANT, juriste**

[lallemant.herve@gmail.com](mailto:lallemant.herve@gmail.com)

**Annie AUBANEL, consultante**

[annie.aubanel.3@gmail.com](mailto:annie.aubanel.3@gmail.com)

Rédacteur Principal/Contributeur (s)	Date de publication
Nabila Gaertner-Mazouni (UPF), Thibaut Rodriguez (UPF) et Jean-Claude Gaertner (IRD)	Janvier 2018

*Citation du document: N Gaertner-Mazouni, T Rodriguez & J-C Gaertner (2018). Macro-déchets immergés au sein du lagon des Gambier : bilan des connaissances et étude sur l'opportunité et la faisabilité de leur collecte. Projet RESCCUE, Communauté du Pacifique-CPS (2015-2018), 35 pages + annexes.*

## **Rappel des objectifs et composantes du projet RESCCUE**

Le projet RESCCUE (Restauration des services écosystémiques et adaptation au changement climatique) vise à contribuer à accroître la résilience des pays et territoires insulaires du Pacifique face aux changements globaux, par la mise en œuvre de la gestion intégrée des zones côtières (GIZC). Il prévoit notamment de développer des mécanismes de financement innovants pour assurer la pérennité économique et financière des activités entreprises. Ce projet régional opère sur un à deux sites pilotes dans chacun des pays et territoires suivants : Fidji, Nouvelle-Calédonie, Polynésie française et Vanuatu.

RESCCUE est financé principalement par l'Agence française de développement (AFD) et le Fonds français pour l'environnement mondial (FFEM), pour une durée de cinq ans (01/01/2014 - 31/12/2018). La CPS bénéficie d'un financement total de 8,5 millions d'euros : une subvention de l'AFD octroyée en deux tranches (2013 et 2017 à hauteur de 2 et 4,5 millions d'Euros respectivement), et une subvention du FFEM de 2 millions d'Euros. Le projet RESCCUE fait en complément l'objet de cofinancements. Sa maîtrise d'ouvrage est assurée par la Communauté du Pacifique (CPS), assisté par les gouvernements et administrations des pays et territoires concernés. La Polynésie française assure donc le rôle d'assistant à maîtrise d'ouvrage aux côtés de la Communauté du Pacifique (CPS).

RESCCUE est structuré en cinq composantes :

**Composante 1 - Gestion intégrée des zones côtières :** Il s'agit de soutenir la mise en œuvre de la GIZC « de la crête au tombant » à travers l'élaboration de plans de GIZC, la mise en place de comités ad hoc, le déploiement d'activités concrètes de terrain tant dans les domaines terrestres que marins, le renforcement des capacités et le développement d'activités alternatives génératrices de revenus.

**Composante 2 - Analyses économiques :** Cette composante soutient l'utilisation d'une large variété d'analyses économiques visant d'une part à quantifier les coûts et bénéfices économiques liés aux activités de GIZC, d'autre part à appuyer diverses mesures de gestion, politiques publiques et mises en place de mécanismes économiques et financiers.

**Composante 3 - Mécanismes économiques et financiers :** Il s'agit de soutenir la mise en place de mécanismes économiques et financiers pérennes et additionnels pour la mise en œuvre de la GIZC : identification des options possibles (paiements pour services écosystémiques, redevances, taxes, fonds fiduciaires, marchés de quotas, compensation, certification...) ; études de faisabilité ; mise en place ; suivi.

**Composante 4 - Communication, capitalisation et dissémination des résultats du projet dans le Pacifique :** Cette composante permet de dépasser le cadre des sites pilotes pour avoir des impacts aux niveaux national et régional, en favorisant les échanges d'expérience entre sites du projet, les expertises transversales, la dissémination des résultats, en particulier au cours d'événements à destination des décideurs régionaux, etc.

**Composante 5 - Gestion du projet :** Cette composante fournit les moyens d'assurer la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre du projet, l'organisation des réunions des comités de pilotage, des évaluations et audits, etc.

## **Résumé exécutif**

*La question de la gestion des macro-déchets immergés répond à une attente particulière de la part des acteurs des Gambier ; attente identifiée lors d'échanges en amont de la définition du projet RESCCUE. Il était alors apparu important de fournir aux acteurs concernés par cette problématique (commune, services du Pays, perliculteurs) un certain nombre d'informations à ce sujet et d'établir un premier bilan de connaissances.*

*Ainsi, cette étude présente deux objectifs distincts. Elle établit tout d'abord une première caractérisation des macro-déchets immergés au sein du lagon des îles Gambier. Sur cette base, elle présente ensuite des éléments sur l'opportunité et la faisabilité de la collecte de ces déchets et plus largement sur leur gestion dans le futur. Ces éléments sont le fruit des récents travaux réalisés par l'UMR-241 EIO au sein du lagon des Gambier dans le cadre du projet RESCCUE. Ils s'appuient également sur plusieurs retours d'expériences et sur les rares études menées sur la question au sein d'autres lagons perlicoles. Néanmoins, du fait du caractère exploratoire, souvent empirique, de ces travaux et des spécificités du site d'étude des Gambier, de nombreuses hypothèses ont donc dû être formulées, nous amenant à mettre en exergue, en parallèle des résultats obtenus, un certain nombre de limites ainsi que des recommandations importantes.*

*En ce qui concerne l'étude d'opportunité et de faisabilité d'une potentielle collecte de macro-déchets immergés au sein du lagon, il reste encore difficile aujourd'hui d'être conclusif. Toutefois, les éléments mobilisés au sein de ce rapport permettent de proposer une première trame de cahier des charges qui pourrait supporter un projet de collecte si cette solution était retenue. A ce stade du projet, plusieurs solutions sont en discussion avec les acteurs de la filière et en particulier la DRMM. Ces échanges portent non seulement sur les moyens à mettre en œuvre pour améliorer notre connaissance des zones d'accumulation des déchets, mais aussi sur la mise en place d'un plan d'actions visant à limiter les apports futurs, point particulièrement important dans le contexte actuel de développement de la production perlicole aux Gambier (la surface autorisée pour des concessions ayant connu une hausse d'environ 40 % depuis 2016).*

# Sommaire

1. CONTEXTE DE REALISATION DE L'ETUDE ET OBJECTIFS SUIVIS.....	6
1.1. Evolution de la perliculture aux Gambier .....	6
1.2. Les macro-déchets immergés comme objet d'étude .....	7
1.3. Contexte réglementaire .....	8
1.4. Objectifs spécifiques de l'étude .....	8
2. CARACTERISATION DES STOCKS HISTORIQUES DE MACRO-DECHETS IMMERGES AU SEIN DU LAGON DES GAMBIER.....	9
2.1. Analyse du contexte et des options envisageables.....	9
2.2. Approche choisie pour la caractérisation des macro-déchets immergés .....	10
2.3. Résultats obtenus.....	13
2.3.1 Détermination des secteurs d'intérêt .....	13
2.3.2. Estimation des stocks historiques de macro-déchets immergés sur zones témoins	17
2.4. Préconisations et besoins complémentaires .....	21
3. ETUDE D'OPPORTUNITE ET DE FAISABILITE D'UNE POTENTIELLE COLLECTE DES MACRO-DECHETS IMMERGES.....	23
3.1. Eléments préalables à considérer .....	23
3.1.1. Rappels des objectifs de l'étude.....	23
3.2. Analyse du contexte local autour d'une potentielle collecte.....	24
3.3. Etude de différents scénarios.....	25
3.3.1 Description des scénarios optionnels considérés.....	25
3.3.2 Comparaison des scénarios et points de vigilance identifiés.....	26
3.4. Recommandations autour d'une potentielle collecte .....	31
3.5. Recommandations pour éviter de nouveaux apports de macro-déchets .....	33
4. CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES .....	35
5. RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	36
6. ANNEXE.....	37

# 1. CONTEXTE DE REALISATION DE L'ETUDE ET OBJECTIFS SUIVIS

Ce rapport est focalisé sur la problématique des macro-déchets immergés, liés à l'activité perlicole et se trouvant au sein du lagon des îles Gambier considérées dans le périmètre du projet. Il fait suite à deux précédents livrables du projet RESCCUE sur les interactions entre perliculture et environnement (UPF, 2016 ; Gaertner-Mazouni & Rodriguez, 2017).

## **1.1. EVOLUTION DE LA PERLICULTURE AUX GAMBIER**

Le lagon des îles Gambier accueille une importante production d'huîtres perlières. Initiée localement dès les années 1970, cette activité a connu un développement progressif avec la création de coopératives de producteurs dans les années 1980, puis de fermes familiales dans les années 1990. Cette phase a laissé, ensuite place à une dynamique soutenue d'installation de perliculteurs à titre individuel. Ce développement de l'activité s'est accompagné d'évolutions techniques et d'une augmentation des surfaces allouées à la production (concessions de collectage et d'élevage de nacres, infrastructures de production telles que les « fare-greffe », etc.). Cette dynamique a été soutenue jusqu'aux années 2000, période à partir de laquelle l'ensemble de la filière perlicole de la Polynésie française a été confrontée à une crise structurelle (Figure 1). Après une période de stagnation tant au niveau de l'évolution du nombre de titulaires de cartes de producteurs, que de la surface de production autorisée, l'activité de perliculture aux Gambier connaît désormais un nouvel élan. Cette nouvelle dynamique s'accompagne d'évolutions majeures, tant au niveau du matériel utilisé que des pratiques de production. Récemment, l'Arrêté n°24 du Conseil des Ministres du 14 janvier 2016 a augmenté le plafond maximum de concessions à 2 000 hectares pour l'élevage et à 1 700 stations pour le collectage de nacres. En mai 2017, l'ensemble des concessions autorisées avaient été attribuées (DRMM, com. pers.). La tendance est donc à la hausse aussi bien en ce qui concerne la surface totale de concessions maritimes utilisées que le nombre de perliculteurs, même si certains perliculteurs semblent ne pas exploiter à ce jour l'intégralité de la surface des concessions qui leur a été attribuée. En 2017, la surface de lagon concernée par l'activité de perliculture peut être estimée entre 2 700 et 5 400 ha, en prenant en compte :

- les concessions d'élevage : 2 000 ha (en prenant ici comme référence la surface maximale autorisée, mais sans tenir compte des fluctuations liées à l'utilisation réelle du lagon ni de l'évolution des nouvelles demandes ou modifications de concessions) (Figure 2),
- l'espace occupé par les 1 700 stations de collectage autorisées : de 680 à 3 400 ha (selon leur espacement, considéré ici entre 20 et 100 m), sur une zone dédiée au collectage de 3 500 ha,
- les « fare-greffe » : 0,35 ha autorisés en 2017.

Il est à noter que les voies de circulation et les espacements minimums entre les concessions n'ont pas été considérés ici.

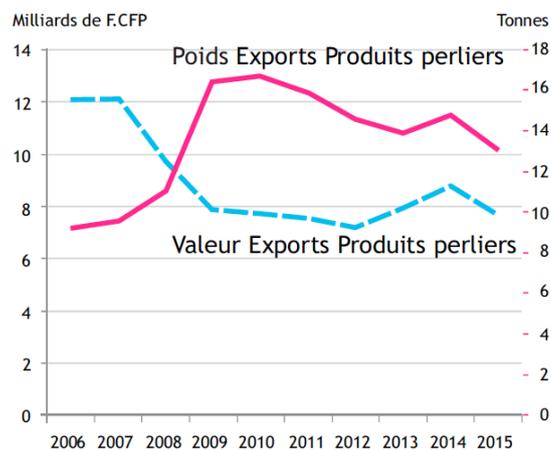


Figure 1 : Evolution inter-annuelle de la valeur (exprimée en milliards de Francs Pacifique) et du poids (en tonnes) des exportations de produits perliers entre 2006 et 2015 (source : Service des Douanes, ISPF).

Concessions maritimes d'élevage d'huîtres perlières autorisées, en cours de demande ou contrôlées sur le terrain au sein du lagon des Gambier en 2017



Source : Extrait de la base de données géographiques PERLISIG de la DRMM. Réalisation UPF, juillet 2017.

Figure 2 : Présentation des concessions maritimes d'élevage autorisées, en cours de demande ou de modification, ainsi que les surfaces utilisées constatées sur le terrain lors de contrôles au premier semestre 2017 (Source : données géographiques PERLISIG de la DRMM ; Réalisation : UPF, 2017)

## **1.2. LES MACRO-DECHETS IMMERGES COMME OBJET D'ETUDE**

Au-delà de l'espace dédié à l'activité et de la ressource en nacres, la perliculture nécessite l'utilisation de matériel de production spécifique, en immersion au sein de la colonne d'eau. Ainsi, plus l'intensité de production au sein du lagon est importante, plus les quantités de matériels nécessaires augmentent. Une partie de ce matériel peut, et a pu par le passé, se trouver délaissée dans le lagon par perte accidentelle, par incapacité technique de récupération (en fonction du poids du matériel, de

la profondeur d'immersion, etc.) ou encore parfois de manière volontaire du fait d'un manque de sensibilisation à l'environnement de certains professionnels (pratiques connues sous le terme de « lagonage » ou « d'océanisation »). Ce matériel délaissé constitue alors un déchet. Son accumulation sur les fonds marins ou dans la colonne d'eau peut ainsi générer un stock conséquent de macro-déchets immergés, objet de la présente étude. En nous appuyant sur les définitions existantes, nous appellerons ici « macro-déchet » tout déchet solide issu d'une activité humaine, visible à l'œil nu, perdu ou abandonné, observable sur le littoral, flottant en surface ou gisant dans la colonne d'eau ou en fond de lagon. Questionnés dans le cadre des enquêtes menées au cours de ce travail, les acteurs locaux se sont montrés particulièrement concernés par cette problématique et intéressés pour obtenir des données plus précises au niveau des quantités, de la nature et de la localisation de ces macro-déchets. Nos enquêtes menées fin 2015, mi-2016 et début 2017 auprès des perliculteurs pour mieux connaître leurs pratiques, leurs attentes et leurs connaissances du contexte local et des évolutions récentes, ont permis d'alimenter notre réflexion et d'apporter des bases solides au présent rapport.

### **1.3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE**

Avant de détailler notre démarche, il nous paraît important de rappeler ici quelques points concernant la gestion des concessions maritimes et des déchets de production. D'une part, la réglementation actuelle prévoit qu'à la « *cessation de l'autorisation d'occupation du domaine public maritime (DPM), pour quelque cause que ce soit, les installations réalisées sur les emplacements concédés doivent être enlevées et les lieux remis en leur état initial par le bénéficiaire* » (Délibération n° 2004-34 APF du 12 février 2004 portant composition et administration du domaine public en Polynésie française). D'autre part, si l'on se réfère au code de l'environnement (articles A 212-2 et A212-3), « *tout producteur ou détenteur de déchets à risque est tenu d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination (...), dans des conditions propres à éviter tout effet nocif sur l'environnement et la santé* ». La gestion des déchets professionnels de la perliculture engagerait donc, de fait, directement la responsabilité des producteurs. Cependant, les résultats de nos enquêtes sur le terrain montrent que ces dispositions n'ont pas été, jusqu'à aujourd'hui, réellement mises en application. De plus, en ce qui concerne les macro-déchets immergés, il reste parfois difficile de préciser l'origine des déchets observables au droit des concessions. Les récentes discussions autour de la nouvelle Loi de Pays sur la perliculture ont permis de faire émerger de nouvelles propositions concernant la gestion des macro-déchets. A titre d'exemple, les perliculteurs membres du GIE « Poe o Rikitea » avaient alors soumis l'idée d'une création d'un système de « caution/taxe » de dépollution, qui aurait pu se traduire par le paiement par les perliculteurs de sommes forfaitaires par hectare et par ligne de collectage. Bien que cette mesure n'ait pas été retenue, cet exemple montre combien les acteurs locaux sont conscients des enjeux associés aux macro-déchets et prêts à co-construire et s'impliquer dans un dispositif adapté. Les études réalisées au Gambier représentent une source d'information importante pour la construction du schéma directeur pour la gestion des déchets, qui sera mis en place par la DRMM dès 2018.

### **1.4. OBJECTIFS SPECIFIQUES DE L'ETUDE**

La présente étude vise à établir une première caractérisation des stocks historiques de macro-déchets immergés au sein du lagon des îles Gambier. Elle porte aussi sur l'opportunité et la faisabilité (d'un point de vue technique et de l'acceptation sociale) d'une collecte de ces déchets tout en considérant les limites et les possibles conséquences d'une telle action (par exemple en lien avec la question centrale de la destination finale des déchets collectés). Ce premier travail pourra être complété par une analyse économique détaillée. Ce volet n'est donc pas abordé dans ce rapport. Notons enfin que la définition précise d'un plan de collecte, n'a pu être réalisée dans le présent

travail, faute d'informations fiables sur la localisation des déchets historiques, malgré des investigations poussées auprès des services en charge de la gestion de l'activité et des perliculteurs. Les discussions menées avec les acteurs de la filière et en particulier de la DRMM, ont néanmoins permis de définir des zones d'intérêt particulier sur lesquelles un protocole complémentaire d'investigation a été proposé. S'il est retenu, les actions devront faire l'objet d'un travail spécifique et d'une recherche de financements complémentaires.

## 2. CARACTERISATION DES STOCKS HISTORIQUES DE MACRO-DECHETS IMMERGÉS AU SEIN DU LAGON DES GAMBIE

### 2.1. ANALYSE DU CONTEXTE ET DES OPTIONS ENVISAGEABLES

Que ce soit en Polynésie française, et même à l'échelle du Pacifique, il existe très peu de retour d'expériences, concernant l'estimation et la localisation de macro-déchets immergés au sein d'un lagon issus d'une activité de perliculture. Les rares approches développées jusqu'à ce jour restent exploratoires et partielles. Elles sont, de plus, toujours spécifiques au contexte particulier des différents sites d'étude, ce qui rend leurs conclusions peu transposables à d'autres sites. Dans ce contexte, il a fallu composer pour cette étude avec les informations existantes et leurs limites (Tableau 1), et proposer une approche adaptée au contexte local afin d'établir une première caractérisation des macro-déchets dans la zone étudiée.

Tableau 1 : *Atouts et faiblesses à considérer pour la caractérisation des stocks de macro-déchets immergés aux Gambier.*

Informations existantes :	Limites identifiées :
Des exemples d'étude sur les macro-déchets immergés (Ahe, Takarua ou Cook Islands par exemple)	Les approches développées sur d'autres contextes restent limitées et peu transposables au contexte des Gambier, du fait notamment de méthodologies hétérogènes, souvent empiriques
Absence de données scientifiques collectées par le passé sur les déchets de la perliculture présents dans le lagon des Gambier, mais existence de campagnes océanographiques internationales récentes dans la zone	Des difficultés à récupérer les informations existantes (exemple des missions scientifiques Tara Ocean 2011 et Tara Pacific 2016). A ce jour, aucune donnée n'a pu être obtenue malgré des demandes répétées
Des observations ponctuelles réalisées par des plongeurs professionnels indépendants ou des perliculteurs, au niveau des concessions d'élevage et de la zone de collectage	Pas de donnée précise disponible, des informations « à dire d'acteurs » très qualitatives et peu exploitables ; ces expériences ont souvent été motivées par la récupération de certains matériels
Des perliculteurs et des acteurs locaux conscients de l'importance de la problématique « déchet » et souhaitant laisser le lagon « propre »	Des informations peu précises sur les pertes ou sur les pratiques susceptibles de générer des déchets (biais sur les réponses difficilement quantifiable mais potentiellement important)
Des acteurs locaux (école, collège, etc.) impliqués sur la sensibilisation et la mise en place d'actions ponctuelles de ramassage des déchets sur le littoral	Très peu de données restituées sur les quantités, la nature et la localisation des déchets collectés lors d'opération de ramassage (exemple de l'opération Clean Up Day)

Initialement, plusieurs options avaient été identifiées afin d'atteindre l'objectif de caractérisation des stocks historiques de macro-déchets immergés. Au vu du contexte précédemment décrit, mais aussi des opportunités et menaces autour des possibilités de mise en place d'une caractérisation (Tableau 2), des choix méthodologiques ont dû être faits. A titre d'exemple, compte tenu des contraintes en

termes de temps, de moyens techniques et financiers, le recours à du matériel technologique de précision (par exemple, sonar multifaisceaux ou ROV) n'était pas envisageable.

## **2.2. APPROCHE CHOISIE POUR LA CARACTERISATION DES MACRO-DECHETS IMMERGES**

La première étape de ce travail a consisté à capitaliser des informations « à dire d'acteurs » (perliculteurs, plongeurs professionnels, agents de contrôle, élus locaux, écoles, habitants) afin d'identifier les principaux enjeux et les principales zones concernées par la problématique « déchet perlicole » à l'échelle du lagon des îles Gambier. A cet effet, plusieurs séries d'enquêtes et de rencontres ont été réalisées entre décembre 2015 et mai 2017. Un questionnaire semi-directif et standardisé (portant également sur d'autres considérations que les macro-déchets immergés) a été élaboré et utilisé lors des entretiens menés auprès de 22 perliculteurs des Gambier (sur un total d'environ 80 exploitations, estimé fin 2015). Pour compléter les premières informations obtenues sur la localisation de stocks historiques, un fond cartographique a été utilisé en support aux discussions menées avec une douzaine d'acteurs de terrain (autres perliculteurs, plongeurs professionnels, contrôleurs DRMM). Cette approche a notamment permis d'obtenir des informations sur la structuration des déchets immergés (notamment sur le fait qu'ils se trouvaient souvent entremêlés) et sur les conditions d'exploration et de travail en plongée, spécifiques aux Gambier.

Tableau 2 : *Opportunités et menaces pour la caractérisation des stocks de macro-déchets immergés aux Gambier.*

<b>Opportunités :</b>	<b>Menaces :</b>
Une motivation des acteurs professionnels et institutionnels pour agir sur la problématique et contribuer à l'étude	Des difficultés techniques persistantes pour estimer la quantité de déchets, observer leur structuration et leur répartition
La présence de quelques plongeurs en capacité d'être mobilisés sur une opération de prospection aux Gambier	Des prospections sous-marines nécessitant la présence d'acteurs qualifiés et disponibles lors des suivis, et le respect de règles de sécurité strictes, peu compatibles avec les moyens disponibles sur site.  Un lagon étendu et présentant une importante profondeur au niveau de la zone de collectage (jusqu'à 80 m et avec une visibilité limitée) limitant les prospections en plongée
L'existence de données au niveau de la DRMM issues du suivi de l'attribution des concessions et des contrôles opérés aux Gambier	Bien que ceci soit désormais plus fréquent, peu de sauvegarde des données portant sur l'évolution des concessions au cours du temps. Ainsi, à titre d'exemple, les données antérieures à 2008 restent peu exploitables.  Structuration des données peu compatible avec les besoins de la présente étude
Des possibilités d'estimation statistique et d'extrapolation à partir des données d'exploitation, des caractéristiques du matériel utilisé et des risques de perte considérés	Des données portant sur les surfaces autorisées réglementairement mais qui ne reflètent pas l'utilisation réelle du lagon (cas fréquents de sous-utilisation des concessions).  Aucun suivi dans la zone de collectage, du fait notamment de l'absence de localisation géographique des lignes immergées.

La rencontre avec une autre série d'acteurs locaux (écoles, habitants, etc.) sous la forme de discussions plus ouvertes, a permis de compléter ces informations. Enfin, l'analyse des données spatialisées d'autorisation et de contrôle des concessions, fournies par la DRMM, a permis d'affiner encore la détermination des zones d'intérêt pour l'étude. De plus, les résultats du travail visant à estimer le matériel mobilisé au niveau des filières et les quantités de déchets générés à ce niveau au cours du temps et par unité de production (UPF, 2016) ont également permis d'estimer un taux annuel de perte (accidentelle ou non) au sein du lagon, ainsi qu'une durée de vie moyenne pour chaque type de matériel (le matériel non récupérable devenant ainsi un déchet délaissé au sein du lagon). Enfin, des premières observations en plongée, réalisées au niveau de la zone de collectage et des concessions d'élevage ont permis d'obtenir un premier aperçu de la nature, de la densité et de l'organisation des macro-déchets immergés en fonds de lagon (Tableau 3). L'analyse combinée de ces différentes sources de données a permis de réaliser une première caractérisation des stocks historiques de macro-déchets dont les résultats sont présentés ci-après. Du fait du cadre contraint dans lequel s'inscrivait cette étude, et des limites accompagnant les résultats, des préconisations sont également formulées pour approfondir cette première caractérisation.

Tableau 3 : Illustrations de types de macro-déchets immergés observés au sein du lagon des Gambier (UPF, 2017). Photos ©-UPF N Gaertner-Mazouni

Corps morts servant d'ancrage aux filières



Stations de collectage en fond de lagon



Bouées percées ou flottantes



Cordages pouvant rester connectés à des filières



Paniers, supports de production et grillages de protection



## **2.3. RESULTATS OBTENUS**

### **2.3.1 Détermination des secteurs d'intérêt**

L'activité de perliculture aux Gambier est déployée sur un espace géographique important. Dans ce cadre, il était nécessaire d'identifier si certains secteurs présentaient un intérêt particulier du point de vue de la problématique des macrodéchets immergés.

- **Périmètres et enjeux considérés par les acteurs locaux**

Les informations recueillies dans le cadre de ce travail montrent que les acteurs locaux semblent s'accorder sur le fait que la problématique des macro-déchets immergés au sein du lagon porte principalement sur la zone de collectage, située entre les îles d'Aukena et de Mangareva. D'autres zones ont néanmoins aussi été évoquées, comme par exemple les plages littorales et les motu qui reçoivent de nombreux déchets échoués (Figure 3), ainsi que le pourtour direct des fermes (ou « fare-grefe »), les concessions anciennes (utilisées depuis le lancement de l'activité dans les années 1970-1980) ou encore celles ayant cessé leur activité (risque de délaissement de matériel). Les différentes zones concernées sont présentées ci-après (Figure 4). Le tableau 4, élaboré sur la base de dires d'acteurs et par interprétation au vu des différents usages du lagon, entend présenter de façon non exhaustive les principaux types de macro-déchets présents.



Figure 3 : Illustration de macro-déchets échoués recueillis sur un motu des Gambier (©-UPF, 2016- N Gaertner-Mazouni).

Localisation des principales zones porteuses d'un enjeu « macro-déchets » selon les acteurs locaux

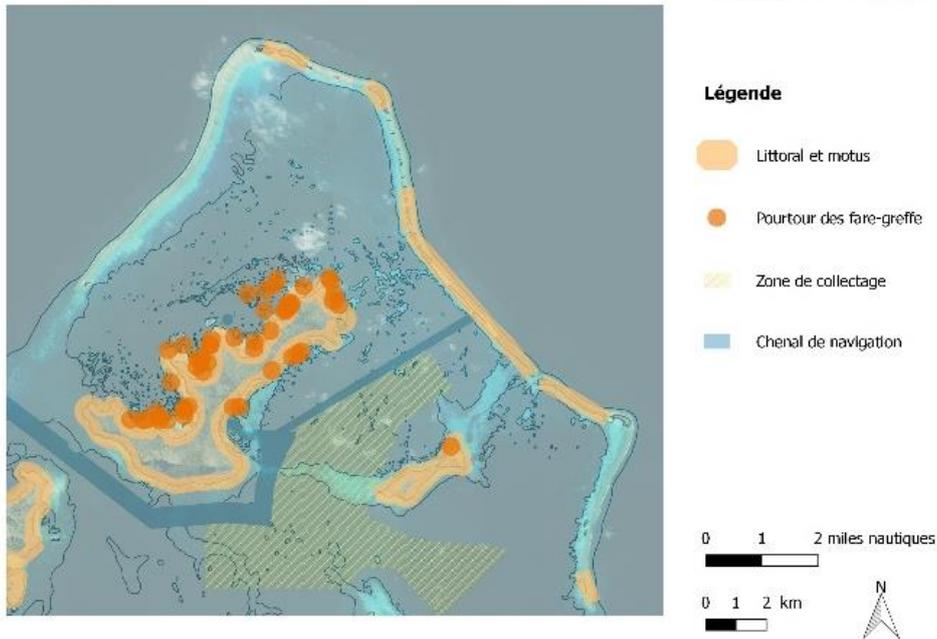


Figure 4 : Localisation (coloration orangée) des principales zones porteuses d'un enjeu « macro-déchets » selon les acteurs locaux.

Tableau 4 : Illustration de la nature des principaux types de déchets susceptibles d'être considérés suivant les zones étudiées.

Zones considérées :	Nature des principaux macro-déchets potentiels :
Zone de collectage	corps morts, cordages, bouées, collecteurs
Pourtour direct des fermes (« fare-greffe »)	nylons, nacres, matière organique, éventuellement déchets ménagers
Plages littorales et motu	bouées, cordages, paniers, grillages, plastiques, autres déchets échoués
Concessions anciennes encore en activité ou ayant cessé leur activité	corps morts, cordages, bouées, paniers, grillages, plastiques, supports en acier galvanisé, fare-greffe à l'abandon sur le plan d'eau (partie immergée)

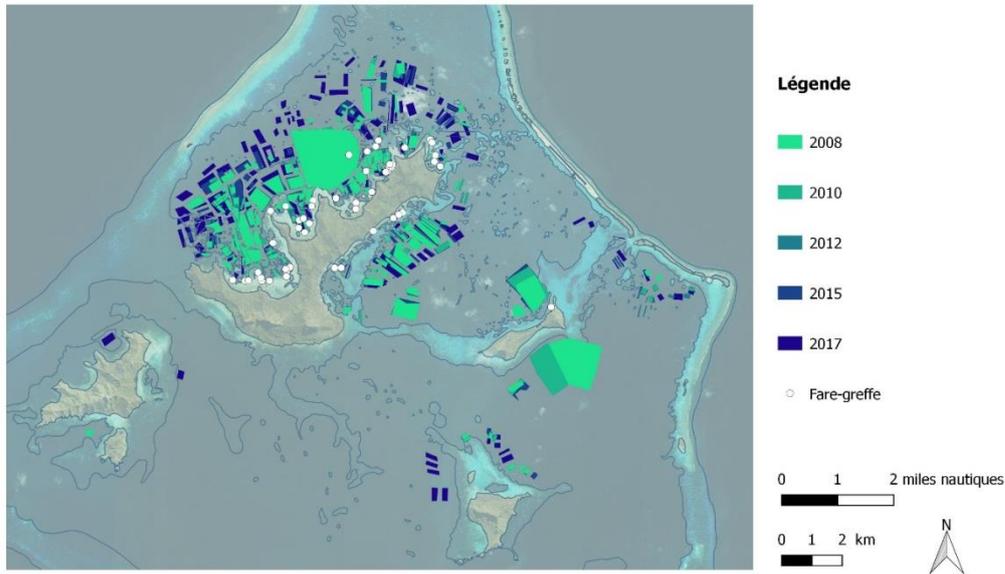
Les enquêtes menées auprès des perliculteurs ont également permis de mettre en lumière leurs attentes vis-à-vis de la problématique des macro-déchets immergés dans le lagon. Celles-ci portent avant tout sur la volonté de maintenir le lagon en « bon état » de façon à ce que cela n'affecte pas le collectage de naissains, la croissance des nacres, la qualité des perles produites ou encore l'image même de l'activité. Au niveau de la zone de collectage, les perliculteurs interrogés ont pu préciser quelles étaient selon eux les zones présentant les plus fortes densités de stations, aujourd'hui comme par le passé. Ces zones sont généralement considérées comme les plus productives et concentrent leur intérêt. Une discussion avec les perliculteurs et les plongeurs professionnels des Gambier a permis d'identifier certains secteurs au sein de la zone de collectage pour lesquels les densités de macrodéchets immergés pouvaient être importantes au regard de l'intensité et de leur historique d'utilisation, ou encore sur la base d'observations sous-marines réalisées par ces acteurs. Les discussions avec les agents de contrôle de la DRMM, se déplaçant environ 2 fois par an aux Gambier

(19 missions entre janvier 2008 et avril 2017 pour le contrôle de l'équipement des producteurs et/ou le recensement des concessions), semblent confirmer ces informations (DRMM, com. pers., 2017). Il apparaît alors notamment que les abords du chenal de navigation entre les îles d'Aukena et de Mangareva sont particulièrement exploités au vu du nombre de stations de collectage qui y sont positionnées.

- **Analyse des données spatiales d'autorisation et de contrôle**

En complément, les extraits de la base de données PERLISIG transmis par la DRMM ont été analysés afin de travailler sur les sites sur lesquels l'activité de perliculture est la plus intense et ancienne. Il s'agit ici de données d'autorisation et aussi des constats d'utilisation de l'espace lagunaire effectuées sur le terrain lors des contrôles effectués par la DRMM. Ce sont avant tout ces données de contrôle qui paraissent utiles car elles sont censées retranscrire l'utilisation réelle du lagon. Cependant, il est apparu difficile d'exploiter cette base de données dans le cadre de notre étude. En effet, d'une part, les données de contrôle antérieures à 2008 n'ont pas pu être considérées (car lacunaires, n'ayant pas été recueillies dans les mêmes conditions ou ayant été retranscrites au sein d'un système d'information géographique différent de celui actuellement utilisé). D'autre part, compte-tenu de la structuration de la base de données et du fait que nous disposions uniquement de données extraites par tranche de 2 à 3 ans (et non pas après chaque contrôle), il nous est apparu difficile d'interpréter ces données pour en tirer des informations claires sur l'évolution de l'intensité d'exploitation du lagon. Néanmoins, ces données ont permis de présenter l'évolution spatiale de l'occupation lagunaire supposée de l'activité, au cours du temps pour les concessions d'élevage. Pour cela, nous avons considéré le cumul des surfaces autorisées et contrôlées afin de donner une indication de ce que la perliculture a été en capacité d'occuper au maximum sur différentes années (2008, 2010, 2012, 2015 et 2017). Ces informations sont présentées ci-après au travers de deux cartes : l'une superposant les informations de 2017 à 2008 (l'année 2008 apparaissant au premier plan) et montrant l'extension progressive de l'activité pour certaines concessions (Figure 5) ; l'autre superposant les informations de 2008 à 2017 (l'année 2017 apparaissant au premier plan) et laissant apparaître les quelques espaces occupés par le passé et désormais délaissés (Figure 6).

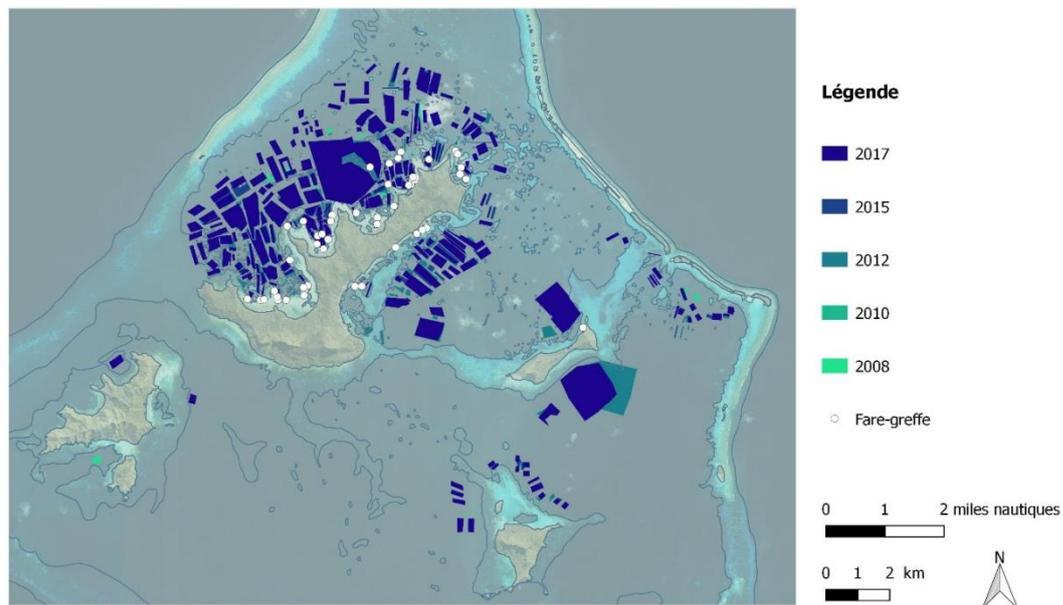
Evolution des concessions maritimes d'élevage d'huîtres perlières, autorisées et contrôlées, au sein du lagon des Gambier entre 2008 et 2017



Source : Extrait de la base de données géographiques PERLISIG de la DRMM. Réalisation UPF, juillet 2017.

Figure 5 Occupation spatiale de l'activité de periculture aux Gambier (concessions autorisées et surfaces effectivement observées lors des contrôles) de 2008 à 2017 (l'année 2008 apparaissant au premier plan) (Source : Extrait de la base de données géographiques PERLISIG de la DRMM ; Réalisation : UPF, 2017).

Evolution des concessions maritimes d'élevage d'huîtres perlières, autorisées et contrôlées, au sein du lagon des Gambier entre 2008 et 2017



Source : Extrait de la base de données géographiques PERLISIG de la DRMM. Réalisation UPF, juillet 2017.

Figure 6 : Présentation comparative de l'occupation spatiale de l'activité de periculture aux Gambier (concessions autorisées et surfaces effectivement observées lors des contrôles) de 2008 à 2017 (l'année 2017 apparaissant au premier plan) (Source : Extrait de la base de données géographiques PERLISIG de la DRMM ; Réalisation : UPF, 2017).

- **Limites considérées**

Il est apparu difficile de déterminer avec précision les zones du lagon susceptible d'accueillir des quantités importantes de macro-déchets immergés. Les seuls « dires d'acteurs » n'ont en effet pas permis de reconstituer un historique précis de l'utilisation du lagon par les perliculteurs au cours du temps. Les données de la DRMM apportent plus de précisions mais restent à considérer avec précaution. Ces limites mettent clairement en évidence l'intérêt de développer un système de suivi géographique standardisé et structuré afin de suivre et contenir l'évolution des déchets dans le futur. Dans le contexte actuel, nous nous sommes appuyés pour la suite de l'étude sur une série de zones témoins, correspondant à des cas de figure (des types de situations) existants au sein du lagon des Gambier.

### **2.3.2. Estimation des stocks historiques de macro-déchets immergés sur zones témoins**

Comme précédemment, les enquêtes auprès des professionnels n'ont pas permis d'apporter des informations quantitatives précises concernant les pertes de matériel au cours du temps (des changements majeurs de pratiques ayant eu lieu), ni même sur les phénomènes météorologiques importants qui auraient pu avoir une incidence sur le risque de pertes de matériel. Dans ce contexte, les estimations réalisées dans cette partie sont construites sur la base de plusieurs hypothèses et méthodes de calcul.

- **Hypothèses retenues pour l'étude**

Il est important de rappeler ici que les résultats présentés ci-dessous nécessitent d'être pris en compte à la lumière des hypothèses qui ont été formulées et des limites que celles-ci engendrent (Tableau 5). Néanmoins, ces résultats permettent de fournir, sur la base de l'état actuel des connaissances, et pour la première fois, une estimation utile pour engager une réflexion collective au sein de la profession sur le sujet de la gestion des déchets perlicoles.

- **Enseignements de l'étude réalisée en 2016**

Afin d'estimer les quantités de macro-déchets immergés susceptibles d'être observées au droit des concessions, nous utilisons les données obtenues lors de l'étude « Point d'étape sur l'étude des interactions de la perliculture avec son environnement » menées en 2016 dans le cadre du projet RESCCUE (UPF, 2016). Cette étude a permis d'estimer l'apport annuel potentiel de macro-déchets dans l'environnement par perte, au niveau d'une station de collectage ou d'une ligne d'élevage. Le taux moyen de perte considéré par an est de 1 %. Cette hypothèse, discutée avec les perliculteurs, a été globalement acceptée mais n'a pas pu être vérifiée. L'ensemble des données mobilisées et des résultats obtenus sont présentés au sein de l'Annexe 1. Nous avons également pu considérer les quantités de matériels usagés qui, lorsqu'ils sont en fin de vie et ne sont pas récupérables, sont délaissés au sein du lagon. Au vu des hypothèses précédemment exposées, seuls les corps morts sont ici considérés. Enfin, pour l'estimation des quantités de macro-déchets accumulées au cours du temps et par unité de surface nous avons considéré une répartition de type 1/3 – 2/3 entre d'une part les lignes d'élevage dédiées au grossissement des nacres et de l'autre celles dédiées à l'élevage de nacres greffées au sein d'une unité de concession (3 lignes d'élevage par ha de concession). La répartition des techniques d'élevage utilisées parmi les perliculteurs enquêtés a aussi été utilisée par la suite pour la finalisation de ces premières estimations.

Tableau 5 : Présentation des hypothèses retenues pour la caractérisation des stocks de macro-déchets immergés sur une zone témoin.

<b>Hypothèses retenues :</b>
En cohérence avec l'objectif de ce travail, nous considérons uniquement les macro-déchets issus de la periculture
Nous considérons qu'un lien direct existe (1) entre le niveau d'activité et la quantité de macro-déchets immergés susceptible d'être trouvée au droit d'une concession (2) entre l'antériorité d'utilisation d'une zone et la quantité de macro-déchets immergés susceptible d'être trouvée au droit d'une concession par accumulation
Nous considérons uniquement les macro-déchets accumulés depuis 10 ans (sachant notamment que les données antérieures à 2008 sont difficilement exploitables)
Nous considérons les techniques et pratiques au cours des 10 dernières années comme étant identiques à celles caractérisées lors de l'enquête menée auprès des periculteurs des Gambier en 2016 (compte tenu du manque de données historiques sur l'évolution des pratiques)
Nous appliquons un taux de perte identique à tout matériel utilisé, quelle que soit sa durée d'utilisation réelle dans le lagon
Faute d'informations sur l'impact d'événements climatiques ou de forçages physiques particuliers (courantologie sur certaines zones) sur les risques de perte, nous sommes contraints de considérer ici qu'ils n'ont pas d'influence sur la production de macro-déchets
Faute d'informations sur le fait qu'une partie du matériel perdu (flottant, échoué ou autre) soit récupérée par les acteurs locaux, nous considérons celle-ci comme négligeable
Nous considérons le matériel en fin de vie et techniquement récupérable et non perdu (paniers, cordages, bouées, etc.) comme rapatrié à terre dans sa totalité pour traitement
Nous considérons uniquement comme non récupérables, lorsqu'ils sont hors d'usage et délaissés au sein du lagon, les corps morts, du fait de leur poids et profondeur d'immersion et bien que cela soit parfois techniquement réalisable
Par manque d'informations, nous ne considérons pas les délaissements volontaires ou ceux occasionnés par le changement du positionnement géographique de concessions ou filières
Nous ne considérons pas d'effets de la crise sur l'abandon de concessions ou fare-greffe (la dynamique de développement pericole spécifique aux Gambier ayant semble-t-il absorbé ce phénomène)
Nous ne considérons pas la capacité de dégradation des déchets dans le milieu dans la mesure où le temps de dégradation des principaux matériaux considérés dépasse largement l'échelle temporelle de l'étude

- **Estimations sur différentes zones témoin**

L'ensemble des résultats précédemment exposés a été mobilisé pour procéder à des estimations de quantité de macro-déchets immergés au sein de la zone de collectage (secteur qui concentre le plus l'attention des acteurs locaux) mais aussi au niveau de concessions d'élevage. Au sein de la zone de collectage, il est à noter que les stations ne sont pas réparties de façon homogène, avec des zones présentant une forte densité alors qu'une grande partie de cet espace dédié reste non exploitée. Il n'est donc pas apparu utile de chercher à estimer les quantités de macro-déchets à l'échelle de toute la zone de collectage, mais de se concentrer sur différents sites d'étude. Quatre zones contrastées de 1 km de côté, soit 100 ha de surface, ont ainsi été considérées. Chacune de ces zones, correspond à une situation particulière, actuellement observable aux Gambier au sein de la zone de collectage (pour les trois premiers cas de figure) ou au sein de zones d'élevage (cas 4) :

- Cas 1 : site dédié au collectage avec une densité élevée en stations (50 stations de collectage de 200 m chacune) et exploité depuis plus de 10 ans,
- Cas 2 : site dédié au collectage plus faiblement exploité (30 stations de collectage de 200 m chacune) et sur une période plus récente (seulement 5 ans),
- Cas 3 : site mixte présentant à la fois des lignes d'élevage (20 ha de concession) et des stations de collectage (20 stations de collectage), exploitées depuis plus de 10 ans,
- Cas 4 : site dédié à l'élevage des nacres (35 ha de concession), exploité depuis plus de 10 ans.

En considérant le nombre de stations ou lignes correspondant à chaque cas de figure et l'historique d'utilisation des zones concernées (nombre d'années), les résultats suivants ont pu être obtenus

(Figures 7, 8A et 8B). Ils expriment, en tonne et par type de matériel, la quantité de macro-déchets immergés potentielle. Il est primordial de considérer à ce niveau les écarts-type associés à chacun de ces résultats et issus de la variabilité des réponses obtenues lors des enquêtes initiales menées auprès des perliculteurs. Ces écarts-type ne sont pas présentés sur les graphiques suivants mais sont détaillés en annexe (Annexe 1).

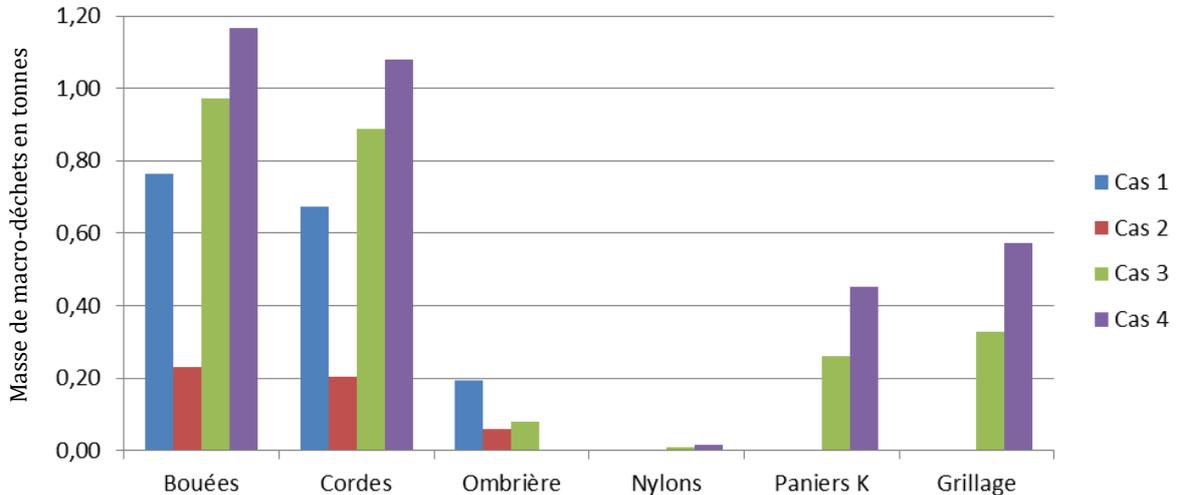


Figure 7 : Masse de macro-déchets (bouées, cordes, toiles d'ombrières, nylons, paniers « kangaroo », grillage, et hormis les corps morts) issus d'une perte accidentelle (estimée en tonnes). Cas 1 : site dédié au collectage avec une densité élevée en stations (50) et exploité depuis plus de 10 ans ; Cas 2 : site dédié au collectage plus faiblement exploité (30) et sur une période plus récente (5 ans) ; Cas 3 : site mixte, présentant à la fois des lignes d'élevage (20 ha) et des stations de collectage (20), exploité depuis plus de 10 ans ; Cas 4 : site dédié à l'élevage des nacres (35 ha), exploité depuis plus de 10 ans.

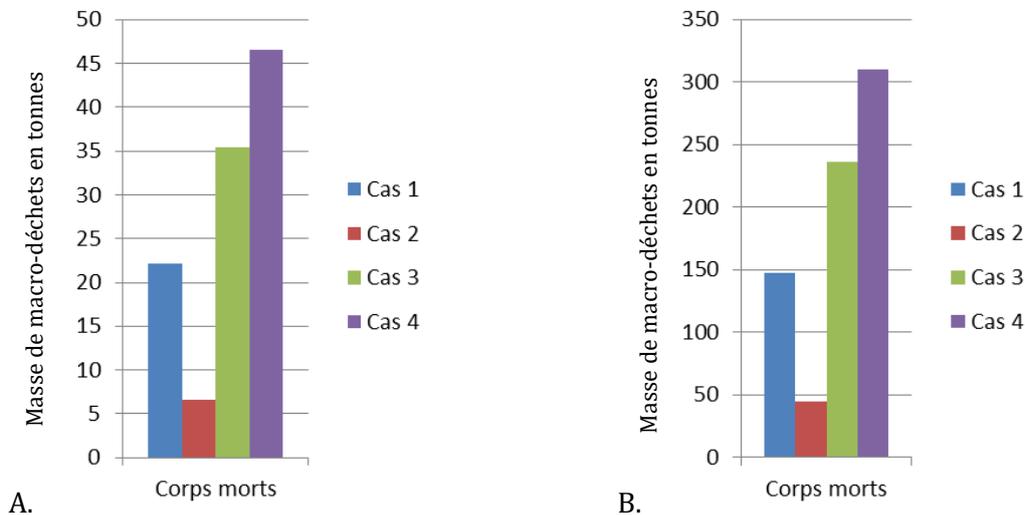


Figure 8 : Masse de corps morts (estimée en tonnes) : A) issus d'une perte accidentelle et B) ayant été délaissés par contrainte technique. La correspondance des différents cas est présentée dans la légende de la Figure 7.

Dans ce travail, compte tenu de la perspective d'une collecte, puis d'un traitement de ces macro-déchets, nos résultats sont exprimés en unité de masse. Néanmoins, une présentation en équivalent « unité de matériels » présente également l'avantage d'aider à percevoir ce que cela peut représenter au sein de la colonne d'eau. Ainsi, dans l'hypothèse où des explorations sous-marines soient réalisées dans un futur proche, une telle présentation permettrait de comparer les résultats obtenus par

extrapolation dans un cas hypothétique avec les observations sur le terrain, et ainsi tester les hypothèses retenues. Par exemple, les résultats sur les corps morts peuvent être exprimés en équivalent « corps morts de 100 litres ». Il apparaît alors qu'entre 2 et 14 blocs peuvent être observés par hectare selon les cas de figure considérés. Une conversion en équivalent « nombre d'unités » peut également être établie pour d'autres types de matériels comme les bouées, les boudins de toile d'ombrière, les paniers de type « Kangaroos », ou encore les grillages de protection ou de production. Le tableau 6 présente quelques exemples de poids pour différents matériels.

Tableau 6 : Exemples de masse (en kg) par unité de matériel pour certains matériels pouvant se retrouver dans le lagon sous la forme de macro-déchets immergés. Ces valeurs sont issues de pesées ou d'informations fournies par des fournisseurs ; elles restent donc indicatives et peuvent varier selon le type et la qualité du matériel.

Type de matériel	Caractéristiques	Masse (en kg)
Ligne mère d'une filière	Diamètre de 18 mm	0,148 par mètre
Corde reliant ligne mère et corps mort	Diamètre de 16 mm	0,115 par mètre
Corde de structure d'une station	Diamètre de 14 mm	0,090 par mètre
Corde reliant ligne mère et bouée	Diamètre de 10 mm	0,045 par mètre
Cordelette au sein d'un collecteur	Diamètre de 4 mm	0,008 par mètre
Chapelets	Corde de support élevage	0,017 par unité
CTN	Corde de support élevage	0,065 par unité
Kangaroo	-	0,365 par unité
Nylon	Longueur de 200 mm	0,002 par unité
Grillage	2 m sur 1 m de largeur	0,600 par unité
Bouées 30 cm	Selon le type de bouées	1,2 à 1,45 par unité
Ombrière de 1 m	-	0,085 par unité (0,008 cordelette et 0,077 toile)
Panier naissain	-	1,16 par unité
Panier lanterne	-	0,138 par unité

#### • Discussion des résultats obtenus

La précision du présent travail de caractérisation de la quantité, de la structure et de la répartition des macro-déchets immergés est limitée par l'absence d'un dispositif de suivi standardisé préexistant qui permette de quantifier les principales composantes de l'activité perlicole en lien avec l'environnement. Aussi, il reste important de bien considérer les écarts-type à la moyenne liés aux résultats présentés (Annexe 1). Il est important de rappeler aussi que ces résultats ne prennent pas en compte les pratiques peu vertueuses, les comportements individuels qui peuvent être à l'origine parfois d'apports conséquents de macro-déchets dans le lagon. De la même manière, les

caractéristiques propres à chaque déchet (comme leur flottabilité qui peut les amener à ne pas être observables au droit d'une concession donnée) n'ont pas pu être prises en compte. La longévité des corps morts a peut-être été sous-estimée car les quantités estimées de corps morts en fin de vie délaissés sont très conséquentes. Des campagnes d'observations de terrain seront donc utiles pour tester et affiner certaines hypothèses et vérifier les résultats. Ces derniers permettent cependant de fournir un premier ordre de grandeur des biomasses de macro-déchets qui offre une première base quantitative en soutien à la réflexion.

## **2.4. PRECONISATIONS ET BESOINS COMPLEMENTAIRES**

Les premiers résultats d'estimation obtenus dans ce rapport mettent clairement en évidence la nécessité d'engager des études complémentaires afin d'améliorer encore nos connaissances sur les macro-déchets (quantité, nature, structuration), de tester les hypothèses considérées, et de confirmer les résultats obtenus. Pour cela, des observations sous-marines par plongée, à l'aide de caméras embarquées ou d'autres moyens technologiques pourraient être organisées. Au vu des coûts conséquents induits par de telles techniques, des contraintes logistiques (disponibilité du matériel en Polynésie française, délais d'acheminement, etc.) et du besoin d'une estimation cartographique fine et relativement étendue, il s'agira d'identifier des financements complémentaires à ceux initialement prévus dans le cadre du projet RESCCUE.

La clef du succès des explorations *in situ* à organiser dans le futur reposera sur la définition d'un plan d'échantillonnage rigoureux, adapté au contexte des Gambier, aux contraintes (techniques et financières) et aux priorités locales. Plusieurs éléments importants issus du présent travail pourront guider la définition de ce plan :

- Compte tenu de la surface dédiée à la perliculture au sein du lagon des Gambier (estimée entre 2 700 et 5 400 ha), il serait intéressant que l'étude porte sur environ 200 ha (en considérant un effort d'échantillonnage de 5 % sur une surface moyenne dédiée de près de 4 000 ha).
- Un échantillonnage de type stratifié pourrait être privilégié. La stratification pourrait intégrer plusieurs facteurs (combinaison de plusieurs stratificateurs), au premier rang desquels le type d'activités (collectage, élevage, zone mixte). A l'intérieur de ces 3 premières strates, d'autres facteurs devraient permettre de réduire la variabilité des résultats et ainsi augmenter la précision finale des estimations. Parmi ces autres facteurs, la durée d'exploitation antérieure, la profondeur de la zone (de près de 20 m à plus de 80 m), ou encore le degré d'exposition à l'environnement (courantologie, relief sous-marin accidenté, etc.) seront à considérer dans ce cadre.
- L'échantillonnage à l'intérieur de chaque strate pourra être réalisé soit de manière aléatoire, soit par un échantillonnage régulier (systématique) en fonction des moyens d'échantillonnage sélectionnés (par exemple, l'échantillonnage par vidéo tractée sera plus adapté à un échantillonnage régulier par transect) et des objectifs et/ou des livrables privilégiés (par exemple un échantillonnage régulier par grille sera à privilégier si l'objectif principal passe par un besoin de cartographie ; besoin pour lequel un échantillonnage aléatoire serait, par contre, à éviter).
- Sur la base de nos résultats, et compte tenu des grands types de situations rencontrés aux Gambier, le plan d'échantillonnage stratifié suivant pourrait servir de base de réflexion en amont de futures explorations *in situ* :

- une strate dédiée uniquement au collectage, caractérisée par une forte densité en stations de collectage, utilisée depuis plus de 10 ans, de profondeur moyenne supérieure à 50 m et correspondant à des sites protégés (vis-à-vis de la houle et des courants) ,
- une strate dédiée uniquement au collectage, caractérisée par une faible densité en stations de collectage, utilisée depuis 5 ans, de profondeur moyenne de l'ordre de 40 m et correspondant à des sites exposés (vis-à-vis de la houle et des courants) ,
- une strate mixte possédant à la fois des lignes d'élevage et des stations de collectage (utilisées depuis plus de 10 ans, profondeur moyenne de 40 m et protégée),
- une strate dédiée à l'élevage des nacres (utilisée depuis plus de 10 ans, profondeur moyenne de 25 m) et exposée (vis-à-vis de la houle et des courants) .

A ce jour, une possibilité de partenariat avec le bureau d'étude Créocéan, basé à Tahiti, a été identifiée pour réaliser une campagne *in situ* d'estimation des déchets en fond de lagon. A notre connaissance, un budget supplémentaire a également pu être identifié dans le cadre du projet RESCCUE. En termes de méthode d'exploration, au vu des éléments présentés plus haut et bien que les contraintes budgétaires et logistiques risquent de restreindre le champ des possibles, l'utilisation de plusieurs techniques pourrait permettre d'obtenir différents types de résultats. Par exemple, une combinaison complémentaire d'explorations par plongée, par utilisation de caméra visionnant à 360° sur point fixe et de caméra tractée pour réaliser des transects pourrait être adaptée. Il est à noter que certaines difficultés sont à prévoir si seule l'exploration visuelle est considérée :

- Difficulté liée à la visibilité au sein de la colonne d'eau (faible luminosité, turbidité parfois importante ce qui réduirait fortement l'efficacité d'appareillage éclairant d'appoint, ...),
- Difficulté d'observation des macro-déchets sur fonds vaseux (car potentiellement enfouis),
- Difficulté de reconnaissance des macro-déchets et de distinction avec des éléments naturels (après colonisation d'épibiontes ou de coraux),
- Difficulté technique d'observation en fonction des profondeurs, du relief, des conditions météorologiques...

En complément, au-delà de l'objectif d'amélioration des connaissances sur les macro-déchets immergés, il nous semble important que soient réalisées différentes études. Il s'agit d'une part d'une caractérisation des paramètres topographiques, hydrologiques, physico-chimiques des sites explorés, voire de l'ensemble de la zone exploitée. Au-delà, une réflexion avec les perliculteurs et les acteurs institutionnels et scientifiques concernés, pourrait être menée afin de servir de base à la définition d'un dispositif standardisé permettant de suivre l'évolution de la situation (type et niveau de production des déchets) et de mettre en place un véritable système de traçabilité du matériel utilisé jusqu'à sa conversion en déchet. Un système adapté de recueil de données offrirait la possibilité de caractériser, à intervalles réguliers, le matériel utilisé dans le lagon, le matériel sorti et le matériel perdu, ainsi que les conséquences de conditions particulières (événements climatiques exceptionnels, modifications de l'activité perlicole) en termes de diffusion des macro-déchets. Ce suivi pourrait alors être coordonné par la DRMM (à l'occasion de ces contrôles), par la Commune, ou porté par les perliculteurs eux-mêmes, et concerner un échantillon représentatif (de près 20 % des perliculteurs des Gambier).

### **3. ETUDE D'OPPORTUNITE ET DE FAISABILITE D'UNE POTENTIELLE COLLECTE DES MACRO-DECHETS IMMERGES**

#### **3.1. ELEMENTS PREALABLES A CONSIDERER**

##### ***3.1.1. Rappels des objectifs de l'étude***

Sur la base des estimations précédemment exposées, cette partie du présent document se penche sur l'opportunité d'une collecte de macro-déchets immergés, avant d'en étudier la faisabilité sur une zone témoin, voire à plus grande échelle. Dans un premier temps, il a donc été question d'évaluer quels étaient les besoins et les attentes auxquels une telle action pourrait répondre. Dans un second temps, l'étude a porté, certes, sur la faisabilité, mais aussi sur les potentielles conséquences, tant positives que négatives, d'une collecte.

##### **Retours d'expériences mobilisables**

La synthèse bibliographique réalisée dans le cadre du présent projet n'a permis de retrouver aucune étude permettant de mettre en lumière les effets de la présence de macro-déchets sur la qualité du lagon, voire sur la production perlicole, ni même d'informations scientifiques sur la détérioration de ces matériaux au sein de la colonne d'eau ou dans les sédiments. A notre connaissance, seule une étude en laboratoire sur la problématique des micro-plastiques et son incidence potentielle sur la physiologie des huîtres perlières (Ifremer-UMR EIO) est prévue en Polynésie française (projet MICROLAG).

Par ailleurs, et de manière plus générale, très peu d'études ont porté sur la question de la collecte des macro-déchets immergés issus d'une activité de perliculture dans le Pacifique Sud. En Polynésie française, des études ont pu être menées pour caractériser la nature ou la présence des macro-déchets immergés en présence sur les lagons de Ahe (étude menée en 2013 sur 47 sites explorés, Andreouet et al 2014)) et Takarua (étude menée en 2015 autour de 18 transects, Anon 2015a). Toutefois, dans ces travaux, la notion de déchets n'est pas toujours identique. Ainsi, dans le cas de l'étude menée à Takarua, « toute matière inerte immergée à plus de 6m » a été considérée comme un déchet, alors que dans l'étude menée à Ahe, ce sont « tous les objets fabriqués par l'homme et délaissés dans le lagon ou sur le rivage » qui ont été pris en compte. De plus, dans cette seconde étude, il est à noter que seule une présentation des types de déchets et une caractérisation de la présence ou l'absence de chacun de ces types au sein de concession a été réalisée. Enfin, les protocoles d'échantillonnage mis en œuvre dans ces travaux sont peu documentés. Dans la suite de ces études, et sous l'impulsion de la DRMM, un projet pilote de collecte des déchets a été effectué à Takarua en 2017. En 1 mois ont été retiré : 17km de cordes, 46 400 unités de collecteur, 375 bouées et 210 kg de déchets divers. Au total 28 tonnes de déchets humides ont été retirés, soit 11 tonnes une fois séchés et nettoyés. Les déchets ont par la suite été rapatriés à Tahiti et enfouis au CET de Paihoro.

De manière similaire, dans les Iles Cook, une étude a été réalisée en 2015 concernant la faisabilité d'un nettoyage des macro-déchets immergés issus de la perliculture au sein de l'atoll de Manihiki (Anon, 2015b). Toutefois, il est à noter que le contexte de ce lagon est très particulier. En effet, la perliculture y a connu une importante crise ces dernières années (d'où la présence de concessions en inactivité ou de fermes perlières abandonnées) et des dysfonctionnements de l'écosystème lagonaire semblent y être observés (suivi de caractérisation de la colonne d'eau mené sur cet atoll). Des estimations des quantités de macro-déchets à collecter ont pu être réalisées sur la base d'observations de terrain (à terre et au niveau du lagon) et de discussions avec les acteurs. A notre connaissance, cette étude de faisabilité sur l'atoll de Manihiki n'a pas été suivie, pour l'heure, d'une

opération de collecte. Enfin, plusieurs observations de présence de macro-déchets immergés ont pu être faites à l'occasion de missions de scientifiques au sein des lagons perlicoles. Il s'agit ici de dires d'experts et de banques photographiques qui n'ont souvent pas fait l'objet de publication de résultats et qui ne permettent qu'une vision qualitative. Enfin, il est à noter que certains plongeurs professionnels ont pu procéder au nettoyage de concessions pour le compte de perliculteurs soucieux d'entretenir leur concession ou de récupérer du matériel perdu accidentellement (supports de production contenant des nacres greffées, stations de collectage, matériel de production récent, bouées voire blocs de béton à déplacer). Ceci semble avoir été le cas dans d'autres lagons (Aratika par exemple, où en 6 mois, près de 1 000 ha semblent avoir fait l'objet d'une collecte de macro-déchets, dont notamment environ 15 500 bouées ; Godet-Michel, com. pers., 2016), mais aussi sur une dizaine d'exploitations aux Gambier. Malheureusement, aucune donnée quantitative n'est disponible à ce jour.

Tableau 6 : *Atouts et faiblesses à considérer autour d'une potentielle collecte de macro-déchets aux Gambier.*

Atouts :	Limites identifiées :
Quelques études de faisabilité	Etudes et méthodologies des rares travaux précédents peu exploitables et transférables (approches méthodologiques hétérogènes et peu précises)
Des opérations ponctuelles de nettoyage à l'échelle de quelques exploitations particulières réalisées aux Gambier	Opérations plutôt destinées à récupérer des supports de production récemment perdus qu'à retirer des déchets du lagon
Des perliculteurs et des acteurs locaux conscients de la problématique « déchets » et motivés pour laisser le lagon « propre »	Difficulté à caractériser les effets actuels des déchets en présence
Des moyens techniques et humains mobilisables aux Gambier	Absence de matériel particulier (treuil par exemple)
	Les qualifications et la disponibilité dans le temps des acteurs en présence incertaines
	Question des règles de sécurité à respecter
Une priorité donnée par les perliculteurs à la zone de collectage (intense utilisation et étape clé de la production)	Difficultés liées à la grande profondeur du lagon sur cette zone (jusqu'à 80 m, luminosité réduite)
	Peu d'information sur les paramètres physiques (courantologie et exposition à la houle par exemple)
	Absence de données sur les événements passés majeurs

### **3.2. ANALYSE DU CONTEXTE LOCAL AUTOUR D'UNE POTENTIELLE COLLECTE**

La question des macro-déchets immergés issus de la perliculture reste problématique dans l'ensemble des lagons perlicoles. De plus, le caractère récent des quelques études menées sur le sujet illustre l'importance actuelle de cet enjeu. L'étude concernant le site pilote des Gambier présente donc un intérêt particulier à l'échelle de la Polynésie française et de la profession perlicole en général. Néanmoins, le cas du lagon des îles Gambier est particulier car aucun dysfonctionnement majeur pour l'activité de perliculture ne semble y avoir été observé. Sur ce point cependant, il semble

difficile de confirmer que le lagon soit en bon état du fait du faible nombre d'études et de suivis scientifiques. La particularité du cas des Gambier tient aussi au fait que la production perlicole se trouve sur une dynamique importante de développement. Contrairement à d'autres lagons où l'activité a connu un très fort déclin voire un arrêt total (du fait de la crise de la filière ou de la détérioration des conditions environnementales locales), sur la période, le lagon des Gambier semble avoir peu été impacté. Les macro-déchets susceptibles d'être observés en fond de lagon seront alors principalement la conséquence de pertes accidentelles, de pratiques peu vertueuses de certains producteurs, ou encore de l'incapacité technique à pouvoir récupérer certains matériels en fonds de lagon (ce qui peut être le cas des corps morts par exemple). Le contexte dans lequel s'inscrit l'étude présente donc certaines spécificités, atouts et contraintes, utiles à prendre en compte (Tableau 6).

Au-delà, la perspective de collecte des macro-déchets issus de la perliculture aux Gambier semble répondre à une attente locale, mais peut être rendue difficile à différents niveaux (Tableau 7).

Tableau 7 : *Opportunités et menaces à considérer autour d'une potentielle collecte de macro-déchets aux Gambier.*

Opportunités :	Menaces :
Motivation des acteurs professionnels et institutionnels d'agir sur le nettoyage du lagon au travers d'un plan d'action pluriannuel	Difficultés d'évaluer les risques environnementaux induits par des actions de collecte (modification de plusieurs composantes de l'écosystème, impact sanitaire, etc.)
	Nécessité de considérer en amont le cadre réglementaire dans lequel pourrait s'inscrire une opération de collecte et les procédures qui y seraient associées
Possibilité de procéder au nettoyage du lagon par mesure de précaution	Difficultés à estimer l'impact écologique d'une telle opération et les conséquences induites, notamment du point de vue du risque sanitaire
	Absence locale de système de stockage et de traitement adaptés à la nature et au volume de ces macro-déchets
Opportunités d'emploi lors des opérations	Coûts élevés des opérations et aucun financement identifié, nécessité d'un niveau élevé de qualification des personnels réalisant ces interventions
Possible effet induit sur le renforcement de compétences à l'échelle locale	Possibilités d'implications financières et d'appui logistique des acteurs locaux non définies
	Caractère ponctuel de l'action

### **3.3. ETUDE DE DIFFERENTS SCENARIOS**

#### ***3.3.1 Description des scénarios optionnels considérés***

A ce stade de l'étude, nous avons choisi de considérer trois scénarios optionnels différents :

- Scénario 1 – de « non-action » (ou de « statu quo »)

Dans ce scénario aucune action ne serait envisagée. Il s'agit ici d'évaluer quelles seraient les conséquences d'une part, d'un maintien du stock historique de macro-déchets au sein du lagon (pas d'opération de collecte des déchets présents), et d'autre part, d'une augmentation

progressive de ce stock par apports réguliers de nouveaux macro-déchets (par perte accidentelle ou délaissement volontaire).

- Scenario 2 – réduction des apports futurs de nouveaux macro-déchets au sein du lagon

Il s'agit d'un scénario qui considère les risques liés aux nouveaux apports prévisibles dans les années à venir, qui envisage prioritairement une réduction de ces apports mais dans lequel aucune collecte des stocks historiques n'est envisagée.

- Scenario 3 – test de la collecte des macro-déchets sur une zone témoin

Ce scénario envisage le nettoyage d'une zone priorisée au sein du lagon. Une telle perspective reste contrainte par les moyens techniques et financiers mobilisables à cette fin, et nécessite que soit prise en compte la sensibilité environnementale du lagon. Cette approche exploratoire, nécessiterait en amont une clarification des objectifs à atteindre (au-delà du seul principe de vouloir retirer les macro-déchets du lagon) et permettre *in fine* de conclure sur l'atteinte de ces objectifs visés.

### **3.3.2 Comparaison des scénarios et points de vigilance identifiés**

Une analyse qualitative est proposée sur les trois scénarios considérés. Cette analyse entend éclairer les questions de l'opportunité et de la faisabilité de chacun d'entre eux (Tableau 8).

Au vu de la volonté locale d'agir sur la question et des incertitudes liées aux apports conséquents de macro-déchets à venir, le scénario 1 ne semble pas satisfaisant. Le scénario 3, quant à lui, présente l'intérêt de permettre de tester techniquement la mise en œuvre d'une opération « pilote » de collecte et d'étudier sur le moment les effets environnementaux induits. Il présente par contre des inconvénients majeurs : 1) il reste difficile de savoir en quoi ce type d'action permettrait de répondre de façon durable à la problématique des macro-déchets immergés ; 2) ce type d'action reste particulièrement onéreuse (A Takaroa le projet pilote a permis de déterminer un coût de 1Mxpf par tonnes de déchets sec et nettoyés, principalement des cordages, bouées et des collecteurs. Ce coût inclus la collecte, le nettoyage, le rapatriement à Tahiti et l'enfouissement au CET de Paihoro. Notons qu'à Manihi, un précédent projet de collecte a été réalisé mais sur un autre type de déchet. Il s'agissait de structures en acier galvanisé utilisées dans les années 80. Le coût a été plus important) et lourde à mettre en œuvre (notamment du point de vue de la logistique, des matériels et des moyens humains) ; 3) Une telle remobilisation des macro-déchets présents depuis plusieurs années en fond de lagon, est fortement susceptible d'induire un risque au niveau environnemental et de la production lagonaire.

Dans ce contexte, il nous semble donc plus adapté de privilégier le scénario 2 visant à minimiser les risques liés aux macro-déchets immergés en mettant l'accent sur la réduction de nouveaux apports dans le futur. Toutefois, indépendamment du scénario retenu, la mise en place d'un dispositif de suivi des macro-déchets, basé sur une approche méthodologique standardisée, adaptée au contexte, aux contraintes et aux priorités de la zone d'étude devrait constituer un objectif prioritaire. Bien que spécifiquement adapté au cas des Gambier, ce dispositif pourrait être construit de manière à être facilement transposable, à moyen terme, à d'autres lagons perlicoles de Polynésie française et au-delà.

- **Besoin premier d'études environnementales complémentaires**

Quel que soit le scénario retenu, il apparaît tout d'abord important que certaines études environnementales puissent être réalisées à l'échelle locale. D'une part, elles pourraient porter sur la caractérisation de la structure du système benthique, sur la courantologie du lagon et sur la qualité des eaux et des habitats. D'autre part, elles permettraient de mieux comprendre les effets potentiels des macro-déchets sur le milieu, sur les espèces (notamment les huîtres perlières) ou encore sur le fonctionnement global de l'écosystème. Il serait, par exemple, utile d'étudier la capacité de dégradation des macro-déchets ou encore leur « intégration » dans le milieu (enfouissement dans les sédiments, recouvrement par des épibiontes et coraux par exemple).

Tableau 8 : Analyse des scénarios considérés au regard de différents critères.

	<b>Scénario 1 : « statu quo »</b>	<b>Scénario 2 : « réduction des apports nouveaux »</b>	<b>Scénario 3 : « collecte en zone témoin »</b>
<b>Critères techniques</b>	Ce scénario n'induit pas d'action particulière	Nécessité d'une approche exploratoire pour envisager des solutions adaptées (nouveaux matériaux, modalités de gestion, réutilisation du matériel, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficulté à estimer les stocks de déchets au sein du lagon pour prioriser la ou les zones à nettoyer</li> <li>- Difficulté à procéder à la collecte au vu du contexte géographique, bathymétrique, et historique</li> <li>- Actuellement, aucune capacité de traitement des déchets aux Gambier</li> <li>- Capacité d'enfouissement limitée</li> <li>- Coûts de transfert vers Tahiti élevés</li> <li>- Capacité à mobiliser des moyens techniques à l'échelle locale inconnue</li> </ul>
<b>Mobilisation des acteurs</b>	Pas de besoins en moyens humains (aucune action à mener)	Nécessité élevée de mobiliser tous les perliculteurs, les acteurs de la filière ainsi que les acteurs scientifiques et institutionnels	Nécessité de mobiliser les acteurs locaux ainsi que des prestataires extérieurs pour les opérations de collecte (main d'œuvre qualifiée, moyens à la mer et compétences requises)
<b>Acceptabilité sociale</b>	Nécessité qu'une information et des échanges aient lieu pour promouvoir le bien fondé de ne pas agir	Nécessité d'organiser des sessions de formations et une communication sur le changement des pratiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte volonté d'agir affichée par les élus</li> <li>- Difficulté liée au fait que les effets induits des macro-déchets ne soient pas connus</li> </ul>
<b>Critères juridiques</b>	sans objet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faisabilité juridique à envisager par action</li> <li>- Nécessité élevée d'un appui des autorités compétentes</li> </ul>	Faisabilité juridique et procédures à suivre à étudier avec les services compétents
<b>Critères économiques</b>	sans objet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessité de clarifier le budget nécessaire pour de telles actions et les financements mobilisables</li> <li>- Nécessité de réaliser une analyse coûts – bénéfices</li> </ul>	- Nécessité de réaliser une analyse coûts – bénéfices et de considérer, au-delà des objectifs visés, les impacts économiques positifs comme négatifs
<b>Critères organisationnels</b>	sans objet	- Nécessité que des actions soient portées collectivement à	- Portage de cette action pouvant impliquer les acteurs locaux et

<b>nnels</b>		<p>l'échelle locale</p> <p>- Appui des services et d'organismes scientifiques pour mener des études exploratoires complémentaires</p>	<p>institutionnels</p> <p>- Nécessité de définir un comité de pilotage et de mandater une équipe pour la mise en œuvre et le suivi</p>
<b>Critères environnementaux</b>	<p>- Nécessité de caractériser les risques liés aux macro-déchets en présence, et à leur accroissement dans le milieu</p> <p>- Risques qui pourraient être considérés comme modérés (sur la base des conséquences et observations actuelles), mais le manque d'études scientifiques sur le sujet ne permet pas de conclure. De plus, compte tenu de l'intensification de l'activité, le risque de dommage augmente et le futur reste inconnu</p>	<p>Intérêt élevé de limiter les apports futurs qui pourraient être bien plus conséquents que ceux ayant eu lieu jusqu'à aujourd'hui (fortes incertitudes quant aux apports futurs et problématiques à venir)</p>	<p>- Difficultés à caractériser les risques liés au nettoyage du lagon.</p> <p>- Dans certaines zones, les risques liés aux conséquences de la remise en suspension des sédiments consécutifs au nettoyage (effets sur l'occurrence de la ciguatera, la remise en suspension de contaminants piégés dans les sédiments, sur la productivité, ou encore sur la biodiversité sont potentiellement non négligeables mais nécessitent des études spécifiques pour être quantifiés)</p> <p>- Absence de solution adaptée pour traiter ces déchets une fois extraits du lagon</p>

- **Attentes pour préciser les stocks de macro-déchets immergés en présence**

Parallèlement, et comme indiqué dans le chapitre 2 du présent rapport, une étude complémentaire est attendue pour préciser la localisation des stocks de macro-déchets immergés pouvant potentiellement faire l'objet d'une collecte. Celle-ci pourrait permettre de préciser la quantité, mais aussi la nature et la structure de ces macro-déchets au sein du lagon, et d'en générer une cartographie relativement fine.

- **Evaluation d'incidences environnementales**

Selon les scénarios, une évaluation d'incidence consisterait à décrire les conséquences liées au fait de laisser les macro-déchets en place et d'en laisser de nouveaux s'installer, ou les effets d'une potentielle collecte et d'un rapatriement à terre des macro-déchets. Pour les scénarios 1 et 2 par exemple, des effets positifs peuvent être à priori envisagés (intégration des macro-déchets dans le milieu, rôle potentiel de substrat pour les espèces benthiques ou pélagiques, réduction des pressions par limitation en amont de futur apport en macro-déchets, etc.), tout comme des effets négatifs (chargement du milieu par augmentation de la biomasse et des biodépôts, diffusion de composés chimiques, fragmentation en micro-plastiques, effets sur les espèces, risques sur la navigation, etc.). Ces réflexions devront également s'inscrire dans une vision prospective sur le risque d'augmentation des apports de déchets par augmentation de la production, ou en cas de crise de la filière (abandon des infrastructures et du matériel, à l'image de ce qui a été observé dans de nombreux lagons soumis à une baisse de l'activité perlicole). En ce qui concerne une opération de collecte (scénario 3), il s'agirait d'étudier les impacts potentiels suivants :

- Remise en suspension de sédiments, nutriments, biofouling, composés chimiques ou encore micro-plastiques,
- Impact sur la qualité de l'eau,
- Impacts écologiques (productivité, biodiversité,...)
- Impacts sur la nacre et sur la production perlicole,
- Effets visuels, sonores et olfactifs,
- Effets sur les aménités,
- Effets socio-économique sur le territoire...

- **Nécessité d'analyses économiques coûts – bénéfiques**

Il nous semble important de préciser à ce stade, la nécessité, pour chacun des scénarios, de réaliser des analyses coûts-bénéfiques au vu du contexte et des actions envisagées. Pour chacun des scénarios, cela permettrait de détailler, au regard des coûts liés à la mise en œuvre des actions, les effets monétaires positifs (plus-value sur la production, effets sur image et valeur des produits, gains liés au recyclage, à la réutilisation ou à la vente du matériel récupéré, activités et emplois générés, valorisation dans une démarche qualité...) et négatifs (coûts liés aux actions, éventuels effets environnementaux, sanitaires, conflits d'usage...) qui pourraient être liés. En parallèle, il sera utile d'étudier un ensemble de mécanismes de financement en lien avec chacune des actions. A ce niveau et dans le cadre du projet, les membres du projet RESCCUE travaillant sur cette question et les pilotes du projet semblent s'orienter vers une étude plus approfondie des sujets suivants : financement d'une démarche qualité pour la perliculture ; système de consigne au niveau du matériel perlicole ; financement / redevance concernant la gestion des déchets professionnels ; système de caution pour la réhabilitation du domaine public maritime occupé temporairement par une activité perlicole.

### **3.4. RECOMMANDATIONS AUTOUR D'UNE POTENTIELLE COLLECTE**

Bien que cela ne soit pas l'option que nous retenons de notre étude, un cahier des charges autour de la mise en place d'un plan d'actions de collecte peut être proposé à titre indicatif. Celui-ci pourrait contenir à minima les éléments suivants et il apparaît nécessaire de considérer en parallèle un certain nombre de points de vigilance liés au contexte local (Tableau 9) :

- Définition d'une méthodologie d'action adaptée avec les services et organismes scientifiques compétents (possibilités techniques, cadre réglementaire, doctrine environnementale, etc.),
- Réalisation d'une évaluation d'incidences environnementales en bonne et due forme, pouvant conduire à la réalisation d'un test de nettoyage des macro-déchets à petite échelle,
- Définition d'un système de gestion / de prévention des risques (sécurité, santé, environnement), ainsi que d'un plan de sécurité (actions en plongée, sur barge ou à terre),
- Définition, en amont, des modalités de traitement des macro-déchets collectés ; prévision au niveau logistique de l'organisation nécessaire pour procéder à la récupération, au stockage et au traitement des déchets une fois ramenés à terre (aux Gambier et à Tahiti),
- Réalisation d'une analyse coûts – bénéfiques autour d'un scénario de collecte,
- En fonction des résultats de ces différentes évaluations, réalisation d'une synthèse des coûts probables, dimensionnement et formalisation d'un plan de financement des opérations de nettoyage,
- Réalisation d'une consultation voire d'une concertation avec les acteurs locaux pour prévoir et ajuster la mise en œuvre à l'échelle locale,
- Définition d'une coordination de l'action par un pilote ou groupe de pilotage (services du Pays, Commune, opérateur technique) et des modalités d'information (si possible d'implication) des partenaires et de la population au fur et à mesure de l'évolution des travaux,
- Si l'action reste envisagée, programmation de la mise en œuvre du plan d'actions (calendrier, durée) et, si nécessaire, intégration de ce plan d'actions dans une planification pluriannuelle,
- Constitution d'une équipe dédiée à la collecte (équipe mixte de plongeurs professionnels locaux et de Tahiti, équipe embarquée, équipe à terre, articulation avec équipe technique de la commune pour la gestion ultérieure des macro-déchets),
- Mobilisation des ressources locales (humaines et matérielles), notamment celles de la commune, partenaire actif du projet, des perliculteurs et autres professionnels qualifiés,
- Prise en compte des quantités de macro-déchets à collecter dans un plan de gestion spécifique de ces déchets ou articulation avec celui des déchets ménagers de la commune,
- Sur la base d'un repérage, géo-référencement de zones potentielles et caractérisation d'une zone test à nettoyer (type et quantité de macro-déchets à retirer sur la zone considérée),
- Formulation d'une demande d'autorisation d'intervention auprès des services compétents et information concernant l'action programmée (zonage, type et quantité de déchets à retirer, méthodologie de collecte, modalités de réduction des impacts potentiels),
- Mise en œuvre du plan d'actions en mobilisant une équipe professionnelle,
- Mise en place d'actions pour réduire les risques et pressions identifiés, définition de précautions à prendre avant toute remontée de matériel,
- Réalisation d'un suivi au sein de la colonne d'eau en amont, pendant et après l'opération,
- Mise en œuvre d'actions de communication et de renforcement de capacité,
- Réalisation d'un bilan de l'opération notamment sur l'atteinte des objectifs, sur les effets induits, sur l'opportunité d'élargir la collecte aux Gambier, voire de transposer l'approche à d'autres lagons.

En ce qui concerne la collecte des macro-déchets en tant que telle, il s'agirait donc de procéder en amont à un repérage des fonds lagunaires pré-identifiés pour une collecte, de cibler une zone « pilote » et de caractériser, sur cette dernière, les déchets en présence et identifier ceux pouvant faire l'objet d'une collecte. Il est important que toutes ces informations soient géo-référencées et reportées au sein d'une base de données. Dès lors, pour la remontée des macro-déchets (à l'aide d'un treuil ou de parachutes en fonction de la méthodologie retenue), une organisation spécifique devra être mise en place et impliquer une équipe de plongeurs, une équipe embarquée (pilotage de la barge et manutention), ainsi qu'une équipe à terre pour réceptionner et gérer les macro-déchets. En plongée, il sera nécessaire de couper les structures en place (cordage, ancrs, etc.) pour pouvoir faire remonter le matériel par lot. En terme de matériel nécessaire, tout dépendra de l'approche retenue (matériel de plongée, parachute, big bag, barge, grue, treuil, plateforme et engins à terre pour transport, stockage et triage, foncier pour entreposage...). Une partie du matériel nécessaire pour l'opération pourra être mobilisée sur place auprès des partenaires locaux (commune, perliculteurs ou autres), le reste pourra être importé pour l'occasion.

Tableau 9 : Synthèse des points de vigilance à considérer en amont de la mise en place d'un plan d'actions pour la collecte de macro-déchets immergés

<b>Points de vigilance :</b>
Eloignement géographique de l'île ayant des répercussions sur les aspects logistiques, sécurité / secours, mais aussi sur la disponibilité et l'approvisionnement en équipements et matériels et sur la disponibilité en main d'œuvre (expériences, compétences)
Absence, à l'échelle locale, de dispositif de traitement des déchets adaptés (dépotoir communal non adapté et ne pouvant pas accepter les macro-déchets immergés issus de la perliculture)
Disponibilité limitée en foncier pour envisager tout entreposage temporaire dans l'attente d'un dispositif de traitement local plus adapté ou d'une réexpédition des déchets
Contexte local nécessitant une concertation suffisante avec les acteurs locaux avant toute décision au sujet d'une collecte
Lagon de grande profondeur et conditions locales particulières rendant difficile toute opération de collecte (visibilité, turbidité, envasement des fonds, courants, reliefs sous-marins, météorologie, etc.)
Difficulté à travailler au vu de la structuration des macro-déchets en fond de lagon (filères et cordages imbriqués, entremêlés les uns aux autres en « toile d'araignée »)
Obligations réglementaires quant à la plongée dans le cadre d'un chantier, notamment en grande profondeur
Multiplicité des zones pouvant être prospectées (zone de collectage, concessions d'élevage, abords des fermes, littoral...)
Difficulté à prévoir une collecte de macro-déchets immergés positionnés au droit de concessions toujours en activité
Difficulté à récupérer les corps morts et autres macro-déchets lourds ou accrochés / encroûtés en fond de lagon
Envisager les conflits d'usage pouvant intervenir entre l'opération de collecte et les autres activités en présence
Risque pouvant exister autour de l'image d'une telle collecte et de la communication sur les déchets perlicoles liée

### **3.5. RECOMMANDATIONS POUR EVITER DE NOUVEAUX APPORTS DE MACRO-DECHETS**

Comme indiqué précédemment, il est préconisé dans ce rapport que soit privilégiée la limitation des apports futurs en macro-déchets au sein du lagon. Dans cet objectif, la recherche de pratiques alternatives et de nouveaux matériels à utiliser (biomatériaux, matériels recyclables) paraît indispensable. De plus, il est nécessaire de prévoir des systèmes incitatifs (système de consigne, fourniture de bacs pour la récupération du matériel sur le plan d'eau, points d'apport volontaire, revalorisation des déchets...) et/ou contraignants (application de normes de qualité pour les matériaux utilisés, gestion comptable du matériel utilisé au regard des volumes de déchets générés, à l'échelle de chaque exploitation et des Gambier,...) qui favorisent le rapatriement à terre du matériel et son traitement lorsqu'il est en fin de vie. En parallèle, il est primordial de prévoir un accompagnement des perliculteurs dans la mise en œuvre de ces différentes pistes, notamment par un développement de l'accès aux connaissances scientifiques et aux informations réglementaires, par une sensibilisation aux risques environnementaux et sanitaires liés à leurs pratiques (choix de matériel, entretien, stockage, gestion des déchets, etc.), et enfin par une promotion des pratiques alternatives.

- **Mesures incitatives pour la réduction des macro-déchets produits**

Différentes propositions peuvent être envisagées pour inciter les perliculteurs à la réduction de leurs apports en macro-déchets au sein du lagon. Comme présenté au sein de ce rapport, ces apports peuvent être volontaires et liés à des pratiques peu vertueuses, mais aussi involontaires et liés à des pertes ou à des contraintes techniques rendant la récupération du matériel immergé impossible.

#### 1- la mise à disposition d'équipements de collecte

Ainsi, à l'image des dispositifs mis en place pour la collecte des différents types de déchets issus de la conchyliculture en méditerranée (étang de Thau) par le syndicat mixte du bassin de Thau (SMBT), des bacs adaptés pour la collecte des différents déchets de production pourraient être distribués à chaque exploitation pour favoriser leur rapatriement à terre. En plus de créer des emplois, un tel dispositif permettrait de quantifier de manière fiable les déchets produits par l'activité et son évolution en fonction du temps. Dans cette démarche, les perliculteurs pourraient alors être incités à recueillir leurs propres déchets mais aussi ceux rencontrés dans le milieu naturel.

#### 2- la mise en place d'une traçabilité du matériel

En plus du dispositif de collecte, il s'agirait de réglementer les flux de matériels utilisés pour la perliculture, en instaurant par exemple un système de référencement systématique des matériels importés. En complément, et selon la taille et les modes de production des entreprises perlicoles, les autorités en charge de la gestion de la filière, pourraient déterminer un seuil d'importation au-delà duquel l'importation de nouveau matériel serait conditionnée à une autorisation. Enfin, un tel système pourrait également prendre en considération les types de matériels et leur origine.

#### 3- la révision des dispositifs d'amarrage des filières

L'immersion de quantités très importantes de corps morts constitue, on l'a vu, un point important de la problématique. Ainsi, diverses solutions techniques pourraient être explorées pour permettre la récupération et/ou la réutilisation des blocs immergés (par exemple : évitement des zones de grande profondeur ; remplacement des cordages plastiques par d'autres systèmes mis en flottaison jusqu'à une profondeur accessible en apnée).

#### 4- l'amélioration de la communication

Plus globalement, il est important de communiquer sur les dispositifs de gestion des déchets (e.g. point de dépôt volontaire pour les déchets dangereux au niveau du hangar communal) afin que l'ensemble de la profession en soit informé et puisse en bénéficier. Enfin, une meilleure valorisation des systèmes de gestion efficaces déjà opérationnels, comme par exemple le système de consigne des futs d'essence. En effet, un tel système de consigne permet de limiter l'accumulation de ces futs sur le site des Gambier. Etendu à d'autres types de matériel, cela permettrait par exemple de « renvoyer » le matériel usagé vers des centres de traitement à Tahiti. Au-delà, renforcer la sensibilisation des perliculteurs (propriétaires, gérants et employés) aux enjeux environnementaux devrait également constituer un levier majeur.

- **Mesures contraignantes en faveur de la réduction des macro-déchets produits**

En complément avec les mesures incitatives précédentes, il peut être utile de prévoir des mesures contraignantes visant également la réduction, à la source, des apports en macro-déchets au sein du lagon.

#### 1- Gel des surfaces allouées à la perliculture

Au niveau de la gestion du lagon, il pourrait s'agir de limiter la production par un « gel des concessions » à 2 000 ha pour l'élevage des huîtres perlières et à 1 700 stations de collectage, pour une durée minimale de 5 ans. Le retrait de cette limitation pourrait être conditionné par la mise en place d'un plan de gestion des déchets professionnels, par la réalisation d'une étude sur la capacité de charge du lagon et par la mise en place d'une démarche qualité.

#### 2- Révision de la réglementation d'occupation de la zone de collectage

D'autre part, des modalités particulières de gestion de la zone de collectage pourraient permettre d'éviter une surcharge de cette zone et limiter les pratiques peu vertueuses. Il pourrait s'agir par exemple d'une obligation du retrait des stations de collectage en fin de cycle, de définir des modalités particulières de gestion des positionnements (géoréférencement des stations), etc....

#### 3- Autres propositions

D'autres propositions ont également déjà pu faire l'objet de discussion, notamment avec le GIE Poe o Rikitea, sur la définition d'un système de caution de « dépollution » lié à l'entretien des concessions attribuées sur le domaine public maritime. Ce système pourrait se traduire par le paiement par les perliculteurs de sommes forfaitaires par hectare et par filière (stations de collectage par exemple), avec la possibilité de remboursement à échéances régulières dès lors que la remise en bon état a pu être constatée.

Au niveau du matériel de production, une traçabilité des flux entrant et sortant pourrait être réalisée en proposant une gestion comptable à l'échelle de chaque exploitation mais aussi à celle de l'archipel des Gambier.

Enfin, une charte pourrait être proposée et co-construite avec les perliculteurs. Celle-ci permettrait de définir les caractéristiques et les normes de qualité des matériels autorisés pour l'activité (e.g. certification d'innocuité, transparence sur la composition chimique des matériaux, etc..).

- **Mesures d'accompagnement à prévoir**

Des mesures d'accompagnement sont à prévoir pour améliorer l'objectif de réduction des apports en macro-déchets au sein du lagon. Parmi celles-ci l'effort de contrôle sur le terrain devrait être renforcé, afin notamment de faire respecter les zones de production autorisées (concessions) et les densités d'élevage. Il s'agit aussi d'envisager des sanctions exemplaires en cas d'infraction. En parallèle, la mise en place à l'échelle collective d'une gestion des déchets professionnels efficace et adaptée aux volumes produits reste aussi un préalable nécessaire à toute action. Par souci d'optimisation, cette gestion (collecte, stockage, potentielle réexpédition sur Tahiti, traitement) pourrait être utilement articulée avec celle portant sur les déchets ménagers.

Les mesures prises sur la question des déchets pourraient alors être valorisées dans le cadre d'une démarche qualité portant, au-delà de la qualité des produits, sur la durabilité et sur l'innocuité du matériel utilisé, sur les pratiques de production et sur la réduction de leurs effets environnementaux. En complément, les modalités de financement nécessaires à une gestion collective des déchets (redevance particulière, réaffectation de fonds issus de différentes taxes concernant l'activité...) devront être explorées. Ces réflexions devront également s'inscrire dans une vision prospective sur le risque de production de déchets en cas de crise de la filière (abandon des infrastructures et du matériel), à l'image de ce qui a été observé dans de nombreux lagons autrefois en activité. De la même manière, le développement de l'activité et ses conséquences quant à la production de déchets (par exemple, augmentation récente de près de 50 % des concessions d'élevage) devront être considérés. Ce dernier point illustre bien l'urgence d'agir à ce niveau. Enfin, une dernière mesure pourrait consister à développer et accompagner les partages d'expérience entre perliculteurs des Gambier, avec ceux des autres lagons et avec les acteurs scientifiques et institutionnels concernés, mais aussi de favoriser la formation professionnelle dans ce domaine.

## **4. CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES**

La question de la gestion des déchets induits par l'activité de perliculture est cruciale, compte tenu des volumes générés, de l'importance socio-économique de cette filière, de son dynamisme, des matériaux et des pratiques d'élevage. Cette urgence relève, non seulement d'une prise en considération de l'impact sur l'environnement, mais au-delà, de l'image même de la filière et de sa durabilité.

Ainsi, à très court terme, des travaux dont les conclusions ne seront accessibles qu'à moyen terme, sont à initier dès à présent. Il s'agirait notamment de lancer des projets permettant de caractériser l'état du milieu naturel dans les zones perlicoles des Gambier, mais aussi de mettre en œuvre des projets R&D afin de tester de nouveaux matériaux (biomatériaux, matériels recyclables par exemple) plus respectueux de l'environnement et de proposer aux perliculteurs des solutions alternatives concrètes à l'utilisation du plastique. En parallèle, il reste important de maintenir un effort de veille sur les différentes innovations développées et employées à échelle d'autres bassins de production conchylicoles (recyclage, réutilisation des coproduits, nouvelles techniques de collectage par exemple). En parallèle, la considération de certains déchets ou coproduits comme nouvelle ressource pourrait être mobilisatrice, en attribuant une valeur nouvelle à ces derniers et en générant potentiellement de l'activité et des revenus sur le territoire. Ce type d'actions permettrait aussi de favoriser les échanges avec les services du Pays et les organismes scientifiques.

## 5. RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anon. (2015) a. Rapport de repérage et d'évaluation des déchets immergés, Identification des Hoa à curer, lagon de Takaroa. Société Sub Technology, 22 p.

Anon. (2015) b. Manihiki Lagoon - Strategic Environmental Assessment for Removal of Derelict Black Pearl Farming Infrastructure, Ministry of Marine Resources. 55 p.

Andréfouët S, Thomas Y & Lo C (2014). Amount and type of derelict gear from the declining black pearl oyster aquaculture in Ahe atoll lagoon, French Polynesia. *Marine Pollution Bulletin* 83. Pp. 224–230.

UPF, 2016. Point d'étape sur l'étude des interactions de la perliculture avec son environnement, 41 p.

Gaertner-Mazouni N & Rodriguez T (2017). Note de synthèse relative aux interactions Perliculture – Environnement. Rapport réalisé dans le cadre du projet RESCCUE, 28 p.

## 6. ANNEXE

### Annexe 1 – Présentation des calculs réalisés pour une première estimation des quantités de macro-déchets au sein du lagon :

Basée sur des enquêtes auprès d'un échantillon de perliculteurs, l'étude menée en 2016 dans le cadre du projet RESCCUE et restituée au travers du rapport « Point d'étape sur l'étude des interactions de la perliculture avec son environnement » (UPF, 2016), a permis de déterminer des valeurs moyennes d'unités de matériels nécessaires pour la production, par station de collectage et par ligne d'élevage. Ces valeurs moyennes, ainsi que leur écart-type, ont été retenues afin de présenter un ordre de grandeur de la quantité de matériels par unité de production, utilisée aux Gambier, et du niveau de variabilité des données analysées. Des données sur la masse volumique ou unitaire de chaque matériel (obtenues par mesure sur le terrain ou auprès des fournisseurs) ont été utilisées pour convertir la quantité des principaux types de matériel utilisés en unité de masse. Les résultats obtenus sont présentés sur les tableaux ci-après. Compte tenu des réponses récoltées lors des enquêtes pour les huîtres sur-greffées, les données concernant le matériel des huîtres greffées et sur-greffées ont été rassemblées dans une même section.

Tableau 1 : Résultats obtenus concernant la structure de base des stations de collectage (entre 13 et 15 données exploitables par type de matériel considéré). Sd = écart-type

	Ligne mère de la station de collectage		
	Bouées	Cordages	Corps morts
Données exploitables	13	15	13
Quantité / Volume / Surface (+/- Sd)	128 unités (+/- 84)	915 m (+/- 231)	1719 (+/- 871)l
Masse (+/- Sd)	153 kg (+/- 100)	113 kg (+/- 25)	4427 kg (+/- 2120)

Tableau 2 : Résultats obtenus concernant le matériel de collectage (22 données exploitables par type de matériel considéré). Sd = écart-type

	Collecteurs	
	Cordage	Ombrière
Données exploitables	22	22
Quantité / Volume / Surface (+/- Sd)	600 unités de 0.85 m (+/- 237)	600 unités de 0.85 m (+/- 166)
Masse (+/- Sd)	22 kg (+/- 9)	39 kg (+/- 11)

Tableau 3 : Résultats obtenus concernant la structure de base de la ligne mère pour l'élevage de nacres (entre 10 et 15 données exploitables par type de matériel considéré). Sd = écart-type

	Ligne mère de ligne d'élevage		
	Bouées	Cordage	Corps morts
Données exploitables	10	15	14
Quantité / Volume / Surface (+/- Sd)	93 unités +/- 58 )	711 m (+/- 216)	1719 l (+/- 871)
Masse (+/- Sd)	111 kg (+/- 70)	95 kg (+/- 29)	4427 kg (+/- 2120)
Ecart-type	+/- 70		

Tableau 4 : Résultats obtenus concernant le matériel lié au grossissement des nacres (entre 2 et 9 données exploitables par type de matériel considéré). Sd = écart-type.

	CTN		Chapelets		Kangaroo	Grillage de protection	
	Cordes	Nylons	Cordes	Nylons	Paniers	Grillage	Nylons
Données exploitables	5	5	2	2	9	6	6
Quantité / Volume / Surface (+/- Sd)	406 m (+/- 189)	467 (+/- 217m)	425 m (+/- 120)	500 m (+/- 141)	252 unités (+/- 158)	405 m <sup>2</sup> (+/- 154)	284 m (+/- 118)
Masse	26 kg (+/- 12)	1 kg (+/- 0,4)	7 kg (+/- 2)	1 kg (+/- 0,3)	92 kg (+/- 58)	112 kg (+/- 42)	0,5 kg (+/- 0,2)

Tableau 5 : Résultats obtenus concernant le matériel lié à l'élevage des nacres greffées et sur-greffées (entre 2 et 5 données exploitables par type de matériel considéré). Sd = écart-type.

	Chapelets		Kangaroo		Grillage de production	
	Cordes	Nylons	Paniers	Nylons	Grillage	Nylons
Données exploitables	2	2	5	5	4	4
Quantité / Volume / Surface (+/- Sd)	425 m (+/- 120)	1 000 m (+/- 283)	237 unités (+/- 64)	1614 m (+/- 497)	411 m <sup>2</sup> (+/- 165)	1 083 m (+/- 554)
Masse (+/- Sd)	7 kg (+/- 2)	2 kg (+/- 0,6)	82 kg (+/- 9)	3 kg (+/- 1)	123 kg (+/- 49)	2 kg (+/- 1,1)

Ces résultats ont ensuite été utilisés pour estimer l'apport annuel par perte de macro-déchets dans l'environnement lagunaire, au niveau d'une station de collectage et d'une ligne d'élevage. Le taux de perte moyen considéré par an est alors de 1 %. Cette hypothèse, discutée avec les perliculteurs, a été globalement acceptée mais n'a pas pu être vérifiée. Les tableaux suivants présentent les quantités de matériel perdu par an et par station ou ligne de production (en unité de masse).

Tableau 6 : Perte annuelle estimée de matériel par station de collectage (en kg et par an).

	Structure de la filière		
	Bouées	Cordage	Corps morts
Masse (en kg)	1,53	1,13	44,27
Ecart-type	+/- 1	+/- 0,25	+/- 2,12

Tableau 7 : Perte annuelle estimée de matériel par station de collectage (en kg et par an).

	Collecteur	
	Cordage	Ombrière
Masse (en kg)	0,22	0,39
Ecart-type	+/- 0,09	+/- 0,11

Tableau 8 : Perte annuelle estimée de matériel par ligne de grossissement de nacres (en kg et par an).

	Structure de la filière		
	Bouées	Cordage	Corps morts
Masse (en kg)	1,11	0,95	44,27
Ecart-type	+/- 0,7	+/- 0,29	+/- 2,12

Tableau 9 : Perte annuelle estimée de matériel par ligne de grossissement de nacres (en kg et par an).

	CTN		Chapelet		Kangaroo	Grillage de protection	
	Cordes	Nylons	Cordes	Nylons	Paniers	Grillage	Nylons
Masse (en kg)	0,26	0,01	0,07	0,01	0,92	1,12	0,005
Ecart-type	+/- 0,12	+/- 0,004	+/- 0,02	+/- 0,003	+/- 0,58	+/- 0,42	+/- 0,002

Tableau 10 : Perte annuelle estimée de matériel par ligne d'élevage de nacres greffées (en kg et par an).

	Chapelet		Kangaroo		Grillage de production	
	Cordes	Nylons	Paniers	Nylons	Grillage	Nylons
Masse (en kg)	0,07	0,02	0,82	0,03	1,23	0,02
Ecart-type	+/- 0,02	+/- 0,006	+/- 0,09	+/- 0,01	+/- 0,49	+/- 0,011

Nous considérons également les quantités de matériels usagés qui, lorsqu'ils sont en fin de vie et ne sont pas récupérables, vont être délaissés au sein du lagon. Au vu des hypothèses précédemment exposées, seuls les corps morts seront ici considérés (Tableau XX).

Tableau 11 : Quantités de matériel non récupérable en fond de lagon délaissé suite à une rupture de cordage (en kg et par an).

	Corps morts
Masse (en kg)	295
Ecart-type	+/- 141

Enfin, différentes proportions ont été prises en compte pour l'estimation des quantités de macro-déchets accumulées au cours du temps et par unité de surface. Il s'agit de la part de lignes d'élevage dédiées au grossissement des nacres et à l'élevage de nacres greffées au sein d'un hectare de concession, et de la répartition des techniques d'élevage entre grossissement et élevage de nacres greffées (Tableau 9). Nous nous appuyons ici sur les données récoltées au travers d'une enquête menée en 2015 aux Gambier auprès d'un échantillon de 22 perliculteurs (sur près de 80 exploitations considérées). Nous considérerons que ces proportions sont extrapolables à l'ensemble des perliculteurs des Gambier et applicables sur les 10 dernières années (à savoir entre 2008 et 2017).

Tableau 12 : Répartition des étapes de production au sein d'une concession d'élevage et équivalence en nombre de lignes par hectare.

Etapes de production	Proportion de la concession consacrée	Equivalence en nombre de ligne par hectare
Elevage de nacres en grossissement	30 à 35 %	1
Elevage de nacres greffées	55 à 60 %	2
Elevage de nacres sur-greffées	5 à 10 %	

Tableau 13 : Techniques d'élevage utilisées par les perliculteurs (22 perliculteurs interrogés dans le cadre du projet RESCCUE).

Grossissement de nacres (19 répondants)		Elevage de nacres greffées (18 répondants)	
Kangaroo	48%	Kangaroo	50%
CTN et Grillage	41%	Grillage	38%
Chapelet et Grillage	11%	Chapelet	12%

L'ensemble des résultats précédemment exposés a été mobilisé pour procéder à des estimations de quantité de macro-déchets immergés au sein de la zone de collectage et au niveau de concessions d'élevage. Au sein de la zone de collectage, il est à noter que les stations ne sont pas réparties de façon homogène, avec des zones présentant une forte densité alors qu'une grande partie de cet espace est, en réalité, non exploitée. Il n'est donc pas apparu utile de chercher à estimer les quantités de macro-déchets à l'échelle de toute la zone de collectage, mais de se concentrer sur différents sites d'étude. Quatre zones contrastées de 1 km de côté, soit 100 ha de surface, ont ainsi été considérées. Chacune de ces zones, qui correspond à une situation particulière, est actuellement observable aux Gambier au sein de la zone de collectage (pour les trois premiers cas de figure) ou au sein d'une zone d'élevage (cas 4) :

- Cas 1 : site avec une densité élevée en stations de collectage (50 stations de collectage de 200 m chacune) et exploité depuis plus de 10 ans,
- Cas 2 : site plus faiblement exploité (30 stations) et sur une période plus récente (seulement 5 ans),

- Cas 3 : site mixte présentant à la fois des lignes d'élevage (20 ha de concession) et des stations de collectage (20 lignes), exploité depuis plus de 10 ans,
- Cas 4 : site dédié à l'élevage des nacres (35 ha), exploité depuis plus de 10 ans.

Les tableaux suivants présentent les estimations obtenues pour chacun de ces quatre cas de figure.

Tableau 14 : Estimation des quantités de macro-déchets (en kg et en tonnes) pouvant être immergés au niveau d'une zone présentant des caractéristiques similaires au cas d'étude 1 : site avec une densité élevée en stations de collectage (50 stations de collectage de 200 m chacune) et exploité depuis plus de 10 ans.

	Corps morts	Bouées	Cordes	Ombrière
Masse (en kg)	22135	765	675	195
<i>Ecart-type</i>	<i>+/- 1060</i>	<i>+/- 500</i>	<i>+/- 170</i>	<i>+/- 55</i>
Masse (en t)	22,14	0,77	0,58	0,20
<i>Ecart-type</i>	<i>+/- 1,06</i>	<i>+/- 0,50</i>	<i>+/- 0,17</i>	<i>+/- 0,06</i>

Tableau 15 : Estimation des quantités de macro-déchets (en kg et en tonnes) pouvant être immergés au niveau d'une zone présentant des caractéristiques similaires au cas d'étude 2 : site plus faiblement exploité (30 stations) et sur une période plus récente (seulement 5 ans).

	Corps morts	Bouées	Cordes	Ombrière
Masse (en kg)	6641	230	203	59
<i>Ecart-type</i>	<i>+/- 318</i>	<i>+/- 150</i>	<i>+/- 51</i>	<i>+/- 17</i>
Masse (en t)	6,64	0,23	0,20	0,06
<i>Ecart-type</i>	<i>+/- 0,32</i>	<i>+/- 0,15</i>	<i>+/- 0,05</i>	<i>+/- 0,02</i>

Tableau 16 : Estimation des quantités de macro-déchets (en kg et en tonnes) pouvant être immergés au niveau d'une zone présentant des caractéristiques similaires au cas d'étude 3 : site mixte présentant à la fois des lignes d'élevage (20 ha de concession) et des stations de collectage (20 lignes), exploité depuis plus de 10 ans.

	Corps morts	Bouées	Cordes	Ombrière	Nylons	Paniers K	Grillage
Masse (en kg)	35416	972	887	78	8	259	327
<i>Ecart-type</i>	<i>+/- 1696</i>	<i>+/- 620</i>	<i>+/- 263</i>	<i>+/- 22</i>	<i>+/- 3</i>	<i>+/- 121</i>	<i>+/- 125</i>
Masse (en t)	35,42	0,97	0,89	0,08	0,008	0,26	0,33
<i>Ecart-type</i>	<i>+/- 1,70</i>	<i>+/- 0,62</i>	<i>+/- 0,3</i>	<i>+/- 0,02</i>	<i>+/- 0,003</i>	<i>+/- 0,12</i>	<i>+/- 0,13</i>

Tableau 17 : Estimation des quantités de macro-déchets (en kg et en tonnes) pouvant être immergés au niveau d'une zone présentant des caractéristiques similaires au cas d'étude 4 : site dédié à l'élevage des nacres (35 ha), exploité depuis plus de 10 ans.

	Corps morts	Bouées	Cordes	Nylons	Paniers K	Grillage
Masse (en kg)	46484	1166	1080	14	454	572
<i>Ecart-type</i>	<i>+/- 2226</i>	<i>+/- 735</i>	<i>+/- 341</i>	<i>+/- 6</i>	<i>+/- 211</i>	<i>+/- 218</i>
Masse (en t)	46,48	1,17	1,08	0,014	0,45	0,57
<i>Ecart-type</i>	<i>+/- 2,23</i>	<i>+/- 0,74</i>	<i>+/- 0,34</i>	<i>+/- 0,006</i>	<i>+/- 0,21</i>	<i>+/- 0,22</i>