



HAL
open science

Effacité des projets d'ingénierie écologique en milieu corallien : Perceptions, représentations sociales et besoins identifiés des acteurs du territoire- Cas de La Réunion et de Mayotte

Aurore Léocadie

► To cite this version:

Aurore Léocadie. Effacité des projets d'ingénierie écologique en milieu corallien : Perceptions, représentations sociales et besoins identifiés des acteurs du territoire- Cas de La Réunion et de Mayotte. Biodiversité et Ecologie. Université de la Réunion, 2023. Français. NNT : 2023LARE0034 . tel-04549762

HAL Id: tel-04549762

<https://theses.hal.science/tel-04549762>

Submitted on 17 Apr 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Délivrée par l'Université de la Réunion – préparée au sein de l'école doctorale Sciences humaines et sociales (ED-541 SHS) et de l'unité de recherche : Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR Espace-Dev

THÈSE

Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de La Réunion en Géographie physique, humaines, économique et régionale

Effacité des projets d'ingénierie écologique en milieu corallien :

Perceptions, représentations sociales et besoins identifiés des acteurs du territoire

- Cas de La Réunion et de Mayotte

Présentée par

Aurore LÉOCADIE

Sous la direction de Gilbert DAVID et de Sylvain PIOCH

Soutenance prévue le 12 décembre 2023

Composition du jury :

Céline Chadenas	Professeure des Universités, Institut de Géographie et d'Aménagement de Nantes Université	Rapportrice
Michel Desse	Professeur des Universités, Institut de Géographie et d'Aménagement de Nantes Université	Rapporteur
Gwenaëlle Pennober	Professeure des Universités, HDR, Université de la Réunion, IRD Réunion	Présidente du Jury
Laëtitia Hédouin	Chargée de Recherches, CNRS, CRIOBE	Examinatrice
David Gilbert	Directeur de recherche, HDR, IRD Montpellier	Directeur de thèse
Sylvain Pioch	Maître de conférences, HDR, Université Paul Valéry Montpellier 3	Co-directeur de thèse

RÉSUMÉ

Dans les années 1970, la communauté scientifique a commencé à mettre en évidence les processus d'effondrement de la biodiversité, tous groupes vivants confondus à l'échelle du globe. Les travaux de recherches effectués depuis montrent une situation de plus en plus préoccupante. La nécessité d'une gouvernance de la biodiversité s'est ainsi imposée sur la scène internationale. Les objectifs des grandes instances et des conventions internationales (IPBES, UICN, CDB, COP, *etc.*) se sont affirmés sur l'intérêt de préservation et de conservation des écosystèmes face à l'urgence écologique. Ces dix dernières années, les récifs coralliens ont subi un déclin progressif de leur couverture mondiale, enregistrant des pertes historiques importantes et un déclin rapide. Leur équilibre fonctionnel atteint, ces derniers sont de moins en moins résilients. L'élaboration de solutions durables, rentables et innovantes est au cœur des discussions pour parvenir à la durabilité de cet écosystème. De ce fait, l'une des mesures phares de la COP15-Biodiversité de décembre 2022 met l'accent sur la restauration des milieux naturels dégradés. Un de ses objectifs est de réussir à restaurer les habitats et les fonctionnalités de l'écosystème à partir d'actions humaines mobilisant connaissances scientifiques, savoirs locaux et savoir-faire techniques. La restauration des récifs coralliens n'est cependant pas toujours à la hauteur de ces objectifs.

Portant sur les techniques de réparation écologique dites actives, nous nous sommes intéressés à la question de cette efficacité. Ce travail a été réalisé à partir des hypothèses suivantes : (1) l'évaluation de l'efficacité de la réparation écologique ne prend guère en compte la dimension sociale, (2) l'efficacité sociale des projets de réparation écologique dépend en premier lieu de leur acceptation sociale, fruit des perceptions et représentations que les acteurs se font de l'écosystème à réparer, des usages qu'ils font de cet écosystème et du projet de réparation, (3) cette efficacité sociale peut se résumer en quelques indicateurs qui peuvent être inclus dans un tableau de bord d'indicateurs de pilotage de la réparation écologique, (4) ce tableau de bord a une double fonction : d'une part, estimer la capacité des acteurs, du milieu physico-chimique, des matériaux et des savoir-faire mis en œuvre pour générer un projet de réparation écologique efficace, d'autre part suivre la durabilité de cette efficacité.

Notre question de recherche est la suivante : comment améliorer l'efficacité de cette réparation écologique par une meilleure prise en compte de ses dimensions sociales ? Nous avons abordé cette question par une approche géographique (territoire, milieu et acteurs), avec une ouverture pluridisciplinaire en biologie de la conservation et en sociologie de l'environnement. Les récifs coralliens sont appréhendés comme un socio-écosystème en abordant la dimension socio-écologique de cet écosystème. Plusieurs postulats autour de l'ingénierie écologique récifale ont été mobilisés, de l'acceptation sociale et de la gouvernance environnementale.

Nous avons analysé l'efficacité de 62 projets d'ingénierie écologique récifale issus de 13 territoires différents du bassin océan Indien. Cette analyse vise à déduire les différentes composantes de cette efficacité. En parallèle ont été identifiés des critères d'efficacité des projets et la mise en évidence du manque de considération de la dimension sociale des projets d'ingénierie écologique. Cette dimension a été étudiée à travers les perceptions et les représentations de 247 acteurs enquêtés sur l'île de La Réunion et de Mayotte. Enfin, des indicateurs écologiques et sociologiques de l'ingénierie écologique récifale ont été élaborés et appliqués à un projet de réparation écologique.

ABSTRACT

In the 1970s, the scientific community began to highlight the collapse of biodiversity, across all living groups, on a global scale. Research carried out since then has revealed an increasingly worrying situation. As a result, the need for biodiversity governance has emerged on the international stage. The objectives of the major international organisations and conventions (IPBES, IUCN, CBD, COP, *etc.*) have focused on the importance of preserving and conserving ecosystems in the face of the ecological emergency. Over the last ten years, coral reefs have suffered a progressive loss of their global coverage, with significant historical losses and a rapid decline. Their functional equilibrium has been reached, making it increasingly difficult for them to remain resilient. The development of sustainable, cost-effective and innovative solutions is at the centre of discussions aimed at achieving the sustainability of this ecosystem. Sustainability is linked to the interdependence between the ecosystem and the accompanying socio-system. For this reason, one of the key measures of the COP15-Biodiversity Summit in December 2022 focuses on the restoration of degraded natural environments. One of its objectives is to successfully restore habitats and ecosystem functionalities through human actions that combine scientific knowledge, local knowledge and technical expertise. However, the restoration of coral reefs does not always live up to these objectives.

Focusing on so-called active ecological repair techniques, we are interested in the question of this effectiveness. We formulate the following hypotheses: (1) Assessment of the effectiveness of ecological repair takes little account of the social dimension, (2) The social effectiveness of ecological repair projects depends first and foremost on their social acceptance, which is the result of the perceptions and representations that stakeholders have of the ecosystem to be repaired, the uses they make of this ecosystem and the repair project, (3) this social effectiveness can be summarised in a few indicators that can be included in a dashboard of ecological repair management indicators, (4) this dashboard has a dual function: on the one hand, to estimate the capacity of the players, the physico-chemical environment, and the materials and know-how used to generate an effective ecological repair project, and on the other hand, to monitor the sustainability of this effectiveness.

Our problematic of research is: how can the effectiveness of this ecological repair be improved by taking better account of its social dimensions? We take a multidisciplinary approach to this question, understanding coral reefs as a socio-ecosystem and addressing the socio-ecological dimension of this ecosystem. We mobilise several postulates around reef ecological engineering, social acceptance and governance

We analysed the effectiveness of 62 reef ecological engineering projects from 13 different territories in the Indian Ocean basin. The aim of this analysis was to deduce the various components of this effectiveness. At the same time, we identified project effectiveness criteria and highlighted the lack of consideration given to the social dimension of ecological engineering projects. This dimension was studied through the perceptions and representations of 247 stakeholders on the islands of Réunion and Mayotte. Finally, ecological and sociological indicators of reef ecological engineering were developed and applied.

LISTE DES ACRONYMES

ACM : Analyse des correspondances multiples

AEE : Agence Européenne de l'Environnement

AMP : Aire Marine Protégée

CC : Carte cognitive

CDB : Convention sur la Diversité Biologique

CDD : Commission des Nations Unies pour le développement durable

COP : Conférence des Parties

GCRMN : Global Coral Reef Monitoring Network – Réseau de surveillance international des récifs

GIZC : Gestion Intégrée des Zones Côtières

FAO : Food and Agricultural Organization

ICRI : International Coral Reef Initiative

IE : Ingénierie écologique

IFRECOR : Initiative française pour les récifs coralliens

IPBES : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem

Services – Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques

LADIVA : Littoraux, Archipels, Diversité, Vulnérabilité, viabilité, Adaptabilité – Groupe de Recherche

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économique

OFB : Office Français de la Biodiversité

ONU : Organisation des Nation-Unies

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

RA : Récif artificiel

RE : Réparation écologique

SE : Service écosystémique

SER : Society for Ecological Restoration

SSE : Système socio-écologique

SSS : Service socio-systémique

TIT : recherche thème d'intérêt transversal

UICN : Union internationale pour la Conservation de la Nature

ZEE : Zone Economique Exclusive

REMERCIEMENTS

Nombreuses sont les personnes qui m'ont accompagnée, soutenue, encouragée au cours de ces années de thèse et au cours de l'année qui les a précédées. La concrétisation de ce travail n'aurait pu se faire sans leur soutien. Tout d'abord, j'exprime ma gratitude à l'égard de mes directeurs de thèse Gilbert David et Sylvain Pioch. Merci d'avoir cru en ce projet et en moi, durant ces 3 ans et 8 mois de thèse. Cela n'a pas été facile, mais il y a certaines épreuves qui font grandir.

Je remercie les membres de mon comité de thèse pour leurs conseils, leurs commentaires et leur disponibilité : Gwennaëlle Pennober (IRD-Réunion), Catherine Alliaume (Marbec-Montpellier), Claire Gollety (Marbec-Mayotte), Rodolphe Devillers (IRD-Réunion).

Je tiens aussi à remercier les membres du jury d'avoir accepté de consacrer leur temps à l'évaluation de mes travaux. Merci pour votre intérêt.

Cette thèse est accompagnée de belles rencontres. Merci à l'ensemble des acteurs de la Réunion et de Mayotte qui ont participé à la réalisation des cartes cognitives et des entretiens, votre temps et votre implication sont les éléments les plus précieux de ce projet. Merci aux pêcheurs, aux plongeurs, aux ingénieurs, aux chercheurs, aux maîtres d'ouvrages, aux agents de l'Etat, aux associations et aux usagers des plages, *etc.* Ce sont 247 remerciements ainsi que ma gratitude la plus sincère, à chacun et à chacune d'entre vous.

À *La Réunion*, je remercie particulièrement Nathalie Zemir (ma chère cousine) et Karine Arslanyan pour votre soutien. Je remercie Loïc Hoareau (ami d'enfance et technicien informatique de l'IRD-Reunion), merci d'avoir sauvé mon ordinateur à deux reprises et de m'avoir prêté ta voiture pour mes terrains. Merci à toute l'équipe de SEAS-OI de St Pierre, aux cafés partagés, aux repas partagés de Madame Carry, aux gâteaux patates de Pierre Tessier, aux sessions sportives de Stéphane Guyard, à la session au cap La Houssaye avec Matthias Balus, à l'un des fous de la Diagonale des fous Christophe Révillon. Merci pour votre gentillesse et votre accueil. J'ajoute des remerciements spéciaux à Philippe Rouet, merci pour ton assistance technique sur R et ces longs moments passés sur le fonctionnement de RQDA. Merci à Rodolphe Devillers, merci pour ton amitié, ta bonne humeur et pour nos quelques footings matinaux. Merci Pauline Cosquer, stagiaire de Master I, merci pour ton appui technique et ton soutien, merci pour nos riches discussions sur les cartes cognitives et au final merci pour ton amitié. Merci Mathieu Pinault, merci pour ces années de confiance et de soutien, pour ces heures de travail partagées et merci de croire en moi depuis mon stage de master II.

Mi assay larg mon fonnker ek mon bann cozman kréol. Té gayar tem la 'semb zot, té comsi mon place la touzour été somn zot. Mon ker lé gro, mon lespri divagu su toute sa ma partazé 'semb zot. Dэфwa té difisil, дэфwa té pli fasil, bann zéveneman-la la fé grandir amwin. Mi lé fièr dawar réyalizé prozé-la dann mon peï, pli pré mon zorizinn. Konm ki diré in dalon mon couzine, zordi mwin lé « Doctèr la Mer », sa lé akoz de zot toute mon bann dalon ek mon fami, sa mon remerciement. Artrouv azot byinto.

À *Mayotte*, j'ai une immense gratitude pour mes hébergeurs Chantal et Assane. Maharaba (merci) Chantal pour ton accueil, ton amitié et tes conseils avisés pour mon choix de terrain, maharaba pour ce voulué à Tahiti Plage, maharaba pour m'avoir prêté ta voiture pour mon terrain au sud de l'île. Il est sûr qu'en scooter cela aurait été impossible. Assane, un maharaba immense, sans toi, je n'aurais pu être en lien avec les pêcheurs mahorais. La M'zougou que je suis, n'aurait pu y parvenir sans toi. Maharaba au centre de plongée « Abalone plongée » pour ces deux plongées offertes, merci pour votre accueil, grâce à vous j'ai fait la découverte du sublime lagon mahorais. Maharaba à Thomas Claverie et Claire Gollety pour leur accueil à l'Université de Mayotte (CUFR). Enfin maharaba à Benoit Salmon, mon cher ami, sans toi, je n'aurais pas rejoint l'université de Mayotte en deux-roues sous une pluie torrentielle.

À *Montpellier*, je remercie mon ancien laboratoire l'équipe ESA du CEFE (Agnès Mechin, William Perrin, Camila Leandro, Alan Vergnes, Jérôme Cortet, Coralie Calvet, Pierre Jay-Robert). Merci de m'avoir soutenue dans ce projet, et merci d'avoir pris de mes nouvelles, et ce, encore aujourd'hui. À chaque fois que je passe, j'ai toujours l'impression d'être à la maison même des années après. Merci à Gerard Duvallet pour nos échanges et prises de nouvelles régulières, merci pour ta bienveillance, ta gentillesse et de ton aide pour mon appartement. Merci à Séverine Durand pour tes conseils sur les méthodes en sociologie, pour tes cours sur les enquêtes de terrain. Merci à Espérance Cillauren pour tes encouragements par-dessus l'épaule de Gilbert, ainsi que pour tes nombreux conseils et ton implication dans le stage de Pauline.

Je remercie mon laboratoire actuel à l'UMR ESPACE-DEV, à mes collègues devenus mes amis, nos randonnées, nos discussions riches, nos agoras des savoirs, nos télétravaux groupés, nos week-ends vélos, nos rendez-vous sportifs. Je pense à Benjamin Pillot, Thibault Catry, Claire Teillet, Cyprien Alexandre, Véronique Rousseau, Audrey Brouillet, Pauline Enguehard, Claire Fournié, Romain Authier et Romain Bouvier. Merci pour vos nombreux conseils, vos relectures, vos appuis scientifiques. Merci à Valentine Boudjema, merci pour nos nombreux échanges et réunions depuis la Nouvelle-Calédonie souvent très tôt ou très tard, selon le fuseau horaire choisi. Cela dit, nos riches discussions sur ces fameuses cartes cognitives ne nous ont jamais démotivé. Merci à Carmen Gervet pour tes conseils et ta bienveillance. Merci au trio de choc Sylvie Laleu, Nadia Aouri, Agnès Clémentine, les STAR.

Je remercie spécialement ma chère amie, Léa de Carvalho Massabo, (surtout) pour avoir passé tant d'heures à corriger ce manuscrit et mes articles, merci pour ta patience et ton enthousiasme à m'aider. Je te remercie infiniment pour cet énorme travail et ce soutien.

Merci à ma famille pour leur encouragement et leur soutien. Merci à mes nombreux amis pour leur patience, leur amour, leur soutien, leur extrême bienveillance et votre (hyper)sensibilité. Vous avez été un refuge dans les moments les plus difficiles, je vous dois beaucoup (Clem, Hajar, Cécil, Julien, Al, Chloé, Claire B., Sylvie, Odile, Cheikh, Yann, Anna, Camille, Claudie, etc.). Et Merci, aux nombreuses autres personnes qui partagent ma vie, je me suis coupée de nombreux moments de vie et d'événements durant ces années de thèse, mais je ne sais qu'aucun de vous ne m'en a voulu.

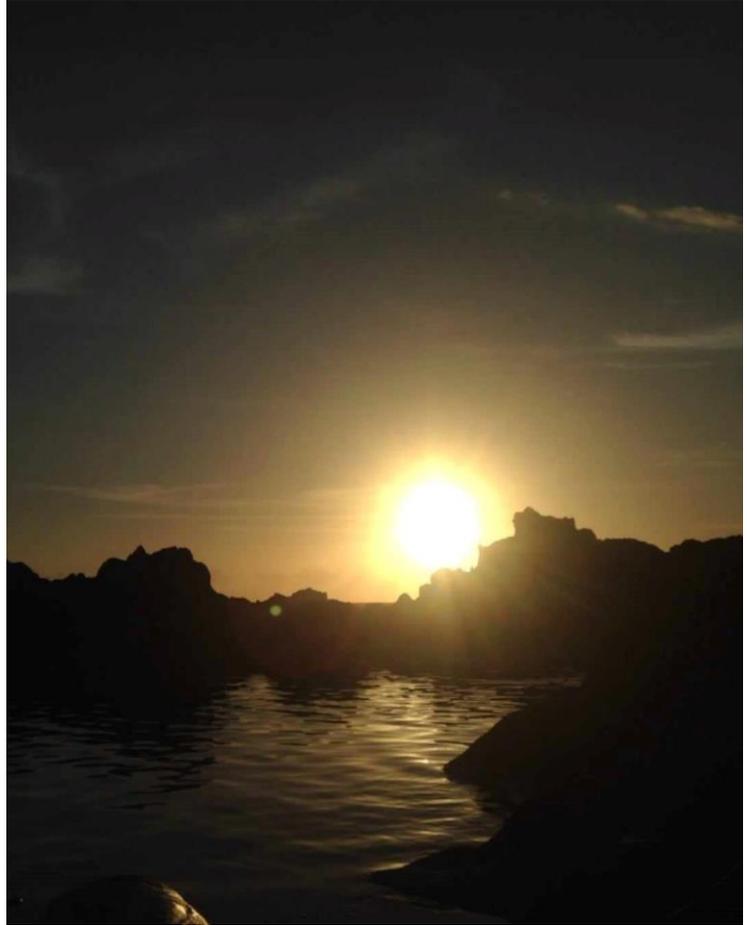
Un merci spécial à mes acolytes de fin de thèse. Merci Margot Brondani pour ces nombreuses heures à travailler chacune sur nos thèses. Merci Claire Bernardin, Thibault Catry, Benjamin Pillot, Claire Teillet, Mariama Séméga.

Merci à mes autruches (Agathe, Mélissa, Sarah, Léa), merci pour votre écoute active, votre intérêt pour ce projet. Merci pour toutes ces années d'amitiés, de rires, de joies, de vies. Merci de toujours croire en moi.

Enfin, je remercie Charles pour sa patience, ses poèmes, ses blagues et tout le reste. Cela n'a pas dû être facile pour toi. Merci d'avoir tenu bon, aux premières loges.

« La douceur allège la peau, disparaît dans la texture même des choses, de la lumière, du toucher, de l'eau. Elle règne en nous par de minuscules brisures de temps, donne de l'espace, enlève leur poids aux ombres. »

(Anne Dufourmantelle -La puissance de la douceur-, 2013)



*À mon île,
À mon lieu ressource.*

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Articles

- Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M., et David, G. (2022). Efficacité de la restauration écologique en milieu marin tropical : revue critique dans l’Océan Indien. *Études caribéennes*, (53).
- Léocadie, A., Pinault, M., Cosquer, P., Pioch, S., et David, G. (en préparation) La représentation sociale des récifs coralliens à la Réunion.
- Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M., et David, G. (en préparation). Effectiveness of ecological restoration in tropical coral environments: a critical review in the Indian Ocean.

Colloques-Communications orales

- *Léocadie, A. (2019)*. L’ingénierie écologique pour le milieu récifal : Guide sur la réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés. [Oral] Colloque Vulpare, Montpellier, France.
- *Léocadie, A. (2020)*. Les Enquêtes : Réflexion sur le choix des méthodes d’enquête de terrain en Sciences sociales. [Oral] CaféDoc-IRD, Montpellier, France.
- *Langlois, J. et Léocadie, A. (2020)*. Land use impact assessment for marine constructions in the Mediterranean Sea are biodiversity data available enough? Participation Colloque SETAC, Dublin, Irlande (hors thématique de recherche)
- *Léocadie, A., David, G., Pioch, S., et Pinault, M. (2022)*. Review of ecological engineering techniques in marine environment: exceed practices or habits to improve effectiveness/efficiency. Case of Indian Ocean coral reefs. [Oral] Colloque Wiomsa, Port Elizabeth, Afrique du Sud.
- Participation au webinaire Science de la coviabilité socio-écologique – 15 janvier 2020 – Montpellier
- Participation au séminaire « DATA SHS » - Maison Méditerranéenne des Sciences de l’Homme - 7- 9 décembre 2020 – Marseille
- Participation au séminaire « Services écosystémiques et solutions fondées sur la nature » – ceMEB – 28 – 29 octobre 2022 – Montpellier

Guides méthodologiques et autres

- Pioch S., Léocadie, A. (2017). Overview on Eco-mooring facilities: Commented bibliography. International Coral Reef Initiative (ICRI), Foundation for the Research on Biodiversity (FRB) report. 19p. <https://icriforum.org/documents/eco-designed-mooring-for-coral-reef-restoration/>
- Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M. (2020). Guide d’Ingénierie Écologique : La réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés. Édition IFRECOR. 114p
- Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M. (2020). Guide to Ecological Engineering: The restoration of coral reefs and associated ecosystems. Published by IFRECOR. 114p
- Léocadie, A. (2023). L’Abécédaire de la forêt – Chapitre « La mangrove ». Édition Champion. 2p

Enseignements

- *Travaux dirigés de Biologie appliquée (2020 ; 2021)* « Biologie pour les psychologues » pour la Licence I de Psychologie à l’Université Paul-Valéry Montpellier III. *Total en heures : 48h*

- *Cours magistral* (21 octobre 2020) « L'ingénierie écologique associé à l'aménagement du territoire » pour le master II IGPE (Ingénierie et Gestion des Projets Environnementaux) à Université Paul-Valéry Montpellier III. *Total en heures : 3h*
- *Cours magistral* (16 septembre 2021) « L'ingénierie écologique associé à l'aménagement du territoire » pour le master II GE (Gestion de l'Environnement) à Université Paul-Valéry Montpellier III- Montpellier. *Total en heures : 3h*
- *Cours magistral* (12 décembre 2022) « L'ingénierie écologique associé à l'aménagement du territoire » pour le master II GE (Gestion de l'Environnement) à Université Paul-Valéry Montpellier III- Montpellier. *Total en heures : 5h*
- *Cours magistral* (16 janvier - 15 février 2024) « Montage opérationnel et financier des projets environnementaux » pour le master II GE (Gestion de l'Environnement) à Université Paul-Valéry Montpellier III- Montpellier. *Total en heures : 13h*
- *Cours magistral* (28 février - 6 mars 2024) « Humanité environnementale » pour la Licence 3 Géographie en écologie à Université Paul-Valéry Montpellier III- Montpellier. *Total en heures : 6h*
- *Cours magistral* (21 mars – 4 avril 2024) « Environnement et changement globaux » pour la Licence 2 Ecologie -langue étrangère appliquée à Université Paul-Valéry Montpellier III- Montpellier. *Total en heures : 6h*

Encadrement

- Encadrement Master I (Pauline Cosquer) biodiversité, écologie et évolution parcours société et biodiversité, MNHN, Paris. « Étude des représentations sociales du récif corallien selon les types d'usage : cas du récif de La Réunion » 2022.

Cadre de la bourse de thèse

Ce projet de thèse s'inscrit dans le cadre du projet MERCI-Cor (2016-2023) de l'IFRECOR (Initiative Française pour les REcifs CORalliens). Cette thèse fait suite à 2 années de contrat en qualité d'océanographe (Master II d'océanographie obtenu en 2017) en prestataire indépendante au projet MERCI-Cor.

Cette thèse a bénéficié d'une subvention Région Réunion – Union Européenne (bourse doctorale), obtenue en novembre 2019. Le contrat de bourse et l'accueil à l'IRD ont eu lieu le 3 mars 2020. Ce travail de thèse a commencé quelques jours avant le premier confinement national de mars 2020. Le contexte de la COVID-19 a entraîné une collecte des données de terrain en deux phases : les rassemblements et les déplacements ne pouvant pas avoir lieu, certains acteurs réunionnais et mahorais ont été contactés et interviewés par visioconférence. C'est finalement entre octobre 2021 et février 2022 que la collecte sur les localités identifiées a été réalisée.

Les localités échantillonnées sont :

- Pour l'île de la Réunion : Le Cap La Houssaye ; Boucan Canot ; Grand-Fond ; St Gilles les Bains ; Les Brisants ; L'Ermitage ; Trou d'eau ; St Leu ; L'Etang-Salé ; St Pierre ; La Ravine Blanche.
- Pour Mayotte : Mamoudzou ; M'Tsapere ; Dembéni ; Sakouli Plage ; Plage du Faré ; Pamandzi ; N'Gouja ; Mzouazia ; Bambo Ouest ; Tahiti Plage ; M'tsaga mtiti.

Un complément de données a été réalisé à La Réunion par Pauline Cosquer (stagiaire de master I) entre avril et juin 2022.

Cette thèse a également été co-financée par la Fondation de la Mer et l'IFRECOR. Je remercie ces partenaires pour l'intérêt porté à ces travaux et leur confiance.

Le poids des mots

J'entends parler, ici et là, du poids des mots. Bon sang, c'est quoi, le poids des mots ? Cinq cents grammes ? Un kilo ? Allez savoir ! Sans compter que les mots n'ont pas tous le même poids. Il existe des mots lourds comme camion ou indigestion, et des mots légers comme *duvet* ou *soupir*. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que les notions de lourdeur et de légèreté sont différemment appréciées par les gens, cela en fonction de critères propres à chacun. On peut donc affirmer que les notions de lourdeur et de légèreté sont floues... *Flou*, soit dit en passant, est un mot léger.

Hier, j'ai écrit une lettre qui devait bien peser vingt kilos. Pour, sûr, j'avais mal choisi mes mots ! J'aurais dû opter pour un vocabulaire plus subtil, d'autant qu'il s'agissait d'une lettre d'amour. Une lettre d'amour de vingt kilos, ça fait beaucoup. Beaucoup trop. C'est énorme. Évidemment la personne a mal pris la chose. Elle m'a envoyé par retour un télégramme de rupture. Un télégramme qui pesait trois fois rien... à peine plus lourd qu'un soupir !

Mais revenons à nos moutons.

Il faut savoir que les mots légers ou réputés tels peuvent être lourds. Lourds de conséquences. Alors posons-nous la question : un mot léger, mais lourd de conséquences, pèse-t-il plus ou moins qu'un mot lourd aux conséquences légères ? Sur ce point, chacun a son idée. J'ai la mienne : je pense qu'un mot lourd, comme...*lourd*, pour ne pas aller chercher plus loin, peut avoir, dans certaines circonstances, moins de poids qu'un mot léger, comme... *léger*, par exemple – J'insiste : dans certaines circonstances seulement. J'espère me faire bien comprendre.

Bon, finissons-en.

Le poids des mots, c'est combien ? Le poids des miens, ceux imprimés sur cette page, combien pèsent-ils ? Hein, combien ? Pas bien lourd, je suppose. Ou alors carrément une tonne. En vérité, je crois que c'est variable d'un lecteur à l'autre. Oui, on va dire comme ça. C'est variable d'un lecteur à l'autre.

Claude Bourgeyx-Tiré dans « Les Petits Outrages »,

Editions Le Castor Astral, 2004.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET INSTITUTIONNEL

À la charnière de la géographie de la mer, de la géographie sociale, voire de la sociologie et de l'anthropologie, de la biologie marine et des sciences de l'ingénieur, la présente thèse ambitionne d'évaluer l'efficacité des projets d'ingénierie écologique en milieu corallien selon une perspective holistique qui fait « la part belle » aux perceptions et représentations des acteurs qui planifient ces projets ou qui en bénéficient. Cette participation des acteurs sociaux au processus de recherche s'inscrit dans une démarche de recherche-action, telle que l'ont défini Casabianca et Albaladejo (1997) il y a déjà une trentaine d'années et qui depuis s'est révélée particulièrement utile pour accompagner les innovations en milieu rural (Chia, 2009 ; Toillier *et al.*, 2018). Ici l'innovation concerne le milieu marin, plus particulièrement les récifs coralliens qui sont l'écosystème le plus emblématique de zones côtières de la zone intertropicale (Spalding *et al.*, 2001).

Grace à son territoire ultra-marin qui abrite environ 10 % des récifs de la planète (figure 1), la France est un acteur majeur dans la gestion et la préservation de cet écosystème (Gardes et Salvat, 2008). Gérer et protéger durablement les récifs coralliens et les écosystèmes associés (herbiers et mangroves) sont devenus des objectifs nationaux. Créée en 1999, l'IFRECOR (Initiative Française pour les Récifs CORalliens) vise ces objectifs. Au fil des années, avec l'appui du ministère de l'écologie et du ministère chargé de l'Outre-mer, l'IFRECOR a su développer un véritable réseau au sein des collectivités territoriales. L'IFRECOR est devenue le premier réseau d'échanges entre les acteurs de l'environnement des Outre-mer français possédant des récifs coralliens. Elle souhaite notamment induire auprès des élus, des administrations, des entreprises et de l'opinion publique une prise de conscience des enjeux socio-économiques et écologiques liés à ces écosystèmes. Les acteurs de l'IFRECOR veulent aussi établir un réseau de surveillance de l'état des récifs coralliens français. Enfin, ils souhaitent contribuer à réduire les menaces liées à l'anthropisation.



Figure 1 : Récapitulatif de l'état de santé des récifs corallien français en 2015 ; Indice de santé établi à dire d'expert (IFRECOR (2016); tiré de Léocadie, *et al.*, (2020))

Dans le cadre de la troisième phase (2011-2015) du plan national IFRECOR, un volet mesures compensatoires a été inclus dans le thème d'intérêt transversal (TIT) Socio-économie (IFRECOR, 2011). Cette orientation s'est avérée prometteuse avec notamment la rédaction d'un guide pour les études d'impact en milieu corallien (Pinault *et al.*, 2015). Elle est également au centre d'un des six thèmes nationaux prioritaires de la quatrième phase (2016-2021) du plan national, intitulée « Contribuer à réduire les menaces pesant sur les récifs coralliens et leurs écosystèmes associés ». C'est dans ce contexte qu'a été lancé le programme Merci-Cor (Eviter, réduire et compenser les impacts des activités anthropiques sur les récifs coralliens et écosystèmes associés) qui est devenu l'élément principal de ce thème (IFRECOR, 2021). Dans ce cadre a été publié un guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement Merci-Cor (Pinault *et al.*, 2017) puis un guide d'ingénierie écologique pour la réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés (Léocadie *et al.*, 2020), dont je suis l'autrice principale. C'est dans le cadre de ce programme Merci-Cor que se déroule la présente thèse qui bénéficie d'une bourse d'allocation Régionale (Région Réunion) complétée par un budget de l'IFRECOR, de la Fondation de la Mer et de l'IRD.

Après avoir été hébergé par l'université P. Valéry, le programme Merci-Cor l'est aujourd'hui par l'IRD. La présente thèse s'intègre aux travaux du groupe de LADIVA (Littoraux, Archipels, Diversité, Vulnérabilité, viabilité, Adaptabilité) de l'UMR Observation spatiale, Modèles et Sciences impliquées (Espace Dev) dont l'université de La Réunion est co-tutelle. Les sciences impliquées¹ que l'UMR Espace Dev déclinent depuis de nombreuses années sous la forme d'une approche intégrée Milieu/société relèvent désormais des sciences de la durabilité, dont l'IRD a fait sa priorité (Dangles, Fréour, 2022). Pour Olivier Dangles, promoteur des sciences de la durabilité à l'IRD, les sciences de la durabilité concernent « *les interconnexions complexes entre les systèmes naturels, sociaux et techniques et manière dont ces interactions affectent dans le temps et l'espace les systèmes de maintien de la vie sur la planète, le développement socio-économique et le bien-être humain* ». À l'évidence, la recherche-action conduite dans la présente thèse sur l'efficacité de l'ingénierie écologique appliquée aux récifs coralliens entre totalement dans cette perspective.

La réparation de l'écosystème corallien dont il est question ici contribue bien *in fine* au bien-être des humains et à leur développement socio-économique. Il s'agit d'accroître les capacités de production halieutique des formations récifales et les services écosystémiques qu'ils rendent aux populations humaines via la restauration de leur l'état de santé et leurs fonctionnalités écologiques. En associant des connaissances scientifiques, des savoirs locaux et des savoir-faire technologiques, la réparation écologique s'inscrit bien dans les interconnexions complexes entre les systèmes naturels, sociaux et techniques. Comme cette réparation ambitionne d'être pérenne et de s'étendre dans l'espace en raison de son efficacité, elle répond totalement aux critères avancés par O. Dangles pour définir les sciences de la durabilité. Ce petit exercice de vérification de la conformité du sujet de cette thèse avec les sciences de la durabilité conduit logiquement à présenter dès maintenant la problématique de la thèse.

¹ Une implication dans les relations entre la science et la société. Léo Coutellec, La science au pluriel, essai d'épistémologie pour des sciences impliquées, QUAE 2015

Table des matières

RÉSUMÉ	1
ABSTRACT	2
LISTE DES ACRONYMES	3
REMERCIEMENTS	4
PRODUCTION SCIENTIFIQUE	8
CONTEXTE SCIENTIFIQUE ET INSTITUTIONNEL	11
INTRODUCTION	17
Érosion de la biodiversité, une crise sans précédent	17
Urgence écologique et gouvernance de la biodiversité	19
Des services écosystémiques aux services socio-systémiques	21
Les récifs coralliens.....	24
La gouvernance des récifs coralliens.....	25
L'ingénierie écologique, un service socio-systémique	31
Une réparation écologique pour une meilleure durabilité socio-écosystémique	31
Problématique de la thèse	34
CHAPITRE I : L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE RÉCIFALE ET L'ÉVALUATION DE SON EFFICACITÉ	39
1. La réparation écologique des récifs coralliens, un thème en réponse à l'urgence écologique	40
1.1. L'ingénierie écologique, une solution à l'urgence à agir	40
1.2. Les techniques actives de réparation	41
1.3. L'efficacité des techniques d'ingénierie écologique pour les récifs coralliens	44
2. Etude : Efficacité de la réparation écologique en milieu marin tropical, revue critique dans l'océan Indien	45
2.1. Matériel et méthode	45
2.2. Résultats obtenus	48
2.3. Discussion	54
3. Les axes de recherche identifiés afin d'améliorer l'efficacité des projets d'ingénierie écologique récifale : Le besoin d'indicateurs	59
3.1. Les besoins identifiés pour améliorer l'efficacité de la réparation écologique des récifs coralliens	59
3.2. Introduire les indicateurs de réparation	62
4. Conclusion	64

CHAPITRE II : LES REPRÉSENTATIONS SOCIALES POUR AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE DES RÉCIFS CORALLIENS	65
1. Des perceptions aux représentations sociales	66
1.1. Les représentations sociales : définitions	66
1.2. Les représentations sociales en environnement.....	67
2. Les sites d'étude et la population enquêtée	68
2.1. L'île de La Réunion.....	68
2.2. Mayotte	70
2.3. Les catégories d'acteurs enquêtés	72
3. Le cadre d'analyse des perceptions sociales de la réparation écologique.....	76
3.1. Méthode de collecte des perceptions sociales	76
3.2. Les cartes cognitives - Méthodologie.....	77
3.3. Les entretiens semi-directifs - Méthodologie	80
4. Cas d'étude choisi : la représentation sociale de la réparation écologique sur l'île de la Réunion	84
4.1. Les résultats des représentations sociales pour la réparation écologique	84
4.2. Discussion des représentations sociales pour la réparation écologique	114
5. Analyse comparée entre les deux sites d'étude et discussion : bilan des principaux résultats obtenus.....	116
6. Limites de l'étude	120
7. Conclusion	121
CHAPITRE III : DE L'ACCEPTATION SOCIALE A UNE APPROCHE INTÉGRÉE DE LA RÉPARATION ÉCOLOGIQUE	123
1. Améliorer la réparation écologique par l'établissement d'indicateurs socio-écologiques.....	123
1.1. Le besoin d'indicateurs, de l'international au national.....	123
1.2. Qu'est-ce qu'un bon indicateur ?.....	125
1.3. Vers une gestion intégrée de l'ingénierie écologique.....	126
1.4. Les indicateurs socio-systémiques	127
2. Les indicateurs écologiques de la réparation écologique	130
2.1. Une méthode pour construire des indicateurs écologiques	131
2.2. Proposition d'indicateurs écologiques pour évaluer l'efficacité de l'ingénierie écologique récifale	133
2.3. Analyse critique de la démarche proposée	139
3. Les indicateurs d'acceptabilité sociale de la réparation écologique.....	139
3.1. Une méthode pour construire des indicateurs d'acceptation sociale issus des cartes cognitives.....	140
3.2. Les indicateurs d'acceptation sociale en fonction de l'ensemble du panel enquêté .	143

3.3.	Représentation graphique des indicateurs d'acceptation sociale	144
3.4.	Analyse critique de la démarche proposée	147
3.5.	L'acceptabilité sociale, un besoin d'intégration à la démarche d'ingénierie écologique récifale	147
4.	Exemple de projet d'ingénierie écologique récifal : l'immersion de pylônes électriques à la Réunion	148
4.1.	Histoire de récifs artificiels	148
4.2.	Les récifs artificiels à la Réunion	150
4.3.	Le projet CORAIL : des récifs artificiels à partir de poteaux en béton électrique	152
4.4.	La complexité de la démarche - Bilan du projet Corail	157
5.	Conclusion	158
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	159
1.	Rappel des objectifs et principaux résultats	159
2.	Perspective de recherche et pistes de réflexion	161
	BIBLIOGRAPHIE	163
	LISTE DES TABLEAUX	175
	LISTE DES FIGURES	178
	LISTE DES PHOTOGRAPHIES	182
	LISTES DES ANNEXES	182
	ANNEXES	183
	Annexes du chapitre I	183
	Annexes du chapitre II	188
	Annexe du chapitre III	268

INTRODUCTION

« La question n'est plus de savoir si nous avons assez de ressources à exploiter pour continuer comme avant, mais comment participer au maintien de l'habitabilité du territoire dont nous dépendons. »

(Bruno Latour, 2021)²

Érosion de la biodiversité, une crise sans précédent

En mai 2019, le rapport d'évaluation mondiale publié à la suite de la 7^{ème} session plénière de l'IPBES³, le plus exhaustif jamais réalisé sur l'état de la biodiversité, a montré que le rythme de disparition des espèces s'est accéléré depuis les années 1900, tous groupes vivants confondus (figure 2-a). Le taux d'extinction mesuré actuellement est d'« au moins plusieurs dizaines à centaines de fois supérieures au taux moyen des 10 derniers millions d'années (établi, mais incomplet) » (IPBES 2019). Les experts réunis lors de cette session ont déclaré que : « La nature décline globalement à un rythme sans précédent dans l'histoire humaine ». Si ce recul de biodiversité est aujourd'hui universellement reconnu et a motivé la création de l'IPBES en 2012, cela fait plus de soixante-dix ans que divers groupements (scientifiques, ONG, associations, politiques, naturalistes, *etc.*) ne cessent d'alerter sur l'accélération des processus d'érosion de la biodiversité. L'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) dispose des données les plus complètes à l'échelle internationale en ce domaine. Sur les 1,8 millions d'espèces connues, incluant tous les groupes d'animaux vertébrés et invertébrés, de plantes et champignons, 150 388 espèces figurent sur sa liste rouge des espèces menacées⁴, dont 30 % sont considérées comme menacées d'extinction. À l'évidence, classer une espèce en danger et interdire son commerce international ne suffisent plus. Les coraux notamment sont dans un état jugé très critique, leur indice de survie ayant régressé de 0,98 à 0,81 en moins de 20 ans (figure 2-b).

L'appauvrissement de cette biodiversité est lié de manière directe ou indirecte à des facteurs d'origine anthropique, avec en première ligne les activités génératrices de pertes

² https://www.lemonde.fr/idees/article/2021/02/12/bruno-latour-le-covid-19-offre-un-cas-vraiment-admirable-et-douloureux-de-dependance_6069689_3232.html

³ L'IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) est la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques. Elle a été créée en 2012 sur le modèle du GIEC, créé en 1988 pour compiler les informations scientifiques disponibles et alerter les dirigeants de ce monde quant au danger que fait peser le changement climatique sur l'avenir de l'humanité.

⁴ <https://www.iucn.org/resources/conservation-tool/iucn-red-list-threatened-species>

d'habitats et de surexploitation directe des ressources (figure 3). Les activités humaines se placent ainsi au rang des principaux facteurs d'évolution de la biosphère, au point qu'une grande partie de la communauté scientifique s'accorde aujourd'hui pour parler d'Anthropocène (Steffen *et al.*, 2007 ; Lewis et Maslin, 2015 ; Crutzen et Stoermer, 2021). Cette tendance est si préoccupante qu'un nombre grandissant de scientifiques considère que le genre humain est responsable de la sixième extinction de masse des espèces (Cowie *et al.*, 2022). Qu'il y ait des extinctions d'espèces, une raréfaction d'espèces ou une localisation plus restreinte de leur aire de répartition, le constat est une diminution des espèces et une diminution de la diversité génétique dont les conséquences seront, à terme, mesurables au niveau fonctionnel⁵(Steffen *et al.*, 2015 ; Cowie *et al.*, 2022).

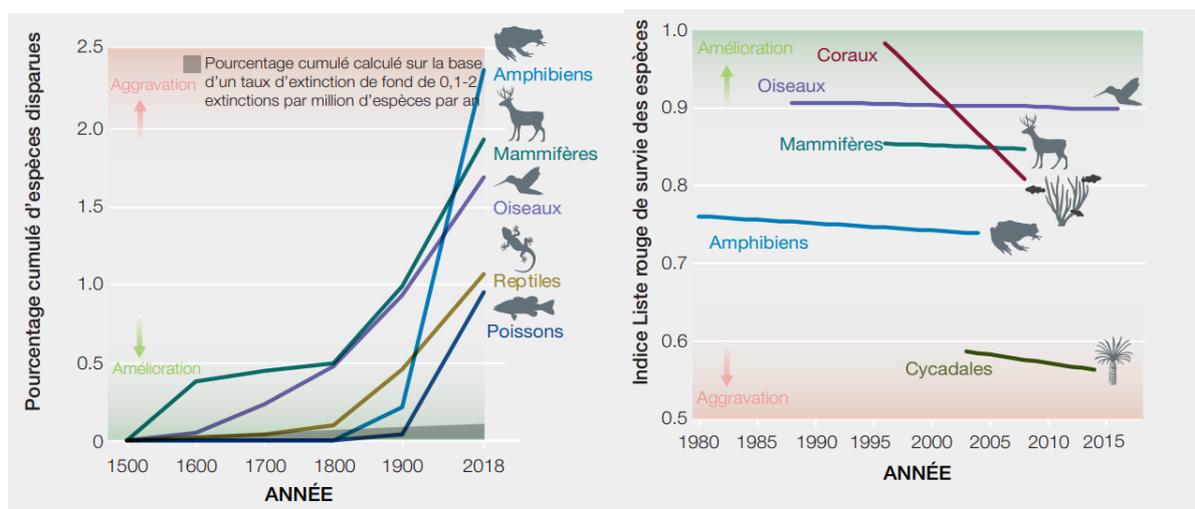


Figure 2 : a) Pourcentage cumulé d'espèces disparues depuis 1500 b) Déclin de la survie des espèces selon la liste rouge IUCN (IPBES, 2019)

Notre civilisation contemporaine, basée sur le développement économique utilitariste et court-termiste, n'en finit pas de croître dans un monde qui est, quant à lui, bien fini (Meadows *et al.*, 1972). Dans un monde fini aux ressources finies, la croissance est par définition limitée (Schumacher, 1978 ; Morin et Lafay, 2017 ; Morin, 2020). Il existe une incompatibilité entre croissance économique et conservation de la nature. Otero *et al.* (2020) montrent que la croissance économique contribue à la perte de biodiversité par une plus grande consommation des ressources et des émissions plus élevées. D'après Pelt (2015), c'est un « rythme qui ne permet pas la prise de conscience brutale et immédiate nécessaire pour insuffler un élan suffisant au changement de pratique ». Il apparaît alors le besoin d'une « métamorphose complexe » sociétale, comme l'appelle le sociologue Edgar Morin (2020).

Dans une exigence de durabilité des écosystèmes, il est crucial de revoir nos pratiques à travers une gouvernance améliorée. Comme le définit Combe (2015), cela implique que « la mobilisation sociétale, le débat public et la logique de négociation font partie intégrante de l'avancée en durabilité ». Face à l'urgence écologique, il convient donc de mettre en place une gouvernance de la biodiversité. Cette approche met l'accent sur la manière dont les acteurs

⁵ Steffen *et al.* 2015 : Dans l'échelle des limites planétaires proposée par Steffen *et al.* 2015, considérer une variable « diversité fonctionnelle » dans les limites planétaires semble encore, à ce jour, difficile à intégrer.

interagissent, coopèrent et participent à la gestion des territoires. Selon Mazé (2020), cela nécessite « *vision intégrative, systémique, [qui] devrait, du point de vue social comme du point de vue des relations humains/non-humains, être plus participative et plus juste, c'est-à-dire n'exclure personne des processus de décision au cours de la construction des trajectoires de soutenabilité* »

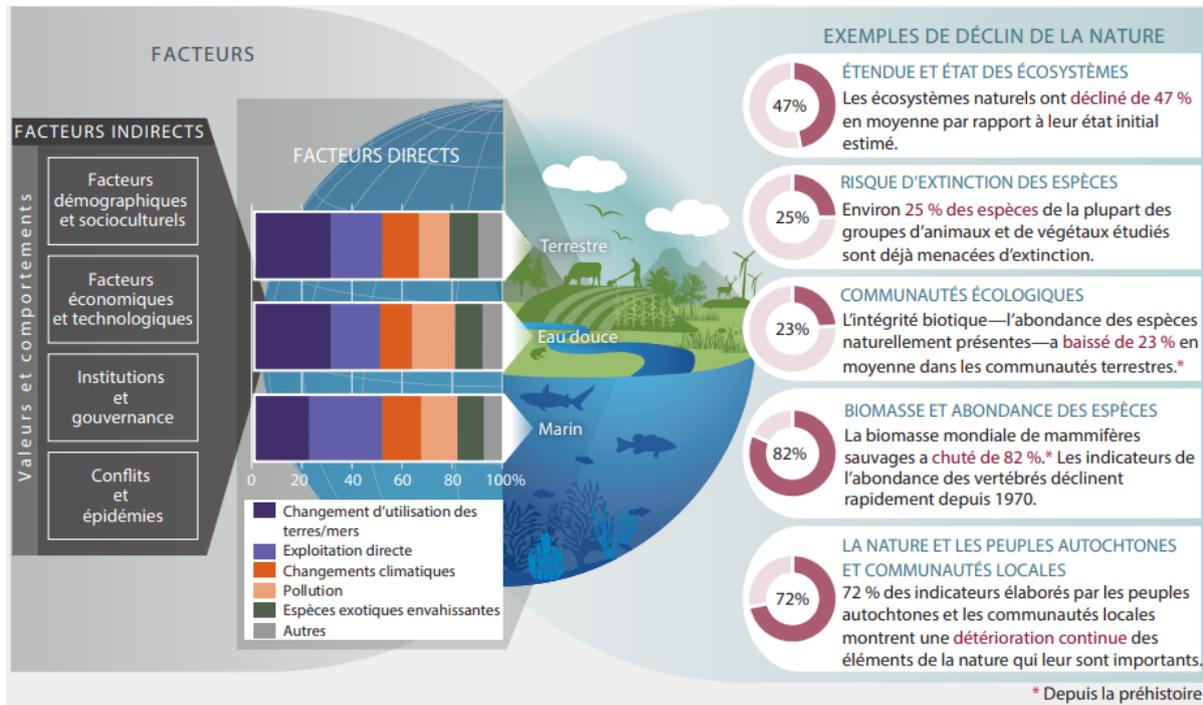


Figure 3 : Les facteurs directs et indirects causant la perte de biodiversité (IPBES, 2019)

Urgence écologique et gouvernance de la biodiversité

La nécessité d'une gouvernance de la biodiversité s'est imposée sur la scène internationale depuis une cinquantaine d'années. Six étapes phares ont structuré cette prise de conscience croissante, poussée par l'urgence écologique.

La conférence des Nations Unies pour l'environnement qui s'est tenue à Stockholm en 1972 est l'acte fondateur avec la création du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) qui dans les vingt années suivantes, va œuvrer pour que chaque état membre de l'ONU se dote d'un ministère de l'environnement.

Le Sommet de la terre de Rio de Janeiro de 1992, qui a popularisé le concept de développement durable constitue la seconde étape. Il s'est soldé par la création de trois conventions majeures, la CCNUCC (Convention Cadre des Nation Unies sur le Changement Climatique), la CNULCD (Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification) et la CDB.

La troisième étape est l'adoption à Nagoya en 2011, préfecture d'Aichi, du plan stratégique 2011-2020 de la CDB qui ambitionne notamment de réduire l'érosion de la biodiversité en

portant à 17 % la superficie de l'espace terrestre mis en protection et à 10 % des zones économiques exclusives la surface des aires marines protégées (AMP).

La cinquième étape est la création en 2012 de l'IPBES, déjà évoquée.

Le plan stratégique 2021-2030 de la CDB validé lors de la COP15 (15^e conférence des parties) à Montréal en décembre 2022 représente la sixième et dernière étape.

Le binôme IPBES-CDB peut être vu comme un dispositif institutionnel engagé dans une course pour répondre à l'urgence écologique (Barrière, 2022) et endiguer l'effondrement de la biodiversité (figure 4).

Compte tenu des enjeux attachés à la COP15, il est important de revenir sur ses principaux résultats. Le 19 décembre 2022, en fin de COP15, le ministre français de l'environnement a déclaré : « *C'est un accord historique, car on pose un cadre ambitieux, dans lequel rien n'est au rabais... Chacun va maintenant devoir prouver qu'il est à la hauteur de ce texte et que ce n'est pas un accord de papier, le travail commence.* »⁶. Si la dernière COP de décembre 2022 a fixé des objectifs clairs et des cibles d'action qui doivent être atteints d'ici 2030, c'est notamment l'objectif de préservation de 30 % des terres et des mers au niveau mondial qui retient notre attention. Pour pouvoir parvenir à cet objectif, il est demandé aux États de :

- « *S'assurer qu'au moins 30% des milieux naturels dégradés seront en **restauration d'ici 2030*** » (Objectif A- Cible 3 - COP15-Biodiversité).
- Réduire les conséquences des changements climatiques et de l'acidification des océans sur la biodiversité, notamment avec des « *solutions fondées sur la nature* » et/ou des « *approches basées sur les écosystèmes* » (Objectif A - Cible 8 - COP15-Biodiversité)
- **Restaurer, maintenir et améliorer les fonctions et les services écosystémiques**, comme la santé des sols et la pollinisation, avec des « *solutions fondées sur la nature* » et/ou des « *approches basées sur les écosystèmes* » (Objectif B - Cible 11 - COP15-Biodiversité).

⁶ https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/12/19/cop15-a-montreal-des-engagements-historiques-pour-la-biodiversite_6155018_3244.html

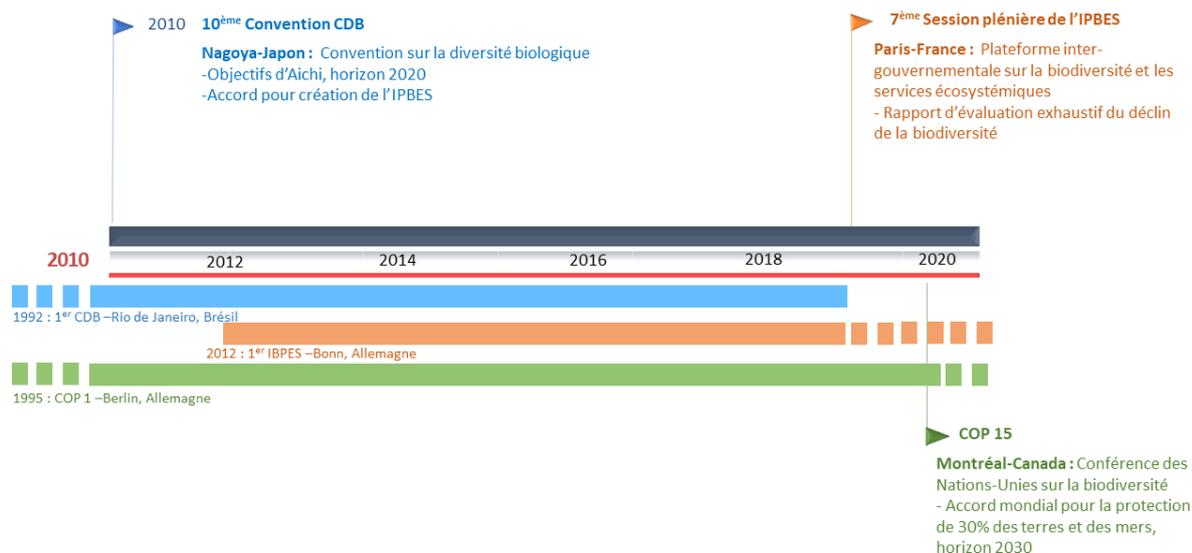


Figure 4 : Douze ans de gouvernance écologique pour endiguer l'effondrement de la biodiversité

Cette importance accordée aux services écosystémiques n'est pas nouvelle. Ceux-ci sont déjà largement mentionnés dans les objectifs d'Aichi, terme par lequel les différentes composantes de plan stratégique 2011-2020 de la CDB sont souvent désignées. La « vision » qui inspire ce plan précise d'ailleurs que « *D'ici à 2050, la diversité biologique est valorisée, conservée, restaurée et utilisée avec sagesse, en assurant le maintien des services fournis par les écosystèmes, en maintenant la planète en bonne santé et en procurant des avantages essentiels à tous les peuples* »⁷. Et surtout en 2012, le terme service écosystémique entre dans l'intitulé de l'IPBES, ce qui conduit à préciser ce concept.

Des services écosystémiques aux services socio-systémiques

Si la crise de la biodiversité met en évidence le fragile équilibre dans les relations humains – non-humains, il ne peut y avoir réduction de l'érosion de la biodiversité sans un travail sur cet équilibre, ce qui suppose en préalable de considérer les liens de dépendance entre l'écosystème⁸ et le socio-système (figure 5). Pour un nombre grandissant de chercheurs, dont la revue *Ecology and Society* est le « porte-parole », les services écosystémiques (SE) sont au cœur des liens que l'Homme entretient avec la Nature. Ils sont définis comme les contributions directes et indirectes des écosystèmes au bien-être humain (TEEB 2010). La qualité du « capital naturel » devient alors un élément essentiel au socio-système. Trois principaux types de services écosystémiques peuvent être définis : les **services d'approvisionnement** (la pêche), les **services de régulation** (la séquestration du CO₂ atmosphérique par les mangroves et les

⁷<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/plan%20strat%C3%A9gique%20pour%20la%20diversit%C3%A9%20biologique%202011-2020%20et%20les%20objectifs%20d%E2%80%99Aichi.%20Un%20cadre%20d%E2%80%99action.pdf>

⁸ Définition : « Une entité ou unité naturelle qui inclut les parties vivantes et non vivantes pour produire un système dans lequel les échanges entre les deux parties s'inscrivent selon des cheminements circulaires » Odum, 1959 (Mirault 2007).

herbiers à magnétophytes marines ; action contre l'érosion du littoral) ou encore les services **aux caractères culturels et sociaux** (l'éco-tourisme ; les rites religieux) (TEEB 2010).

Associés aux services socio-systémiques (SSS), les SE peuvent également être considérés comme un élément de la co-viabilité, car tous deux assurent un lien indissociable entre écosystème et socio-système dont ils assurent la durabilité (Figure 5). Les SSS sont l'ensemble des services rendus par les sociétés humaines, constitutives du socio-système, aux écosystèmes de manière à sécuriser et pérenniser les services écosystémiques et les écosystèmes qui les génèrent (Cillaurren et David 2019). Quatre types de services SSS peuvent être définis : « *sanctuarisation des habitats* », « *ingénierie écologique* », « *réduction de la pression anthropique sur les écosystèmes* » ou encore « *réduction de la pollution* » (Ibid.).

C'est le maintien de la boucle de rétroaction entre SE et SSS qui permettrait de parvenir à la durabilité d'un écosystème. C'est notamment la conclusion de Cillaurren et David (2019), qui proposent l'idée que parvenir à une gestion durable et raisonnée des écosystèmes permettrait de maintenir cette boucle à un niveau élevé d'efficacité. Ils ajoutent aussi que cela doit être la priorité des décideurs en matière de gouvernance de l'environnement, assimilable à un ensemble de systèmes socio-écologiques (*socio-ecological system*).

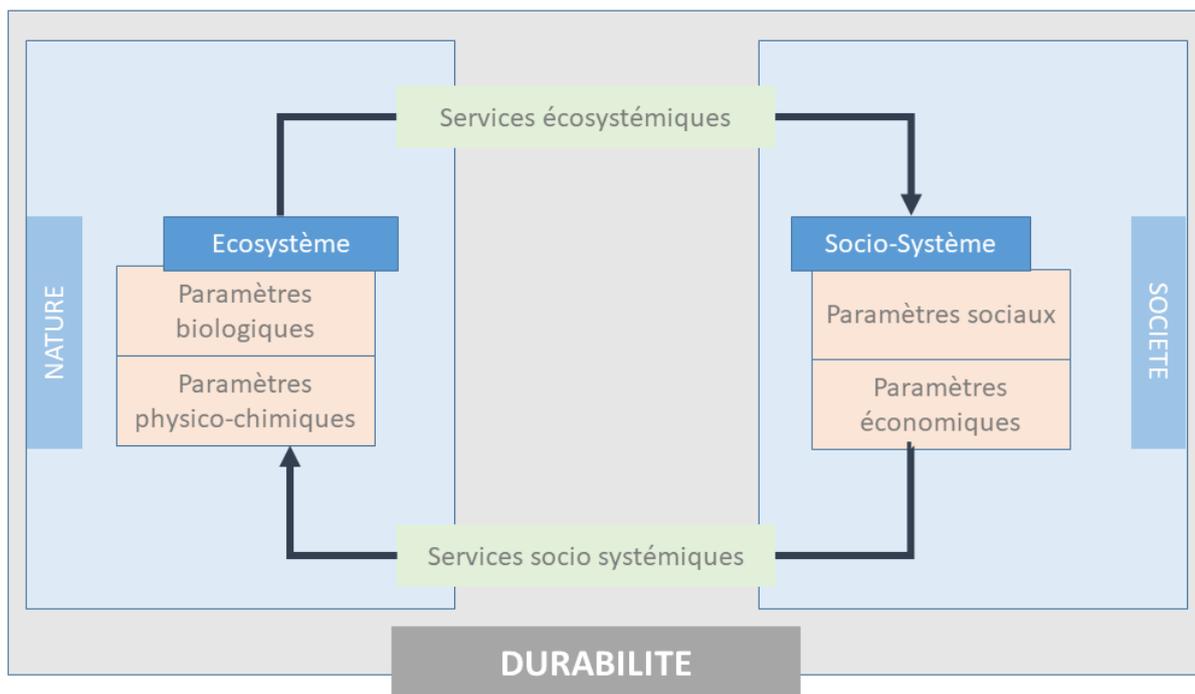


Figure 5 : Vers une relation durable entre l'Ecosystème et le Socio-système, au service de la co-viabilité des deux systèmes

Par définition, tout système socio-écologique est complexe (Berkes *et al.*, 2008 ; Glaser *et al.*, 2012). Apprendre à disséquer et à exploiter la complexité plutôt que de l'éliminer de ces systèmes est un défi majeur pour diagnostiquer les raisons pour lesquelles certains systèmes socio-écologiques sont durables alors que d'autres s'effondrent. Cela passe par l'identification et l'analyse des relations entre les multiples niveaux de ces systèmes complexes à différentes échelles spatiales et temporelles (Ostrom, 2009). À cette fin, un cadre commun de classification

semble nécessaire pour faciliter les efforts multidisciplinaires afin de viser une meilleure compréhension des systèmes socio-écologiques. La tâche est d'autant plus ardue que les sciences écologiques et sociales se sont développées indépendamment et ne se combinent pas facilement (Ostrom, 2009), bien que des progrès aient été réalisés dans la compréhension des principales propriétés des systèmes socio-écologiques des écosystèmes marins et côtiers, notamment la résilience, la capacité d'adaptation, la vulnérabilité et la gouvernance (Refulio-Coronado *et al.*, 2021). Ce cadre commun postule que quatre sous-systèmes influencent le système socio-écologiques : (i) Un système de ressources délimitant un territoire (par exemple les parcs naturels marins, une aire géographique définie) ; (ii) des unités de ressources (par exemple les récifs coralliens, les espèces en présence) ; (iii) le système de gouvernance ; (iv) les utilisateurs du système (Figure 6).

Dans ce contexte, l'étude des systèmes de gouvernance est essentielle. Jusqu'à récemment, la théorie acceptée supposait que les utilisateurs de ressources avaient du mal à s'organiser eux-mêmes pour préserver leurs ressources et que les gouvernements devaient imposer des solutions, ou du moins structurer une cogestion (Jentoft, 1989 ; Sen et Nielsen, 1996). Toutefois, certaines politiques gouvernementales accélèrent la destruction des ressources (Otero *et al.*, 2020), alors que certains utilisateurs ont investi leur temps et leur énergie pour parvenir à la durabilité. Comme l'a montré Ostrom (2009), les individus sont en effet capables de s'organiser collectivement pour gérer les ressources naturelles qu'ils assimilent à des biens communs. Par définition, comme tous les autres écosystèmes marins, les récifs coralliens échappent à la propriété privée et sont donc à la fois des systèmes socio-écologiques et des biens communs.

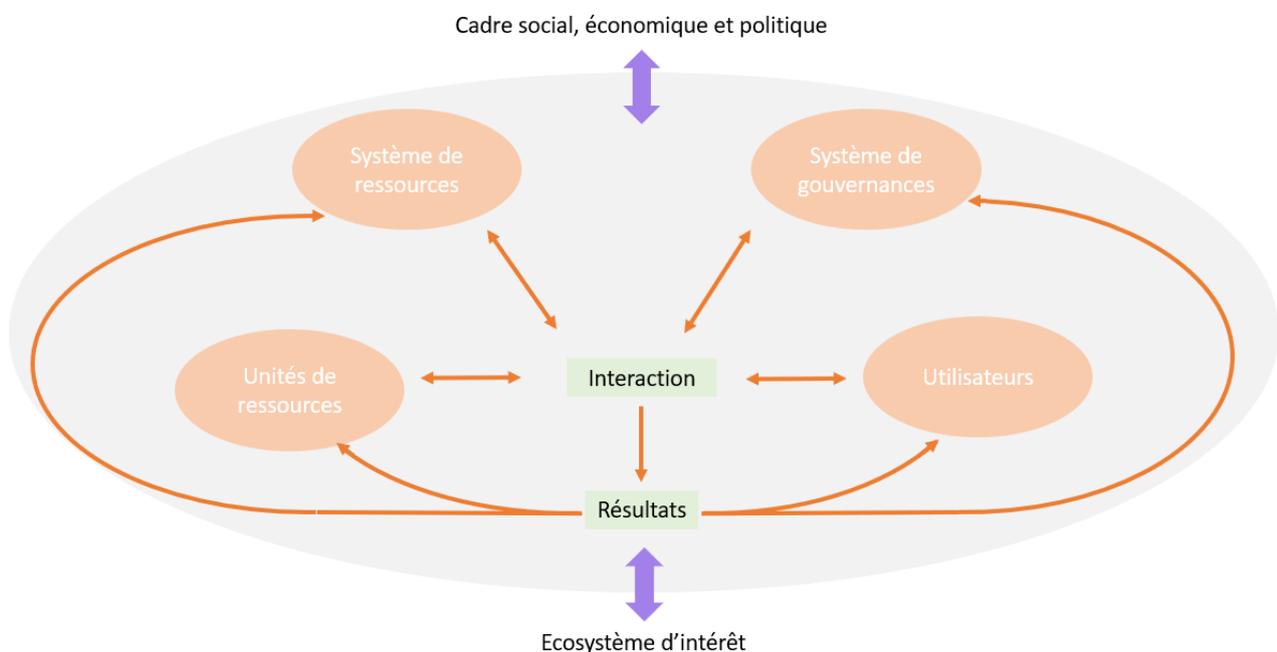
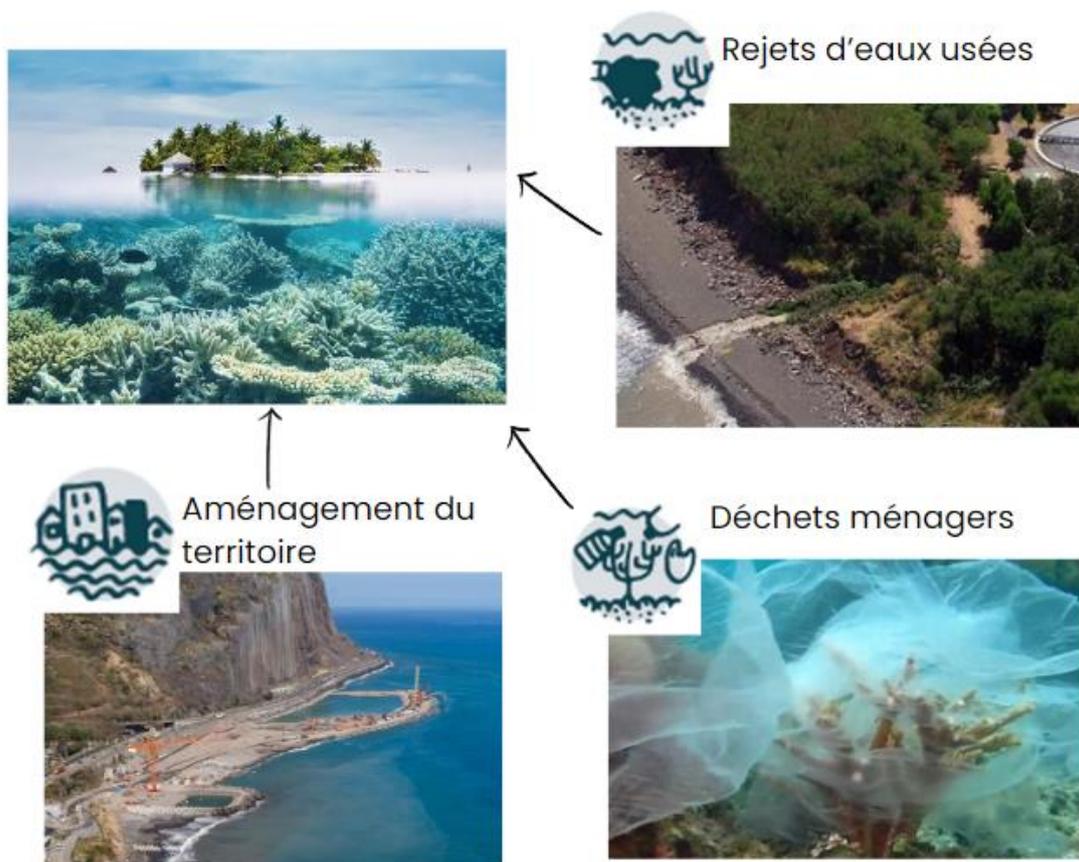


Figure 6 : Les principaux sous-systèmes d'un cadre d'analyse des systèmes socio-écologiques (d'après Ostrom, 2009)

Les récifs coralliens

Ces dix dernières années, la couverture corallienne mondiale a observé une diminution progressive de 14 % (de 2009 à 2018) (Souter *et al.*, 2021). Jusqu'au début des années 1990, les activités anthropiques étaient désignées comme la principale cause de cette dégradation (Salvat, 1987). Ces écosystèmes accusent des pertes historiques importantes et un déclin rapide (IPBES, 2019). Pour reprendre quelques chiffres, en 2008, on estimait à 40 % l'espace marin affecté par de multiples facteurs cumulatifs. En 2014, ce constat est passé à 66 % avec seulement 3 % de l'espace marin jugé comme épargné par la pression humaine (chiffre établi, mais incomplet) (*Ibid.*) Il en découle donc une fragilisation de ces écosystèmes, entraînant un problème de résilience. L'impact anthropique de plus en plus important sur ces écosystèmes fait que le rétablissement de ces derniers est quant à lui de plus en plus lent (Bellwood *et al.*, 2004 ; Edwards et Gomez, 2007; Photographie 1).



Photographie 1 : Exemples d'impact d'origine anthropique sur le récif corallien. NB : Liste non-exhaustive.

Il devient donc difficile pour ces écosystèmes de retrouver un équilibre fonctionnel. Depuis les travaux du GIEC, les effets du changement climatique, notamment les augmentations temporaires de température des eaux et les phénomènes de blanchissement qui l'accompagnent ont également été mis en évidence. Cette évolution est appelée à durer avec l'accroissement de la température moyenne des océans et leur acidification (Pendleton *et al.*,

2016). La mise en place d'une boucle amplificatrice entre les pressions anthropiques et les effets du changement climatique (les premières accentuant les seconds) (Steffen *et al.*, 2007 ; David et Quod, 2018) risque de compromettre gravement la résilience de l'écosystème corallien (Anthony *et al.*, 2017 ; Bellwood *et al.*, 2004 ; Edwards et Gomez, 2007) dont la dégradation s'est très fortement accélérée ces trois dernières décennies (Wilkinson, 2008 ; Souter *et al.*, 2021). Face à l'urgence écologique mondiale (Barrière, 2022), des solutions durables, rentables et innovantes pour que les récifs recouvrent leur équilibre fonctionnel doivent être élaborées (Borsje *et al.*, 2011). Ces objectifs ont été largement mis sur le devant de la scène lors de la COP15-Biodiversité de décembre 2022 qui recommande deux mesures « phares » : d'ici 2030, 30 % de la superficie des océans sera mis en protection et au moins 30 % des milieux naturels dégradés seront en restauration. Le défi est immense. Le précédent plan stratégique 2011-2020 de la CDB n'avait pour objectif que de placer en protection 10 % du milieu marin. Les progrès enregistrés ne l'ont été que grâce à la création de très grandes AMP (d'une superficie généralement supérieure à 100 000 km²) couvrant souvent l'ensemble de la ZEE (Zone Economique Exclusive) de territoires insulaires (David, 2022). La majorité des pays de la planète n'ont pas été en mesure de remplir leurs obligations vis-à-vis de cet objectif de 10 %. Porter la protection de l'océan à 30 % nécessitera des efforts bien supérieurs. La logique visant à protéger 30 % des océans repose sur le principe que la durabilité de chaque écosystème marin ou côtier ne peut être atteinte que si 30 % des surfaces couvertes par cet écosystème sont préservées des pressions anthropiques. Selon cette logique, 30 % des formations récifales devraient être placées en protection forte. Cet objectif implique de vigoureux efforts pour améliorer la gouvernance des récifs coralliens.

La gouvernance des récifs coralliens

Parvenir à la durabilité des écosystèmes coralliens implique une prise de décision à plusieurs niveaux, basée sur une solide connaissance scientifique des systèmes socio-écologiques récifaux, ainsi que sur des connaissances écologiques locales empiriques et des observations de l'environnement. Il est crucial de prendre en compte l'interdépendance entre l'écosystème et le socio-système qui l'accompagne à l'échelle du milieu récifal mais aussi en amont à l'échelle des bassins versants, dont les dynamiques naturelles et anthropiques peuvent impacter le milieu récifal, comme le projet AGIL l'a montré à La Réunion (Antona *et al.*, 2005 ; David *et al.*, 2009). Une meilleure gouvernance pour être durable nécessite une collaboration multi-acteurs dans le cadre d'une gestion intégrée des zones côtières (GIZC) (Morel *et al.*, 2008) et des bassins versants en amont (figure 7).

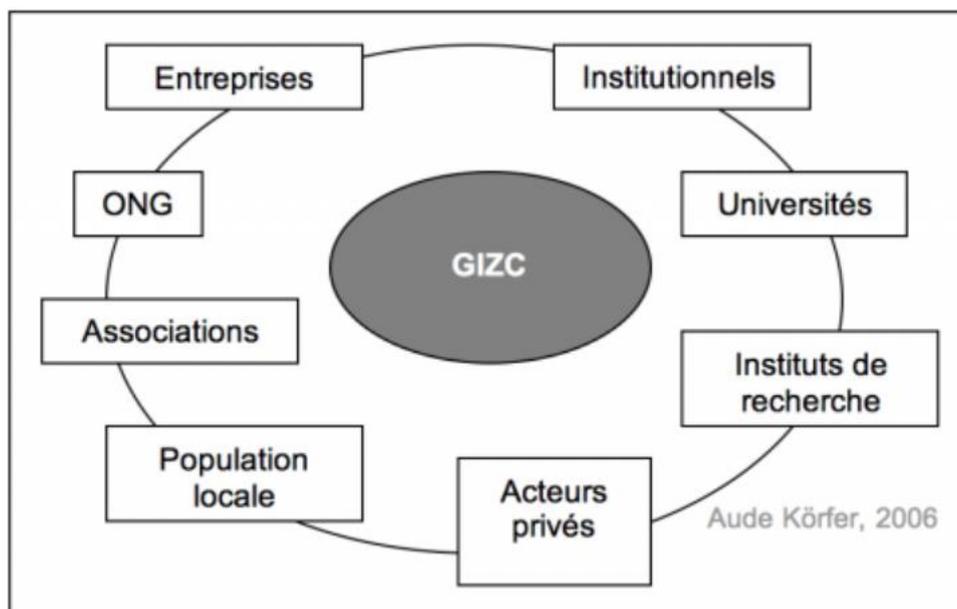


Figure 7 : Acteurs potentiels d'un réseau de GIZC (issu de Morel et al., 2008)

La gestion intégrée et la durabilité des zones côtières et de l'environnement marin ont connu un engouement de la communauté internationale en 1992 lors de la deuxième conférence des Nations Unies de Rio (Lozachmeur, 2009). D'une part, les États côtiers ont révélé leur attachement à la gestion de ces territoires de par leur juridiction nationale ; d'autre part, il s'agit d'un système de gouvernance pertinent qui considère la complexité des écosystèmes et les différentes dynamiques des parties prenantes (figure 8), comme l'ont notamment montré les deux guides de l'UNESCO consacrés à ce thème (Hénocque et al., 1997 ; Hénocque et Denis, 2001).

On entend par gestion intégrée, « l'aménagement et l'utilisation durable des zones côtières prenant en considération le développement économique et social lié à la présence de la mer tout en sauvegardant, pour les générations présentes et futures, les équilibres biologiques et écologiques fragiles de la zone côtière et les paysages » (Lozachmeur, 2009).

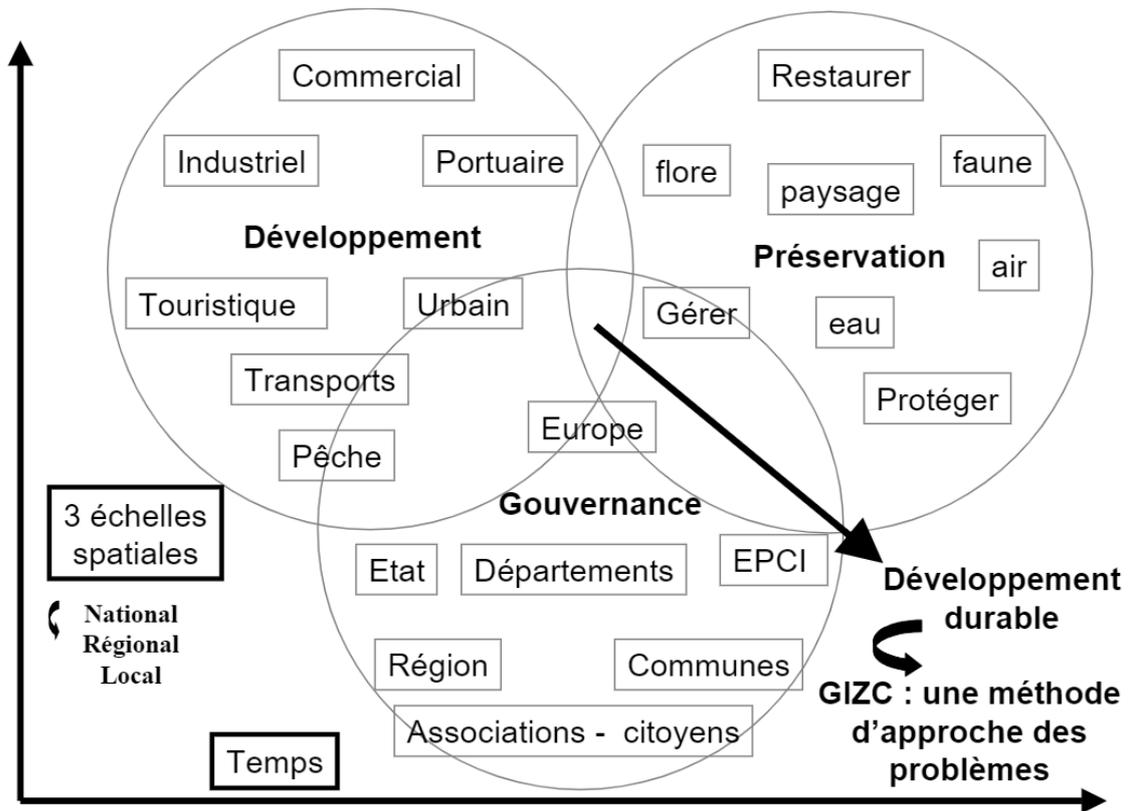


Figure 8 : La gestion intégrée des zones côtières (GIZC) : la gouvernance à l'interface entre développement et préservation (Deboudt et al., 2009)

D'après cet auteur, la GIZC s'appuie sur huit principes stratégiques :

- Adopter une perspective globale étendue, en considérant à la fois les différentes thématiques et les diverses zones géographiques. Il faut prendre en compte l'interdépendance et les disparités entre les systèmes naturels et les activités humaines qui influencent les zones côtières.
- Adopter une perspective à long terme, en prenant en compte le principe de précaution et en répondant aux besoins des générations actuelles et futures.
- Mettre en place une gestion adaptative progressive qui permet des ajustements en fonction de l'évolution des problèmes et des connaissances scientifiques. Cela nécessite une base scientifique solide pour comprendre l'évolution des zones côtières.
- Tenir compte des particularités locales et de la grande diversité des zones côtières afin de répondre à leurs besoins spécifiques par des solutions adaptées et des mesures flexibles.
- Valoriser les processus naturels et respecter la capacité d'absorption des écosystèmes, afin de rendre les activités humaines plus respectueuses de l'environnement, plus responsables socialement et plus saines économiquement à long terme.
- Impliquer toutes les parties prenantes dans le processus de gestion.
- Obtenir le soutien et la participation des autorités compétentes aux niveaux national, régional et local, en établissant des liens adéquats pour améliorer la coordination des différentes politiques existantes.

- Utiliser conjointement plusieurs instruments pour favoriser la cohérence entre les objectifs des politiques sectorielles et l'aménagement et la gestion des zones côtières.

Si la création d'aires marines protégées et la gestion intégrée des zones côtières sont des éléments structurant d'une nouvelle gouvernance des récifs coralliens, la COP15 introduit une nouvelle dimension en recommandant aux Etats côtiers membres de l'ONU de mettre l'accent sur la restauration de 30 % des écosystèmes dégradés.

Cette mention explicite de la restauration des écosystèmes et des services écosystémiques comme objectifs prioritaires du maintien de la biodiversité est une première dans les plans stratégiques de la CDB. Elle constate l'échec des discours des défenseurs de l'environnement à destination des décideurs économiques et des élus politiques depuis plus de 60 ans (figure 9). Des années 1970 au milieu des années 1990, le discours relevait de l'éthique et de la morale. L'odyssée sous-marine de l'équipe Cousteau (1968-1976), diffusée en français, en anglais du Royaume Uni et en anglais des USA, est emblématique de ce type de message. Consacré exclusivement au milieu marin, il a eu son pendant « terrestre » à la télévision française avec l'émission « les Animaux du monde » qui bénéficiait du conseil scientifique de quatre chercheurs. Malgré le succès médiatique de ce type d'émissions qui se sont multipliées à l'échelle internationale, force est de constater que l'érosion de la biodiversité ne s'est pas arrêtée. Les efforts des scientifiques pour suivre l'évolution des écosystèmes sont un élément constitutif de cette stratégie. En ce qui concerne le milieu récifal, ils se sont concrétisés par la création en 1997 d'un réseau mondial de surveillance des récifs, le Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) coiffant des réseaux régionaux correspondant chacun à une façade océanique. Le principal résultat du GCRMN est la parution régulière d'un état mondial de la santé des récifs coralliens. Cinq bilans ont ainsi été publiés de 1998 à 2008 (Wilkinson 1998, 2000, 2002, 2004, 2008). Cette connaissance a permis de nourrir les réflexions de l'International Coral Reef Initiative (ICRI), créée en 1994 pour agir en tant que lobby international sur les politiques publiques des Etats membres de l'ONU concernant leurs récifs. Le renforcement des stratégies de communication des défenseurs de l'environnement par l'apport des connaissances scientifiques en matière d'évolution de la biodiversité n'a pas eu les résultats espérés, notamment en ce qui concerne le milieu corallien.

Comme le soulignent David *et al.*, 2007, p. 6 : « ...les décideurs ne sont prêts à adhérer aux thèses des protecteurs des récifs [...] qu'à la condition que la conservation ne leur coûte pas cher et n'engendre aucun conflit avec d'autres usagers, électeurs potentiels ou administrés. [...] Comme il semble illusoire d'espérer que les décideurs changent profondément leur façon de penser, modifier le message qui leur est adressé constitue l'unique solution pour espérer les convaincre de la nécessité de stopper les dégradations multiples dont les récifs coralliens sont l'objet ».

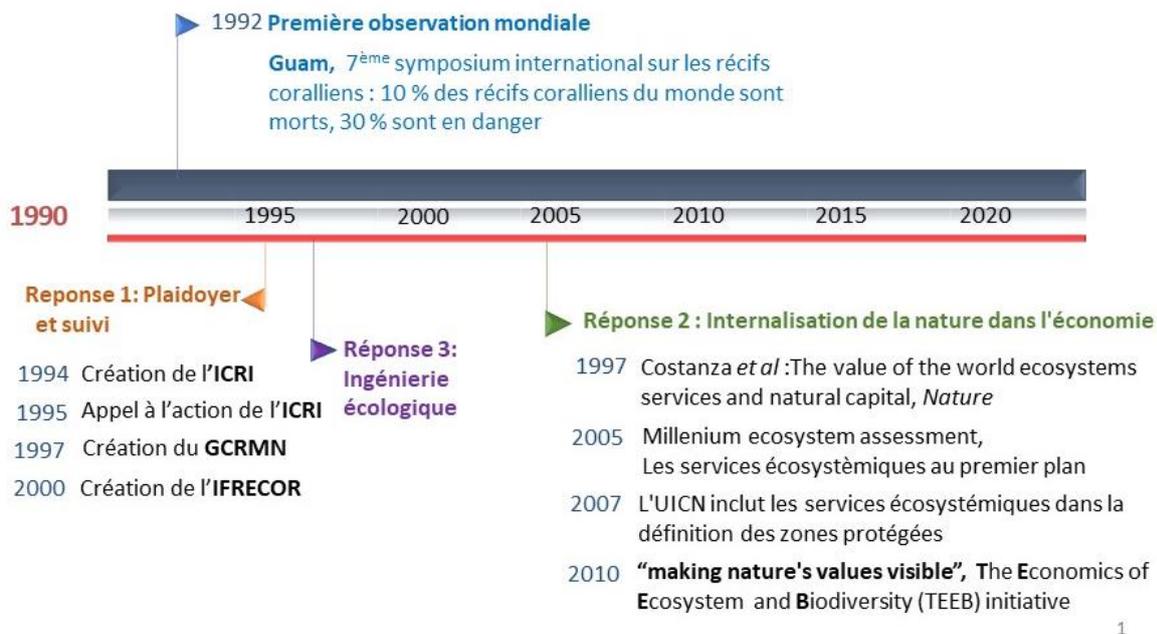


Figure 9 : Les dates clés dans la gestion des récifs coralliens

Telle est la seconde stratégie suivie par le milieu scientifique dès le milieu des années 1990 avec la diffusion du concept de service écosystémique et la multiplication des évaluations monétaires de l'environnement, à la suite de l'article fondateur de Costanza et al (1997) : *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Attribuer une valeur monétaire au milieu naturel permet d'intégrer l'écologie dans la sphère économique et d'adresser aux décideurs un message dans un langage qu'ils comprennent, changeant ainsi la nature de leur décision (Hilmi *et al.*, 2014). Malgré l'intérêt suscité par cette démarche dans le milieu scientifique, que l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire (MEA, 2005) a consacrée, soulignant l'importance d'intégrer une compréhension de la dynamique des écosystèmes dans les systèmes de gouvernance afin de renforcer les capacités de gestion des services écosystémiques (Olsson *et al.*, 2008), l'érosion de la biodiversité s'est poursuivie (figures 2 et 3). Prenant acte de cette réalité, la CDB considère aujourd'hui que réduire les impacts anthropiques sur la biodiversité ne suffit pas. Il convient également de restaurer les écosystèmes et les services qu'ils génèrent (figure 9), ce qui constitue une première dans le fragile équilibre des relations entre humains et non humains (Descola, 2020). Comme le soulignaient Rey *et al.*, en 2014, l'ingénierie écologique apparaît ainsi comme un outil permettant de nouvelles stratégies dans le cadre de l'anticipation face aux enjeux de biodiversité et de services écosystémiques.

Tableau 1 : Historique des définitions internationales et françaises de l'ingénierie écologique (Rey et al., 2014)

Référence	Ingénierie	Écologie	« valeurs »
Odum (1962)	« ... those cases in which the energy supplied by man is small relative to the natural sources, but sufficient to produce large effects in the resulting patterns and processes »	niveau écosystème	contrôle <i>a priori</i> , prédictibilité
Odum (1971)	« management of nature »		
Mitsch (1996)	« conception... »	«... d'écosystèmes... »	« ... durables, qui intègrent la société humaine avec son environnement naturel, pour leur bénéfice mutuel »
Bergen et al. (2001)		s'appuie sur la science de l'écologie tous types de niveaux, d'interaction homme/nature	
Allen et al. (2003)	révision des objectifs suivant la dynamique du système	système écologique en évolution naturelle (autopoïèse, émergence) plutôt niveau écosystème	
Cozic (2004)	objectifs opérationnels de terrain	approche scientifique systémique	
Gosselin (2008)	conception, application et suivi/évaluation de la composante écologique d'un projet d'aménagement ou de gestion	plusieurs niveaux écosystémiques liés au développement des connaissances et des méthodes en écologie pluridisciplinaire	pour le bénéfice de la société humaine, y compris de ses attentes environnementales
Rey et al. (2009)	établissement d'outils stratégiques et appliqués pour la mise en œuvre d'opérations de restauration écologique <i>sensu lato</i>	écologie au sens large, écologie de la restauration en particulier	objectifs englobant à la fois ceux de la restauration écologique <i>sensu lato</i> , la création de nouveaux écosystèmes durables...
Jones (2012)		co-construction avec des acteurs de disciplines différentes pour aller de la recherche fondamentale à la recherche appliquée	position éthique intermédiaire (entre anthropocentrée et biocentrée)
Rey (2013)	action par et/ou pour le vivant	notion d'« écologie ingénieriale »	vision anthropocentrée et/ou biocentrée
Ecotechnology (Straskraba, 1993)	« use of technological means for ecosystem management... »	« ... based on deep ecological understanding... »	« ... to minimize the costs of measures and their harm to the environment »
Environmental engineering (Allen et al., 2003)		« contexte » sous contrainte, fortement contrôlé par l'homme	peut inclure des objectifs liés à la nature
Génie écologique (texte)	construction d'ouvrages ou intervention avec des machines		dans un objectif écologique

L'ingénierie écologique, un service socio-systémique

Puisqu'elle vise à restaurer les habitats et les fonctionnalités de l'écosystème à partir d'actions humaines mobilisant connaissances scientifiques, savoirs locaux et savoir-faire techniques, l'ingénierie écologique peut-être classée parmi les services socio-systémiques, services rendus par les humains aux écosystèmes pour pérenniser les services écosystémiques que ceux-ci leurs rendent, comme l'ont défini Cillauren et David (2019).

Historiquement, l'ingénierie écologique est apparue dans les années 1960 avec l'expression « *ecological engineering* ». Odum en 1962 proposait une nouvelle ingénierie visant à intégrer l'homme dans son écosystème et ainsi, proposer une toute autre relation entre l'Homme et la Nature. Il proposa la définition suivante : « *Toutes les situations où l'énergie fournie par les humains est réduite par rapport aux sources naturelles d'énergie, mais cependant suffisante pour avoir des impacts forts sur les fonctionnalités écologiques et les processus qui en découlent* » (Rey *et al.*, 2014) (Tableau 1). D'autres auteurs ont par la suite proposé de nouvelles définitions, parfois en considérant l'Homme séparé de la Nature où le bénéfice de l'ingénierie écologique (IE) revient soit à l'humain soit à la nature (Mitsch et Jørgensen, 2003). Dans les conceptions, le suivi et la construction d'écosystèmes, il devient alors question d'intégrer la société humaine dans son environnement naturel pour le bénéfice de la nature et de l'humain (Mitsch et Joergensen, 1989 ; Calvet *et al.*, 2015). Rey *et al.* (2014) ont travaillé à un historique de la diversité de définitions de l'IE à travers les différentes propositions issues de la littérature scientifique classique, ou de supports de diffusion au cours du temps (SER - Society for Ecological Restoration, 2004). Parmi ces définitions, nous retiendrons, pour la suite de nos travaux, celle qui nous paraît la plus complète, proposée par Moreno-Mateos *et al.* (2015), stipulant que « *l'ingénierie écologique regroupe l'ensemble des techniques et processus pour résoudre un problème socio-économique et/ou environnemental via l'utilisation d'organismes vivants ou d'autres matériaux d'origine biologique ou non* ».

Une réparation écologique pour une meilleure durabilité socio-écosystémique

Nous l'aborderons dans le chapitre I, l'ingénierie écologique est subdivisée en deux types de réparation écologique, l'une active et l'autre passive. Dans ce manuscrit, c'est uniquement la réparation écologique active que nous étudions.

La réparation écologique des écosystèmes est complexe et risquée et difficilement prévisible sur le long terme (Chipeaux *et al.*, 2016). D'après Clewell et Aronson (2012), c'est une tâche qui demande de la patience voire du dévouement de la part des maîtres d'ouvrage et/ou des gestionnaires. Planifier un projet de réparation nécessite la prise en compte de plusieurs facteurs (figure 10). Ce que recommande la SER (2004), c'est d'énoncer précisément les objectifs du projet de réparation, puis d'évaluer leur faisabilité technique et les moyens humains et budgétaires nécessaires à leur mise en place. Afin d'obtenir une gestion efficace à long terme du site réparé, les différentes stratégies pour y parvenir doivent être discutées et communiquées avec l'ensemble des acteurs des territoires concernés (SER, 2004).

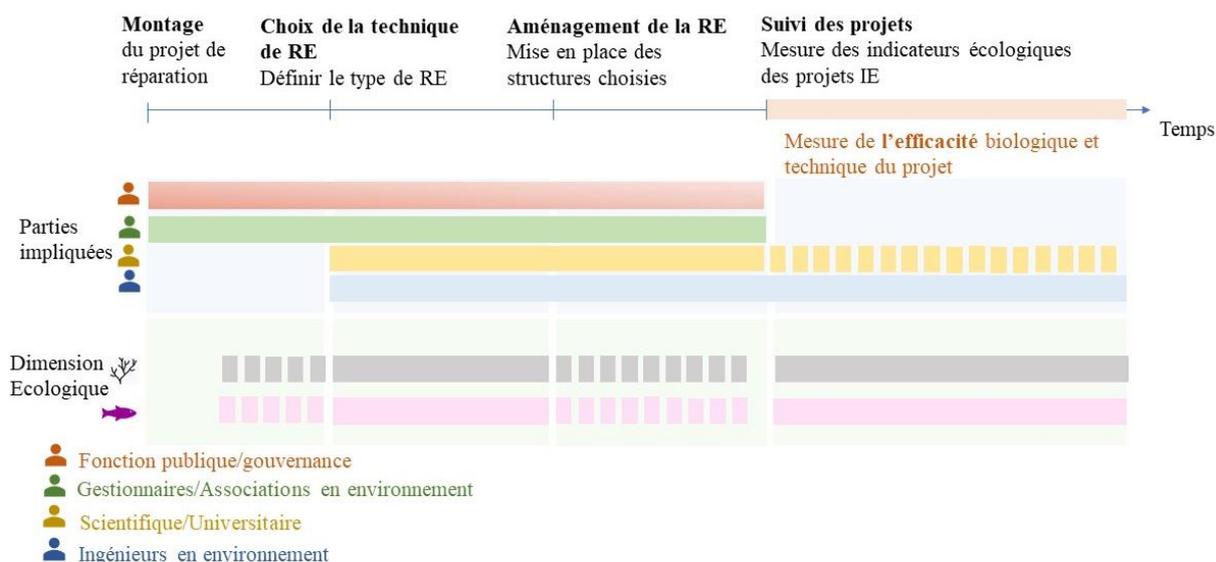


Figure 10 : Planification d'un projet de réparation écologique

C'est dans les milieux naturels marins côtiers que le rapport coût/bénéfice de la démarche de « réparer » la nature présente les plus grands intérêts (figure 11). Les bénéfices nets, estimés sur 40 ans après la réparation, sont cinq fois plus élevés que les coûts initialement engendrés (TEEB 2009). Toutefois le risque d'échec est également très important. Plusieurs raisons sont identifiables, qu'elles soient techniques ou bio-géophysiques :

- Les effets de la réparation sont difficilement prévisibles, notamment sur le long terme.
- C'est une action qui demande de la patience et du dévouement de la part des parties prenantes aux projets (Clewel et Aronson 2012).
- La planification d'un projet de réparation nécessite de définir clairement les objectifs du projet de réparation, leur faisabilité technique et humaine et les moyens nécessaires pour y parvenir.
- Les différentes stratégies amenant à une bonne gestion du projet de restauration, avec le maintien à long terme du site restauré (SER, 2004), doivent être discutées et communiquées avec l'ensemble des acteurs des territoires concernés.

Entreprendre des projets de réparation écologique n'est donc pas uniquement un défi biologique mais aussi un défi de gouvernance (Hughes *et al.*, 2023). Ce défi de gouvernance n'est encore que très peu abordé et manque généralement d'un environnement réglementaire efficace pour garantir la responsabilité et la transparence ou pour minimiser les risques sociaux, environnementaux et économiques des nouvelles interventions (Hughes *et al.*, 2023). C'est notamment le constat relevé par Calvet *et al.*, (2015), 16 % des articles liés à l'écologie, les sciences de l'environnement ou l'ingénierie écologique, appartiennent aux sciences sociales (44 % des articles sont liés aux sciences de l'écologie). La sous-représentation des sciences sociales dans les projets d'ingénierie écologique est révélatrice d'un manque. En effet, les passerelles entre le champ disciplinaire de l'écologie et le champ disciplinaire des sciences sociales sont rarement faites. En écologie, les recherches se concentrent sur la restauration et l'efficacité des mesures mises en place (Jacob et Dupras, 2021).

Nous définirons l'efficacité comme la maximisation de résultats positifs et durables tout en minimisant les efforts, les ressources et le temps d'action. Dans le cadre de l'ingénierie écologique, l'efficacité d'un projet est sujette à une comparaison entre l'état de référence de l'écosystème avant la dégradation et l'état de l'écosystème après la réparation, afin de déterminer dans quelle mesure les objectifs de réparation ont été atteints.

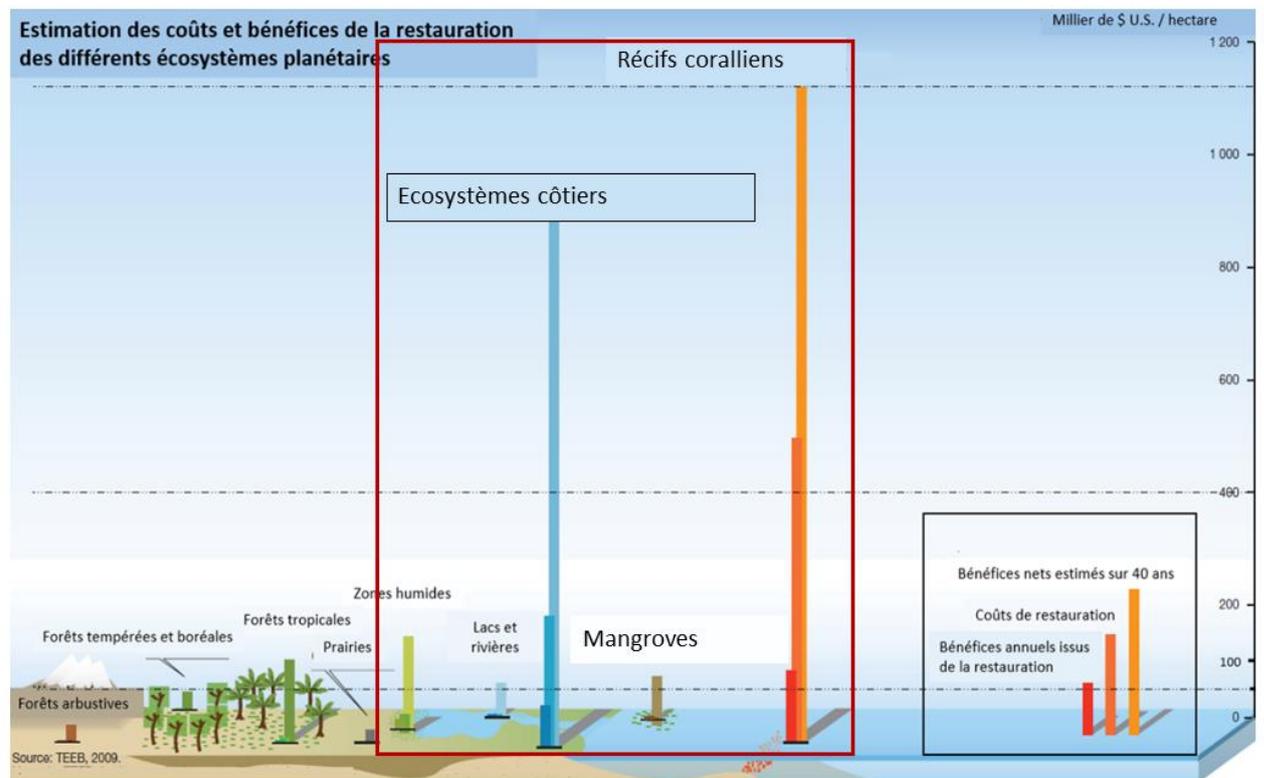


Figure 11 : Evaluation des coûts et bénéfices monétarisés de la restauration écologique des écosystèmes terrestres et côtiers (Piocch - adapté du TEEB, 2009)

Pour évaluer l'efficacité écologique de la réparation écologique, la littérature propose divers paramètres de mesure permettant d'évaluer le rétablissement réel de l'écosystème après le projet de réparation. Ces paramètres relèvent de quatre grandes catégories : le taux de survie ; la croissance des fragments ; la surface de recouvrement ; l'abondance d'espèces ichthyologiques (Bayraktarov et al. 2016 ; Hein *et al.*, 2017). Pour qu'ils puissent être renseignés avec succès, il est indispensable que le suivi de l'efficacité de la réparation puisse durer plusieurs années. Or, le temps de suivi diffère d'un projet à l'autre, l'évaluation de l'efficacité écologique devient alors très difficile, voire impossible. L'évaluation de l'efficacité sociale est rarement prise en compte dans l'évaluation du succès (Rey *et al.*, 2014 ; Bayraktarov *et al.*, 2019 ; NOAA, 2020). Cette situation a été relevée à l'échelle mondiale. La région océan Indien présente-t-elle une situation conforme ou divergente par rapport à ce panorama global ? C'est ce qui va être examiné dans le premier chapitre.

Problématique de la thèse

Il est fréquent qu'en géographie la problématique de thèse se limite à quelques questions de recherche et l'évolution de la discipline n'incline pas aux remises en question épistémologiques. Il est loin le temps des batailles théoriques entre géographes quantitativistes et qualitativistes (Chante, 2016 ; Claval, 2022). D'ailleurs, l'unique ouvrage spécifiquement dédié à la problématique en géographie date de cette époque de confrontation (Isnard *et al.*, 1981). Pourtant, définir une problématique solide permet de mieux cerner son sujet de thèse. Pour ma part, suivant les conseils d'un de mes deux directeurs (David, 1991), je me suis référée à la définition des anthropologues Creswell et Godelier (1976, p.22) pour lesquels toute problématique « ... se constitue d'un énoncé théorique, d'un ensemble d'axiomes et de concepts, d'hypothèses de travail et d'un protocole de recherche ».

Nous venons de le voir (Cf : contexte scientifique et institutionnel p.11), les sciences de la durabilité forment le cadre théorique dans lequel s'inscrit la présente thèse qui porte sur l'ingénierie écologique appliquée aux récifs coralliens et l'évaluation de son efficacité. L'énoncé théorique revêt deux dimensions : un cadre théorique et une question de recherche. Ce cadre théorique, nous allons l'assimiler au cahier des charges d'une maison, le terme grec *Oikos* étant commun à la fois à l'écologie (l'étude de la maison) et à l'économie (l'administration de la maison). En termes de BTP, la question de recherche peut être représentée par le style architectural d'une maison. Les axiomes ou postulats correspondent aux travaux de gros œuvre qui concernent les fondations, les murs de la maison et les planchers. Les hypothèses se rapportent à tout ce qui concerne le toit et le second œuvre. Les concepts structurent à la fois les postulats et les hypothèses ; ils correspondent notamment à la dalle de béton, aux murs-porteurs et à la charpente du toit. Quant au protocole de recherche, il peut être assimilé au plan qui va permettre au maître d'œuvre de construire la maison de « A à Z ».

Les sciences de la durabilité, cadre théorique dans lequel s'inscrit la présente thèse, imposent que la réparation écologique soit étudiée selon la dimension holistique du système socio-écologique et que l'accent soit mis sur les interconnexions entre les sous-systèmes qui le composent. Dans ce contexte, étudier l'efficacité de la réparation écologique des récifs coralliens, afin que celle-ci réponde mieux à l'urgence écologique fixée par la dernière conférence des parties du CDB (Convention sur la Diversité Biologique) à Montréal, relève principalement d'une recherche méthodologique. Ainsi, la principale question de recherche de notre thèse s'énonce simplement : **comment améliorer l'efficacité de cette réparation écologique par une meilleure prise en compte de ses dimensions sociales ?** (figure 12).

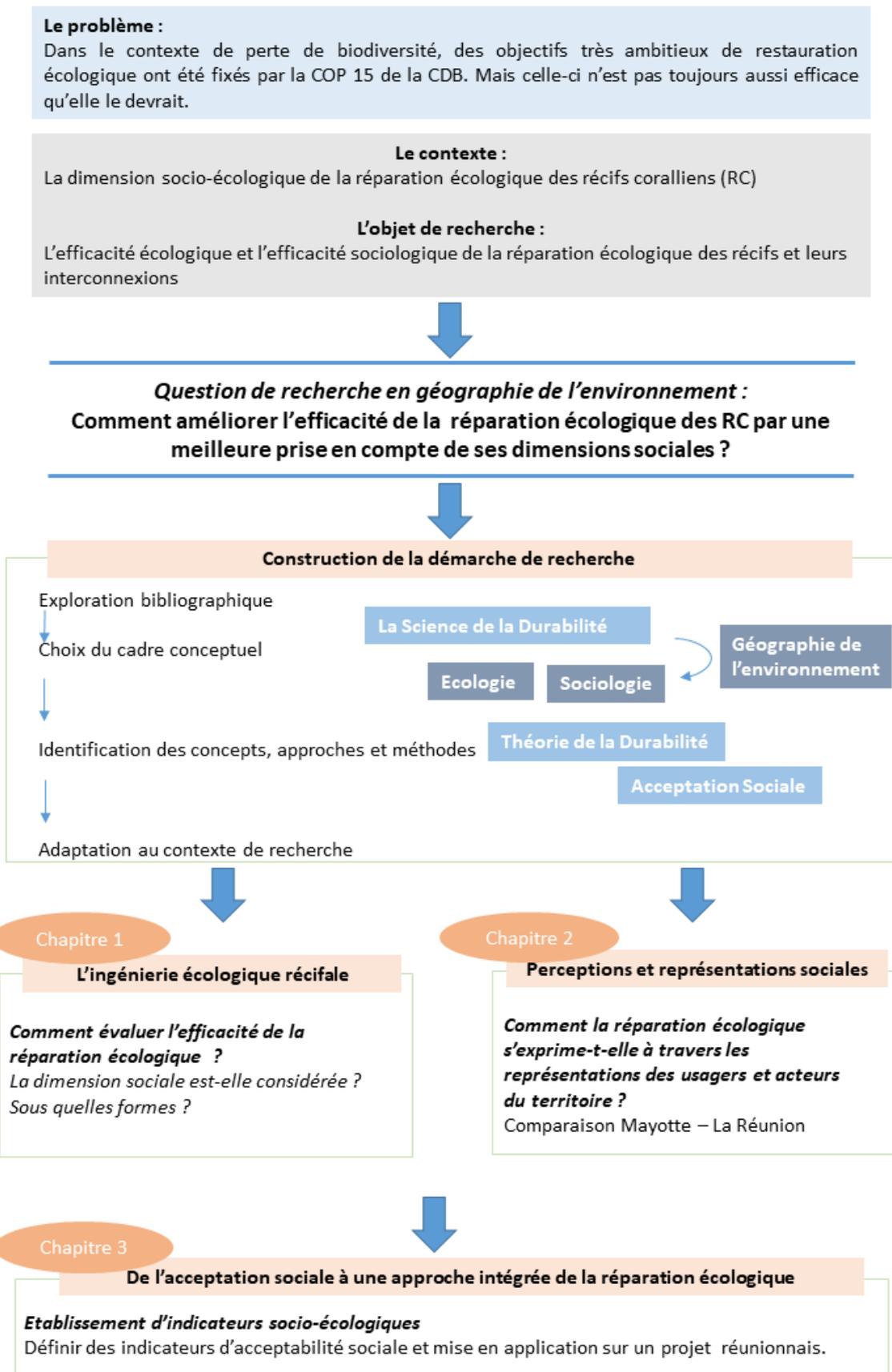


Figure 12 : Le protocole de recherche et la problématique de la thèse

Selon le dictionnaire Larousse, tout postulat correspond à une « *proposition que l'on demande d'admettre avant un raisonnement, que l'on ne peut démontrer et qui ne saurait être mise en doute* »⁹. Quatre postulats structurent notre problématique :

- Face à l'érosion de la biodiversité et aux dégradations multiples dont l'écosystème récifal est l'objet (Wilkinson, 2008), la séquence « Eviter, Réduire et Compenser les Impacts » est devenue un outil indispensable de gouvernance pour répondre à l'urgence écologique et maintenir la durabilité des fonctionnalités de l'écosystème et les services que celui-ci rend aux populations humaines.
- L'ingénierie écologique, notamment la réparation des habitats, est au cœur de cette séquence ; sa diffusion dépend notamment de son efficacité, qui selon une perspective holiste peut être évaluée à l'aide d'un ensemble d'indicateurs qui intègre notamment une dimension sociale.
- L'efficacité sociale des projets d'ingénierie écologique dépend en premier lieu de leur acceptation sociale.
- L'acceptation sociale des projets d'ingénierie écologique s'établit en fonction du degré de consentement des enjeux territoriaux des acteurs.

Ces postulats s'organisent autour de 7 concepts : l'érosion de la biodiversité, l'urgence écologique, les services écosystémiques, l'ingénierie écologique, la réparation écologique des récifs coralliens, l'acceptation sociale, la gouvernance.

Sur cette base quatre hypothèses peuvent être formulées :

Hypothèse 1 : L'évaluation de l'efficacité de la réparation écologique ne prend guère en compte la dimension sociale.

Hypothèse 2 : L'efficacité sociale des projets de réparation écologique dépend en premier lieu de leur acceptation sociale, fruit des perceptions et représentations que les acteurs se font de l'écosystème à réparer, des usages qu'ils font de cet écosystème et du projet de réparation.

Hypothèse 3 : Cette efficacité sociale peut se résumer en quelques indicateurs qui peuvent être inclus dans un tableau de bord d'indicateurs de pilotage de la réparation écologique.

Hypothèse 4 : Ce tableau de bord a une double fonction : d'une part, estimer la capacité des acteurs, du milieu physico-chimique, et des matériaux et savoir-faire mis en œuvre à générer un projet de réparation écologique efficace, d'autre part suivre la durabilité de cette efficacité.

Pour valider ces hypothèses, le protocole de recherche s'organise en trois parties qui sont autant de chapitres (figure 12). Le premier chapitre porte sur la manière dont l'efficacité des projets de réparation écologique est évaluée afin de valider ou infirmer la première hypothèse. L'accent est mis sur l'océan Indien et les projets considérés relèvent de deux vecteurs de connaissance : d'une part les revues scientifiques référencées, d'autre part la littérature grise. Le second chapitre se focalise sur les perceptions et les représentations de la réparation écologique avec une question phare : comment la réparation écologique des récifs

⁹ <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/postulat/62959>

coralliens s'exprime-t-elle à travers les perceptions et représentations des acteurs ? Répondre à cette question exigeant de nombreuses enquêtes, il n'était pas possible de conduire celles-ci à l'échelle de l'ensemble de l'océan Indien. Elle s'est donc limitée à deux sites d'études contrastés : La Réunion et Mayotte. La première île étant très jeune, le milieu corallien y est encore « embryonnaire » et se compose majoritairement de récifs frangeants (Mirault et David, 2009). Seule une partie d'entre eux font l'objet de mesures de conservation de la biodiversité, via la Réserve Naturelle Marine de La Réunion (Thomassin, 2011) qui se situe sur la côte occidentale de l'île où se concentre le tourisme balnéaire (Mirault et David, 2008). La seconde île abrite le plus grand lagon de l'océan Indien où elle constitue le deuxième triangle de biodiversité récifale au monde, après celui centré autour de l'Indonésie. Mayotte est située au sein de ce triangle de richesse (IFRECOR, 2020). Toutefois, la forte pression démographique locale complique de manière importante la gouvernance du milieu récifal. Ce chapitre permet en partie de valider l'hypothèse n°2. Le troisième chapitre porte sur la conception et l'utilisation d'indicateurs pour évaluer l'efficacité des projets d'ingénierie écologique, l'acceptation sociale des projets de réparation écologique et pour tendre vers une approche intégrée de l'efficacité de la réparation. Ce chapitre contribue à valider ou infirmer les hypothèses 3 et 4. Pour tenter d'appliquer nos indicateurs, nous devons disposer d'un projet de récif artificiel autour duquel il y a beaucoup d'informations disponibles. C'est pour cette raison que nous choisissons comme cas d'étude le projet CORAIL de La Réunion. Il convient de souligner que pour chaque chapitre une question de recherche sera précisée et que des hypothèses spécifiques seront formulées, le tout s'inscrivant dans la problématique générale qui vient d'être exposée.

CHAPITRE I :

L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE RÉCIFALE ET L'ÉVALUATION DE SON EFFICACITÉ

« Le risque zéro auquel nous aboutissons est mortifère. Il déresponsabilise le sujet de son acte, il le scinde de l'intérieur en être de pulsion qui risque tout et n'importe quoi et qu'il convient, de ce fait, de protéger de gré ou de force contre lui-même et un être de raison jamais assez raisonnable. Ce qui fait de lui potentiellement un déviant ou un individu pathogène en puissance. Il est étrange de penser qu'aucune époque, peut-être, n'a été plus sûre que la nôtre, et pourtant nous souffrons tous d'une inquiétude grandissante, incommensurable à tout événement, à tout risque d'événement, devrais-je dire. [...] On ne veut plus « risquer » la perte de vies humaines, c'est entendu, la guerre devrait pouvoir paradoxalement se passer désormais de la mort. Ne pensant plus la mort ni comme possibilité ni comme stratégie, mais seulement dans son nécessaire évitement, le premier des deux belligérants qui accepte de passer outre ce « risque zéro » gagnera sur le terrain »

(Anne Dufourmantelle, 2011)

Ce premier chapitre consiste à définir ce qu'est la réparation écologique et à comprendre les facteurs qui déterminent l'efficacité de cette réparation. L'objectif est de fixer le cadre de notre recherche et d'en extraire le questionnement scientifique qui en découle.

Pour cela, nous allons définir ce qu'est la réparation écologique au regard de la restauration écologique et de l'ingénierie écologique. À partir de cette mise au point, nous nous intéresserons aux techniques employées et aux différents résultats que nous pouvons en tirer grâce à une étude sur des retours d'expérience dans un contexte donné.

Question de recherche : comment l'efficacité de l'ingénierie écologique des récifs coralliens est-elle évaluée ?

Hypothèses de recherche :

- 1- La plupart des projets de RE rapportés par les publications scientifiques sont de courte durée (moins de 3 ans), ce qui constitue une puissante limite pour l'évaluation de leur efficacité.
- 2 - Les dimensions socio-écologiques sont rarement prises en compte dans la littérature autour de la réparation écologique.

1. La réparation écologique des récifs coralliens, un thème en réponse à l'urgence écologique

1.1. L'ingénierie écologique, une solution à l'urgence à agir

Face à l'érosion catastrophique de la biodiversité sous l'effet des pressions anthropiques (IPBES, 2019), les politiques de réduction ou de gestion des pressions se développent lentement, au côté des nécessaires activités de réparation du vivant. Ces actions positives pour la biodiversité font appel à l'ingénierie écologique, une activité qui regroupe « *l'ensemble des techniques et des processus pour résoudre un problème socio-économique et/ou environnemental via l'utilisation d'organismes vivants ou d'autres matériaux d'origine biologique ou non* » d'après Mitsch et Jørgensen (1989) et SER (Society for Ecological Restoration ; 2004).

Depuis les années 60, l'ingénierie écologique est pratiquée avec un large éventail d'approches appliquées à de nombreux écosystèmes, tels que les forêts, les rivières, les marais salants, les récifs coralliens et les mangroves (Mitsch, 2012). L'intérêt pour ce domaine d'expertise ne cesse d'augmenter (Buisson *et al.*, 2018). En exemple, « *l'impact factor* » de la revue internationale « *Ecological Engineering* » a quasiment été multiplié par trois entre 2006 (IF=1.33) et 2022 (IF=4.379). Cette augmentation s'est faite plus rapidement que la plupart des autres revues d'écologie. Au début, les thèmes abordés par cette jeune discipline étaient plutôt dédiés aux milieux aquatiques continentaux ou terrestres (Mitsch, 2012). Les travaux d'ingénierie écologique se sont ensuite orientés vers les milieux marins (Bayraktarov *et al.*, 2016 ; Jacob *et al.*, 2018), en particulier les écosystèmes coralliens, en raison des besoins de conservation qui s'y font de plus en plus ressentir (Bayraktarov *et al.*, 2016). En effet, d'après l'IPBES 2019 (Díaz *et al.*, 2019), les effets cumulés du changement climatique (acidification océanique, blanchissement corallien et événements climatiques extrêmes), de l'impact des aménagements côtiers, de la surexploitation des fonds marins, de l'introduction d'espèces invasives et des pollutions sont responsables de la perte d'environ 50 % des milieux récifaux de la planète depuis 1870.

La mise en place concrète d'une opération d'ingénierie écologique sur un écosystème donné peut prendre deux formes distinctes (figure 13). À partir de cette ingénierie écologique, nous pouvons subdiviser les actions qui en découlent. D'une part, il est possible d'avoir recours à une **réparation écologique active** qui implique la mise en place **d'actions directes** de réparation d'un écosystème ayant subi des dégradations, moyennant l'utilisation des techniques d'ingénierie écologique (Pioch, 2017). Dans cette première catégorie, quatre approches peuvent

être suivies : **la restauration écologique, l'amélioration ou la réhabilitation écologique, la création et la protection.** D'autre part, on peut avoir recours à une **réparation écologique passive** qui s'apparente à des actions de réduction des pressions sur le milieu considéré. D'après Elliott et al. (2007) ces actions définies comme « passives » doivent être réalisées en amont des actions d'ingénierie écologique dites « actives ». Nous nous focaliserons ici sur la réparation écologique active appliquée aux récifs coralliens (figure 13).

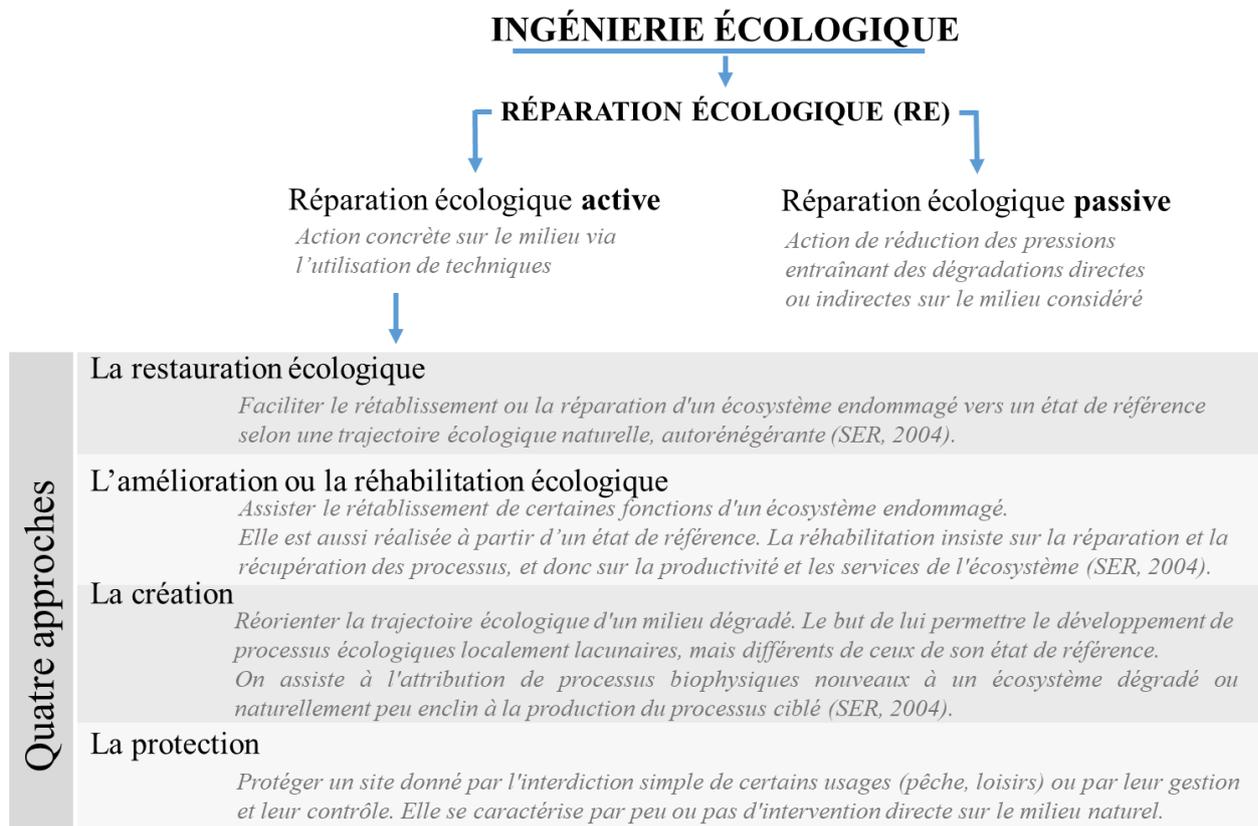


Figure 13 : Les différentes approches de l'ingénierie écologique

1.2. Les techniques actives de réparation

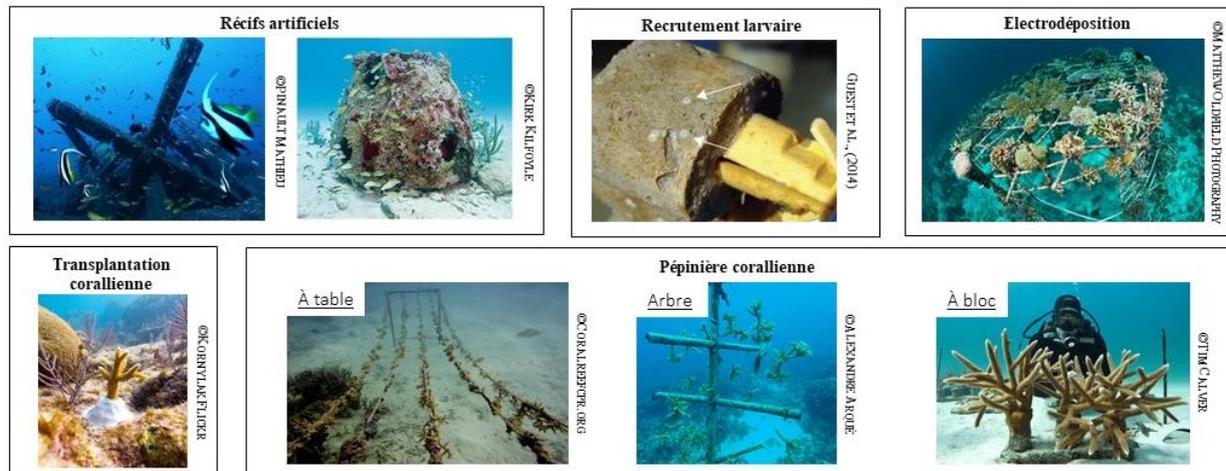
Suivant Jacob et al. (2018) , six techniques relevant de la réparation active en milieu récifal peuvent être identifiées (Photographie 2) :

- *La transplantation corallienne ;*
- *La pépinière corallienne ;*
- *Les récifs artificiels ;*
- *L'électrodéposition ;*
- *Le recrutement larvaire ;*
- *Les techniques dites 'mixtes'.*

Notre choix, arrêté à ces six techniques, se justifie par le fait qu'elles sont employées lors d'actions actives de réparation, suite à des dégradations « naturelles » de l'écosystème (les

événements climatiques extrêmes, l'élévation de la température et l'acidification des océans), à des dégradations d'origine anthropique ou à des fins de compensation écologique dans le cadre de projets d'aménagement impactant le milieu récifal.

On peut alors définir ces techniques comme étant les plus représentatives du milieu corallien (mais non-exhaustive) dans la littérature et par extrapolations les « plus efficaces » (*Ibid.*).



Photographie 2 : Exemple de techniques actives de réparation écologique récifale. De gauche à droite et de haut en bas : récifs artificiels (©Pinault Mathieu ; ©Kirk Kilfoyle) ; recrutement larvaire (Guest et al., 2014) ; électrodéposition (©Matthew Oldfield Photography) ; transplantation corallienne (©Kornylak Flickr) ; pépinière corallienne (©Coralreefcpr.org ; ©Alexandre Arqué ; ©Tim Calver)

1.2.1. La transplantation corallienne

La transplantation corallienne consiste à prélever des fragments ou des colonies dans un site donneur (ou dans une pépinière corallienne) et à les réimplanter sur un site receveur (Photographie 2). Cette méthode peut être employée lorsque le site dégradé ne parvient pas à se rétablir naturellement (Abelson, 2006) ou dans le cadre de mesures compensatoires des impacts de projets d'aménagements côtiers. Cette technique a l'avantage d'améliorer immédiatement l'esthétisme, d'augmenter la diversité biologique et d'augmenter le recouvrement corallien du site receveur.

1.2.2. La pépinière corallienne

La pépinière corallienne est une technique employée pour l'élevage de larves ou des fragments coralliens avant d'être transplantés sur un site receveur. Il existe plusieurs types de pépinières. Les pépinières à cordes sont des systèmes de cordes attachées sur le substrat à l'aide d'ancrages ou suspendues par des flotteurs, sur lesquelles sont posés les fragments coralliens. Autre exemple, les pépinières à blocs, les fragments sont encastrés dans une dalle de ciment ancrée dans le sédiment. La multitude de méthode a toujours pour objectif d'élever et de contrôler au maximum la survie des individus fixés (Photographie 2 et Léocadie *et al.*, 2020).

1.2.3. Les récifs artificiels

Les récifs artificiels (RA) sont des structures volontairement immergées dans l'eau dans le but de reproduire artificiellement les fonctions écologiques d'un habitat naturel donné (Photographie 2). Ces structures visent à induire l'attraction, la concentration, la protection et, dans certains cas, l'augmentation de la biomasse de certaines espèces. Cette technique a été initialement conçue pour favoriser l'implantation et augmenter la taille des populations d'espèces halieutiques. Il s'agissait alors d'imiter les processus naturels de récifs naturels dégradés ou absents pour faciliter l'installation des espèces cibles (espèces halieutiques). Aujourd'hui, les objectifs des récifs artificiels dépassent l'objectif seul d'augmentation des ressources halieutiques, mais visent plus globalement la restauration de l'écosystème récifal pour le maintien de l'ensemble de ses fonctionnalités écologiques et, incidemment, la préservation de la biodiversité qu'il abrite. C'est l'idée que les RA utilisés en réseaux engendrent une réflexion de planification marine pour réparer les fonds dégradés, créer des corridors écologiques ou accroître la biodiversité en proposant des habitats diversifiés.

Les possibilités de structures et de matériaux utilisés pour les récifs artificiels peuvent être multiples, allant du simple béton à des structures issues d'impression 3D. Les formes et les matériaux utilisés sont parfois élaborés de façon à attirer et à concentrer ces espèces cibles par rapport à d'autres, comme par exemple les RA filiformes. Le principe de ces RA filiformes repose sur l'implantation dans les petits fonds (en-dehors de la zone de déferlement) de récifs de type haies fixes ou mobiles. Ces récifs artificiels de forme filière sont des substituts aux algues naturelles. Cette forme permet donc de développer une attraction réelle sur la faune (Charbonnel, 2005). Autre exemple, les récifs en béton coquillé qui sont élaborés à partir de granulats issus de coquilles broyées ou de béton à la rugosité améliorée. Ce type de récif artificiel permet la réutilisation de coproduits coquilliers tout en apportant une solution favorable au développement d'espèce halieutique cibles supérieures aux récifs artificiels classiques Pioch (2017).

1.2.4. L'électrodéposition

L'électrodéposition permet par un procédé d'électrolyse de l'eau de favoriser la croissance du squelette calcaire corallien (Photographie 2). Cette méthode implique d'envoyer un courant de faible intensité sur des structures métalliques qui supportent des fragments coralliens fixés. Les minéraux, comme le carbonate de calcium (CaCO_3) présents dans l'eau, précipitent sur un support métallique sous l'action du courant. Un dépôt électrochimique se développe et permet la formation d'un substrat naturel renforçant la fixation des fragments impliqués. La croissance du squelette calcaire est alors favorisée. Les fragments coralliens solidement attachés allouent plus d'énergie à la réparation des lésions et à leurs croissances (Sabater et Yap 2002). À l'interface entre le récif artificiel et la transplantation corallienne, ces structures peuvent être mises en place dans le récif, à proximité du récif, dans un récif complètement détruit ou sur un substrat sableux. Elles peuvent aussi favoriser le recrutement larvaire corallien en plus de boutures de corail.

1.2.5. Le recrutement larvaire

Le recrutement larvaire est le processus par lequel les *planulae* (larves de corail) se fixent et s'établissent sur une structure artificielle de type « plug¹⁰» (Photographie 2). Après un développement suffisant, les plugs sont ensuite fixés en milieu naturel à des fins de réparation récifale.

1.2.6. Les techniques mixtes

Cette dernière catégorisation regroupe au minimum deux techniques décrites précédemment. Lors de projet de réparation, il arrive que l'on recoupe plusieurs techniques pour maximiser les chances de réussite des projets.

Il est important de noter que la liste détaillée ci-dessus n'est pas exhaustive. Au moment de la rédaction de ce manuscrit, de nouvelles techniques sont en cours de développement, mais nous ne les détaillons pas ici, car ces méthodes dites expérimentales ne sont pas encore applicables en milieu naturel (les méthodes impliquant la modification génétique corallienne ou des zooxanthelles en présence pour accélérer les processus évolutifs naturels du corail (Hughes *et al.*, 2023)). L'objectif de la réparation écologique est de maintenir la biodiversité ou de restaurer les systèmes sociaux et écologiques au niveau de références historiques récentes, ce qui devient complexe pour les écosystèmes coralliens, grandement exposés aux effets du changement climatique (Hilmi *et al.*, 2014 ; Pendleton *et al.*, 2016 ; David *et al.*, 2019 ; Morrison *et al.*, 2020). Rappelons-le, la dernière COP15 de la Convention sur la diversité biologique de 2022 met l'accent sur la restauration des écosystèmes et l'ingénierie écologique. Les objectifs de la COP15 sont clairs et des actions ciblées doivent être atteintes d'ici à 2030. L'un des objectifs phares est la préservation de 30 % des terres et des mers au niveau mondial par l'emploi, entre autres, de la restauration écologique afin de dynamiser la résilience des écosystèmes, récifs coralliens compris (voir Cibles 2, 3, 8 et 11 de la COP15-Biodiversité). Toutefois, en ce qui concerne les écosystèmes coralliens, il convient d'être réaliste. Si l'intérêt pour les techniques de réparation écologique ne cesse de croître, que ce soit au niveau national ou international (Anthony *et al.*, 2017; Liversage et Chapman, 2018), il s'avère qu'à l'heure actuelle, les techniques de restauration écologique des récifs coralliens sont souvent appliquées avec des résultats en deçà des objectifs à atteindre (Bayraktarov *et al.*, 2016).

1.3. L'efficacité des techniques d'ingénierie écologique pour les récifs coralliens

La réparation écologique ne doit jamais devenir une justification à la destruction ou à la dégradation d'écosystème existant (Léocadie *et al.*, 2020). C'est pourquoi Keenleyside *et al.* (2012) et McDonald *et al.* (2016) ont défini trois principes et valeurs pour atteindre le succès des projets de réparation écologique. Elle doit être **effective**, c'est-à-dire rétablir et maintenir les valeurs naturelles et culturelles de la zone à protéger. Elle doit être **engagée**. Cela sous-entend que les parties prenantes collaborent entre-elles et avec les acteurs impliqués. Enfin, elle

¹⁰ Le plug est généralement une petite structure en béton agrémenté d'une vis de fixation pour une meilleure implantation dans le substrat, le moment venu.

doit être **efficace**, afin de maximiser les résultats bénéfiques tout en minimisant les efforts, les ressources et le temps d'action (figure 14).

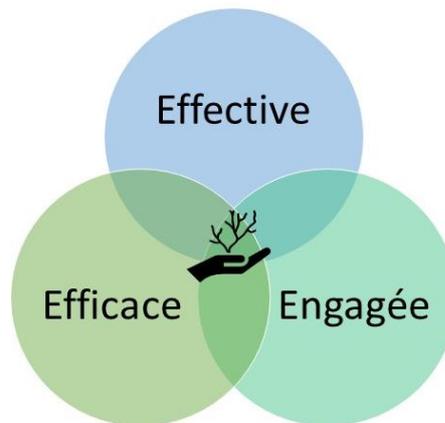


Figure 14 : Les principes de la réparation écologique (d'après Keenleyside et al., 2012)

L'une des faiblesses actuelles de la réparation écologique des récifs coralliens est la difficulté de définir et d'évaluer l'**efficacité** réelle des projets de réparation, que ce soit en raison de la durée du suivi trop courte ou de l'impossibilité de comparer avec un état de référence. Comme le soulignent Hein *et al.*, (2017) à l'issue d'une revue de 83 articles de revues internationales : « *coral restoration programs typically lack rigor and critical evaluation of their effectiveness* ». S'appuyant sur l'analyse de 362 projets de réparation écologique à l'échelle mondiale, le constat de Boström-Einarsson *et al.*, (2020) est analogue et aucun indicateur normalisé de la mesure de l'efficacité de cette réparation n'a été identifié. La question de recherche suivante se pose alors : quels sont les mécanismes qui régissent l'efficacité des projets de réparation ?

2. Etude : Efficacité de la réparation écologique en milieu marin tropical, revue critique dans l'océan Indien

La revue de littérature qui est proposée dans notre étude porte sur l'évaluation de l'efficacité de la réparation écologique corallienne dans le contexte spatial de l'océan Indien. Elle a fait l'objet d'une publication dans la revue *Etudes Caribéennes* (Léocadie *et al.*, 2022), retranscrite ici à l'exception de son introduction et conclusion. Il s'agit d'approfondir les travaux génériques de Boström-Einarsson *et al.*, (2020) et d'Hein *et al.* (2017) menés à l'échelle mondiale, sur des indicateurs décontextualisés, en mobilisant un pool plus large de données issues de la littérature grise ou obtenues sur le terrain.

2.1. Matériel et méthode

La zone sur laquelle la réparation écologique des écosystèmes coralliens tropicaux est étudiée couvre l'ensemble de l'océan Indien, pris dans son acception la plus large, du canal du Mozambique à l'ouest, de la mer rouge au nord-ouest à l'Australie à l'est (figure 15).

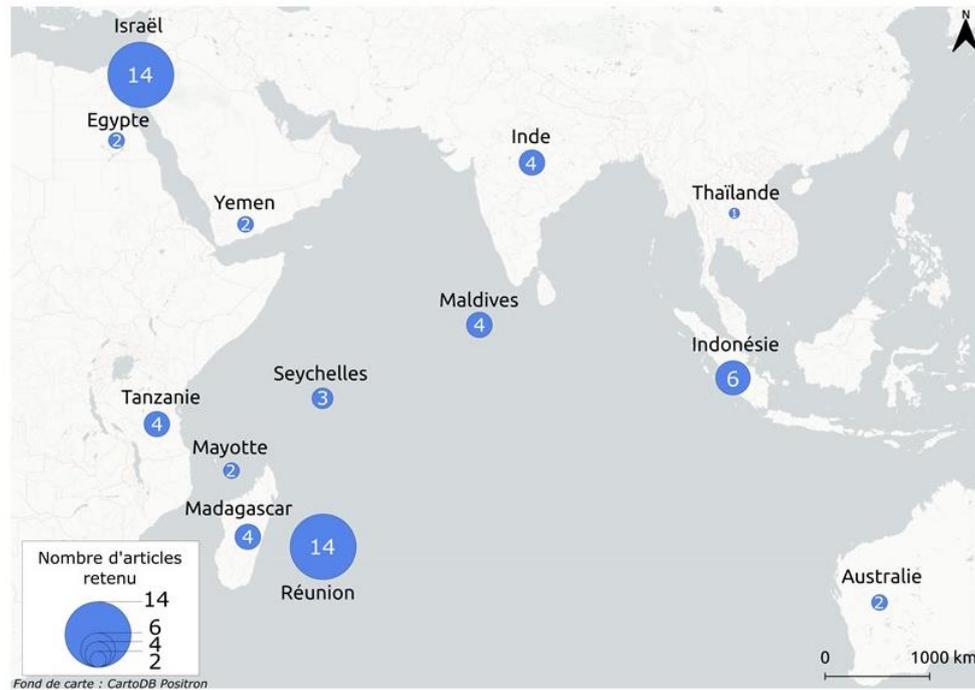


Figure 15 : Distribution géographique de l'étude (Réalisation Aurore Léocadie- QGIS)

Trois étapes ont été suivies pour la collecte et l'analyse des données : (i) la construction d'une base de données concernant les projets de réparation écologique en milieu corallien et les méthodes de restauration appliquées, (ii) l'identification des variables permettant de caractériser l'efficacité de la réparation et (iii) le traitement statistique du jeu de données (recoupement, croisement et classement relatif).

2.1.1. Construction de la base de données

Cette base intègre deux jeux de données : le premier porte sur la littérature scientifique, le second sur la littérature grise. La construction de la base de données s'est faite à partir de trois phases décrites ci-après.

- La mobilisation de la littérature scientifique

Une première recherche bibliographique a été réalisée sur la période de 2019 à 2021, selon la méthode standardisée PRISMA Protocol (Moher *et al.*, 2010). Les moteurs de recherche Google Scholar et Web of Science ® (WoS®) ont été utilisés sur la base des mots clefs suivants : (i) "coral restoration" (ii) "ecological restoration" + "coral reef" (iii) "ecological engineering" + "coral reef" (iv) "coral" + [nom de la technique] + "restauration" + "indian ocean". Les résultats ont été croisés avec ceux de Bayraktarov *et al.* (2016) dont le principal auteur nous a autorisé l'accès. Cette base recense l'ensemble des publications scientifiques traitant des projets de restauration écologique de récifs coralliens, d'herbiers, de mangroves, de marais salants et des récifs d'huîtres dans le monde jusqu'en 2015.

- La mobilisation de la littérature grise

Cette mobilisation s'est faite par recoupement et enquêtes directes de terrain, auprès des réseaux d'acteurs de la réparation écologique : gestionnaires, collectivités, bureaux d'études et

universitaires. Cette littérature grise est constituée d'études (études d'impact, expertises), y compris les rapports de stage universitaires, ainsi que les suivis écologiques. Les prises de contact se sont faites par courrier électronique ou par téléphone. Une méthodologie dite « Boule de neige » a été employée, en demandant aux personnes interrogées d'identifier les acteurs concernés par le projet de restauration, jusqu'à ce que le rythme de nouvelles occurrences se réduise fortement (Combessie, 2007).

- Focalisation sur les projets réalisés dans l'Océan Indien

À l'échelle du territoire d'étude, 62 projets ont pu être étudiés, 41 issus de la littérature scientifique et 21 de la littérature grise. Ils ont permis d'identifier, après analyse et vérification, 93 occurrences de techniques utilisées sur le terrain. (figure 16 et annexe 1). Ce nombre est important, si nous le rapportons aux 407 projets étudiés par Boström-Einarsson et al. (2020), et aux 315 données descriptives des techniques de réparation écologique des récifs coralliens, à l'échelle mondiale (figure 16).

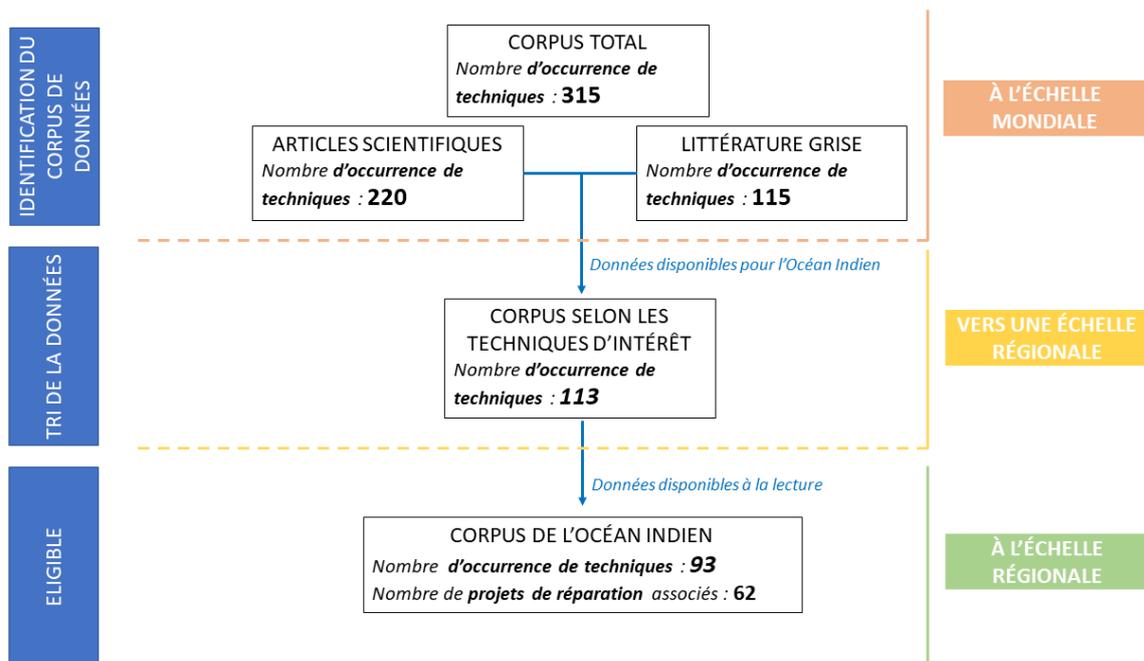


Figure 16 : Récapitulatif du tri de la donnée associée aux techniques de réparation écologique pour les récifs coralliens dans l'océan Indien (Données collectées jusqu'en 2021)

2.1.2. Deuxième étape : les variables et modalités d'analyses choisies

Un jeu de 16 variables a été identifié (annexe 2) pour caractériser les 62 projets de réparation étudiés. Seuls ceux pour lesquels ces variables ont pu être incrémentées (modalités) ont été retenus et codés pour créer le jeu de données avec le tableur Microsoft Excel©. Six déclinaisons de la variable « Type de technique employée », ont ainsi été identifiées : (1) la transplantation corallienne sur site ; (2) les pépinières coralliennes, où les larves ou des fragments coralliens sont élevés avant d'être transplantés sur un site receveur ; (3) les récifs artificiels regroupant toute structure volontairement immergée dans le but de reproduire

artificiellement les fonctions écologiques d'un habitat naturel donné ; (4) l'électrodéposition, à l'interface entre le récif artificiel et la transplantation corallienne, permettant de fixer des fragments coralliens sur des structures métalliques connectées à un courant électrique. Par un procédé d'électrolyse de l'eau, les minéraux présents vont précipiter sur un support métallique, entraînant une accréation minérale ; (5) le recrutement larvaire, processus par lequel les planulae (larves de corail) se fixent et s'établissent sur une structure artificielle ; (6) les techniques mixtes regroupant au minimum deux techniques citées au-dessus.

Concernant la variable « objectif de réparation écologique » (annexe 2), quatre modalités ont été définies : (1) Expérimental, qui regroupent les projets réalisés à but de recherche et d'expérimentation ; (2) Amélioration/réhabilitation d'écosystème, qui est une assistance au rétablissement de certaines fonctions d'un écosystème endommagé, dont les services rendus ; (3) Compensation écologique marine, qui a pour but de contrebalancer les dommages engendrés par les projets d'aménagements en visant la notion de non-perte nette de biodiversité « No net loss » (4) Restauration écologique, qui regroupe les projets ayant pour but de faciliter le rétablissement ou la réparation d'un écosystème endommagé vers une trajectoire écologique naturelle.

2.1.3. La troisième étape : l'analyse statistique du jeu de données océan Indien

Méthode factorielle permettant de dresser des rapports de corrélation entre variables qualitatives et entre les modalités de ces variables (Lebart *et al.*, 1995), l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) a été retenue pour explorer le jeu de données. Elle fournit des représentations graphiques sur lesquelles les proximités entre catégories de variables qualitatives et observations peuvent être facilement identifiables. Pour chaque modalité définie, une ellipse est dessinée permettant de représenter au mieux la dispersion des observations possédant la modalité considérée. Cette technique d'analyse statistique a été entreprise sur le jeu de données à l'aide du logiciel RStudio (4.1.3) et du package « ade4 » (Chessel *et al.*, 2004).

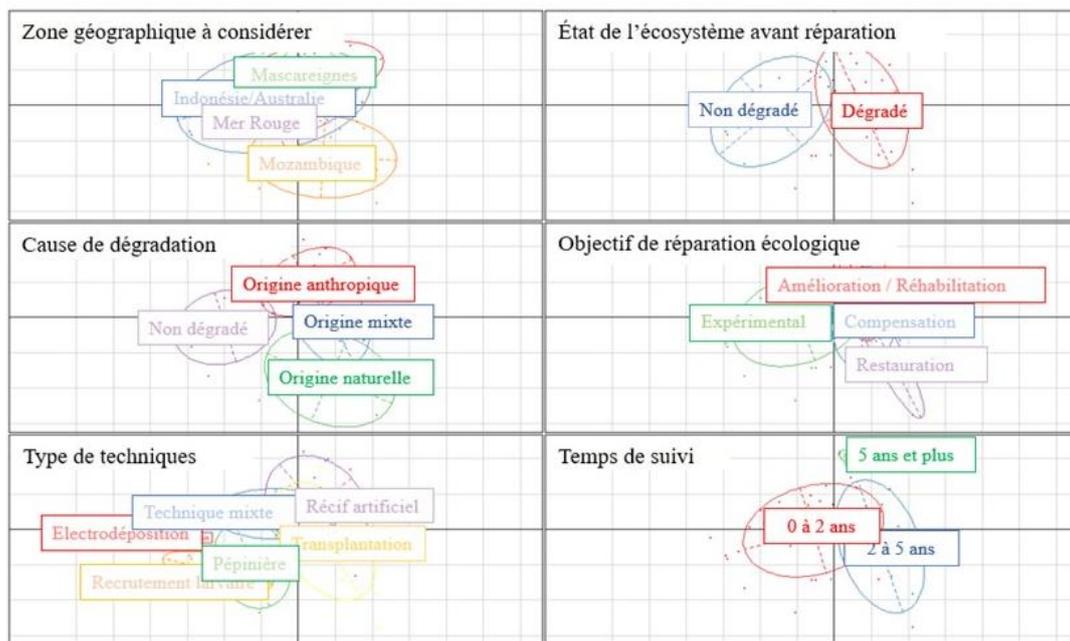
Au total, six variables ont été jugées significatives pour expliquer la distribution de l'information à laquelle elles contribuent à hauteur de 15 % à 25 %. Il s'agit (1) de la zone géographique, (2) de l'état de l'écosystème avant le projet de réparation, (3) des causes de dégradation, (4) de l'objectif de réparation écologique, (5) du type technique et (6) du temps de suivi des projets. En revanche, le taux de survie moyen, le coût des projets et la superficie consacrée à la réparation, ne sont pas des variables significatives pour nos objectifs.

2.2. Résultats obtenus

2.2.1. La réparation écologique des récifs coralliens dans l'Océan Indien : objectifs, techniques et résultats

Dans cette partie, seront successivement examinés les principaux résultats de l'ACM puis les principales techniques utilisées, la durée de suivi des projets, les objectifs qui ont été assignés à la réparation écologique, les paramètres collectés par les projets concernant les pratiques d'ingénierie écologique et l'environnement dans lequel elles sont faites.

Le principal résultat de l'ACM (figure 17) est une corrélation entre les modalités des variables « cause de dégradation », « état du site avant le projet de réparation » et « objectif de réparation écologique ». Lorsque le site est « dégradé », l'objectif de réparation écologique concerne la « restauration », la « compensation écologique de projet d'aménagement » ou « l'amélioration - réhabilitation d'habitat ». Lorsque le site est « non dégradé », les projets de réparation écologique sont davantage mis en œuvre dans un cadre « expérimental ». Cette corrélation est confirmée par la significativité du jeu de données pour ces variables (figure 17). Les techniques de « recrutement larvaire », d'« électrodéposition » ou encore les techniques « mixtes » semblent également être davantage mises en œuvre de manière « expérimentale ».



Significativité du jeu de données par un test de Chi² d'indépendance:

	Zones	Etat avant dégradation	Cause de dégradation	Objectifs	Technique	Temps de suivi
Zones	0.0000	0.9706	0.0320	0.5554	0.3698	0.0905
Etat avant dégradation	0.9706	0.0000	0.0000	0.0326	0.1102	0.1538
Cause de dégradation	0.0320	0.0000	0.0000	0.0421	0.3408	0.5738
Objectifs	0.5554	0.0326	0.0421	0.0000	0.3762	0.1545
Technique	0.3698	0.1102	0.3408	0.3762	0.0000	0.0783
Temps de suivi	0.0905	0.1538	0.5738	0.1545	0.0783	0.0000

Test Chi² : p-value < 0.05

Figure 17 : Résumé des ACM obtenues pour le jeu de données. Représentation dans le plan factoriel des 6 variables actives pour l'écosystème récif corallien. De gauche à droite et de haut en bas : La zone géographique considérée ; L'état du site avant réalisation du projet ; La cause de dégradation avant la mise en place des projets de réparation ; Les objectifs des projets de réparation ; Les types de technique de réparation ; Le temps de suivi associé aux techniques.

La « transplantation » et la mise en place de « récif artificiel » sont les techniques plus souvent utilisées dans un objectif de réparation écologique des « sites dégradés » (figure 18). Elles concernent en effet 66 % des projets, contre 18 % pour les « techniques mixtes », impliquant souvent la « transplantation », 8 % pour les « pépinières » et 6 % pour le « recrutement larvaire » (figure 18).

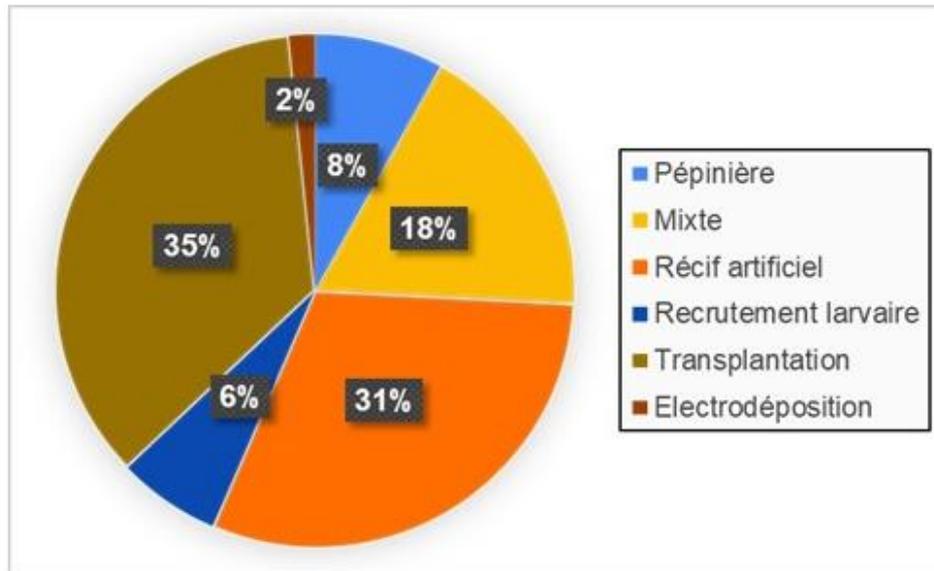


Figure 18 : Les techniques employées dans le bassin Océan Indien (%) (n= 62)

Sur les 62 projets étudiés, 59 ont pu être renseignés sur la durée de suivi des mesures mises en œuvre. D'une manière générale, cette durée peut être qualifiée de très faible. Ainsi, 66 % des projets présentent un suivi écologique inférieur ou égal à 2 ans (respectivement 36 % < 1 an et 30 % compris entre 1 et 2 ans de suivi) (figure 19). Une forte disparité dans la durée du suivi peut être observée selon les techniques de réparation utilisées. Seule la transplantation et les récifs artificiels font l'objet de suivi au-delà de 2 ans (figure 20).

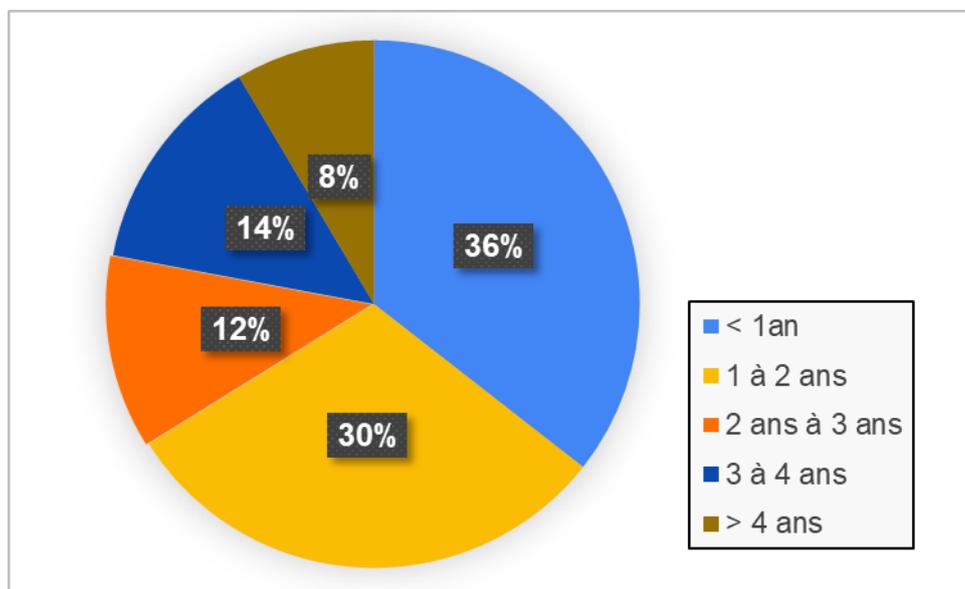


Figure 19 : Le suivi de réalisation de projets en fonction des techniques de restauration (n= 59)

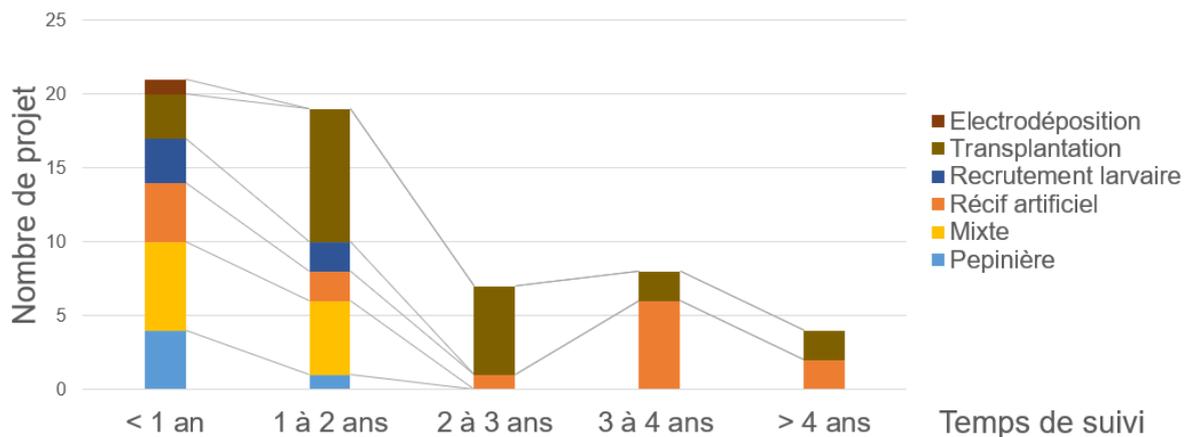


Figure 20 : Le temps de suivi des projets en fonction des types de techniques (n= 59)

Ces techniques visent principalement à restaurer les habitats (13 % des projets), à compenser les impacts des aménagements du littoral (15 %) et à améliorer ou réhabiliter des milieux dégradés (19 %). Elles ont pour public cible les populations riveraines des récifs. En revanche, les autres techniques de réparation écologique concernent principalement des projets de recherche et relèvent de l'expérimentation (Figure 21). C'est ce que confirme la figure 22 qui montre que 59 % des acteurs impliqués dans les projets sont des scientifiques. Les usagers représentent quant à eux 15 % des personnes impliquées, les gestionnaires 11 % et les entreprises privées, les acteurs de la gouvernance et les ingénieurs en environnement 5 % chacun.

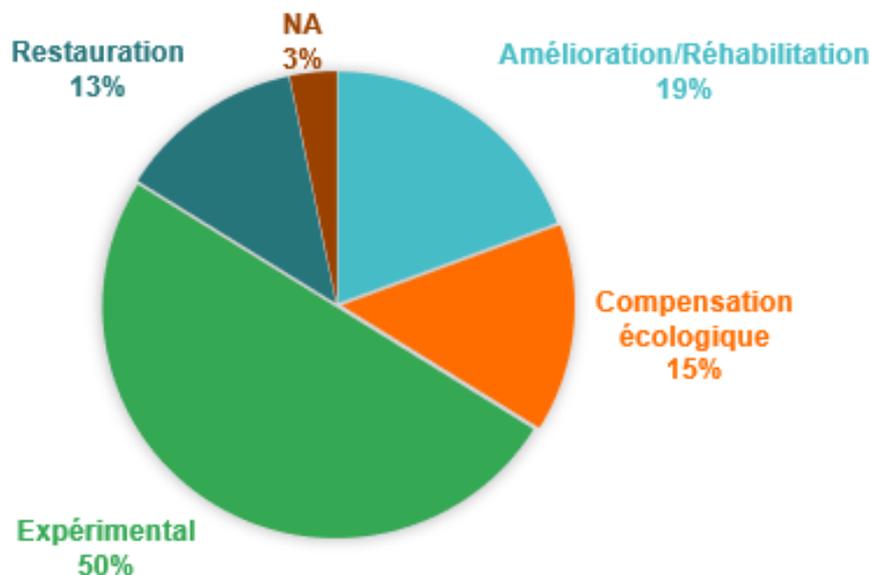


Figure 21 : Les objectifs de réparation écologique pour les 62 projets étudiés (%)

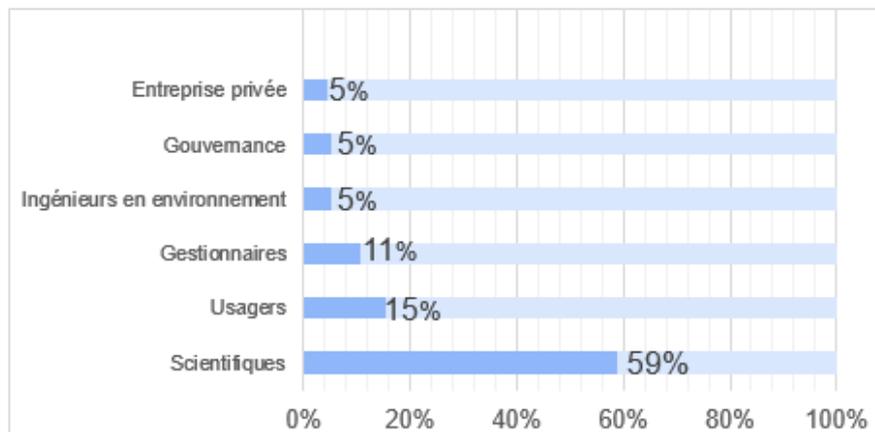


Figure 22 : Les acteurs impliqués dans les projets de restauration écologique corallienne

Ces 62 projets ont donné lieu à des mesures permettant de caractériser les pratiques d'ingénierie écologique mises en œuvre, ainsi que l'environnement dans lequel elles ont été réalisées. Un total de 19 paramètres a ainsi été recensé : 12 d'entre eux sont d'ordre biologique ou technique, 7 sont d'ordre physico-chimique, comme par exemple la salinité de l'eau, son pH, sa température et la courantologie des sites. L'un des problèmes majeurs rencontrés pour la comparaison des différents projets est qu'aucun d'entre eux n'a été suivi par l'ensemble des paramètres relevés. Le taux de survie des espèces coralliennes est le paramètre le plus couramment suivi. Viennent ensuite la croissance des fragments coralliens (11 %), le recouvrement corallien (9 %), le recrutement larvaire, le détachement ou la casse des techniques employées, pour 8 % chacun. Ces paramètres caractérisent à eux seuls 60 % des relevés de suivi écologique des projets de réparation (figure 23). En revanche, plus de 80 % d'entre eux n'ont fait l'objet d'aucun suivi de paramètres physico-chimiques.

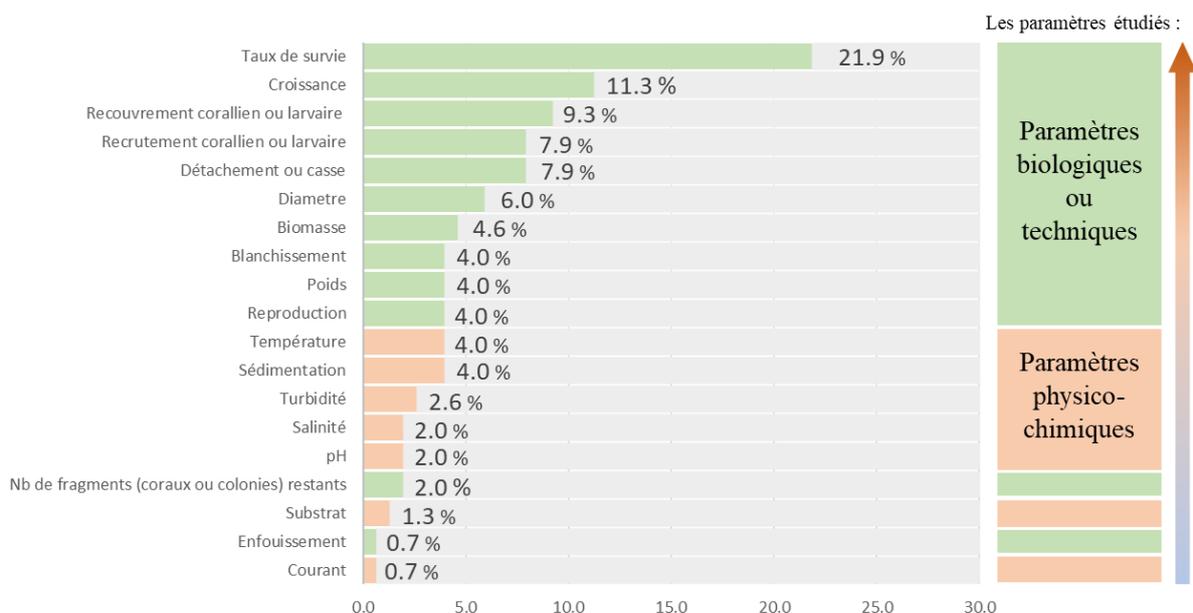


Figure 23 : Les paramètres étudiés lors de suivi de projets de réparation écologique dans l'océan Indien (en %) ; NB : en vert = Param. biologiques ou techniques ; en orange = Param. physico-chimiques

En ce qui concerne les espèces coralliennes employées pour la transplantation ou l'électrodéposition, on observe que le genre *Acropora* représente 20 % des cas, le genre *Pocillopora* est employé dans 13 % des cas, *Stylophora* et *Porites* dans 10 % des cas (Figure 24). Cette faible diversité, par rapport aux 301 espèces de coraux bio-constructeurs de l'océan Indien, pose la question du risque prophylactique lié à la « monoculture », bien décrit pour les écosystèmes terrestres.

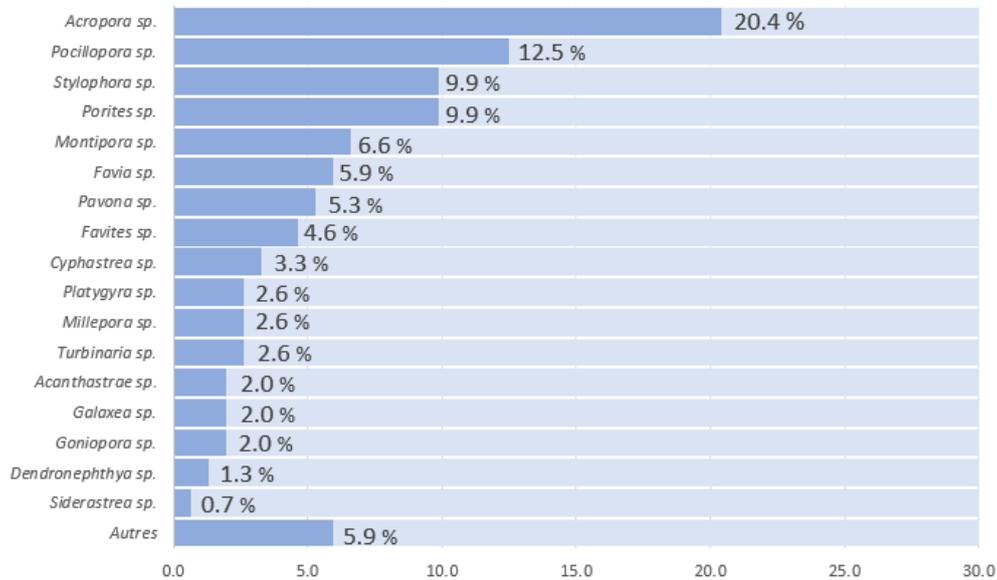


Figure 24 : Les coraux les plus employés lors de projets de réparation écologique dans l'Océan Indien (en %)

2.2.2. Quelle efficacité de la réparation écologique corallienne ?

Un total de 21 paramètres a pu être exploité pour évaluer l'efficacité des 62 projets de réparation écologique étudiés. Ces paramètres se ventilent selon trois catégories : a) l'efficacité de la mise en œuvre de la technique d'ingénierie choisie (figure 25 - barres oranges), b) l'efficacité de ses résultats, estimée via la résilience de l'écosystème corallien (barres bleues) et c) son efficacité sociale (barres vertes), à laquelle peut être rajoutée une classe hybride incluant des paramètres relevant à la fois de l'efficacité de la technique d'ingénierie et de la résilience de l'écosystème corallien (barres roses).

Au total, les facteurs d'évaluation de l'efficacité des projets dépendent principalement (et logiquement) de la technique de réparation employée et de son adaptation au milieu considéré (16 %). Les autres facteurs sont liés à la présence d'espèces ichthyologiques sur le site de réparation (14 %), ou encore au coût de la/les technique(s) engagé(es) (11 %). Inversement, l'influence des facteurs environnementaux (18 %) et l'inadaptation des techniques employées (11 %) semblent être les principaux facteurs relevés pour expliquer les échecs (figure 25).

Les 41 projets relevés dans la littérature scientifique sont essentiellement destinés et réalisés dans un objectif « expérimental » (recherche académique) qui concerne 66 % d'entre eux. Les autres possèdent des objectifs d'amélioration de l'écosystème (17 %), de restauration écologique (12 %) ou de compensation d'impacts des aménagements du littoral (figure 26 a).

En comparaison, les projets traités dans la littérature grise ont pour objectifs principaux la compensation écologique de projets d'aménagement (33 %), l'amélioration ou la réhabilitation de l'écosystème corallien (24 %) et l'expérimentation (19 %) (Figure 26 b). Seules trois techniques sont présentes : la transplantation, les récifs artificiels et les techniques mixtes (figure 26 d et f). Les projets sont suivis sur des temps plus longs, en moyenne de 2,76 ans, avec 11 % des projets étudiés au-delà de 4 ans, quand la durée moyenne de suivi des projets rapportés dans la littérature scientifique est de 1,38 an, dont seuls 5 % d'entre eux sont étudiés au-delà de 4 ans (figure 26 e).

2.3. Discussion

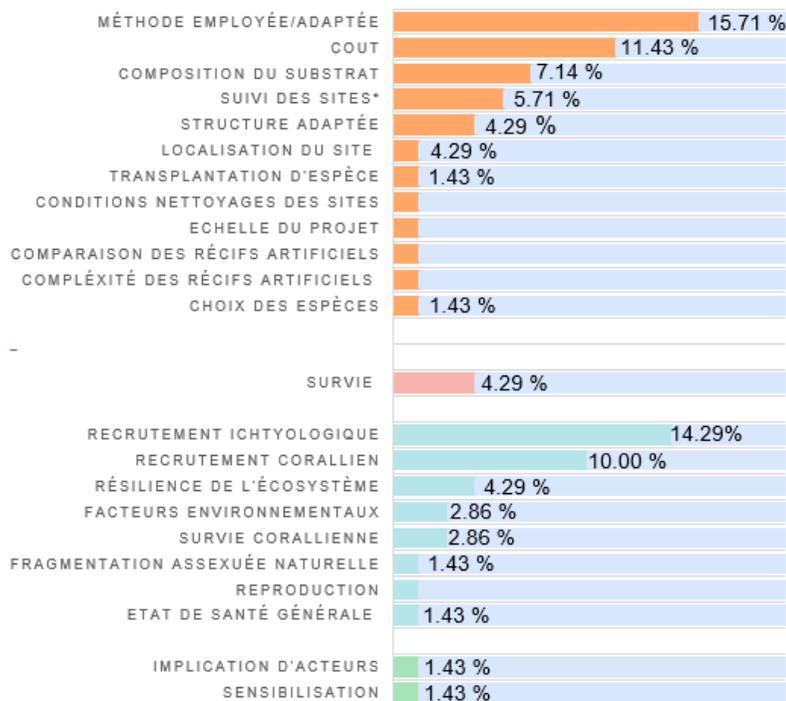
2.3.1. La variable temporelle dans l'évaluation de l'efficacité des projets de réparation écologique

Pour évaluer l'efficacité de tout projet, il convient de le suivre sur un temps suffisant. Or, il varie de 3 mois à 5 ans dans le jeu de données utilisé par Jacob et al. (2018), avec une majorité de projets suivis durant moins d'un an. Ce constat est appuyé par l'étude de Bayraktarov et al. (2016) où 47 % des projets sont étudiés sur moins de 12 mois. Ces auteurs soulignent également que 11 % des projets répertoriés ne fournissent aucune information sur la durée du projet, absence également notée par Jacob et al. (2017). Dans la présente étude, le suivi des projets de réparation écologique ne dépassent que très rarement les 2 ans, toutes techniques étudiées confondues, en raison du caractère expérimental d'une part importante des projets analysés par la littérature scientifique, ce qui est conforme avec l'analyse de Bayraktarov et al. (2019) à l'échelle mondiale. Les expérimentations portent notamment sur l'électrodéposition, la mise en pépinière, le recrutement larvaire ou l'emploi de techniques mixtes. Ces techniques n'ont pas été éprouvées sur un temps suffisamment long pour être utilisées « en sécurité » pour la réparation des milieux dégradés, constat fait également par Hein et al. (2017).

2.3.2 L'efficacité sociale, la grande absente des critères d'évaluation de l'efficacité

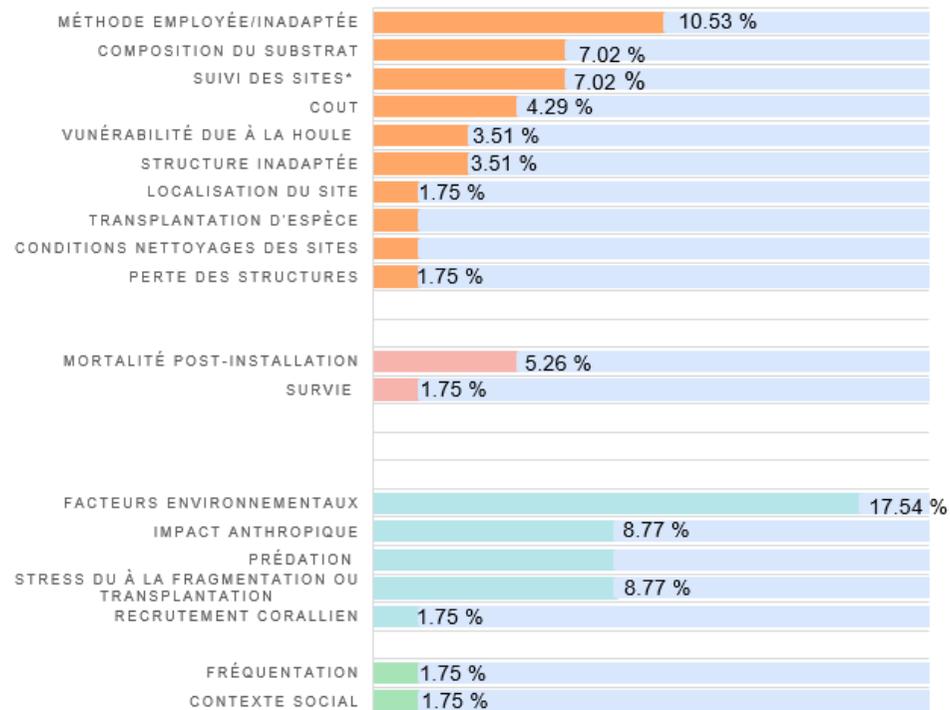
À l'issue de cette analyse critique de la bibliographie, trois critères ont été identifiés pour évaluer l'efficacité des projets. D'abord le critère de mise en œuvre de la réparation écologique, qui peut être renseigné par de nombreux indicateurs portant notamment sur les moyens matériels utilisés, les techniques mises en œuvre (e.g. nombre de transplants, nombre de patates ou de massifs ou de branches de coraux transplantés, *etc.*) et les espèces mobilisées dans les transplantations. Le second critère porte sur la résilience des écosystèmes, qu'Hein et al. (2017) assimilent aux taux de survie et à la croissance des espèces transplantées. Il est plus pertinent que le précédent, car il évalue les résultats de l'ingénierie mise en œuvre, mais il n'est pas renseigné dans tous les projets. Le troisième critère concerne l'efficacité sociale du projet. Même s'il est abordé dans les discussions des articles consultés, pour expliquer les facteurs de réussites ou d'échec, il n'a jamais fait l'objet de mesure dans les jeux de données (pas d'indicateur). D'une manière générale, les données traitant des caractéristiques socio-économiques des projets de réparation sont très peu présentes dans la littérature de référence.

Raisons de réussite des techniques (n = 70)



* (à court ou au long terme)

Raisons d'échec des techniques (n = 57)



Efficacité de la technique ingénieriale

Efficacité ingénieriale et/ou de résilience

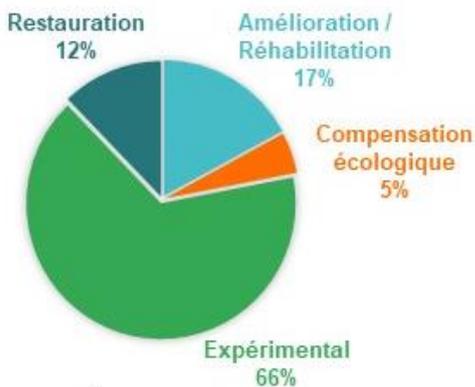
Efficacité de résilience des écosystème

Efficacité sociale

Figure 25 : Les indicateurs attestant de la réussite ou de l'échec des techniques pour l'ensemble du jeu de données océan Indien

Littérature scientifique

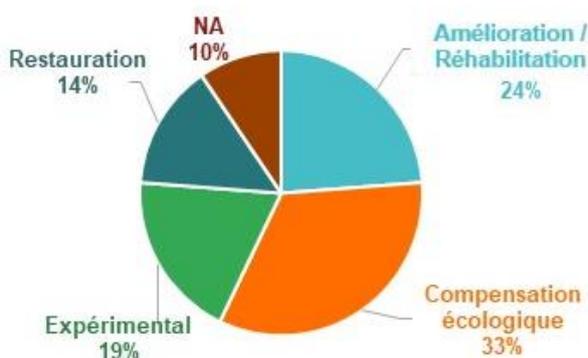
(n=41)



a)

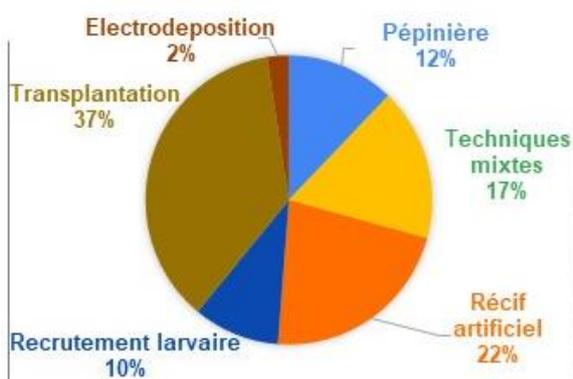
Littérature grise

(n=21)

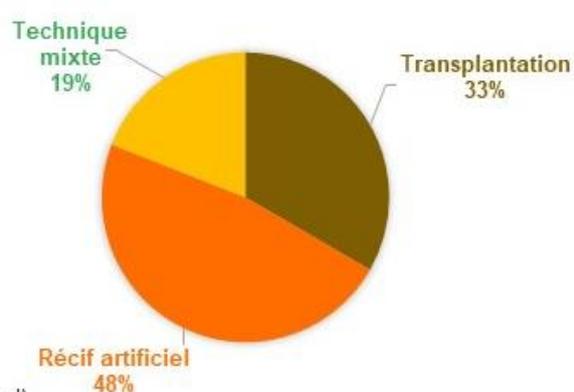


b)

Les objectifs des projets de réparation écologique dans l'océan Indien (a-b)

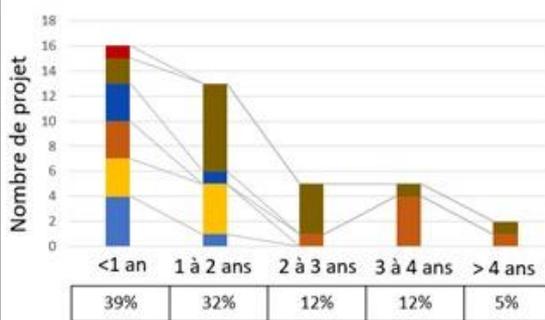


c)

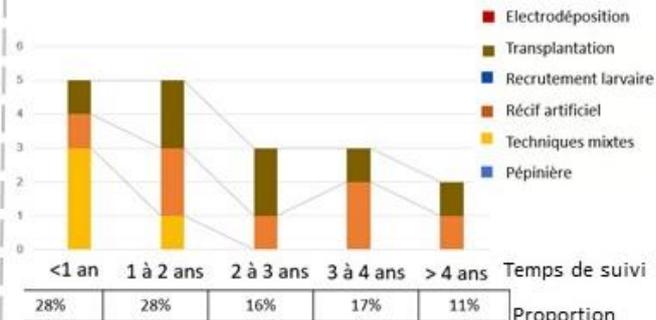


d)

Les techniques de réparation écologique employées dans l'océan Indien (c-d)



e)



f)

Le temps de suivi des projets de réparation écologique employés dans l'océan Indien (e-f)

Figure 26 : Planche comparative entre des données issus de la littérature scientifique et grise

Thématique très récente (comparativement au milieu terrestre), la réparation des récifs coralliens s'appuie surtout sur des connaissances écologiques théoriques, dont nombre d'entre elles sont toujours en cours de développement (Young, 2000 ; Abelson, 2006 ; Boström-Einarsson *et al.*, 2020). La plupart des projets publiés sont donc motivés par le besoin de recueillir des données expérimentales dans le but d'approfondir les connaissances ou d'améliorer l'approche méthodologique. Peu d'entre eux intègrent un volet de sensibilisation de la population riveraine à la fragilité de l'habitat récifal nouvellement restauré, à la nécessité d'induire des changements de pratiques (techniques de pêche agressives, accès au site, gestion de nouveaux communs, *etc.*), voire d'entretenir les milieux. De fait, la dimension humaine, voire sociétale, de la réparation écologique est très peu relevée dans les projets étudiés, tant dans les phases de conception que de mise en œuvre de l'ingénierie écologique. Comme le soulignent Hughes *et al.* (2010), de nombreuses interventions de gestion sont fondées sur des connaissances scientifiques solides, mais échouent néanmoins en raison d'une mauvaise compréhension des contextes et des contraintes sociales et économiques ainsi que d'une gouvernance inadéquate. Inclure des mesures de l'acceptabilité sociale des projets de réparation puis des évaluations de leur efficacité sociale, en intégrant les acteurs, leurs besoins et les représentations sociales, s'avérerait pourtant nécessaire (Depraz et Laslaz, 2014 ; Rey *et al.*, 2014). D'autant qu'évaluer uniquement l'efficacité biologique ou relever les techniques d'un projet de réparation nous éloigne du but premier : améliorer la conservation de milieux exposés aux pressions anthropiques locales et globales. Le besoin de proposer des indicateurs socio-écologiques semble tout de même faire consensus auprès de la communauté scientifique, mais pour cela plusieurs défis à relever ont été identifiés par de nombreux auteurs, parmi lesquels : l'accès aux habitants-usagers sur le terrain, l'utilisation d'outils nécessitant des compétences techniques et de savoir-être (enquêtes qualitatives, étude des pratiques et cultures locales, attachement aux lieux, *etc.*) et les stratégies et réseaux d'acteurs (Rey *et al.*, 2014 ; Okubo et Onuma, 2015 ; Suding *et al.*, 2015 ; Hein *et al.*, 2017 ; Martin, 2017 ; Hein *et al.*, 2019 ; Bayraktarov *et al.*, 2019 ; Salaün *et al.*, 2022). Le principal enjeu est d'identifier des paramètres sociaux robustes et peu coûteux évaluant, d'une part, les pressions anthropiques (responsables en partie de la dégradation de l'habitat) et, d'autre part, les bénéficiaires potentiels de cette réparation (amélioration de leurs activités et bien-être).

2.3.3. *Le problème majeur de la disponibilité de l'information*

L'expérience de l'effort à fournir, pour avoir accès aux différents documents issus de la littérature grise, permet de souligner plusieurs points relatifs à la disponibilité de l'information. Tout d'abord, il existe un réel manque de diffusion et donc de valorisation de ce type de littérature, probablement lié au manque de centralisation de la donnée en ce qui concerne les milieux marins tropicaux. C'est un constat qui peut être généralisé à l'échelle mondiale, comme l'a démontré Lake (2001). Heureusement, plusieurs groupes de recherche internationaux ont vu le jour pour centraliser et communiquer sur les informations disponibles. Ainsi Boström-Einarsson *et al.*, (2020) ont réalisé un ambitieux (et fastidieux) projet de compilation de données relatives aux projets de réparation écologique pour les récifs coralliens à l'échelle mondiale,

disponible sur le site de l'International Coral Reef Initiative (ICRI).¹¹ En outre, le « cheminement » pour avoir accès aux données est long. Comme l'illustre la Figure 27, pour parvenir aux « données 3 », ce sont trois personnes différentes qui ont été contactées et 23 échanges téléphoniques ou par courriel qui ont eu lieu. Aussi, pour chaque projet, il convient d'avoir l'autorisation de toutes les personnes concernées. Cela a parfois réveillé des conflits entre acteurs, qui peuvent au mieux ralentir la collecte de données ou, au pire, l'annuler. Un autre facteur de blocage se trouve dans la réticence, de l'ensemble des acteurs contactés, à parler des projets qui ont très peu ou n'ont pas fonctionné. L'échec ne semble pas une option lorsqu'il s'agit de communiquer sur des projets de réparation, ce qui serait pourtant absolument nécessaire pour faire évoluer les techniques et les pratiques.

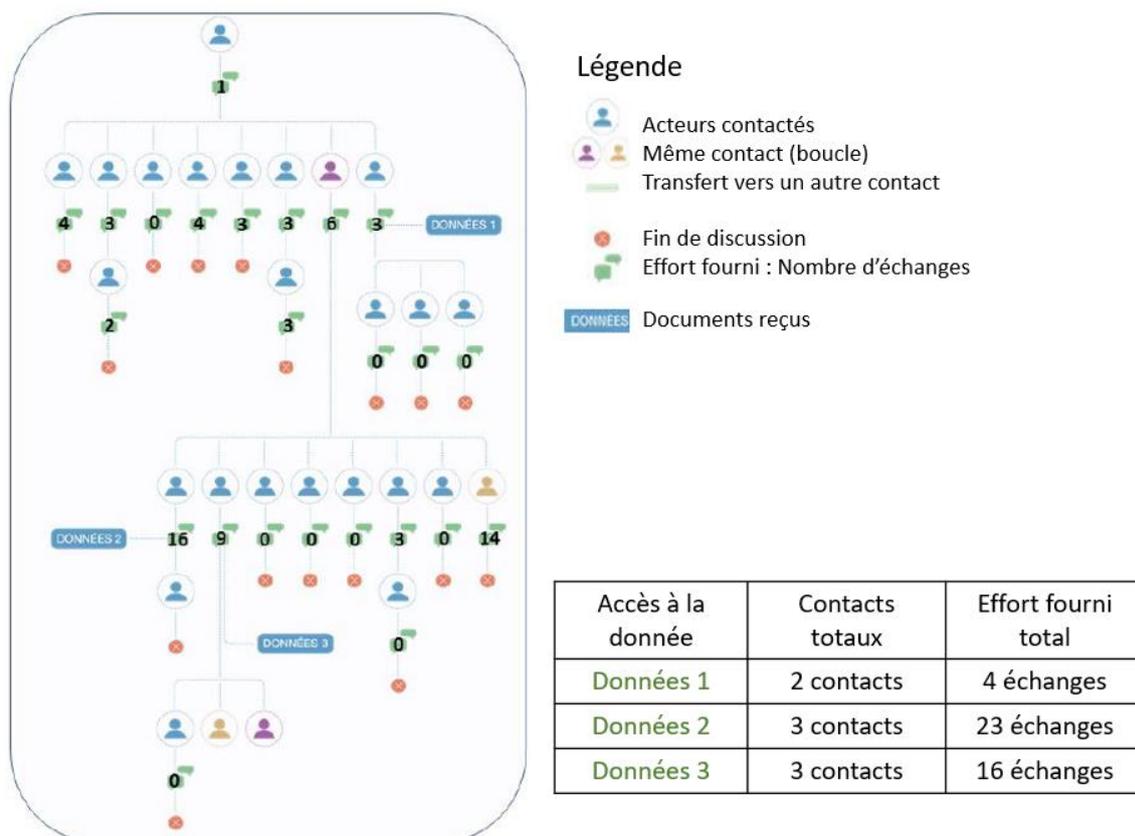


Figure 27 : Exemple du cheminement effectué avant d'avoir accès à l'information (documents) et l'effort (Nombre d'échange par personne) qu'il a fallu fournir pour y avoir accès ; NB : Dans un souci de confidentialité, les acteurs ayant servi à créer ce schéma ne sont pas nommés

2.3.4. Limites et points d'amélioration des travaux de recherches présentés

Comme le montre la Figure 23, il n'existe aucune standardisation du protocole de suivi des projets d'ingénierie écologique appliqués aux récifs coralliens. Les évaluations de l'efficacité des projets proposées à la Figure 25 dépendent donc, non seulement de l'accès à l'information, mais également du déploiement de critères de suivi identiques pour chaque

¹¹ voir : <https://icriforum.org/restoration/coral-restoration-database/coral-restoration-database-visualization/>

projet, afin de pouvoir les comparer. La facilité d'accès aux données issues des revues scientifiques, comparativement à l'effort fourni pour l'acquisition de données issues de la littérature grise, explique la sur-représentation des articles produits en majorité par le corps académique (chercheurs, universitaires), vis-à-vis des documents produits par les autres types d'acteurs (bureaux d'études, organismes de gestion, ONG, *etc.*) qui pourtant peuvent apporter de précieuses informations. Améliorer la diffusion de l'information est également primordial (Lake, 2001 ; Jacob *et al.*, 2018 ; Bayraktarov *et al.*, 2019). Le manque d'accès aux données est en effet le signe d'un manque d'échanges bilatéraux entre la recherche et les acteurs de terrain, qui freine le déploiement d'une véritable gouvernance de la réparation socio-écologique, que nous appelons de nos vœux.

Ces différents points abordés montrent combien il est aujourd'hui complexe de proposer une revue de l'efficacité des projets de réparation des écosystèmes coralliens tropicaux représentative d'une réalité écologique, sociale et économique. En effet, les réticences de diffusion de certains résultats liés à l'aménagement et, à l'opposé, les velléités de publication des institutions de recherche publique, tendent à déséquilibrer la balance entre programmes expérimentaux, abondamment documentés, et projets de compensation écologique, souvent soumis à d'importantes contraintes de confidentialité. Il serait ainsi spéculatif d'attribuer un poids relatif aux différents usages de l'ingénierie écologique dans l'océan Indien, mais il est très probable que de nombreux projets de restauration voient le jour chaque année dans le cadre de compensations écologiques, sans que leurs résultats ne puissent alimenter la réflexion sur l'efficacité des différentes techniques déployées. La faible diversité des techniques recensées dans le cadre de la compensation indique toutefois un recours à un panel limité de solutions, face à une nécessité de développement, souvent accompagnée de pertes écologiques significatives.

3. Les axes de recherche identifiés afin d'améliorer l'efficacité des projets d'ingénierie écologique récifale : Le besoin d'indicateurs

3.1. Les besoins identifiés pour améliorer l'efficacité de la réparation écologique des récifs coralliens

La notion d'efficacité d'un projet de réparation écologique commence à intervenir après la conception et la mise en place du projet. Mais déterminer l'efficacité réelle d'un projet de réparation écologique en milieu corallien n'est pas une tâche facile. Lors des suivis de projets, ce sont les succès biologiques ou techniques de la réparation écologique qui sont préférentiellement mesurés (figure 28). Ces indicateurs sont importants à relever, mais insuffisants pour parvenir à une caractérisation globale du succès des projets de réparation écologique. C'est notamment le constat relevé par Hein *et al.* (2017) en ce qui concerne la transplantation corallienne.

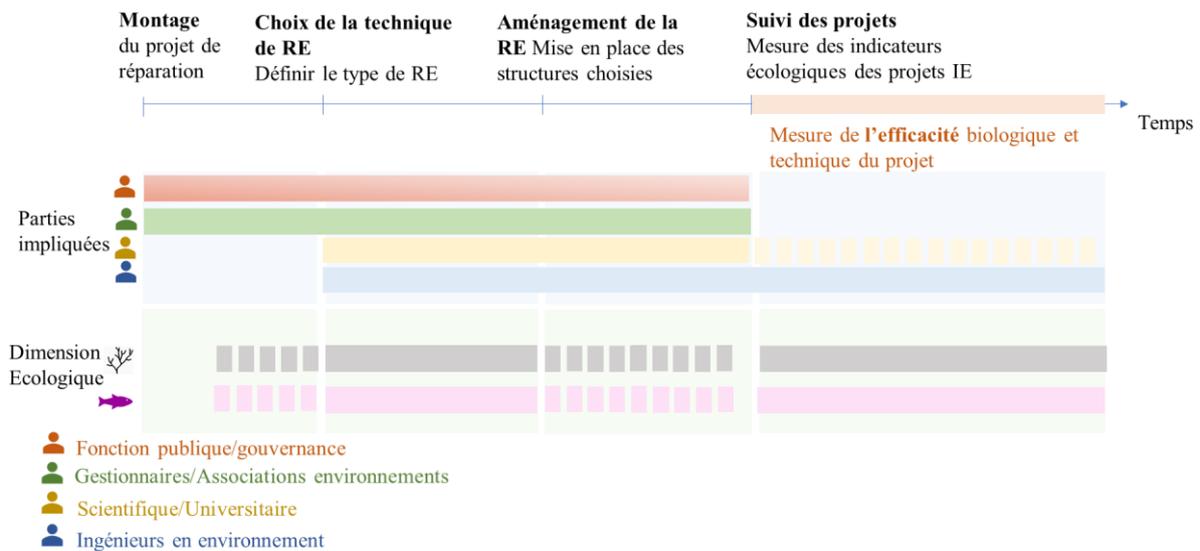


Figure 28 : Schématisation de la conception d'un projet de réparation écologique, en considérant les acteurs impliqués dans la réparation écologique et la dimension écologique du projet

La compréhension du milieu corallien est complexe. Les facteurs pouvant influencer l'état de santé d'un récif sont multiples et susceptibles de changer au cours du temps (changement climatique, urbanisation, incidents, pollution du milieu, occupation du bassin-versant) rendant la tâche de réparer difficile (Smith *et al.*, 2016). Si la réparation écologique est l'un des outils de gestion existant en matière de conservation des récifs coralliens, n'évaluer qu'uniquement l'efficacité biologique ou technique d'un projet de réparation nous éloignerait du but premier (Hein *et al.*, 2021). Les dimensions socio-écologiques mais aussi socio-économiques sont peu présentes et le besoin de proposer des indicateurs socio-écologiques se fait sentir (Rey *et al.*, 2014 ; Okubo et Onuma, 2015 ; Suding *et al.*, 2015 ; Hein *et al.*, 2017 ; Martin, 2017 ; Hein *et al.*, 2019 ; Bayraktarov *et al.*, 2019) (voir Figure 29).

Type d'efficacité	Sources	Informations relevées
Efficacité de la technique ingénieriale	(Rey et al., 2014) Chapitre 12 : L'écologie au service de l'ingénierie : organisation d'un collectif scientifique et pratique	En réunissant dans une même formule les valeurs contrastées de l'efficacité technique (ingénierie) et du respect de l'autonomie du vivant (écologique), l'ingénierie écologique vient brouiller les lignes de partage entre le naturel et le social, ainsi qu'entre le sauvage et le domestique.
	(Bayraktarov et al., 2019) Motivations, success and cost of coral reef restoration	La plupart des projets publiés étaient motivés par le désir de recueillir des données expérimentales dans le but d'approfondir nos connaissances ou d'améliorer l'approche méthodologique. Ils indiquaient un résultat écologique alors que les aspects sociaux et économiques de la restauration étaient rarement évalués.
	(Hein et al., 2019) Coral restoration: Socio-ecological perspectives of benefits and limitations	La science de la restauration des coraux est encore très axée sur des considérations écologiques et techniques, empêchant de comprendre comment la restauration des coraux peut être utilisée pour améliorer la résilience des récifs dans le contexte des systèmes socio-écologiques.
	Hein, et al., (2020) Coral Reef Restoration as a strategy to improve ecosystem services: A guide to coral restoration methods	L'élaboration de normes écologiques est prometteuse mais les paramètres liés aux résultats socioculturels et à la rentabilité des diverses approches font encore défaut.
	(NOAA, 2020) Coral Reef Restoration Monitoring Guide Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales	La plupart des suivis des efforts de restauration des récifs coralliens se concentrent sur le succès écologique (par exemple, la croissance, la survie). On a accordé beaucoup moins d'attention aux dimensions sociales, économiques et culturelles des efforts de restauration qui profitent directement aux parties prenantes et aux communautés locales.
	(Hein et al., 2017) The need for broader ecological and socioeconomic tools to evaluate the effectiveness of coral restoration program	Les indicateurs les plus couramment utilisés pour mesurer l'efficacité de la technique sont la croissance des fragments et le taux de survie des coraux.
Efficacité de résilience des écosystèmes	(Rey et al., 2014) Chapitre 12 : L'écologie au service de l'ingénierie : organisation d'un collectif scientifique et pratique	En réunissant dans une même formule les valeurs contrastées de l'efficacité technique (ingénierie) et du respect de l'autonomie du vivant (écologique), l'ingénierie écologique vient brouiller les lignes de partage entre le naturel et le social, ainsi qu'entre le sauvage et le domestique.
	(Hein et al., 2019) Coral restoration: Socio-ecological perspectives of benefits and limitations	La science de la restauration des coraux est encore très axée sur des considérations écologiques et techniques, empêchant de comprendre comment la restauration des coraux peut être utilisée pour améliorer la résilience des récifs dans le contexte des systèmes socio-écologiques.
	(Hein et al., 2017) The need for broader ecological and socioeconomic tools to evaluate the effectiveness of coral restoration program	Les indicateurs de succès actuellement utilisés dans la science de la restauration des coraux sont axés sur une compréhension globale des réponses biologiques des coraux à la transplantation. Ces considérations sont essentielles pour maximiser le succès initial de la transplantation, mais insuffisantes pour caractériser l'efficacité de la restauration des coraux en termes de résilience des récifs et de fourniture de services écosystémiques aux dimensions socioécologiques.
Efficacité sociale	(Hein et al., 2017) The need for broader ecological and socioeconomic tools to evaluate the effectiveness of coral restoration program	Les indicateurs de succès actuellement utilisés dans la science de la restauration des coraux sont axés sur une compréhension globale des réponses biologiques des coraux à la transplantation. Ces considérations sont essentielles pour maximiser le succès initial de la transplantation, mais insuffisantes pour caractériser l'efficacité de la restauration des coraux en termes de résilience des récifs et de fourniture de services écosystémiques aux dimensions socioécologiques.
	Okubo N, Onuma A (2015) An economic and ecological consideration of commercial coral transplantation to restore the marine ecosystem in Okinawa, Japan. Ecosystem Services 11:39-44	Des indicateurs liés au succès socio-économique, tels que l'intendance accrue ou la satisfaction des utilisateurs des récifs, devraient être inclus dans la caractérisation de l'efficacité de la restauration corallienne.
	(Hein et al., 2019) Coral restoration: Socio-ecological perspectives of benefits and limitations	La science de la restauration des coraux est encore très axée sur des considérations écologiques et techniques, empêchant de comprendre comment la restauration des coraux peut être utilisée pour améliorer la résilience des récifs dans le contexte des systèmes socio-écologiques.
	(Bayraktarov et al., 2019) Motivations, success and cost of coral reef restoration	Les aspects sociaux et économiques de la restauration sont rarement évalués.
	(Bayraktarov et al., 2019) Motivations, success and cost of coral reef restoration	L'efficacité de la restauration nécessite un cadre dans lequel les aspects sociaux et écologiques doivent être robustes et durables. Les auteurs parlent de « socioecological principles of sustainability », les principes socioécologique de la durabilité.
	Suding et al., (2015) Committing to ecological restoration	Une restauration écologique efficace pour les zones protégées vise donc à maximiser les résultats écologiques, socio-économiques et culturels bénéfiques et à minimiser les coûts, sans perdre de vue les objectifs de conservation.
	Martin (2017) Ecological restoration should be redefined for the twenty-first century	Les facteurs socioculturels sont au cœur de l'établissement d'objectifs et de l'évaluation de l'efficacité des efforts de restauration des coraux
	Hein, et al., (2020). Coral Reef Restoration as a strategy to improve ecosystem services: A guide to coral restoration methods	L'élaboration de normes écologiques est prometteuse mais les paramètres liés aux résultats socioculturels et à la rentabilité des diverses approches font encore défaut.
	(NOAA, 2020) Coral Reef Restoration Monitoring Guide Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales	La plupart des suivis des efforts de restauration des récifs coralliens se concentrent sur le succès écologique (par exemple la croissance ou la survie). On a accordé beaucoup moins d'attention aux dimensions sociales, économiques et culturelles des efforts de restauration qui profitent directement aux parties prenantes et aux communautés locales.
	(Rey et al., 2014) Chapitre 12 : L'écologie au service de l'ingénierie : organisation d'un collectif scientifique et pratique	La prise en compte des dimensions à la fois ingénieriale et sociale de l'IE, intégrant les pratiques, les acteurs, l'expression de la demande, les notions d'acceptabilité, de faisabilité sociale et économique, est indispensable pour mener à bien la résolution des questions posées.

Figure 29 : Les différentes catégories d'efficacité et des besoins identifiés d'après la littérature relative à la réparation écologique des récifs coralliens

Cette dimension humaine, voire sociétale de la réparation écologique est donc très peu considérée, à la fois dans la conception des projets de réparation, mais aussi en aval de la réalisation de ces projets (Figure 30). Dans sa conclusion de thèse, Hein (2018), annonce que l'efficacité de la réparation écologique nécessiterait un cadre écologique et social plus robuste.

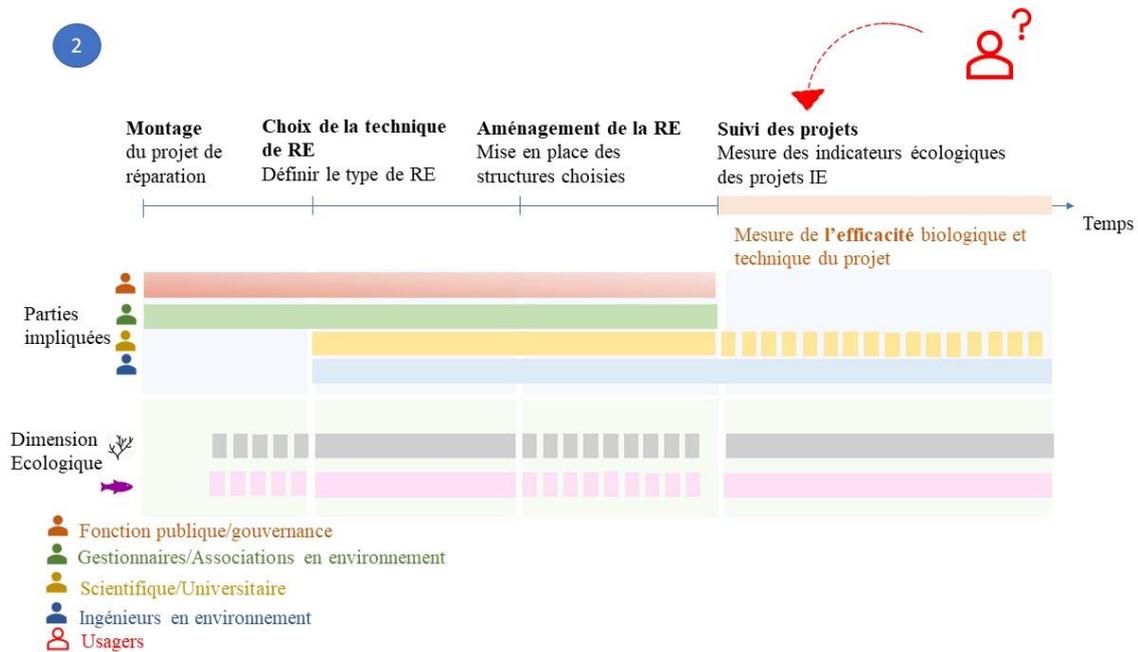


Figure 30 : Schématisation de la conception d'un projet de réparation écologique, en considérant les acteurs impliqués dans la réparation écologique, la dimension écologique et la dimension sociale (usagers) du projet

3.2. Introduire les indicateurs de réparation

Déterminer l'efficacité de la réparation écologique revient à définir des indicateurs. Ces indicateurs doivent être pertinents pour évaluer l'incidence des projets sur l'écosystème d'intérêt tout en considérant les questions environnementales, les préoccupations sociales (Delavaud *et al.*, 2021). Ce sont notamment les revendications identifiées de la législation française et européenne en ce qui concerne l'évaluation de l'impact des activités humaines sur la biodiversité. Selon la définition proposée par l'agence publique Office Français de la Biodiversité (OFB), un bon indicateur d'évaluation de l'impact des activités humaines sur la biodiversité doit « permettre l'évaluation de la dépendance des sociétés humaines à la biodiversité » (Delavaud *et al.*, 2021). Il doit être construit de telle sorte qu'il aide à « engager les changements pour permettre aux sociétés humaines de s'orienter vers des trajectoires socio-économiques durables assurant une meilleure coexistence avec le reste du vivant et la préservation de celui-ci ». Les résultats de l'étude précédente permettent de distinguer trois critères dans l'évaluation de l'efficacité des projets d'ingénierie écologique récifale. Le premier est centré sur la mise en œuvre des moyens et techniques d'ingénierie, le second évalue la résilience de l'écosystème réparé et le troisième porte sur les critères sociaux qu'il conviendrait de collecter pour améliorer la performance des projets, importance déjà soulignée par Guest *et al.* (2011) et Bayraktarov *et al.* (2016). La disponibilité limitée de données socio-économiques

constitue un défi majeur. L'absence d'indicateurs de l'efficacité sociale des projets de réparation écologique limite notre compréhension globale de leur impact sur les communautés locales et leur acceptabilité sociale. Il est donc essentiel de développer des méthodes et des outils pour évaluer et intégrer ces aspects socio-économiques dans les études futures. Sans l'ajout de la dimension sociale dans l'analyse de l'efficacité des projets de réparation, on pourrait tendre vers un échec social du projet. Cette dimension sociale des projets doit être prise en compte. Inclure des évaluations de l'acceptabilité sociale des projets de réparation puis des évaluations de leur efficacité sociale, en intégrant les acteurs, leurs besoins et les représentations sociales, s'avérerait pourtant nécessaire (Depraz et Laslaz, 2014 ; Rey *et al.*, 2014). Un autre point d'amélioration concerne la nécessité de recueillir des données sur une période de suivi plus longue. La plupart des projets étudiés ne sont suivis que pendant une durée limitée, ce qui peut restreindre notre compréhension de l'efficacité à long terme de ces interventions de réparation écologique. Des études à plus long terme seraient bénéfiques pour évaluer la durabilité des résultats obtenus et identifier d'éventuels effets indésirables à long terme.

4. Conclusion

Les initiatives de réparation écologique des récifs coralliens se sont multipliées au cours des dernières décennies (Jacob *et al.*, 2018 ; McLeod *et al.*, 2022). La plupart d'entre elles sont étudiées via des projets de recherche, relevant de l'expérimentation. Les durées des suivis, destinées à évaluer l'efficacité des projets, des techniques, des paramètres et des facteurs clefs du succès ou de l'échec sont encore insuffisantes, avec une forte majorité de suivis n'excédant pas deux ans. Du côté des solutions, comme le soulignent Hughes et al. (2010), une meilleure gouvernance paraît être l'un des facteurs clefs pour résoudre la crise environnementale, ce qui nécessite une forte implication des parties prenantes dans la gestion du milieu (Chadenas *et al.*, 2020). Une autre solution est de proposer des indicateurs pertinents dans l'évaluation de l'efficacité de la réparation. Cela nécessite de pouvoir définir les paramètres caractérisant les trois critères d'évaluation identifiés : l'efficacité des moyens et des techniques d'ingénierie employées, la résilience de l'écosystème réparé et les critères sociaux des projets.

En regard de ces résultats, nous avons choisi d'explorer le troisième critère, avec l'outil des représentations sociales, afin d'éclairer et d'apporter des éléments de discussion concernant le volet social de la réparation écologique. Dès lors, se pose la question de savoir **comment établir un changement progressif pour tendre vers une considération des dimensions sociales de la réparation écologique ?**

CHAPITRE II :

LES REPRÉSENTATIONS SOCIALES POUR AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE DES RÉCIFS CORALLIENS

« La géographie ne saurait plus faire l'impasse [...] des représentations sociales qui façonnent le monde, pas plus qu'elle ne doit oublier les acteurs ou agents qui interviennent sur la scène géographique. Il lui revient aussi d'intégrer dans ses modèles le vécu de l'homme habitant, producteur, consommateur, agent et acteur, etc. Elle saisit toute l'épaisseur de l'économie, des jeux de pouvoir et des idéologies. Cet ensemble d'exigences s'impose, en particulier, si l'on veut fonder une géographie de l'action, ouverte sur la société et sur les grandes questions sociales qui impliquent l'espace géographique, son appropriation et sa valorisation, son partage, sa privatisation, sa confiscation. »

(Di Méo, 2008)

Dans ce chapitre II, nous nous focalisons sur la notion d'efficacité sociale de la réparation écologique récifale. C'est au travers des perceptions sociales des usagers et des acteurs du territoire (cas comparé entre La Réunion et Mayotte) que nous tenterons d'identifier les concordances et des discordances dans les représentations sociales de la réparation écologique, et ainsi proposer des indicateurs sociologiques de la réparation, pour parvenir à une acceptation sociale des projets de réparation écologique.

Question de recherche : comment se définissent les représentations sociales de la réparation écologique selon les territoires maritimes et les différentes catégories d'acteurs qui les mettent en usage et les gèrent ? Une distinction sera ainsi faite entre les gestionnaires du territoire maritime, qui peuvent être appelés à accompagner la mise en œuvre des projets de réparation écologique, les usagers des récifs coralliens qui peuvent en être les bénéficiaires et les autres acteurs dont l'usage du milieu récifal n'est en aucun cas directement ou indirectement impacté par la réparation écologique. Il s'agit essentiellement d'usagers de la surface de la tranche d'eau se situant au-dessus de l'habitat corallien comme les véliplanchistes ou les pratiquants du paddle. Deux territoires aux environnements marins contrastés sont étudiés : La Réunion et Mayotte. Le premier est une île récente, située sur un point chaud géologique avec un milieu corallien peu développé. Le second présente le plus vaste lagon de l'océan Indien.

Trois hypothèses de recherche :

1. L'efficacité sociale des projets de réparation écologique dépend en premier lieu de leur acceptation sociale, fruit des représentations des parties prenantes vis-à-vis du récif et du projet de réparation écologique.
2. Les représentations sociales sont définies par le type de partie prenante vis-à-vis du récif, une distinction peut donc être établie entre, d'une part, les représentations des acteurs du territoire qui élaborent les projets de réparation écologique ; d'autre part les usagers du récif, bénéficiaires potentiels de la réparation écologique et, enfin, les autres personnes fréquentant le littoral, dont la dépendance au récif dans leur quotidien est bien moindre.
3. Les représentations sociales dépendent du contexte local, elles diffèrent donc selon les sites d'étude.

1. Des perceptions aux représentations sociales

1.1. Les représentations sociales : définitions

En France, la théorie des représentations sociales est apparue en 1961 avec Serge Moscovici dans le champ disciplinaire de la psychologie sociale (Rateau et Lo Monaco, 2013) et s'est affirmée à partir des années 1970. Aujourd'hui, cette théorie dépasse le champ de la psychologie sociale et plusieurs champs disciplinaires liés à la conservation de la biodiversité ont montré sa pertinence dans la conceptualisation des interactions Homme-Nature (Quétier *et al.*, 2010 ; Buijs *et al.*, 2012 ; Michel-Guillou, 2014 ; De Vreese *et al.*, 2019).

Une représentation est « *un phénomène mental qui correspond à un ensemble plus ou moins conscient, organisé et cohérent, d'éléments cognitifs, affectifs et du domaine des valeurs associées* » qui permet de lire et d'interpréter le monde (Garnier et Sauvé, 1999). La représentation peut être élaborée à l'échelle de l'individu, on parlera de « **perception individuelle** » (Tableau 2). Elle est alors largement le produit de l'histoire de l'individu et de son environnement social et culturel. La représentation élaborée à l'échelle d'un collectif est qualifiée de « **représentation sociale** » (Tableau 2). On peut alors parler de « modèles collectifs de pensée » (Michel-Guillou, 2014).

Tableau 2 : Différence entre représentation sociale et perception individuelle

Représentation sociale	Perception individuelle
« Une représentation subjective comprend l'espace tel qu'il est vu par des sujets, mais aussi imaginé et construit avec l'adjonction des connaissances intériorisées » (Cauvin 1999)	« La perception d'un environnement est traitée par un individu qui crée ensuite sa propre représentation. Cette représentation est donc subjective. » (Morange et Schmoll 2016)

Les représentations sociales sont des systèmes de valeurs, d'idées et de pratiques utilisées par des groupes sociaux (ici les catégories d'acteurs identifiés) pour comprendre un phénomène (ici la réparation écologique). Tout environnement écologique ou économique est

en effet un objet socialement construit (Vuillot, 2015). La manière dont on le perçoit n'est pas une représentation objective de la réalité, mais une construction sociale de cette réalité forgée à partir d'informations reçues de l'environnement (Jodelet, 1989). La représentation sociale est donc malléable au cours du temps et se structure en fonction de l'objet d'étude (Garnier et Sauvé, 1999). La fonction pratique de la représentation sociale est de permettre une gestion environnementale plus efficace via une meilleure compréhension des rapports entre les individus d'un groupe social défini à propos de l'environnement (Jodelet 1989 ; Garnier et Sauvé, 1999 ; Michel-Guillou, 2006). L'analyse des concordances et discordances de représentation entre acteurs est une des clefs de la gouvernance territoriale (David *et al.*, 2006).

1.2. Les représentations sociales en environnement

Une meilleure gouvernance territoriale implique une étroite interaction entre les sciences de la nature et les sciences sociales et politiques pour tendre vers une plus grande durabilité et résilience du territoire (Mazé, 2020), la durabilité devant être considérée selon ses deux dimensions que sont la dimension environnementale et la dimension sociale (Catlin *et al.*, 2017). Ces propos valent également pour l'ingénierie écologique récifale. Westoby et al. (2020) soulignent ainsi que comprendre la dimension humaine, notamment l'engagement des parties prenantes, du public, mais aussi des politiques, revêt une importance capitale (*Ibid.*) pour parvenir à une meilleure acceptation sociale des initiatives d'ingénierie écologique récifales, souvent problématiques (Le *et al.*, 2022) et une meilleure gouvernance à long terme et sans conflit des projets de réparation écologique.

En raison de sa nouveauté, la réparation écologique peut être assimilée à une innovation et dans ce contexte les réflexions des spécialistes des innovations territoriales et de leur acceptation sociale s'avèrent pertinentes pour l'ingénierie écologique. Depraz et al. (2016) mettent ainsi l'accent sur les conditions de réception d'une « *innovation territoriale, entendue tant comme un objet technique ( quipement public, infrastructures de transports) que comme un outil r glementaire (normes, lois) visant à l'aménagement et au développement du territoire* ». Ces conditions de réception sont sujettes à une dimension du visible (ressources, usages, intérêts matériels) et à des dimensions subjectives (représentations, affects, comportements). C'est par ces dimensions subjectives que l'on parvient ou non   la bonne réception d'un projet (*Ibid.*). L'analyse des représentations sociales permet de mettre en lumière les discordances et concordances de discours et de points de vue entre les acteurs (David *et al.*, 2006). Cette méthode s'avère particulièrement pertinente pour évaluer les discordances entre la gestion/gouvernance espérée d'un projet, élaborée par les acteurs du territoire, et la gestion/gouvernance résultante. Le projet qui est mis en œuvre au final est alors le produit du projet initial, de son acceptation sociale par les usagers du territoire, supposés être les bénéficiaires de ce projet, et du compromis adopté par les deux parties prenantes (David, 2019).

Afin de préciser le déterminisme des représentations sociales en œuvre dans les projets de réparation écologique et de valider ou infirmer les trois hypothèses de ce chapitre, nous allons analyser les représentations sociales de la réparation écologique sur deux territoires maritimes de l'océan Indien bien distincts : les  les de La Réunion et de Mayotte.

2. Les sites d'étude et la population enquêtée

2.1. L'île de La Réunion

Cette île de 2 512 km² totalise un petit périmètre récifal de 18 km² qui présente un contexte de dégradation avancée à 71 % selon les estimations de l'IFRECOR (2020). Cette situation découle de divers facteurs, notamment une augmentation de la population, qui a quadruplé en l'espace d'un demi-siècle. En 2022, la population est estimée à 868 800 personnes, avec une croissance annuelle d'environ 0,5 % (Sui-Seng, 2022). Cette pression démographique, associée à l'occupation croissante des bassins-versants, à une croissance économique significative et aux désaccords entourant la gestion des terres, s'ajoute aux fortes contraintes liées à l'espace disponible (Tessier *et al.*, 2008 ; Quod *et al.*, 2016 ; Augusseau *et al.*, 2018). Depuis deux décennies, la dynamique d'urbanisation de l'île tend à un remplacement progressif des terres arables vers le développement urbain et on observe une vision segmentée des différents enjeux du territoire (Augusseau *et al.*, 2018). La création du Parc National de la Réunion sur 40 % du territoire ainsi que la mise en place de la Réserve naturelle nationale marine inscrit l'espace géographique dans une dynamique de conservation du patrimoine naturel (Lemahieu *et al.*, 2013). Il y a donc un conflit entre urbanisation, exploitation agricole et développement durable de l'île (Augusseau *et al.*, 2018), notamment sur le littoral largement dominé par l'emprise de l'agriculture et de l'urbanisation comme l'illustre la carte d'occupation des sols de la Réunion (Figure 31).

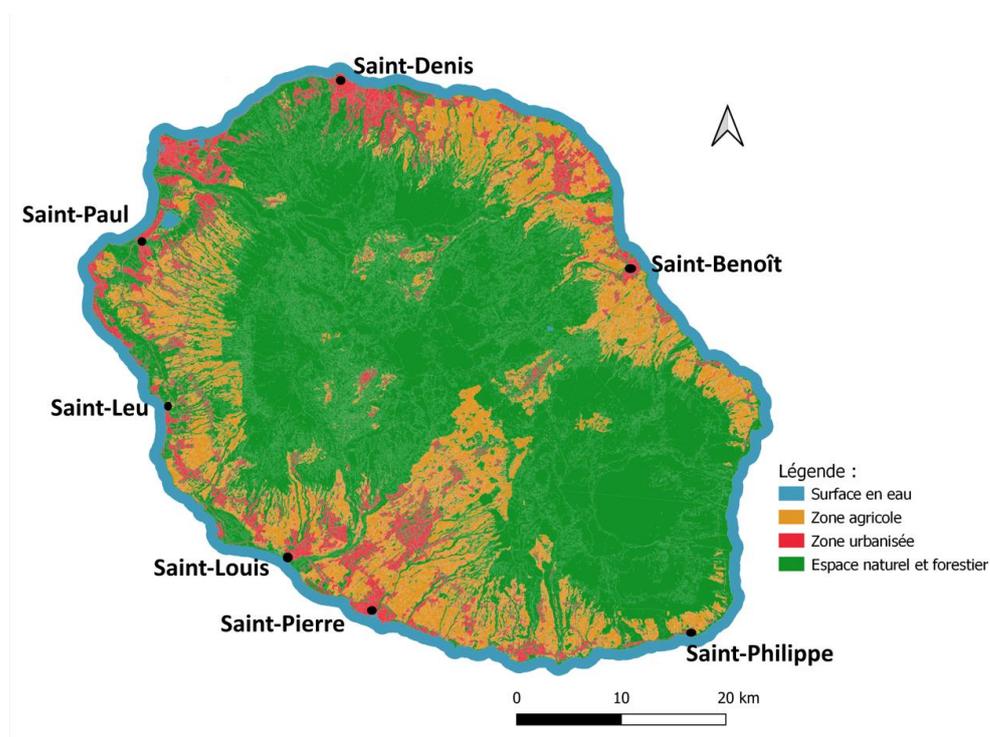


Figure 31 : Carte d'occupation des sols de l'île de La Réunion (Réalisation Aurore Léocadie-QGIS ; D'après Le Mézo, Lionel ; Dupuy, Stéphane ; Gaetano, Raffaele, 2021, « La Réunion - occupation du sol - carte 2020 (Spot6/7) - 1.5m », CIRAD Dataverse)

Le récif corallien de la Réunion n'est donc pas épargné par l'érosion de biodiversité. La gestion intégrée du littoral récifal et la complexité des constructions territoriales réunionnaises ont été étudiées par David et al. (2006 ; 2009). Ils exposent les différents problèmes du territoire (I) les pressions anthropiques sur un espace limité ; (II) la mauvaise qualité des eaux côtières ; (III) les acceptabilités / acceptations¹² sociales et économiques de la réserve naturelle marine.

Quand le zonage de la réserve reflète une concordance de points de vue et représentations entre les gestionnaires de la réserve et les usagers du récif, l'acceptabilité/acceptation est bonne. En revanche, lorsque le zonage traduit un point de vue des gestionnaires qui présente une grande discordance entre les points de vue des autres parties prenantes, le risque de conflits d'usage est élevé et l'acceptabilité/acceptation est minimale comme Thomassin et al. (2011) l'ont évalué dans le cas des petits pêcheurs artisans. L'espace semble donc être le fil rouge pour estimer l'acceptabilité sociale ; la spatialisation des usages passés et des zonages à venir en matière de gestion et protection de la biodiversité marine permet de mettre en évidence les différents enjeux et de faire apparaître les conflits d'usage potentiels grâce à l'identification des discordances territoriales. L'application de cette méthode à l'étude de l'acceptation/acceptabilité sociale de la réparation écologique nécessite de pouvoir déterminer les catégories d'acteurs en interaction avec le milieu récifal et en déduire les discordances entre les groupes. Cette méthode a été reprise dans la présente thèse pour échantillonner la population à enquêter. Une stratification a été réalisée à partir de la proximité du récif corallien. Sur cette base, 175 personnes ont été enquêtées dans 11 localités de la côte occidentale de l'île. Neuf d'entre elles se situent dans le périmètre de la réserve naturelle marine de La Réunion (RNMR), du Cap La Houssaye à Etang-Salé (Figure 32). Ces enquêtes concernant les représentations sociales des récifs coralliens et de la réparation écologique, ont été réalisées entre février 2021 et mai 2022.

¹² La différence entre l'acceptabilité sociale et l'acceptation sociale dépend du point de vue dans lequel on se place. La première correspond à l'évaluation que le donneur d'ordre ou le spécialiste du maintien de l'ordre se fait de la probabilité qu'une action publique soit acceptée ou rejetée par la population qui en bénéficie ou en subit les conséquences. La seconde correspond tout simplement au degré d'acceptation ou de rejet de cette action publique par la dite population (Thomassin et David 2014 ; Laslaz et al. 2014)

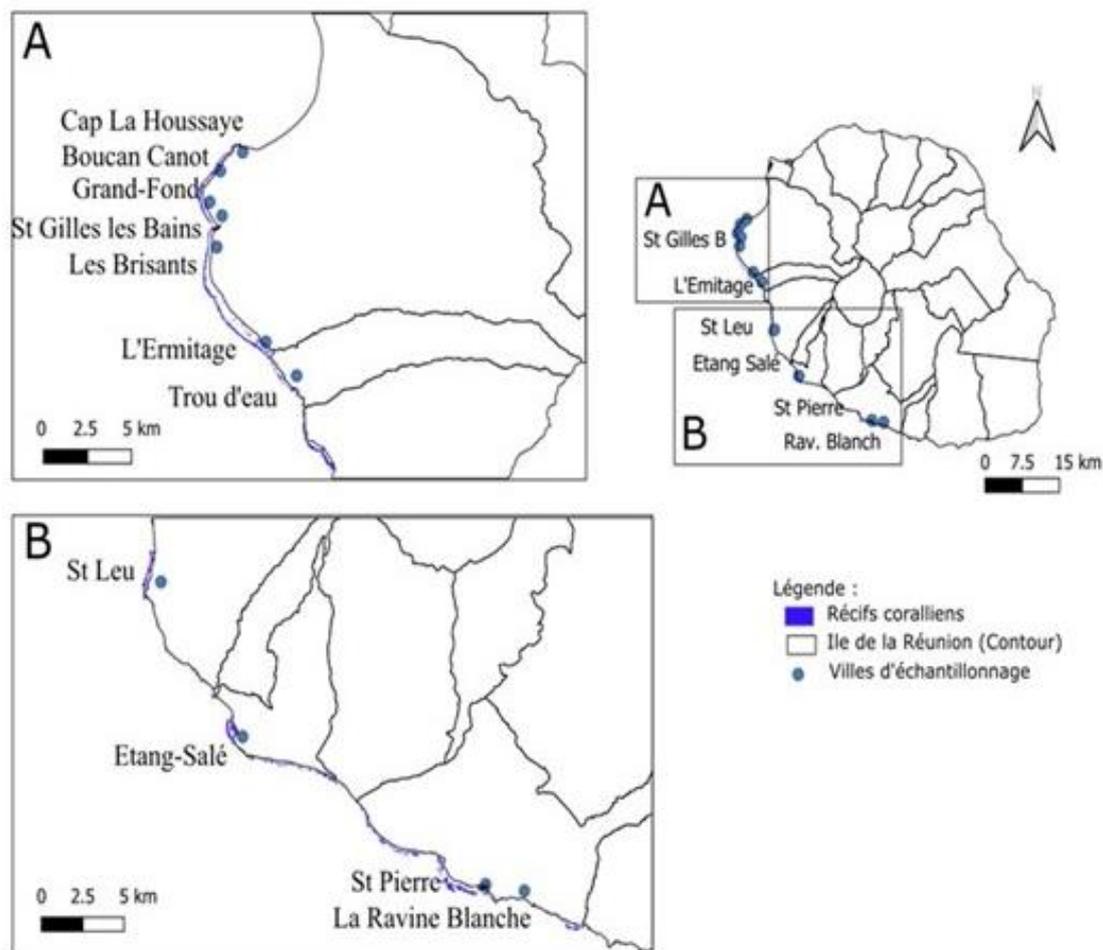


Figure 32 : Sites de collectes des données sur l'île de La Réunion (Réalisation Aurore Léocadie-QGIS)

2.2. Mayotte

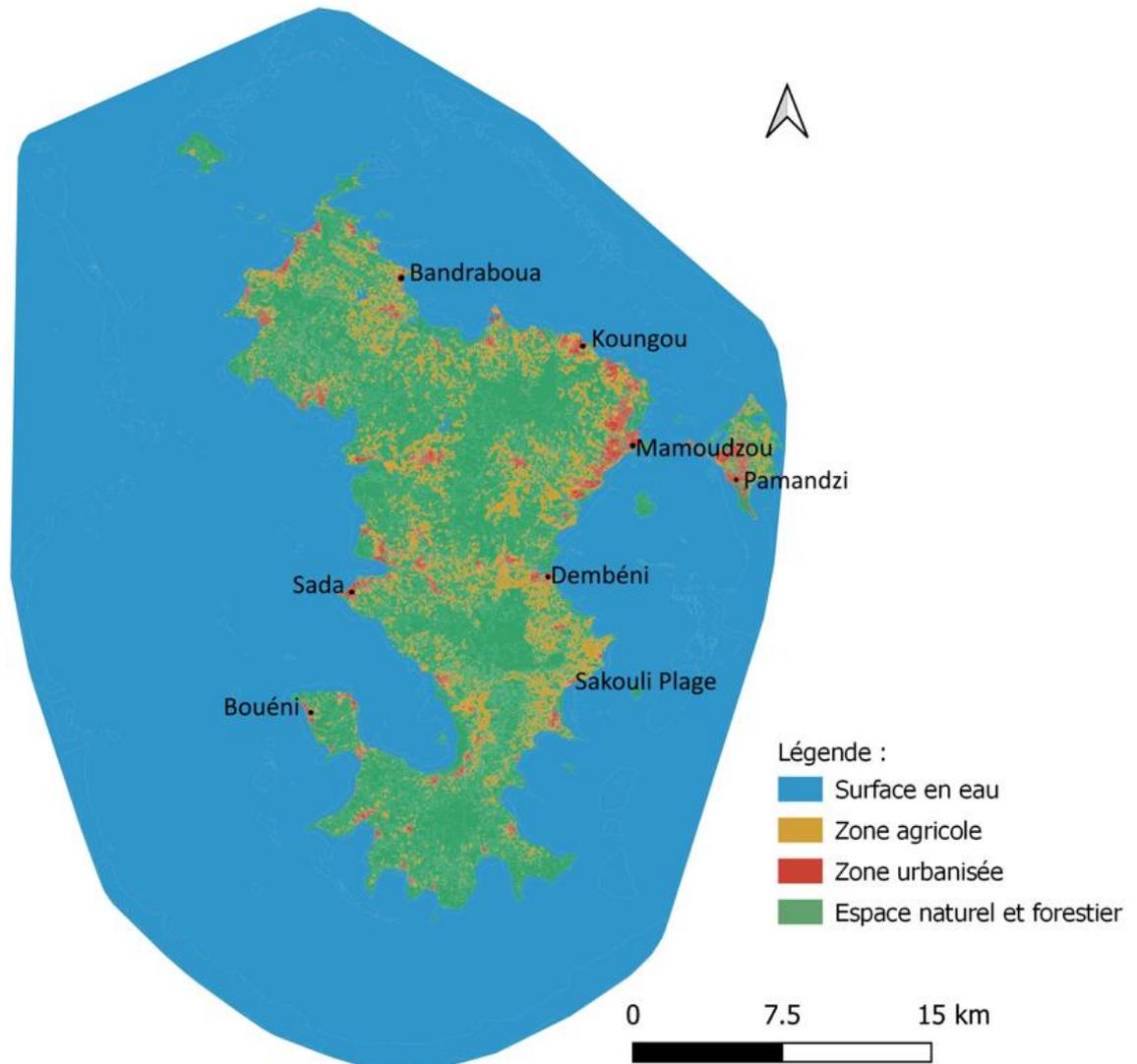
Cette île de 374 km², comptabilise 1406 km² de récifs coralliens. Bien que ce récif soit plus résilient que le récif réunionnais (Martin, 2020), l'évolution de l'état de santé du récif tend à se dégrader significativement depuis le dernier épisode de blanchissement observé en 2016 (*Ibid.*). Les pressions anthropiques sur le récif corallien sont également en forte augmentation, d'une part en raison d'une pression croissante exercée par les activités halieutiques, et d'autre part en raison des effets délétères de certaines pratiques de gestion et d'aménagement du milieu terrestre, notamment certaines pratiques culturelles et l'urbanisation des sols, qui engendrent une pollution des eaux côtières (IFRECOR, 2020).

En 2022, l'Insee estime la population à 299 350 personnes (Insee, 2022). De par sa trajectoire historique particulière, Mayotte est dans une phase de « *rattrapage à marche forcée dans le cadre d'une intégration* » dans les dynamiques françaises et européennes (Sourisseau *et al.*, 2004). Ainsi, la croissance rapide de la population à Mayotte, induite par une poussée démographique et migratoire et par les politiques de rattrapage, caractérise un bouleversement des perspectives locales d'un point de vue environnemental, économique et social. La carte

d'occupation des sols de Mayotte de 2016 révèle ainsi une forte emprise littorale liée à l'agriculture et l'urbanisation (Figure 33).

À La Réunion, les pressions sur le récif sont dues à sa proximité à la côte, dont l'influence sur le milieu est directe. À Mayotte, le contexte socio-économique et géopolitique est à l'origine des pressions directes sur le récif (*Ibid.*).

Les enquêtes concernant les représentations sociales des récifs coralliens et de la réparation écologique se sont déroulées en octobre 2021 dans 11 localités de Mayotte (Grande-Terre et Petite-Terre) (Figure 34), elles ont concerné 72 personnes.



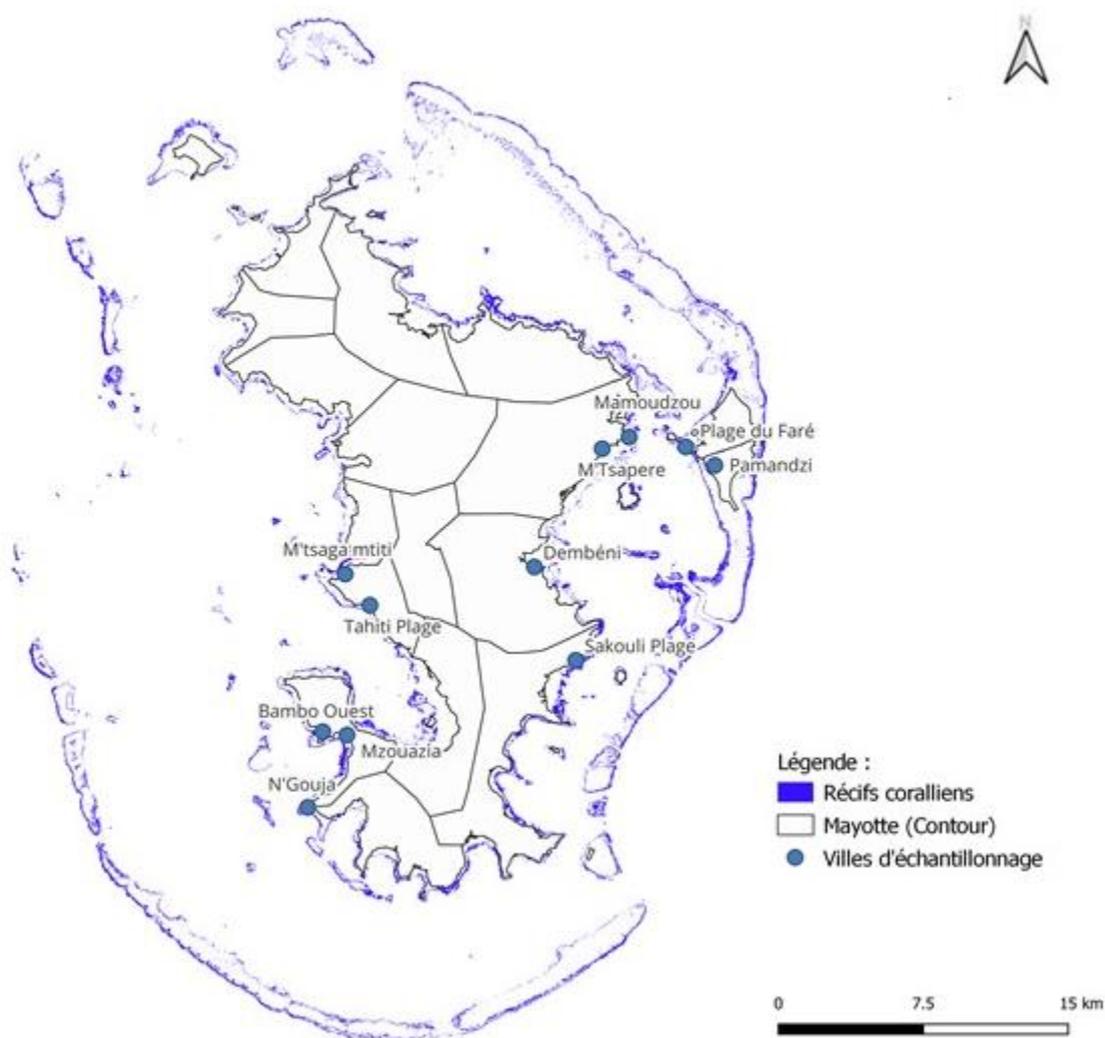


Figure 34 : Sites de collectes des données sur l'île de Mayotte (Réalisation Aurore Léocadie-QGIS)

2.3. Les catégories d'acteurs enquêtés

Les 247 personnes interrogées se répartissent en trois catégories de population, selon leur degré d'interdépendance au milieu marin récifal (annexe n°7). Les acteurs de 1^{er} degré d'interdépendance regroupent les professionnels scientifiques, gestionnaires et institutionnels du milieu récifal réunionnais et mahorais (i.e. gestionnaires d'espaces naturels, bureaux d'études, scientifiques, universitaires, agents de la fonction publique, organes de gouvernance). Ces acteurs travaillent ou ont travaillé sur des projets en lien avec la gestion et la conservation des récifs coralliens. Le second groupe correspond aux acteurs, dits de « 2^{ème} degré », qui ont une activité économique à but lucratif en lien avec le lagon et le récif corallien. La dernière catégorie est constituée de l'ensemble des autres acteurs dits de « 3^{ème} degré », qui fréquente le milieu corallien dans un but non commercial, généralement dans le cadre d'une activité de loisir (Tableau 3).

Pour caractériser le lien des acteurs avec le milieu récifal, nous avons mobilisé les notions de dépendance et d'interdépendance. Le degré de dépendance correspond à la quantité de flux d'information et de matière émanant du milieu à destination de chaque catégorie d'acteurs et à l'effet de ces flux sur le bien-être et la survie de ces acteurs. Le degré d'interdépendance correspond aux flux d'information et de matière émanant d'acteurs dépendant du milieu à destination de ce dernier et aux impacts positifs qu'ils génèrent. Sur cette base, les deux premiers groupes ont un degré de dépendance élevé aux récifs coralliens, le troisième nettement plus faible. Pour le second groupe, la dépendance est plus marquée que pour le premier, car leurs revenus dépendent directement de leur activité sur le milieu récifal. En revanche, leur interdépendance est nettement moindre que celle du premier groupe dont le travail influence positivement l'état de santé du milieu récifal ou la connaissance que les humains peuvent en avoir.

Tableau 3 : Définition des catégories d'acteurs selon leur degré d'interdépendance au milieu corallien

DEGRÉ D'INTERDEPENDANCE AU MILIEU	1 ^e	2 ^{ème}	3 ^{ème}
Définition	L'acteur travaille ou a travaillé sur des projets en lien avec l'étude, la gestion ou la gouvernance des récifs coralliens . Ce sont les professionnels de la recherche, de l'ingénierie, de la gestion durable et de la protection active du milieu considéré	L'acteur pratique une activité professionnelle d'usage direct ou indirect, extractive ou non extractive , de l'écosystème récifal. Son activité dépend de la qualité du milieu, que ce soit pour des activités touristiques, sportives ou d'exploitation halieutique. Il a une activité à but lucratif de l'écosystème corallien.	L'acteur pratique une activité professionnelle sans lien avec le milieu récifal . Son rapport au récif corallien peut être qualifié de « loisir ».

Ces catégories d'acteurs sont les parties prenantes de notre objet d'étude. L'identification des acteurs de chaque groupe s'est faite de manière différenciée.

Les professionnels du Groupe de degré 2 faisant l'objet d'un référencement auprès de la chambre de Commerce et ayant souvent une page Web, c'est de cette manière qu'ils ont été sélectionnés (tableau 4). Les acteurs du 2^{ème} degré sont les individus ayant une activité professionnelle d'usage direct ou indirect, extractive ou non-extractive du lagon (*i.e.* opérateurs touristiques, clubs de sports, pêcheurs professionnels). Ces acteurs peuvent-être qualifié de « dépendant » au récif. Ils ont été enquêtés directement sur leur lieu de travail, celui-ci ayant généralement une visibilité plus importante que les acteurs de 1^{er} degré. L'échantillonnage s'est fait par simple référencement des pratiques nautiques, halieutiques et balnéaires dans les communes qui longent les récifs coralliens (figure 32 et tableau 4). Les 59 acteurs identifiés correspondent aux professionnels référencés des 11 localités d'étude sur la côte occidentale de La Réunion (Figure 32).

L'identification des acteurs du groupe de degré 1 a été moins évidente car aucune base de données n'existait. Connaissant quelques-uns de ces acteurs, nous leur avons demandé de citer des collègues auprès desquels la même question a été formulée jusqu'à ce que plus aucune nouvelle personne à enquêter n'émerge. Cette technique permet, dans une population où les acteurs de 1^{er} degré sont rares, d'enquêter un nombre d'acteurs représentatif statistiquement, plus important que s'il avait été acquis par un échantillonnage aléatoire. Cette méthode, dite boule de neige (Combessie, 2007 ; Johnston et Sabin, 2010), a ainsi permis d'identifier 37

personnes, qui bien que travaillant à La Réunion, sont d'origine extérieure pour leur grande majorité et disposent d'un niveau d'étude nettement supérieur à la moyenne réunionnaise : plus de 9 acteurs sur 10 ont poursuivi leur scolarité jusqu'au niveau master (voir annexe n°3 concernant la nomenclature des diplômes.). Nous pouvons qualifier ces acteurs de degré 1 de « connaisseur » de l'environnement récifal.

Les acteurs de 3^{ème} degré sont les non-professionnels du milieu marin récifal. Ils pratiquent ou non une activité de loisir en lien avec la mer. Nous pouvons les qualifier d'acteurs « périphériques » au récif corallien. Cette dernière catégorie d'acteurs a été échantillonnée aléatoirement sur les plages à proximité des récifs coralliens de la Réunion (Figure 32). Cette catégorie d'acteurs peut être considérée comme la plus représentative de la population réunionnaise dans son ensemble, bien que l'accès aux plages, notamment aux heures d'enquête, réduise la représentation de certaines catégories sociodémographiques (jeunes enfants, personnes âgées ou à mobilité réduite, interdits religieux, personnes actives ou scolarisées durant les heures d'enquête, *etc.*). Ce sont au total 79 individus qui ont souhaité participer à l'expérience de carte cognitive pour La Réunion.

Ces 175 acteurs enquêtés à La Réunion sont en majorité des hommes, les femmes ne représentent qu'un peu plus d'un tiers de l'échantillon et cette proportion descend à moins de 20 % dans le groupe 2 (tableau 4)

Sur les mêmes bases, 72 acteurs ont été sélectionnés à Mayotte. Le groupe de degré 1 représente plus du quart de l'effectif (19 personnes). En revanche, le groupe 2 est sous-représenté par rapport à La Réunion. Ce faible effectif traduit le caractère informel de nombreux actifs travaillant sur le milieu marin à Mayotte.

L'usage du récif, le genre, le niveau de diplôme, la classe d'âge des enquêtés et leurs origines ont aussi fait l'objet d'une catégorisation d'acteurs. Le niveau de diplôme des individus enquêtés est défini grâce à la nomenclature nationale (disponible sur le site : service-public.fr). La classe d'âge est définie selon les seuils suivants [15 à 25 ans] ; [26 à 35 ans] ; [35 à 45 ans] ; [46 à 55 ans] ; [56 à 65 ans] et [66 à 85 ans]. L'origine des enquêtés est définie selon leur origine, réunionnaise ou autre (France métropolitaine et autres territoires ou pays).

Les individus échantillonnés ont aussi été regroupés par type d'usage des récifs coralliens, selon trois catégories (tableau 4) :

1. *Pratiques Immergées (I)* : cette modalité regroupe les pratiques subaquatiques telles que la plongée, l'apnée et la chasse sous-marine ;
2. *Pratiques Non Immergées (NI)* : les pratiques « sur » ou « en dehors » de l'eau telles que le surf, le jet-ski, la pêche du bord et en bateau ;
3. *Pratiques Multiples et Mixtes (MULTI)* : des activités immergées et non immergées sont pratiquées par le même individu sondé ;
4. *Pas de pratique (PA)* : pas de pratique en lien avec la mer (exception faite des activités balnéaires classiques : baignade et plage).

Tableau 4 : La population enquêtée à La Réunion et à Mayotte selon son degré d'interdépendance au milieu et le type d'activité aquatique pratiquée et ses caractéristiques socio-démographiques (selon l'année 2021)

I	DEGRÉ DE D'INTERDEPENDANCE AU MILIEU			TYPE D'ACTIVITÉ PRATIQUÉE					Total enquête	Population réunionnaise
	1	2	3	Immergé	Multiple	Non immergé	Pas d'activité	Non renseigné		
Méthode d'identification des populations	Boule de neige	Référencement	Aléatoire							
Population										
Habitants/Participants	37	59	79	60	17	52	35	11	175	853 659
Genre										
Femme	35%	19%	47%	30%	29%	17%	57%	73%	35%	53%
Homme	65%	81%	53%	70%	71%	83%	43%	27%	65%	47%
Origine										
Réunionnaise	19%	36%	56%	17%	24%	65%	46%	73%	41%	84%
Autre	81%	64%	44%	83%	76%	35%	54%	27%	59%	16%
Classe d'age										
Moins de 25	3%	8%	30%	3%	18%	25%	11%	64%	17%	31%
26 à 35	14%	32%	25%	17%	29%	29%	31%	27%	25%	18%
36 à 45	41%	27%	11%	27%	12%	23%	23%	9%	23%	19%
46 à 55	24%	17%	13%	25%	24%	10%	14%	0%	17%	18%
56 à 65	14%	12%	16%	20%	18%	12%	11%	0%	14%	9%
Plus de 65 ans	5%	3%	5%	7%	0%	2%	9%	0%	5%	5%
Niveau de diplôme										
1 à 4	3%	29%	47%	12%	35%	71%	31%	18%	31%	52%
5 à 6	5%	49%	41%	45%	24%	29%	17%	73%	36%	42%
7 à 8	92%	12%	13%	43%	41%	0%	51%	9%	29%	6%

II	DEGRÉ D'INTERDEPENDANCE AU MILIEU			TYPE D'ACTIVITÉ PRATIQUÉE					Total enquête	Population Mahoraise
	1	2	3	Immergé	Multiple	Non immergé	Pas d'activité	Non renseigné		
Méthode d'identification des populations enquêtées	Boule de neige	Référencement + Boule de neige	Aléatoire							
Population										
Habitants/Participants	19	13	40	15	13	21	19	4	72	299 348
Genre										
Femme	47%	0%	38%	17%	21%	8%	46%	8%	33%	52%
Homme	53%	100%	63%	83%	79%	92%	54%	92%	67%	48%
Origine										
Mahoraise	0%	15%	38%	13%	0%	38%	37%	0%	24%	59%
Autre	100%	72%	63%	87%	100%	62%	63%	100%	76%	41%
Classe d'age										
Moins de 25	25%	0%	30%	8%	0%	24%	39%	0%	23%	61%
26 à 35	25%	31%	38%	46%	57%	29%	22%	100%	35%	14%
36 à 45	50%	23%	18%	15%	43%	24%	17%	0%	21%	12%
46 à 55	0%	0%	8%	15%	0%	6%	6%	0%	5%	7%
56 à 65	0%	46%	8%	15%	0%	18%	17%	0%	16%	4%
Plus de 65 ans	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
Niveau de diplôme										
1 à 4	0%	42%	32%	0%	8%	60%	38%	0%	26%	NA
5 à 6	7%	58%	35%	60%	23%	13%	31%	0%	33%	NA
7 à 8	93%	0%	32%	40%	69%	27%	31%	100%	41%	NA

3. Le cadre d'analyse des perceptions sociales de la réparation écologique

3.1. Méthode de collecte des perceptions sociales

La méthodologie employée s'articule autour d'enquêtes qualitatives et quantitatives. Ce jumelage est préconisé pour multiplier les points de vue et augmenter la robustesse des résultats (Kermagoret *et al.*, 2014). La démarche méthodologique est exposée dans la Figure 35, elle mobilise deux méthodes de collecte de l'information : les **cartes cognitives**, appliquées à l'ensemble des acteurs et les **entretiens semi-directifs**, qui n'ont concerné que les acteurs du groupe de degré 1.

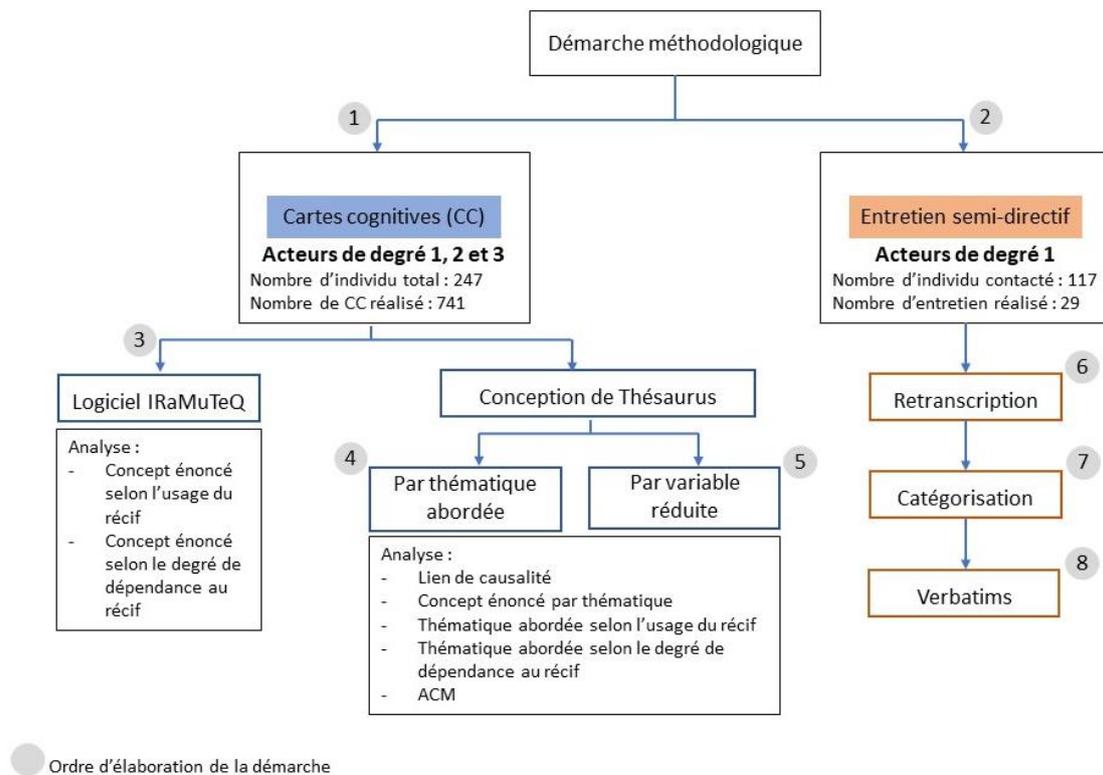


Figure 35: Schématisation de la démarche méthodologique

Les **cartes cognitives** sont des outils de représentation d'un système d'interactions permettant d'identifier et d'explorer les perceptions individuelles, les normes sociales (*i.e.* les règles de conduite au sein d'un groupe social) et les attitudes. Chaque carte cognitive se compose d'éléments organisés selon une certaine hiérarchie autour d'un noyau central qui structure la représentation et la stabilise. Ce noyau central se compose des termes les plus énoncés et les plus rapidement cités dans les enquêtes qualitatives. Les autres termes constituant la zone périphérique permettent l'adaptation de la représentation au contexte et aux variations individuelles. Ces éléments permettent de comprendre comment, malgré une part de croyance commune (le noyau central), les individus d'un même groupe peuvent avoir des conduites différentes. La carte cognitive sert à entrevoir le fond de la pensée de l'acteur interviewé sans

aucune influence de la part de l'enquêteur. Par l'intermédiaire de perceptions individuelles, nous pouvons discerner les représentations sociales de groupes d'individus (échantillon d'individus enquêtés). C'est à partir de l'agrégation de cartes cognitives élaborées avec un panel d'individus représentatifs de ces groupes, que nous développons ces représentations. En ce qui concerne la réparation écologique des récifs coralliens, nous essayons de voir ce qu'il en est de cette notion à travers les différentes catégories socioprofessionnelles et entre les deux collectivités d'outre-mer : la Réunion et Mayotte. Les deux autres thèmes abordés lors des enquêtes (récifs coralliens et récifs artificiels) sont disponibles en annexe du manuscrit. Les **entretiens semi-directifs** permettent à l'acteur de poser ses idées, d'en discuter et de donner son avis sur des questions précises. Ces deux méthodes, mise en parallèle, permettent d'avoir deux degrés d'informations, l'une de l'ordre de la spontanéité, et l'autre, approfondie et centrée sur la pensée de l'acteur qui la développe.

3.2. Les cartes cognitives - Méthodologie

À travers l'élaboration d'une carte cognitive, nous cherchons à obtenir une représentation simplifiée des relations d'un acteur au sein d'un système complexe, à savoir les récifs coralliens. Cette carte permet de croiser des variables quantitatives et qualitatives. D'après Morange et Schmoll (2016), une carte cognitive est une représentation subjective d'une réalité spatiale d'un individu ou d'un groupe d'individus. Cet exercice est généralement réalisé en amont de la phase d'entretien semi-directif.

C'est à partir de l'agrégation de cartes cognitives élaborées avec un panel représentatif d'individus de ces groupes que nous développons ces représentations. Ces cartes cognitives se structurent de manière telle que représentée sur la Figure 36. Pour réaliser ces cartes, nous avons demandé aux personnes enquêtées de citer et d'écrire tous les termes qui venaient à leur esprit lors de l'énonciation de trois thèmes évoqués dans un ordre précis : « Réparation écologique », « Récifs artificiels », « Récifs coralliens ». Les termes sont notés par ordre d'énonciation dans le sens des aiguilles d'une montre en commençant par la position « Nord » (Figure 36). La deuxième étape consiste à attribuer une connotation (un effet perçu) positive, négative ou neutre aux mots cités par rapport au thème énoncé. Enfin, la troisième étape consiste à attribuer une valeur numérique de 0 à 3 à cet effet perçu. Ces valeurs numériques permettent dans la phase d'analyse de définir les liens de que font les individus au sujet de notre thème. La méthodologie que nous employons s'inspire des travaux de thèse de Poignonec (2006). Des précisions sont apportées, en amont, sur le fait que l'exercice est anonyme et qu'il ne dure qu'une dizaine de minutes. Comme vu précédemment, 741 cartes cognitives ont été recueillies, soit trois CC par individu enquêté (Figure 35). L'annexe n° 8 évoque la fiche guide de réalisation de ces cartes cognitives. Cette fiche a permis de structurer les entretiens.

Après avoir recueilli la donnée, il s'agit de comparer les informations obtenues. La première chose à faire est de regrouper les concepts énoncés (Figure 37) en fonction de leur proximité sémantique. Nous avons regroupé les termes proches entre eux pour créer des termes plus généraux appelés « variables réduites » et « thématiques ». La construction des variables réduites et des thématiques suppose que l'on récupère les mots prononcés par les acteurs et qu'on les trie pour les regrouper en catégorie. Par exemple, pour un concept central comme « Récif artificiel » on retrouvera les concepts énoncés « Pêche », « Halieutique », « Ressource

alimentaire », *etc.* Ces concepts énoncés expriment des perceptions qui peuvent être proches. Ces concepts énoncés expriment des perceptions qui peuvent être proches. On réalise alors une généralisation en les réduisant en une seule catégorie (Figure 37 et annexe n° 5).

Pour chacun des thèmes évoqués, des variables réduites et des thématiques ont été proposées à partir des concepts énoncés par les interviewés. Le Tableau 5 montre 51 exemples de concepts énoncés issus du thème central « Réparation écologique ». Pour l'exemple n°1, c'est le mot « Avenir » qui a été cité à l'énonciation du thème « réparation écologique ». Ce mot est intégré à la variable réduite « Jugement de valeurs positives » qui est elle-même incluse dans la thématique « Préoccupation morale » du thème abordé (Tableau 5). Pour chaque thème et chaque territoire (La Réunion et Mayotte), cette démarche de classification ascendante hiérarchique a été réalisée de la même manière. De fait, certaines thématiques et variables réduites reviennent fréquemment pour chacun des thèmes énoncés dans les deux territoires d'intérêt. Pour plus de détails, l'ensemble des concepts énoncés et les variables réduites associées pour La Réunion et Mayotte sont disponibles en annexe n°6.

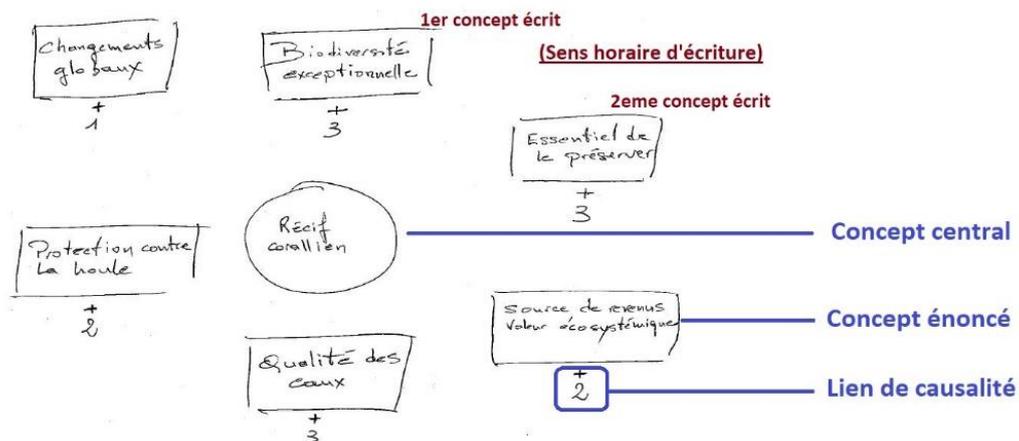


Figure 36 : Exemple de structure d'une carte cognitive ; NB : Carte cognitive de l'enquête n°16

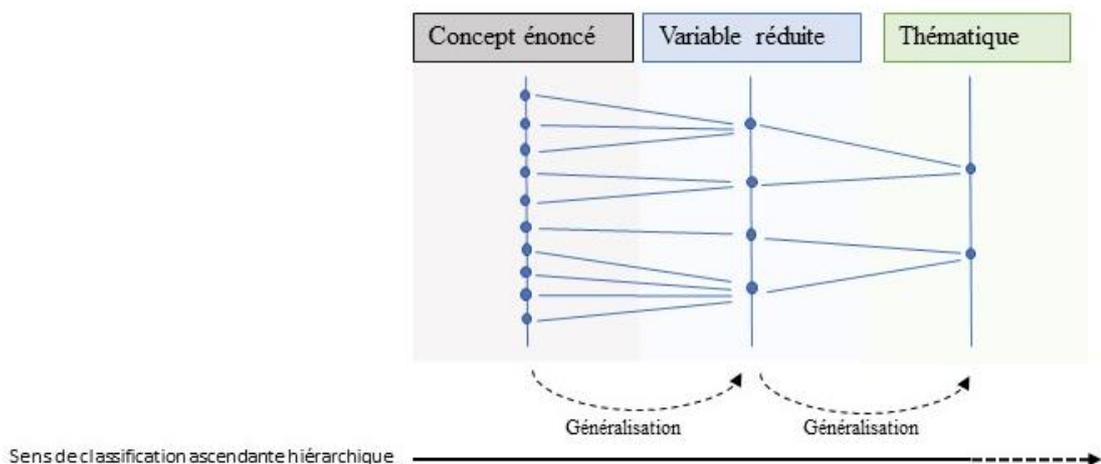


Figure 37 : Regroupement des concepts énoncés, figure adaptée et d'après Poignonec 2006

Tableau 5 : Principales thématiques et variables réduites définies pour le thème réparation écologique à la Réunion

Exemple	Concept énoncé par l'interviewé	Variable réduite définie	Thématique définie
1	Avenir	Jugement de valeurs positives	Préoccupation morale
2	Illusoire	Jugement de valeurs négatives	
3	Respect de la mer	Respect de la vie aquatique	
4	Possible ?	Jugement dubitatif	
5	Introduction d'espèce	Technique d'IE	Ingénierie écologique
6	Restauration	Restauration	
7	Sauvegarder	Protection	
8	Amélioration	Amélioration/Réhabilitation	
9	Génie écologique	Ingénierie écologique	
10	Restructuration	Création/réattribution	
11	Déséquilibre	Raisons de la réparation	Impact
12	Amoco Cadiz	Caractère anthropique de la réparation	
13	Engagement (de chacun)	Action individuelle	Mesures en faveur
14	Mesures compensatoires	Mesures compensatoires	
15	ONG	Action de restauration / Acteurs	
16	Politique	Environnement politique	
17	Participation citoyenne	Science participative	
18	Réserve marine (pas d'accord avec la réserve vivier mais pas de pêche)	Acceptabilité des AMP	
19	Espace	Environnement	Ecologie
20	Animaux	Espèces	
21	Biomasse	Ecosystèmes	
22	Faune	Faune/flore	
23	Habitat	Habitat	
24	Socio-écosystème	Socio-écosystème	
25	Pas de perte	Attentes	Définition/Attentes
26	Solution basée sur la nature	Fonctionnalité de la RE	
27	Cher	Coût	Technologie/Expérimentation
28	Innovations	Technologie	
29	Délai	Temps	
30	Sciences	Etudes	
31	Matériel adapté	Outils	
32	Méthodes répliquables	Méthodes	
33	Suivi	Suivi	
34	Matériaux	Matériaux	
35	Pédagogie	Communication/Sensibilisation	Gouvernance
36	Gouvernance	Règlementation	
37	Conservation	Gestion	
38	Ne connaît pas le terme	Terme inconnu	Terme inconnu
39	Eoliennes	Production	

40	Plastique	Matières	Recherche/Développement
41	Travaux	Technique	
42	Structures	Design	Activité/Usage
43	Ressource	Pêche	
44	Touriste	Tourisme	
45	Surfeur	Loisir	
46	Emploi	Emploi	Localité
48	Parc naturel	Sites d'implantation	
49	Nouvelle-Calédonie	Lieux d'expérimentation	Non Classé
47	Air pur	Non Classé	
50	Transmission	Intérêt humain	Service
51	Aménagement	Aménagement du littoral	Aménagement du littoral

L'analyse de ce jeu de données a été réalisée selon trois axes : une analyse des mots énoncés grâce au logiciel IRaMuTeQ, une analyse par thématique et enfin une analyse par variables réduites. Il s'agit d'établir des relations pour chaque axe d'analyse entre nos deux collectivités d'outre-mer, mais aussi entre les trois catégories de populations, définies précédemment, et leur type d'usage du récif.

C'est à travers l'analyse des correspondances multiples (ACM) des relations entre les thématiques abordées et les groupes prédéfinis que l'on va discerner les liens (correspondances) entre les représentations intra et intergroupes. Les scatter plots, ou diagrammes de dispersion, sont réalisés sous le logiciel R (R Core Team, 2022). Cette analyse factorielle est une technique descriptive de comparaison de moyennes, adaptée au grand nombre de variables.

3.3. Les entretiens semi-directifs - Méthodologie

« *L'entretien s'impose chaque fois que l'on ignore le monde de référence, ou que l'on ne veut pas décider a priori du système de cohérence interne des informations recherchées. Le questionnaire, lui, implique que l'on connaisse le monde de référence, soit qu'on le connaisse d'avance, soit qu'il n'y ait aucun doute sur le système interne de cohérence des informations recherchées* » (Blanchet et Gotman 2015, p. 40-41). En ce qui concerne la réparation écologique des récifs coralliens et leur efficacité, et au regard des résultats du chapitre I, nous ne pouvons pas affirmer que nous connaissons le monde de référence tel que décrit par Blanchet et Gotman (2015). Dans ce cas précis de recherche, nous nous intéressons à l'entretien exploratoire. L'objectif de ces entretiens est de faire émerger au maximum les univers mentaux et symboliques des acteurs interviewés autour de la notion de réparation des récifs coralliens. Les entretiens semi-directifs permettent de construire un discours, il s'agit d'une rencontre entre le chercheur et la personne interviewée. Ces entretiens semi-directifs ont été construits à partir de principes méthodologiques issus de la sociologie (Blanchet et Gotman 2015 ; Combessie 2007). Les acteurs entretenus sont du groupe de degré 1, ils ont été sélectionnés selon la méthode boule de neige (revoir Tableau 4).

Ces entretiens sont organisés en trois étapes successives :

- 1 Une phase de généralisation où nous laissons l'interlocuteur se présenter et parler de son parcours professionnel, sans interférer dans le discours.

2 Une phase libre introduite par deux questions ouvertes auxquelles, là aussi, nous laissons l'interlocuteur répondre sans l'interrompre.

3 Une phase semi-directive durant laquelle nous posons des questions qui amènent l'interlocuteur à réfléchir et à s'exprimer sur des thématiques plus précises auxquelles nous n'avons pas eu les réponses spontanément dans les phases précédentes.

Ces entretiens ont été construits autour de la notion de « réparation des récifs coralliens » dans un contexte local défini. Nous voulions comprendre les représentations de la réparation des récifs coralliens auprès des différentes catégories d'acteurs du degré 1 d'interdépendance au récif corallien (revoir Tableau 3). Ils ont été élaborés de manière à pouvoir identifier les techniques de réparation écologique connues par les acteurs, d'en savoir plus sur les opérations de réparation réalisées, de définir la réparation écologique des récifs coralliens selon leur expérience. Il s'agit également d'identifier les difficultés rencontrées lors de la réalisation de projets de réparation et de définir les besoins pour de futures réalisations.

L'objectif est de voir si parmi ces problèmes et besoins, le sujet de « l'implication d'acteurs locaux » apparaît spontanément. En outre, le but est de pouvoir représenter les positions des acteurs les uns par rapport aux autres et de décrire l'ensemble des positionnements rencontrés lors de l'analyse de ces entretiens (notion de dynamique des arguments).

Ces entretiens ont été créés en tenant compte d'hypothèses de travail qui nous ont permis d'orienter nos questions. En effet, nous avons supposé qu'il manquerait de liens entre les différents acteurs institutionnels ou qu'il y aurait un manque de communication entre eux. Un autre présupposé adopté est qu'il manquerait aux projets de réparation écologique une implication plus forte des usagers des récifs (sensibilisation, engagement). C'est une hypothèse qui a été observée dans le chapitre I. Notre postulat est que la réparation des récifs coralliens n'est efficace que si l'on intègre l'ensemble des acteurs concernés, de près ou de loin par la gestion et la préservation de ces écosystèmes.

Ces entretiens ont été conduits avec l'appui d'un guide d'entretien (Figure 38) d'après les informations recueillies par Combessie (2007). Chaque entretien commençait par une phase d'introduction qui situait le sujet de l'entretien, une phase de généralisation pour préciser le statut de l'enquêté et favorise la mise en confiance, une phase libre de parole et enfin, une phase directive axée sur les thèmes à aborder.

C'est 29 entretiens qui ont été réalisés auprès de scientifiques, universitaires, gestionnaires, usagers, services de l'Etat et maîtres d'ouvrage (Tableau 6) ayant une implication *a minima* locale (21 entretiens à La Réunion et 8 entretiens à Mayotte). La durée des entretiens variait de vingt minutes à soixante minutes selon les interlocuteurs (annexe n°9).

Relance avec reformulation – Confidentialité de la discussion - Enregistrement de la discussion

Annonce

Je me présente, Aurore Léocadie. Je suis en thèse en Géographie, à l'UMR Espace-dev et à l'Université de la Réunion. Ce projet est en partenariat avec l'IFRECOR (Initiative Française pour les REcifs CORalliens) et le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire ainsi que le Ministère de l'Outre-Mer. Mon sujet de recherche concerne la représentation des récifs coralliens et leur réparation.

Je réalise des entretiens auprès de différents acteurs des récifs coralliens de [L'île de la Réunion ou de Mayotte].

Questions tremplins

Phase de généralisation

Formations initiales, parcours, postes précédents, trajectoire professionnelle.

Phase libre

- Quel poste occupez-vous actuellement ? - Qu'est-ce qui vous intéresse plus particulièrement dans votre métier ?

Phase semi-directive

1. Quel est votre rapport aux récifs coralliens dans votre métier ?
2. Avez-vous déjà entendu parler de réparation écologique des récifs coralliens ? Comment la définiriez-vous ?
3. Connaissez-vous des techniques de réparation écologique pour les récifs coralliens ?
4. Que pensez-vous de la réparation écologique pour les récifs coralliens ?
5. *Pour les acteurs concrets des récifs (hors touristes, pêcheurs, acteurs loisirs) : Avez-vous déjà travaillé sur des projets de réparation écologique pour les récifs coralliens ?*
6. Si oui, quelles étaient les techniques employées ? Comment s'est passé l'expérience (temps/mains d'œuvre/moyens techniques) ?
7. Avez-vous rencontré des difficultés (mort corallienne/destruction d'habitat...) ?
8. Voudriez-vous recommencer ? Si oui, comment ?
 - Est-ce une solution ?
9. Avez-vous travaillé avec différents acteurs ?
 - Si oui, lesquels ? Comment s'est passé l'expérience ?
10. Selon vous, quels sont les facteurs de réussite des projets de réparation écologique et comment les mesureriez-vous ? (Citez 3 facteurs de réussite)
 - Aujourd'hui, estimez-vous qu'elle soit efficace/efficiente ? Pourquoi ?
 - Si non, que faudrait-il faire pour que cela soit efficace selon vous ? (Les besoins nécessaires au bon déroulement des projets à court terme/moyen terme/long terme)
11. Doit-on impliquer plus d'acteurs dans ces projets de réparation ?
 - Y a-t-il des points positifs à soulever quant à leur implication et a contrario des biais, des problèmes, selon les catégories d'acteurs impliqués ?
 - Que pensez-vous d'impliquer les usagers des récifs dans ces projets de réparation ? (Notamment pour les suivis, la sensibilisation)
12. Que pensez-vous de la réparation écologique comme moyen de compenser les impacts des projets d'aménagements côtiers ?
13. À l'heure actuelle, l'utilisation des techniques de réparation écologique vous semble-t-elle adaptée ? (Contexte environnemental, social, économique)
14. Que pensez-vous des récifs artificiels comme technique de réparation écologique ?
 - Ont-ils leur place dans la réparation écologique ?
 - Avez-vous rencontré des problèmes via la mise en place de ce type de structure artificielle ? (Contexte environnemental, social, économique)
15. Avez-vous déjà travaillé sur des projets de RA pour les récifs coralliens ?
 - Quel type de projet ?
16. Comment s'est passé l'expérience (temps/ mains d'œuvre/moyens techniques) ?
17. Qu'en est-il de ces structures aujourd'hui ?
18. Avez-vous rencontré des difficultés (mort corallienne/destruction d'habitat...) ?
19. Voudriez-vous recommencer ? Si oui, comment ?
 - Y aurait-il des choses à modifier ?
 - (Réunion ou Mayotte) Avec votre REX qu'estimez-vous important de conserver pour une bonne application de cette technique ?
20. Avez-vous travaillé avec différents acteurs ?
 - Si oui, lesquels ? Comment s'est passé l'expérience ?

Figure 38 : Guide d'entretien

Tableau 6: Liste des 29 acteurs enquêtés et leurs principales caractéristiques

Statut socio-professionnel	Localisation	Echelle d'action	Projet de réparation écologique réalisé
Bureau d'études	St Paul (Réunion)	Locale/Régionale/Nationale	Oui (transplantation corallienne et récifs artificiels)
Bureau d'études	St Leu (Réunion)	Locale/Régionale/Nationale	Oui (transplantation corallienne et récifs artificiels)
Universitaire	Montpellier	Locale/Régionale/Nationale/Internationale	Oui (Récifs artificiels)
Fonction publique et gouvernance	St Denis (Réunion)	Locale	Non
Universitaire (Univ. Réunion)	St Denis (Réunion)	Locale	Non
Universitaire (Univ. Réunion)	St Denis (Réunion)	Locale	Oui (recrutement larvaire et récifs artificiels)
Bureau d'études	St Paul (Réunion)	Locale/Régionale/Nationale	Oui (Transplantation)
Scientifique (IFREMER)	Le Port (Réunion)	Locale/Régionale	Non
Usager (CRPMEM)	Le Port (Réunion)	Locale	Non
Gestionnaire	St Gilles (Réunion)	Locale	Oui (Transplantation)
Bureau d'études	St Paul (Réunion)	Locale/Régionale	Oui (Transplantation)
Bureau d'études	St Paul (Réunion)	Locale/Régionale	Non
Scientifique (IRD)	St Denis (Réunion)	Locale/Régionale	Oui (Transplantation et récifs artificiels)
Bureau d'études	St Gilles (Réunion)	Locale	Oui (Transplantation)
Universitaire (Univ. Réunion)	St Denis (Réunion)	Locale/Régionale	Oui (Pépinière et Transplantation)
Fonction publique et gouvernance	St Denis (Réunion)	Locale	Oui (Récifs artificiels)
Gestionnaire (RNMN)	Sète (France)	Locale	Oui (Récifs artificiels)
Gestionnaire (RNMN)	St Gilles (Réunion)	Locale	Non
Gestionnaire (RNMN)	St Gilles (Réunion)	Locale	Non
Gestionnaire (RNMN)	St Gilles (Réunion)	Locale	Oui (Transplantation)
Bureau d'études	St Leu (Réunion)	Locale	Oui (Récifs artificiels)
Maître d'ouvrage	Petite Terre (Mayotte)	Locale/Régionale/Nationale	Oui (en cours)
Fonction publique et gouvernance	Mamoudzou (Mayotte)	Locale	Non
Gestionnaire	Mayotte	Locale	Non
Gestionnaire	Petite-Terre (Mayotte)	Locale	Non
Fonction publique et gouvernance	Mamoudzou (Mayotte)	Locale	Non
Universitaire	Dembéni (Mayotte)	Locale	Non
Bureau d'études	Réunion-Mayotte	Locale	Oui (Récifs artificiels)
Gestionnaire	Réunion-Mayotte-TAAF	Locale/Régionale	Non

Avec l'accord des participants, tous les entretiens ont été enregistrés puis retranscrits mot à mot. Une analyse manuelle sans logiciel de traitement d'entretien a été préférée afin de contrôler les nuances dans le discours des interlocuteurs (ironie, allusions, humour, non-dits, *etc.*).

Une fois la retranscription terminée, une analyse par thématique a été menée de façon transversale (Blanchet et Gotman 2015). Le but est de mettre l'accent sur les différents thèmes abordés grâce à des regroupements, entretien par entretien, puis thématique par thématique. Grâce au package RQDA du logiciel RStudio, nous avons mis en évidence les thèmes importants évoqués par les participants. Cela a facilité la comparaison des réponses des différents participants. Nous avons identifié et classé les thèmes et sous-thèmes et mis en évidence les similitudes et les divergences.

Sept thématiques ont été définies :

- I. Définir la réparation écologique
- II. Identifier les techniques de réparation récifale connues
- III. Identifier les facteurs de réussite des projets de réparation écologique
- IV. Identifier les difficultés rencontrées par acteurs
- V. Identifier les besoins des acteurs
- VI. Relever l'avis sur l'efficacité de la réparation écologique
- VII. Identifier le lien entre la réparation écologique et la compensation écologique

4. Cas d'étude choisi : la représentation sociale de la réparation écologique sur l'île de la Réunion

Afin de mieux comprendre le protocole de recherche mis en place et la méthodologie employée, nous proposons de nous attarder sur les résultats issus des cartes cognitives pour la thématique « Réparation écologique » sur le territoire réunionnais. Cependant, il reste possible de découvrir les autres résultats, disponibles en annexe n°10 de ce chapitre II.

4.1. Les résultats des représentations sociales pour la réparation écologique

4.1.1. *Statistiques du jeu de données*

Sur l'ensemble du panel enquêté, ce sont au total de 765 concepts énoncés (CE) qui ont été formulés (Tableau 7 et annexe 6). Après réalisation de la démarche de classification ascendante hiérarchique, ces CE sont rattachés à 51 variables réduites pour un total de 15 thématiques définies. Chaque thématique et variable réduite est constituée d'un nombre plus ou moins important de CE. Le nombre de CE associés aux variables et thématiques sont disponibles dans le Tableau 7. À titre d'illustration, la thématique « Préoccupation morale » compte un total de 120 CE dont 42 CE sont associés à la variable réduite « Jugement de valeurs positives » (exemple : Espoir – Beau – Nécessaire – Essentiel – Solution ; Annexe 6) 42 sont associés à la variable réduite « Jugement de valeurs négatives » (exemple : Leurres – illusoire – Incompréhension – Trop tard ; Annexe 6) 32 CE sont associés à la variable réduite

« Respect de la vie aquatique » (exemple : Protéger – Préserver – Préservation ; Annexe 6) et 4 CE sont associés à la variable réduite « Jugement dubitatif » (exemple : Est-ce vrai ? – Qui décide ? – Est-ce utile ? ; Annexe 6). C’est à partir de ces différentes catégorisations que nous élaborons nos résultats.

Tableau 7 : Caractéristique du jeu de données « Réparation écologique » - La Réunion

CONCEPT ENONCE (CE)		VARIABLE RÉDUITE		THÉMATIQUE	
Nombre de CE		NOM	Nombre de CE pour chaque variable réduite	NOM	Nombre de CE pour chaque thématique
		Jugement de valeurs positives	42	Préoccupation morale	120
		Jugement de valeurs négatives	42		
		Respect de la vie aquatique	32		
		Jugement Dubitatif	4		
		Technique d'IE	45	Ingénierie écologique	86
		Restauration	16		
		Protection	10		
		Amélioration/Réhabilitation	10		
		Ingénierie écologique	4		
		Création/réattribution	1		
		Raisons de la réparation	71	Impact	85
		Caractère anthropique de la réparation	14		
		Action individuelle	41	Mesures en faveur	84
		Mesures compensatoires	15		
		Action de restauration / Acteurs	11		
		Environnement politique	8		
		Science participative	6		
		Acceptabilité des AMP	3		
		Environnement	46	Ecologie	117
		Espèces	27		
		Ecosystèmes	20		
		Faune/flore	16		
		Habitat	7		
		Socio-écosystème	1		
		Attentes	61	Définition/Attentes	74
		Fonctionnalité de la RE	13		
		Coût	20	Technologie/Expérimentation	60
		Technologie	12		
		Temps	10		
		Etudes	7		
		Outils	5		
		Méthodes	3		
		Suivi	2		
		Matériaux	1		
		Communication/Sensibilisation	45	Gouvernance	55
		Règlementation	6		
		Gestion	4		
		Terme inconnu	17	Terme inconnu	20
		Production	10	Recherche/Développement	17
		Matières	6		
		Technique	3		
		Design	1		
		Pêche	9	Activité/usage	12
		Tourisme	1		
		Loisir	1		
		Emploi	1		
		Non Classe	11	Non Classe	11
		Sites d'implantation	8	Localité	10
		Lieux d'expérimentation	2		
		Intérêt humain	7	Service	7
		Aménagement du littoral	7	Aménagement du littoral	7
TOTAL	765		765		765

La significativité du jeu de données a aussi été étudiée pour les différentes variables d'intérêt (Concept énoncé ; Variable réduite ; Thématique abordée) en fonction des caractéristiques sociales retenues (Genre ; Origine ; Usage ; Degré d'interdépendance au récif ; Niveau de diplôme ; Classe d'âge). Lorsque le groupe étudié comprend uniquement deux échantillons indépendants, le test de Wilcoxon-Mann-Whitney est utilisé (voir Genre et Origine-Tableau 8). Les résultats montrent qu'il y a bien une corrélation entre l'origine de

l'enquêté et les trois variables d'intérêt. À la différence, le groupe « Genre » ne confirme pas la significativité du jeu de données (Tableau 8). Lorsque le groupe étudié comprend plus de deux échantillons indépendants (Tableau 8), le test de Kruskal-Wallis est utilisé pour déterminer si au moins deux échantillons sont différents l'un de l'autre. Les résultats montrent des différences significatives entre les groupes sociaux définis (Usage ; degré de dépendance ; Niveau de diplôme ; Classe d'âge) et les variables d'intérêt. À l'exception du test entre le groupe « classe d'âge » et la variable d'intérêt « Concept énoncé » (p-value = 0.1041, Tableau 8).

Tableau 8 : Significativité du jeu de données par des tests non paramétriques pour p-value < 0.05

		Test non-paramétrique					
		Wilcoxon-Mann-Whitney		Kruskal Wallis			
Groupe	Variable d'intérêt	Genre	Origine	Usage	Degré d'interdépendance	Niveau de diplôme	Classe d'âge
	Concept énoncé	W = 2892.5, p-value = 0.9914	W = 4034, p-value = 0.00309	$\chi^2 = 13.748$, df = 3, p-value = 0.003269	$\chi^2 = 19.78$, df = 2, p-value = 5.069e-05	$\chi^2 = 30.109$, df = 2, p-value = 2.897e-07	$\chi^2 = 9.1272$, df = 5, p-value = 0.1041
	Variable réduite	W = 2882.5, p-value = 0.9827	W = 4376, p-value = 3.445e-05	$\chi^2 = 15.473$, df = 3, p-value = 0.001454	$\chi^2 = 25.141$, df = 2, p-value = 3.473e-06	$\chi^2 = 38.525$, df = 2, p-value = 4.309e-09	$\chi^2 = 11.537$, df = 5, p-value = 0.04171
	Thématique abordée	W = 2876, p-value = 0.9635	W = 4254, p-value = 0.0001659	$\chi^2 = 14.079$, df = 3, p-value = 0.0028	$\chi^2 = 34.092$, df = 2, p-value = 3.954e-08	$\chi^2 = 42.767$, df = 2, p-value = 5.168e-10	$\chi^2 = 17.024$, df = 5, p-value = 0.004455

p-value < 0.05

Le test de Kruskal-Wallis n'apporte pas de réponse à la question de savoir lequel des échantillons diffère, un test post-hoc est nécessaire à cet effet. Le Tableau 9, ci-dessous, indique quelles sont les variables qui présentent une différence significative entre elles (p-value < 0.05). Par exemple, pour le groupe « Usage », il y a une différence de citation des concepts énoncés, des variables réduites et des thématiques abordées entre les individus ayant une activité immergée du récif (I) et les individus n'ayant pas d'activité immergée du récif (NI). Le même constat peut être fait pour les individus de degré 1 d'interdépendance au récif avec les individus de degré 2 et 3. Par contre, entre les individus de degré 2 et 3, l'hypothèse défendue ne peut pas être rejetée.

Pour le niveau de diplôme des enquêtés, la significativité du jeu de données est totalement vérifiée. Pour le groupe « Age », la significativité du jeu de données est plutôt observée pour la variable d'intérêt « Thématique abordée », mais uniquement entre les individus de 15 à 25 ans et les autres classes d'âge (Tableau 9).

Ces résultats statistiques sont essentiels dans la compréhension des résultats décrits dans les points suivants.

Les résultats, que nous verrons dans les sections suivantes, ne considèrent pas l'ensemble des mots prononcés par acteurs mais la proportion à laquelle chaque thématique est abordée (selon une ou plusieurs variables réduites) par les personnes interrogées.

Tableau 9 : Significativité de la donnée par test post hoc de Dunn pour p-value <0.05 ; NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité

Test post hoc de Dunn																		
Usage	Concept énoncé				Variable réduite				Thématique abordée									
	I	MULTI	NI	PA	I	MULTI	NI	PA	I	MULTI	NI	PA						
I	-	p-value = 0.570	p-value = 0.000255	p-value = 0.245	-	p-value = 0.398	p-value = 0.0000899	p-value = 0.160	-	p-value = 0.259	p-value = 0.000177	p-value = 0.138						
MULTI		-	p-value = 0.117	p-value = 0.840		-	p-value = 0.149	p-value = 0.924		-	p-value = 0.288	p-value = 0.902						
NI			-	p-value = 0.0456			-	p-value = 0.0475			-	p-value = 0.0782						
PA				-				-				-						
Degré	1	2	3		1	2	3		1	2	3							
1	-	p-value = 0.0000198	p-value = 0.0000818		-	p-value = 0.00000566	p-value = 0.00000209		-	p-value = 9.75e-8	p-value = 4.05e-8							
2		-	p-value = 0.528			-	p-value = 0.956			-	p-value = 9.63e-1							
3			-				-				-							
Diplôme	1 à 4	5 à 6	7 à 8		1 à 4	5 à 6	7 à 8		1 à 4	5 à 6	7 à 8							
1 à 4	-	p-value = 0.000892	p-value = 0.000000634		-	p-value = 9.99e-5	p-value = 1.15e-9		-	p-value = 2.23e-3	p-value = 6.17e-11							
5 à 6		-	p-value = 0.0197			-	p-value = 1.29e-2			-	p-value = 2.08e-4							
7 à 8			-				-				-							
Age	15_25	26_35	36_45	46_55	56_65	66_85	15_25	26_35	36_45	46_55	56_65	66_85	15_25	26_35	36_45	46_55	56_65	66_85
15_25	-	p-value = 0.112	p-value = 0.211	p-value = 0.0149	p-value = 0.440	p-value = 0.477	-	p-value = 0.0177	p-value = 0.0625	p-value = 0.00335	p-value = 0.121	p-value = 0.916	-	p-value = 0.0103	p-value = 0.00432	p-value = 0.000125	p-value = 0.0387	p-value = 0.606
26_35		-	p-value = 0.743	p-value = 0.251	p-value = 0.512	p-value = 0.0813		-	p-value = 0.618	p-value = 0.342	p-value = 0.583	p-value = 0.107		-	p-value = 0.693	p-value = 0.0803	p-value = 0.866	p-value = 0.278
35_45			-	p-value = 0.162	p-value = 0.717	p-value = 0.125			-	p-value = 0.176	p-value = 0.910	p-value = 0.192			-	p-value = 0.170	p-value = 0.616	p-value = 0.193
46_55				-	p-value = 0.113	p-value = 0.0181				-	p-value = 0.187	p-value = 0.0344				-	p-value = 0.0915	p-value = 0.0335
56_65					-	p-value = 0.221					-	p-value = 0.243					-	p-value = 0.361
66_85						-						-						-

p-value<0.05

4.1.2. Les représentations sociales réunionnaises de la réparation écologique

Sur l'échantillon total enquêté, l'exercice de cartes cognitives pour le thème « réparation écologique » fait apparaître 15 thématiques clés. Le diagramme de Pareto met à l'évidence les principales thématiques influençant le discours des enquêtés (Figure 39). Les trois premières thématiques abordées sont liées aux « préoccupations morales » (38 %) (Figure 39). La représentation sociale de la réparation écologique à la Réunion est principalement influencée par des jugements de valeurs positives ou négatives voire un scepticisme quant à l'évocation du terme « réparation écologique ». La thématique liée à l'« ingénierie écologique » (35 %) arrive en deuxième position dans les concepts énoncés (Figure 39). Cette thématique aborde les techniques de réparation écologique concrètes, ainsi que les quatre approches de l'ingénierie écologique dites « actives », vues dans le chapitre I. À pourcentage égal, les troisième et quatrième thématiques évoquent l'« impact anthropique » et « les mesures en faveur de l'ingénierie écologique » à 34 % (Figure 39). Ces thématiques regroupent le caractère anthropique de la réparation écologique autour de l'interventionnisme, la dégradation par l'Homme, les raisons de réparation (impact sur l'écosystème, changement climatique, pollution, etc.) et les actions pouvant être réalisées (les actions individuelles, les différents acteurs de la réparation ou encore la mise en place de mesures compensatoires).

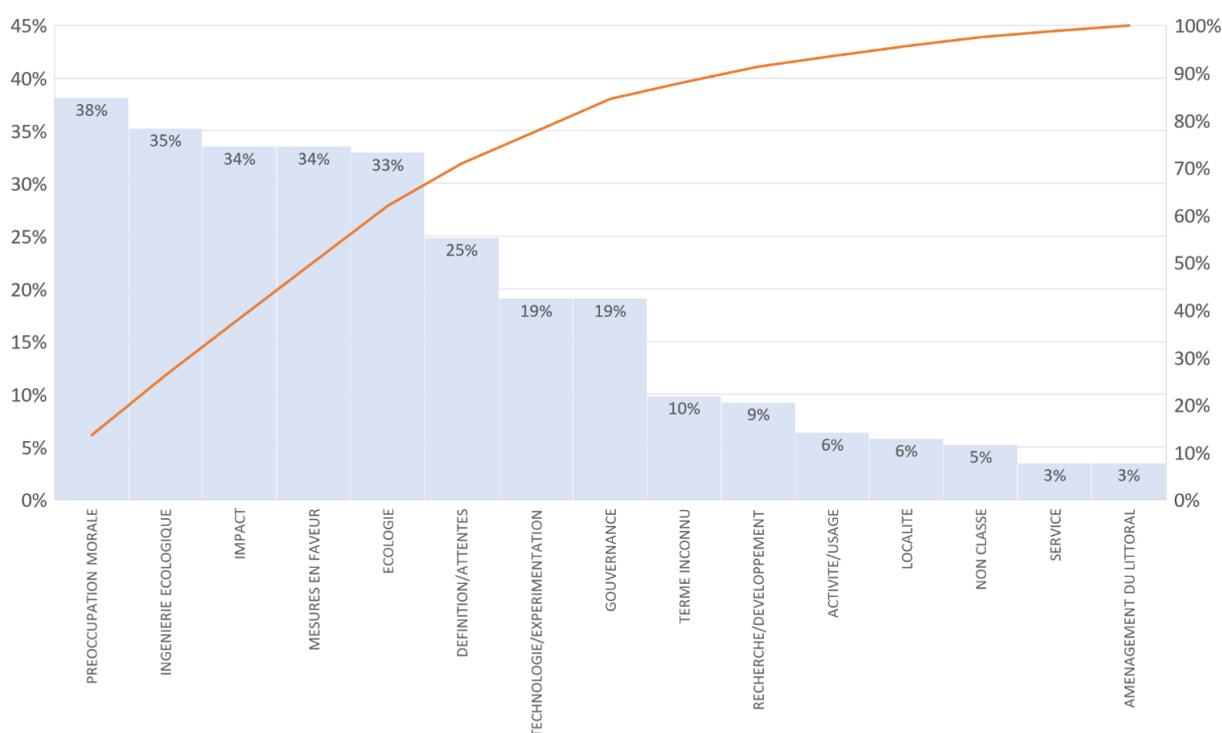


Figure 39 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés selon une typologie de 15 thématiques clés pour la réparation écologique à l'île de la Réunion. La ligne rouge représente la fréquence cumulée du diagramme obtenu.

La réparation écologique est un sujet qui est perçu très positivement par l'ensemble des enquêtés. Toutes thématiques confondues, 61 % des enquêtés attribuent à la réparation écologique une note de supérieure à +2 selon l'échelle définie allant de -3 à +3 (Figure 40). En

compilant les valeurs de représentation et les thématiques observées (tableau 10), il apparaît que la thématique « Ingénierie écologique » est perçue très positivement (+2 en moyenne). Les considérations plutôt négatives sont relatives à la notion d'« impact » sur le récif (-1.7 en moyenne). Cette thématique comprend des notions du caractère anthropique de la réparation écologique et les raisons qui ont conduit aux projets de réparation.

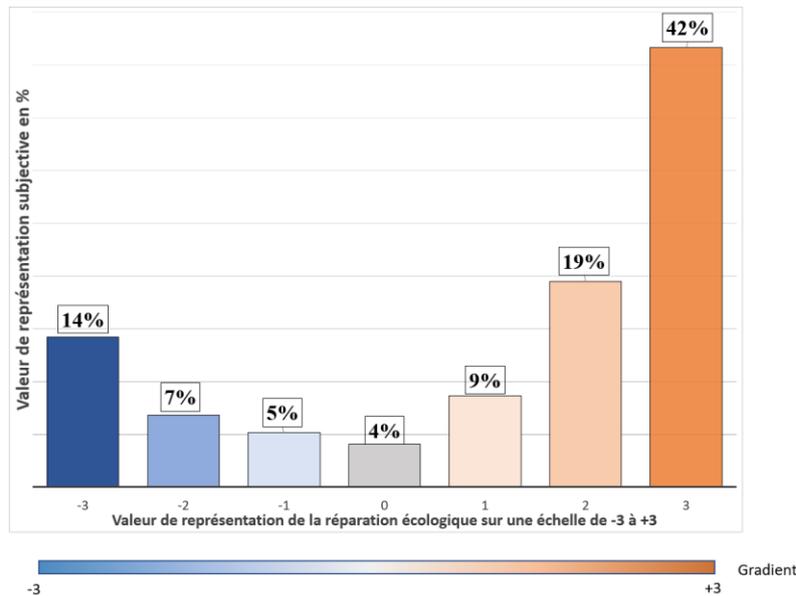


Figure 40 : Valeur de représentation de la réparation écologique par l'ensemble du panel enquêté toutes thématiques confondues à la Réunion (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3.

Tableau 10 : Représentation subjective du panel enquêté par thématique

Thématiques	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Préoccupation morale	120	1.4
2 Ingénierie écologique	107	2.0
3 Impact	86	-1.7
4 Mesures en faveur	79	1.2
5 Ecologie	81	1.7
6 Définition/Attentes	72	1.8
7 Technologie/Expérimentation	59	0.9
8 Gouvernance	54	1.8
9 Terme inconnu	18	0.9
10 Recherche/Développement	17 NA	
12 Activité/usage	10	0.6
13 Localité	11	1.5
14 Non Classe	10	0.7
15 Service	7	1.7
16 Aménagement du littoral	6	1.8
TOTAL	737	

Légende

Chacune de ces thématiques est associée à une ou plusieurs variables réduites. Ces variables réduites vont influencer de façon plus ou moins importante les thématiques associées. Le Tableau 11 représente la proportion laquelle chaque thématique est abordée (via une ou plusieurs variables réduites) par les personnes interrogées. La forte valeur associée à la thématique « Préoccupation morale » (120 CE) est déterminée par les variables réduites « Jugement de valeurs positives et négatives ». La fréquence de citation d'un concept énoncé est à hauteur de 17 % pour la variable réduite « Jugement de valeurs positives » et de 16 % pour la variable réduite « Jugement de valeurs négatives » (Tableau 11). La thématique ingénierie écologique est influencée à 20 % les techniques d'ingénierie écologique cité par les enquêtés (bouturage, transplantation, récif artificiel, *etc.*). La thématique « Mesures en faveur » de la réparation est associée à 16 % aux actions individuelles pouvant être mise en place (Tableau 11).

Tableau 11 : Les thématiques abordées selon l'ensemble du panel enquêté

Thématique	Variable réduite	Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique	Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives		17%
	Jugement de valeurs négatives	38%	16%
	Respect de la vie aquatique		14%
	Jugement Dubitatif		2%
Ingénierie écologique	Technique d'ingénierie écologique		20%
	Restauration		9%
	Protection	35%	6%
	Amélioration/Réhabilitation		6%
	Ingenierie écologique		1%
	Création/réattribution		1%
Impact	Raisons de la réparation	34%	28%
	Caractère anthropique de la réparation		6%
Mesures en faveur	Action individuelle		16%
	Mesures compensatoires		8%
	Action de restauration / Acteurs	34%	5%
	Environnement politique		4%
	Science participative		3%
	Acceptabilité des AMP		2%
Ecologie	Environnement		18%
	Espèces		13%
	Ecosystèmes	33%	11%
	Faune/flore		6%
	Habitat		3%
	Socio-écosystème		1%
Définition/Attentes	Attentes	25%	20%
	Fonctionnalité de la réparation écologique		6%
Technologie/ Expérimentation	Coût		10%
	Technologie		5%
	Temps		5%
	Etudes	19%	3%
	Outils		2%
	Méthodes		2%
	Suivi		1%
	Matériaux		1%
	Gouvernance	Communication/Sensibilisation		17%
Règlementation		19%	3%
Gestion			2%
Recherche/ Développement	Production		4%
	Matières	9%	3%
	Technique		2%
	Design		1%
Terme inconnu	Terme inconnu	10%	10%
Activité/usage	Pêche		5%
	Tourisme		1%
	Loisir	6%	1%
	Emploi		1%
Non classé	Non classé	5%	5%
Localité	Sites d'implantation	6%	5%
	Lieux d'expérimentation		1%
Service	Intérêt humain	3%	3%
Aménagement du littoral	Aménagement du littoral	3%	3%

4.1.3. Représentations de la réparation écologique selon le type d'usage

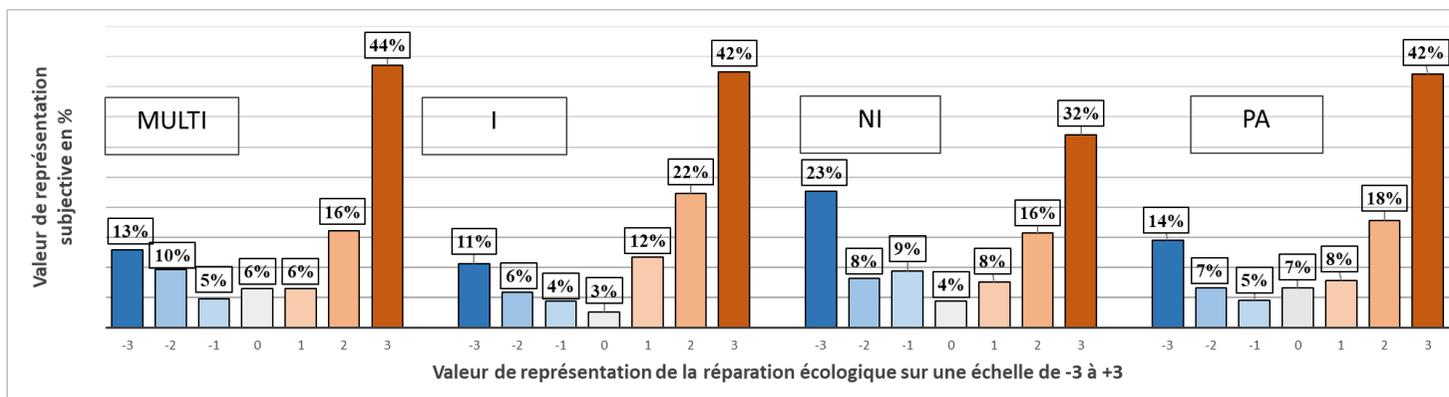
En considérant uniquement le type d'usage des enquêtés, les acteurs ayant une activité immergée (I) ont pour principale variable réduite le « jugement de valeurs négatives » à l'égard de la réparation écologique (23 % - Tableau 12). Cela contraste avec le discours des acteurs non-immergés (NI) et ceux ne pratiquant aucune activité dans le récif (PA) qui citent des mots en lien au « respect de la vie aquatique ». Leur discours est essentiellement tourné vers la préservation et le respect de la nature (16 % et 27 % - Tableau 12).

La thématique « Ingénierie écologique » est principalement citée par les individus I (48%) et est faiblement citée par les individus non-immergés (NI) (16 %). Quels que soient les types d'usage du récif corallien, c'est la variable réduite « technique d'ingénierie écologique » qui est la plus citée, à 28 % pour les individus I, 21 % pour les PA et 7 % pour NI (Tableau 12).

La valeur de représentation positive ou négative liée à la réparation écologique montre que les individus n'ayant pas d'activité immergée dans le lagon (NI) ont une propension à considérer la réparation écologique avec un point de vue négatif plus élevé que les autres individus. La réparation écologique est à 23 % perçue très négativement par un facteur de -3 pour cette catégorie d'individus (Figure 41). Par contraste, les autres catégories ont une représentation négative qui n'excède pas les 14 %.

Tableau 12 Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés ; NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite

Thématique	Variable réduite	I		NI		MULTI		PA		NA	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
Préoccupation morale	Jugement de valeurs Positives		12%		13%		24%		21%		31%
	Jugement de valeurs Negatives	37%	23%	27%	9%	41%	12%	52%	18%	38%	0%
	Respect de la vie aquatique		5%		16%		12%		27%		15%
	Jugement Dubitatif		2%		2%		0%		3%		0%
Ingénierie écologique	Technique d IE		28%		7%		18%		21%		31%
	Restauration		17%		2%		6%		6%		8%
	Protection	48%	7%	16%	4%	35%	12%	33%	3%	46%	8%
	Amelioration/Rehabilitation		3%		5%		0%		12%		8%
	Ingenierie ecologique		2%		0%		0%		3%		0%
Creation/reattribution		0%		0%		0%		0%		8%	
Impact	Raisons de la réparation	32%	27%	20%	18%	41%	35%	42%	33%	62%	54%
	Caractere anthropique de la reparation		5%		4%		12%		9%		8%
Mesures en faveur	Action individuelle		17%		16%		12%		15%		8%
	Mesures compensatoires		15%		0%		6%		9%		8%
	Action de restauration / Acteurs environnement politique	40%	5%	29%	5%	29%	6%	33%	6%	15%	0%
	Science participative		5%		2%		0%		3%		0%
	Acceptabilite des AMP		2%		2%		6%		0%		0%
Ecologie	Environnement		13%		13%		12%		27%		46%
	Especies		10%		5%		29%		12%		38%
	Ecosystemes	27%	7%	16%	5%	47%	12%	42%	12%	85%	46%
	Faune/flore		3%		2%		6%		12%		23%
	Habitat		5%		0%		0%		3%		15%
Socio-ecosysteme		2%		0%		0%		0%		0%	
Définition/Attentes	Attentes	32%	27%	20%	18%	29%	18%	15%	12%	31%	15%
	Fonctionnalite de la RE		7%		2%		12%		6%		15%
Technologie/Expérimentation	Cout		13%		7%		0%		15%		0%
	Technologie		5%		4%		0%		6%		15%
	Temps		3%		4%		6%		9%		8%
	Etudes	23%	7%	15%	2%	6%	0%	24%	3%	15%	0%
	Outils		2%		4%		0%		3%		0%
	Methodes		3%		0%		0%		3%		0%
	Suivi		2%		0%		0%		0%		8%
Materiaux		0%		2%		0%		0%		0%	
Gouvernance	Communication/Sensibilisation		15%		11%		18%		18%		46%
	Règlementation	18%	3%	11%	0%	18%	0%	21%	6%	46%	15%
	Gestion		3%		0%		0%		6%		0%
Recherche/Développement	Production		2%		9%		0%		3%		0%
	Matières	5%	0%	11%	4%	6%	6%	15%	6%	8%	8%
	Technique		2%		0%		0%		6%		0%
Design		2%		0%		0%		0%		0%	
Terme inconnu	Terme inconnu	5%	5%	20%	20%	0%	0%	9%	9%	0%	0%
Activité/usage	Pêche		5%		4%		18%		0%		0%
	Tourisme	0	0%	5%	0%	18%	0%	0%	0%	8%	8%
	Loisir		2%		0%		0%		0%		0%
Emploi		0%		2%		0%		0%		0%	
Non Classe	Non Classe	7%	3%	4%	4%	6%	6%	6%	6%	15%	15%
Localité	Sites d'implantation		5%		4%		18%		0%		0%
	Lieux d'expérimentation	5%	0%	5%	2%	18%	0%	3%	3%	0%	0%
Service	Intérêt humain	5%	5%	4%	4%	6%	6%	0%	0%	0%	0%
Aménagement du littoral	Aménagement du littoral	10%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			4.7		3.1		3.8		4.8		6.8
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.5		2.4		3.2		3.8		5.1
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.0		2.0		3.0		3.0		3.7



Thématiques	MULTI		I		NI		PA	
	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel
Préoccupation morale	8	2.5	40	0.4	31	1.3	32	1.9
Ingénierie écologique	6	2.2	44	2.0	10	1.3	17	2.0
Impact	8	-1.4	23	-2.1	20	-1.9	20	-1.0
Mesures en faveur	5	0.6	38	1.4	20	0.6	17	1.4
Ecologie	12	1.8	22	2.2	24	0.3	24	1.8
Définition/Attentes	7	1.9	42	2.2	13	0.0	7	2.1
Technologie/Expérimentation	1	3.0	26	1.4	13	0.2	16	0.5
Gouvernance	6	2.5	16	2.5	9	1.3	11	0.0
Terme inconnu	ONA		ONA		11	NA	3	NA
Recherche/Développement	1	-2.0	4	2.3	7	1.3	5	1.2
Activité/usage	3	0.0	2	1.5	4	1.3	ONA	
Localité	3	-1.3	16	2.7	3	0.7	1	1.0
Non Classe	1	-1.0	4	3.0	2	0.0	2	2.0
Service	1	3.0	3	0.3	3	2.7	ONA	
Aménagement du littoral	ONA		6	1.6	ONA		ONA	
TOTAL	64		283		172		158	



Figure 41 : Valeur de représentation de la réparation écologique par type d'usage (-3/+3). NB : I = immergé ; NI = Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité

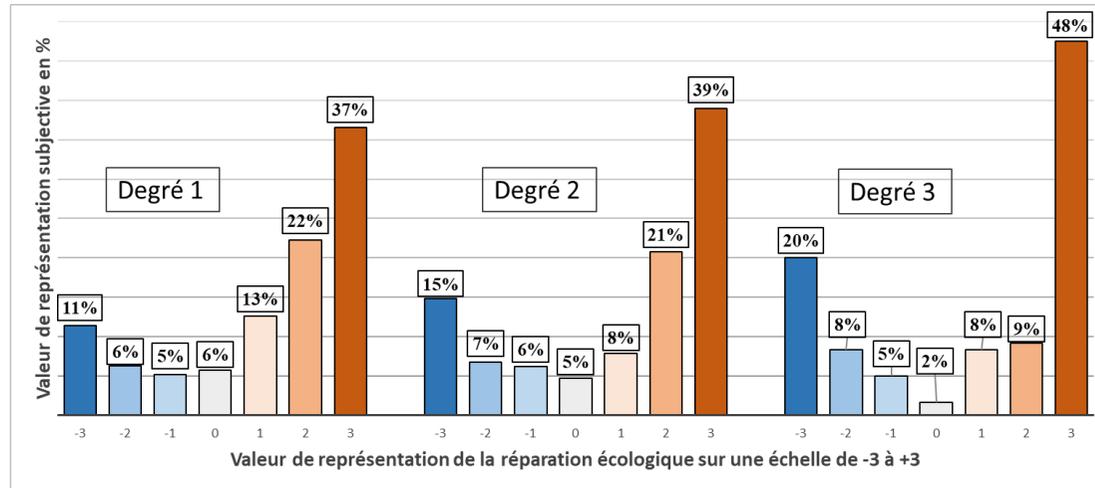
4.1.4. Représentations selon le degré d'interdépendance aux récifs coralliens

Lorsque l'on s'intéresse aux degrés d'interdépendances aux récifs coralliens (1/2/3) et plus particulièrement aux variables réduites des trois principales thématiques, les acteurs de degré 1 sont essentiellement focalisés sur les notions de « restauration » et de « jugement de valeurs négatives » (tableau 13). Pour les acteurs de degré 2, il est observé une nette homogénéité dans l'énonciation des concepts énoncés pour les variables réduites de la première thématique abordée. La réparation écologique est perçue à la fois de façon positive comme négative par ce groupe (Tableau 13). Les acteurs de degré 3 ont un discours faisant préférentiellement référence aux préoccupations morales de la réparation écologique (52 % en moyenne) (Tableau 13). Les variables réduites associées à cette thématique sont principalement liées au respect et à la préservation de la vie aquatique (30 %) (Tableau 13). Les thématiques liées à l'ingénierie écologique sont faiblement présentes dans le vocabulaire de ce troisième groupe. C'est aussi ce dernier groupe qui a un avis très contrasté sur la thématique. La figure 42 montre un avis très négatif de -3 (20 %) mais aussi un avis très positif à +3 (48 %) sur la réparation écologique.

Autre fait, les acteurs de degré 1 citent en moyenne 6.2 mots par carte cognitive, soit 4.8 variables réduites et 3.8 thématiques par personne. Les acteurs de degré 2 et 3 observent une richesse de mots, de thématiques et de variables réduites moindre (Tableau 13). La valeur de représentation par degrés d'interdépendance au récif ne présente aucune différence entre les groupes (Tableau 13).

Tableau 13 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite

Thématique	Variable réduite	1		2		3	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives		17%		15%		18%
	Jugement de valeurs négatives	48%	34%		10%		21%
	Respect de la vie aquatique		3%	30%	11%	52%	30%
	Jugement Dubitatif		3%		1%		3%
Ingénierie écologique	Technique d'IE		28%		18%		15%
	Restauration		34%		4%		0%
	Protection	59%	7%	31%	7%	21%	0%
	Amélioration/Réhabilitation		3%		4%		12%
	Ingénierie écologique		7%		0%		0%
	Création/réattribution		0%		0%		0%
Impact	Raisons de la réparation	45%	41%	26%	22%	36%	27%
	Caractère anthropique de la réparation		3%		6%		9%
Mesures en faveur	Action individuelle		3%		16%		27%
	Mesures compensatoires		34%		2%		6%
	Action de restauration / Acteurs	55%	7%	27%	6%	42%	3%
	Environnement politique		10%		4%		0%
	Science participative		3%		2%		6%
	Acceptabilité des AMP		3%		1%		3%
Ecologie	Environnement		21%		15%		18%
	Espèces		14%		11%		9%
	Ecosystèmes	31%	10%	26%	8%	36%	12%
	Faune/flore		0%		5%		9%
	Habitat		3%		3%		0%
	Socio-écosystème		0%		1%		0%
Définition/Attentes	Attentes	28%	17%	28%	24%	6%	6%
	Fonctionnalité de la RE		10%		6%		0%
Technologie/Expérimentation	Coût		31%		5%		9%
	Technologie		10%		2%		6%
	Temps		14%		2%		6%
	Etudes	48%	14%	12%	0%	15%	6%
	Outils		0%		4%		0%
	Méthodes		7%		0%		3%
	Suivi		3%		0%		0%
	Matériaux		0%		1%		0%
Gouvernance	Communication/Sensibilisation		21%		14%		15%
	Règlementation	28%	7%	14%	1%	18%	3%
	Gestion		10%		0%		3%
Recherche/Développement	Production		0%		7%		0%
	Matières	10%	0%	9%	2%	9%	9%
	Technique		7%		1%		0%
	Design		3%		0%		0%
Terme inconnu	Terme inconnu	0%	0%	14%	14%	6%	6%
Activité/usage	Pêche		7%		5%		3%
	Tourisme	7%	0%	6%	0%	6%	0%
	Loisir		0%		0%		3%
	Emploi		0%		1%		0%
Non classé	Non classé	0%	0%	6%	6%	6%	6%
Localité	Sites d'implantation		3%		7%		0%
	Lieux d'expérimentation	3%	0%	8%	1%	3%	3%
Service	Intérêt humain	3%	3%	5%	5%	0%	0%
Aménagement du littoral	Aménagement du littoral	14%	14%	1%	1%	3%	3%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			6.2		3.7		3.8
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			4.8		2.8		3.2
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.8		2.4		2.6



Thématiques	1		2		3	
	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel
Préoccupation morale	26	0.0	55	1.5	28	1.1
Ingénierie écologique	32	2.0	36	1.6	10	2.6
Impact	18	-1.3	41	-1.8	13	-1.8
Mesures en faveur	19	1.1	37	1.0	24	1.5
Ecologie	14	1.9	55	1.4	16	1.5
Définition/Attentes	16	2.1	51	1.6	2	2.0
Technologie/Expérimentation	26	1.3	19	0.5	11	0.6
Gouvernance	13	2.3	22	2.0	8	-0.8
Terme inconnu	0NA		14NA		2NA	
Recherche/Développement	3	2.0	11	0.6	3	0.3
Activité/usage	1	0.5	7	1.4	1	-3.0
Localité	1	3.0	8	0.4	1	1.0
Non Classe	0NA		8	1.4	2	2.0
Service	1	1.0	6	1.8	0NA	
Aménagement du littoral	4	2.0	1	1.0	1	2.0
TOTAL	174		371		138	

Légende
-3 0 +3

Figure 42 : Valeur de représentation de la réparation écologique par degré de dépendance au récif corallien (-3/+3)

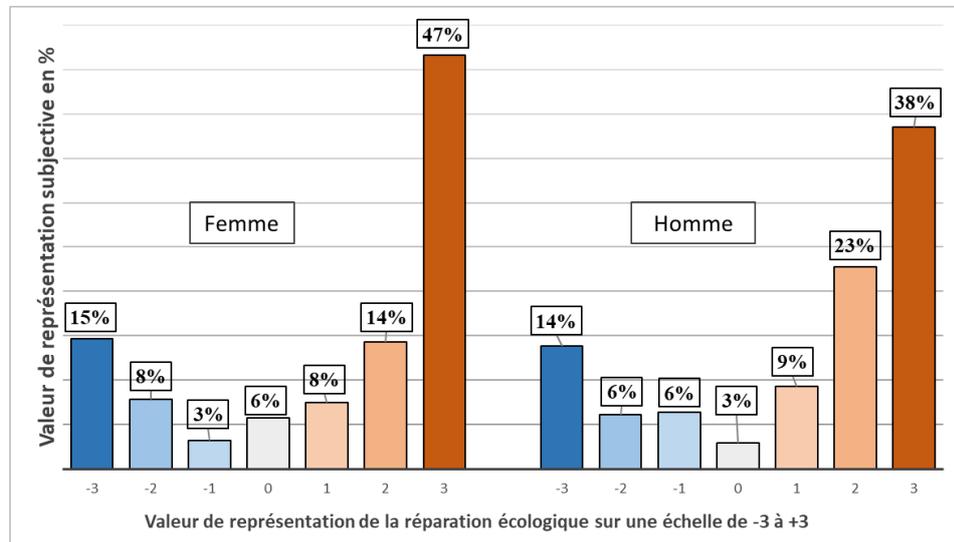
4.1.5. Représentations selon le genre des enquêtés

La catégorie « genre » des enquêtés est définie par 35 % de femmes et 65 % d'hommes (tableau 4). La première thématique évoquant les préoccupations d'ordre moral à la mise en place de projet de réparation écologique est présente à 51 % des discours des femmes et dans 32 % des discours des hommes. La thématique « ingénierie écologique » apparaît à 37 % pour les femmes et à 34 % pour les hommes dans le discours des enquêtés (tableau 14). La troisième thématique « impact » est présente chez les femmes dans 42 % des cas contre 29 % chez les hommes. Le nombre de concepts énoncés par personne, le nombre de variables réduites ou le nombre de thématiques déduites ne diffèrent pas selon le genre.

Tableau 14 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite

Thématique	Variable réduite	Femme		Homme	
		Théma	Varia	Théma	Varia
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives		25%		12%
	Jugement de valeurs négatives	51%	14%	32%	17%
	Respect de la vie aquatique		25%		9%
	Jugement Dubitatif		2%		2%
Ingénierie écologique	Technique d'IE		20%		20%
	Restauration		12%		7%
	Protection	37%	5%	34%	6%
	Amélioration/Réhabilitation		7%		5%
	Ingénierie écologique		2%		1%
Impact	Création/réattribution		0%		1%
	Raisons de la réparation	42%	36%	29%	25%
	Caractère anthropique de la réparation		10%		4%
Mesures en faveur	Action individuelle		20%		13%
	Mesures compensatoires		10%		7%
	Action de restauration / Acteurs	41%	5%	30%	5%
	Environnement politique		5%		4%
	Science participative		5%		2%
Ecologie	Acceptabilité des AMP		2%		2%
	Environnement		25%		15%
	Espèces		17%		11%
	Ecosystèmes	47%	15%	25%	9%
	Faune/flore		7%		6%
	Habitat		7%		2%
Définition/Attentes	Socio-écosystème		2%		0%
	Attentes	24%	17%	25%	21%
Technologie/Expérimentation	Fonctionnalité de la RE		10%		4%
	Coût		5%		12%
	Technologie		7%		4%
	Temps		5%		5%
	Etudes	15%	5%	21%	3%
	Outils		2%		3%
	Méthodes		2%		2%
	Suivi		3%		0%
Gouvernance	Matériaux		0%		1%
	Communication/Sensibilisation		20%		16%
	Règlementation	22%	7%	18%	2%
Recherche/Développement	Gestion		2%		3%
	Production		3%		4%
	Matières	10%	8%	9%	1%
	Technique		0%		3%
Terme inconnu	Design		0%		1%
	Terme inconnu	5%	5%	12%	12%
Activité/usage	Pêche		2%		6%
	Tourisme	5%	2%	7%	0%
	Loisir		2%		0%
	Emploi		0%		1%
Non Classe	Non classé	8%	8%	4%	4%
Localité	Sites d'implantation		0%	9%	7%
	Lieux d'expérimentation	0%	0%		2%
Service	Intérêt humain	0%	0%	5%	5%
Aménagement du littoral	Aménagement du littoral	0%	0%	5%	5%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			5.0		4.1
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.9		3.1
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.1		2.6

L'appréciation de la réparation écologique par la catégorie « genre » est similaire entre les hommes et les femmes. Une nuance peut être apportée pour la thématique « ingénierie écologique » de la réparation du milieu. Pour la catégorie « femme », la moyenne est positive de +2.3 sur l'échelle de -3/+3. Comparativement, les hommes présentent un intérêt pour l'ingénierie écologique à hauteur de +1,8 sur cette même (Figure 43).



Thématiques	Femme		Homme	
	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel
Préoccupation morale	48	1.3	70	1.1
Ingénierie écologique	30	2.3	56	1.8
Impact	35	-2.1	44	-1.4
Mesures en faveur	37	1.2	44	1.2
Ecologie	49	1.8	61	1.5
Définition/Attentes	23	1.8	49	1.7
Technologie/Expérimentation	17	1.5	42	0.7
Gouvernance	28	1.7	26	1.9
Terme inconnu	3 NA		14 NA	
Recherche/Développement	6	-0.2	12	1.5
Activité/usage	2	-2.5	8	1.4
Localité	0 NA		10	0.7
Non Classe	7	2.1	4	0.5
Service	0 NA		7	2.1
Aménagement du littoral	0 NA		6	1.6
TOTAL	285		453	

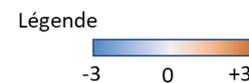


Figure 43 : Valeur de représentation de la réparation écologique par genre (-3/+3)

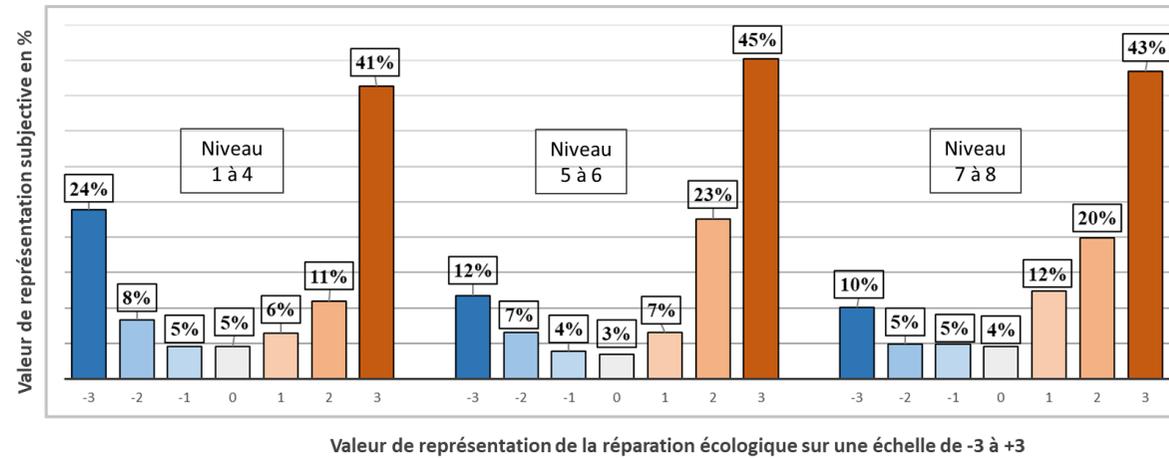
4.1.6. Représentations selon le niveau d'études des enquêtés

Le paramètre « niveau d'études des enquêtés » montre une disparité de représentation selon le niveau d'études des enquêtés. En effet, les individus ayant un niveau de diplôme compris entre 1 et 4 (inférieur ou égal au Baccalauréat) citent moins de variables réduites que les autres (tableau 15). Les trois premières thématiques sont abordées au maximum à 28 % pour les niveaux de diplôme 1 à 4, à la différence des niveaux de diplôme compris entre 5 et 6 puis 7 et 8, qui ont des pourcentages de citations similaires en moyenne par thématique (et allant de 36 % à 53 % pour les trois premières thématiques abordées - tableau 15).

La valeur de représentation, positive ou négative, liée à la réparation écologique montre que les individus ayant un niveau de diplôme compris entre 1 et 4 ont une propension à percevoir la réparation écologique par un avis négatif plus élevée que les autres individus. La réparation écologique est perçue très négativement par un facteur de -3 pour 24 % des individus de niveau 1 à 4 (figure 44), à la différence des niveaux 5 à 6 (niveau Bac+2 ou +3) et 7 à 8 (Niveau Master ou doctorat) où cette représentation négative n'excède pas 12 %.

Tableau 15 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés. . NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite

Thématique	Variable réduite	Niveau 1 à 4		Niveau 5 à 6		Niveau 7 à 8		NA	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives		10%		24%		16%		15%
	Jugement de valeurs négatives		13%		16%		24%		6%
	Respect de la vie aquatique	25%	15%	46%	20%	45%	6%	32%	18%
	Jugement Dubitatif		3%		4%		0%		0%
Ingénierie écologique	Technique d'IE		13%		26%		29%		9%
	Restauration		0%		4%		24%		3%
	Protection		3%	42%	8%	53%	6%	21%	6%
	Amélioration/Réhabilitation	18%	5%		10%		2%		6%
	Ingénierie écologique		0%		0%		4%		0%
	Création/réattribution		0%		2%		0%		0%
Impact	Raisons de la réparation		25%		24%		39%		24%
	Caractère anthropique de la réparation	28%	3%	36%	12%	43%	6%	24%	3%
Mesures en faveur	Action individuelle		18%		20%		4%		24%
	Mesures compensatoires		0%		2%		27%		0%
	Action de restauration / Acteurs	25%	5%	36%	12%	41%	2%	29%	0%
	Environnement politique		0%		4%		6%		6%
	Science participative		3%		0%		8%		0%
	Acceptabilité des AMP		0%		4%		2%		0%
Ecologie	Environnement		10%		18%		22%		24%
	Espèces		3%		22%		16%		9%
	Ecosystèmes		10%	40%	12%	41%	12%	29%	9%
	Faune/flore	18%	0%		12%		8%		3%
	Habitat		0%		6%		6%		0%
	Socio-écosystème		0%		0%		2%		0%
Définition/Attentes	Attentes		25%	18%	14%	33%	22%	21%	18%
	Fonctionnalité de la RE	28%	3%		4%		14%		3%
Technologie/Expérimentation	Coût		8%		8%		18%		3%
	Technologie		5%		6%		6%		3%
	Temps		3%		2%		12%		3%
	Etudes		0%	14%	2%	33%	10%	9%	0%
	Outils	18%	5%		4%		0%		0%
	Méthodes		0%		0%		6%		0%
	Suivi		0%		2%		2%		0%
	Matériaux		0%		0%		0%		3%
Gouvernance	Communication/Sensibilisation		8%		20%		24%		15%
	Règlementation	8%	0%	20%	2%	29%	8%	18%	3%
	Gestion		0%		0%		6%		3%
Recherche/Développement	Production		8%		4%		0%		6%
	Matières		0%	10%	6%	6%	0%	15%	9%
	Technique	8%	0%		2%		4%		0%
	Design		0%		0%		2%		0%
Terme inconnu	Terme inconnu	18%	18%	6%	6%	4%	4%	15%	15%
Activité/usage	Pêche		5%		2%		6%		6%
	Tourisme		0%	4%	2%	6%	0%	9%	0%
	Loisir	8%	3%		0%		0%		0%
	Emploi		0%		0%		0%		3%
Non Classe	Non classé	0%	0%	8%	8%	6%	6%	6%	6%
Localité	Sites d'implantation		5%		6%		4%		3%
	Lieux d'expérimentation	8%	3%	6%	0%	6%	2%	3%	0%
Service	Intérêt humain	8%	8%	2%	2%	2%	2%	3%	3%
Aménagement du littoral	Aménagement du littoral	0%	0%	0%	4%	0%	8%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			4.7		3.1		3.8		4.8
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.4		3.7		4.4		2.6
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.1		2.9		3.6		2.3



Thématiques	1_4		5_6		7_8	
	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel
Préoccupation morale	22	1.2	44	1.5	35	0.7
Ingénierie écologique	9	1.9	27	2.4	42	1.9
Impact	16	-1.7	23	-1.9	27	-1.7
Mesures en faveur	13	0.9	27	0.7	25	1.4
Ecologie	10	1.8	37	2.2	35	2.1
Définition/Attentes	13	0.6	19	1.8	32	2.4
Technologie/Expérimentation	10	0.2	15	0.8	30	1.3
Gouvernance	4	-0.5	19	2.3	23	2.2
Terme inconnu	7 NA		3 NA		2 NA	
Recherche/Développement	3	-1.0	7	1.3	3	2.0
Activité/usage	4	0.3	2	0.0	2	2.0
Localité	3	1.3	3	0.3	3	1.7
Non Classe	0 NA		4	2.3	5	1.6
Service	3	2.7	1	-3.0	1	1.0
Aménagement du littoral	0 NA		2	1.5	4	0.3
TOTAL	117		233		270	

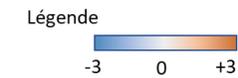


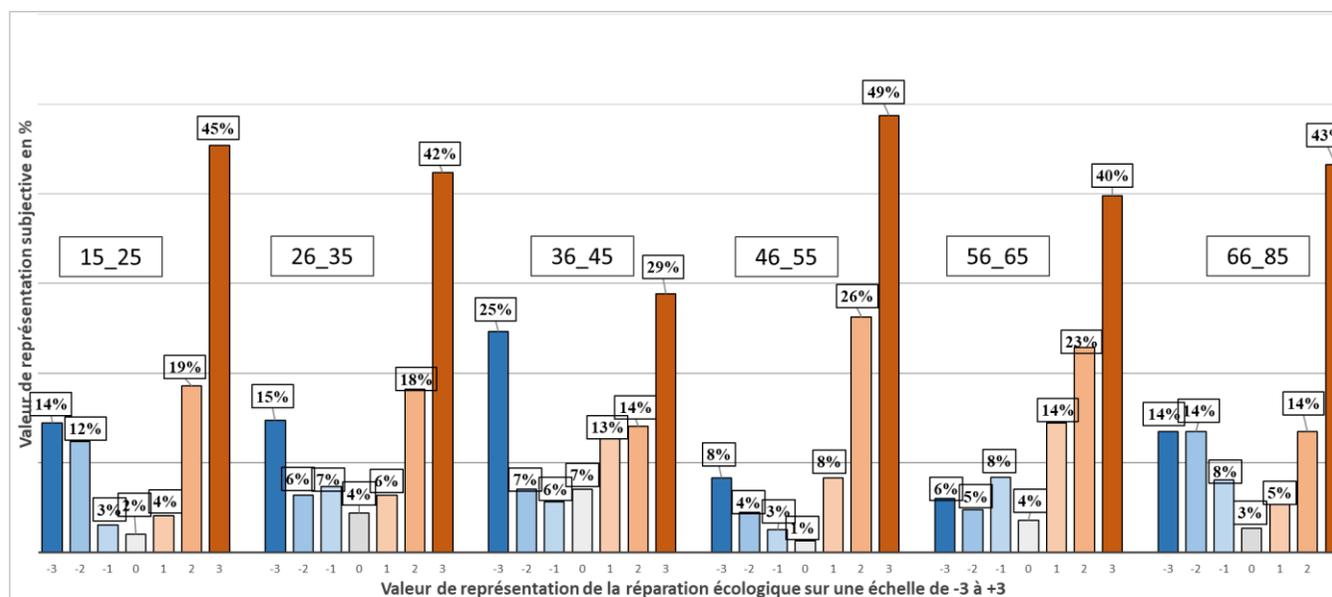
Figure 44 : Valeur de représentation de la réparation écologique par niveau de diplôme (-3/+3)

4.1.7. Représentations selon l'âge des enquêtés

La caractérisation du panel en différentes classes d'âge apporte plusieurs informations sur la représentation de la réparation écologique. Pour la classe la plus jeune, entre 15 et 25 ans, la première thématique « Préoccupation morale » est présente dans 24 % des discours (tableau 16). Ils ont essentiellement un jugement de valeur positif à l'égard de la réparation (21 %). C'est la classe d'âge où cette thématique est aussi peu représentée. Les jeunes de 15 à 25 ans parlent essentiellement d'« Ecologie » (41 %), d'« ingénierie écologique » et d'« impact » à 38 %.

Tableau 16: Les thématiques abordées selon l'âge des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite

Thématique	Variable réduite	15 à 25 ans		26 à 35 ans		36 à 45 ans		46 à 55 ans		56 à 65 ans		66 à 85 ans	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives		21%	16%	10%	31%	9%	11%					
	Jugement de valeurs négatives		3%	16%	23%	17%	14%	22%					
	Respect de la vie aquatique	24%	10%	43%	20%	33%	5%	41%	10%	45%	27%	56%	22%
	Jugement Dubitatif		0%	5%	0%	0%	5%	0%					
Ingénierie écologique	Technique d'IE		24%	18%	13%	31%	23%	11%					
	Restauration		7%	9%	10%	7%	9%	11%					
	Protection		10%	5%	0%	10%	9%	0%					
	Amélioration/Réhabilitation	38%	3%	41%	9%	18%	3%	48%	10%	41%	5%	22%	0%
	Ingénierie écologique		0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Impact	Création/réattribution		3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Raisons de la réparation	38%	34%	36%	30%	38%	33%	28%	21%	23%	18%	33%	33%
Mesures en faveur	Caractère anthropique de la réparation		10%	7%	5%	7%	5%	7%	5%	5%	0%	0%	
	Action individuelle		10%	18%	10%	21%	9%	33%					
	Mesures compensatoires		0%	9%	10%	14%	5%	11%					
	Action de restauration / Acteurs	10%	0%	41%	9%	28%	5%	48%	7%	32%	5%	44%	0%
	Environnement politique		0%	5%	5%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Science participative		0%	5%	0%	3%	9%	0%					
Ecologie	Acceptabilité des AMP		0%	0%	3%	0%	9%	0%					
	Environnement		24%	18%	8%	28%	9%	33%					
	Espèces		24%	16%	15%	10%	0%	0%					
	Ecosystèmes		17%	9%	8%	17%	0%	22%					
	Faune/flore	41%	7%	36%	16%	21%	0%	45%	7%	14%	0%	44%	0%
Définition/Attentes	Habitat		7%	5%	0%	3%	5%	0%					
	Socio-écosystème		0%	0%	0%	0%	5%	0%					
	Attentes	17%	7%	25%	18%	23%	34%	28%	27%	27%	11%	11%	
	Fonctionnalité de la RE		10%	9%	26%	3%	34%	7%	27%	5%	11%	0%	
Technologie/Expérimentation	Coût		0%	5%	21%	17%	9%	0%					
	Technologie		7%	7%	8%	3%	0%	0%					
	Temps		3%	7%	8%	3%	5%	0%					
	Etudes		0%	5%	3%	3%	9%	0%					
	Outils	14%	7%	0%	28%	0%	24%	7%	18%	0%	0%	0%	
	Méthodes		0%	5%	0%	0%	0%	5%	0%				
	Suivi		3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Gouvernance	Matériaux		0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	Communication/Sensibilisation		10%	25%	15%	17%	9%	33%					
	Règlementation	10%	3%	25%	5%	15%	3%	24%	0%	14%	9%	33%	0%
Recherche/Développement	Gestion		0%	2%	0%	7%	5%	0%					
	Production		3%	2%	3%	3%	5%	11%					
	Matières		3%	5%	0%	3%	0%	11%					
	Technique	7%	0%	9%	0%	8%	5%	10%	3%	5%	0%	22%	0%
Terme inconnu	Design		0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	Terme inconnu	21%	21%	2%	18%	18%	3%	3%	9%	9%	0%	0%	0%
Activité/usage	Pêche		0%	14%	3%	0%	5%	0%					
	Tourisme		3%	0%	3%	0%	0%	0%	9%	0%	0%	0%	
	Loisir		0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	
	Emploi		0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Non Classe	Non classé	7%	7%	2%	2%	0%	3%	10%	10%	0%	0%	11%	11%
Localité	Sites d'implantation		0%	7%	3%	3%	14%	14%	0%	0%	0%	0%	
	Lieux d'expérimentation	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Service	Intérêt humain	3%	3%	2%	3%	3%	7%	7%	5%	5%	0%	0%	0%
Aménagement du littoral	Aménagement du littoral	3%	3%	0%	0%	5%	5%	3%	3%	9%	9%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			4.1	4.7	3.8	5.6	4.1	3.6					
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.1	3.8	2.9	4.1	3.0	2.9					
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.4	3.1	2.5	3.4	2.5	2.8					



Thématiques	15_25		26_35		36_45		46_55		56_65		66_85	
	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel
Préoccupation morale	14	2.6	31	1.4	24	-0.3	23	1.4	21	1.2	5	1.4
Ingénierie écologique	14	1.9	19	2.3	14	2.1	24	1.9	12	1.6	3	2.3
Impact	17	2.1	22	-1.5	25	-2.2	7	-1.3	5	-0.8	3	-0.7
Mesures en faveur	3	0.3	25	1.4	15	0.1	18	1.8	11	1.4	8	1.1
Ecologie		1.3	34	1.6	14	1.3	21	2.3	2	3.0	5	2.2
Définition/Attentes	4	2.3	17	1.0	11	0.7	23	2.3	15	2.2	2	3.0
Technologie/Expérimentation	5	1.4	14	0.6	18	0.7	16	1.1	6	1.5	3	1.0
Gouvernance	4	2.8	20	1.5	11	2.5	10	2.2	6	0.7	3	-1.7
Terme inconnu	6 NA		0 NA		7 NA		1 NA		NA		0 NA	
Recherche/Développement	1	3.0	4	-0.8	3	2.3	4	2.8	2	2.0	2	-2.5
Activité/usage	1	-2.0	8	0.9	1	1.0	0 NA		0 NA		0 NA	
Localité	0 NA		5	0.0	1	-3.0	4	2.3	0 NA		0 NA	
Non Classe	2	0.5	3	3.0	1	0.0	3	0.3	0 NA		1	3.0
Service	1	3.0	1	2.0	1	3.0	2	-1.0	2	3.0	0 NA	
Aménagement du littoral	1	2.0	0		0 NA		1	3.0	1	1.0	0 NA	
TOTAL	73		203		146		157		83		35	

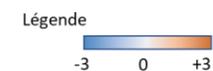


Figure 45: Valeur de représentation de la réparation écologique par classe d'âge (-3/+3)

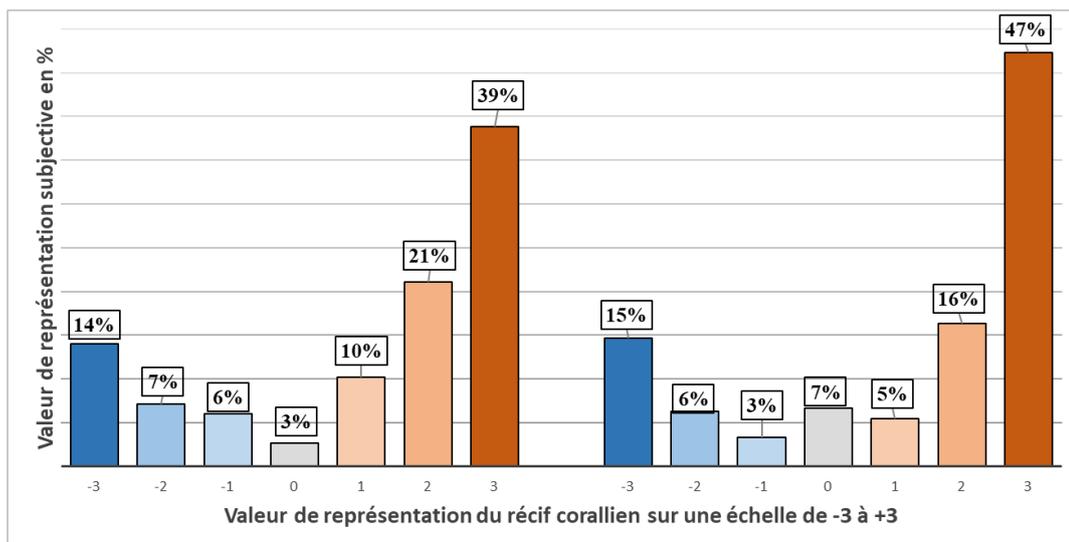
4.1.8. Représentations selon l'origine des enquêtés

L'origine des enquêtés montre une différence entre les non-natifs et les natifs de la Réunion (tableau 17). La fréquence de citation des thématiques est plus élevée chez les non-natifs de la Réunion. Le nombre de concepts énoncés, de variables réduites et de thématiques citées par personne montre aussi ce gradient. Cependant, en observant les variables réduites des natifs de la Réunion, on s'aperçoit que la réparation écologique est vue moins négativement pour cette catégorie (Tableau 17 17). Pour 6 % des natifs interrogés, la RE est vue négativement contre 23% pour les non-natifs. Nous constatons aussi que cette tranche de la population enquêtée connaît moins le terme de réparation écologique. 17 % des natifs ne connaissent pas le terme évoqué, contre seulement 5 % des non-natifs.

La valeur de représentation du milieu récifal est vue positivement par le groupe « Origine » (Figure 46 46). Toutefois, si l'on observe les valeurs de représentation par thématique, la population originaire de la Réunion a une valeur de représentation du milieu récifal plus contrastée que les non-natifs. Par exemple, l'usage et les activités liés à la réparation écologique sont en moyenne perçus négativement (-1.7 sur l'échelle -3/+3) (figure 46). Pour les non-natifs de La Réunion, cette même thématique est perçue positivement avec une valeur de +1.6.

Tableau 17 : Les thématiques abordées selon l'origine des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite

Thématique	Variable réduite	NON NATIF		NATIF	
		Théma	Varia	Théma	Varia
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives		16%		18%
	Jugement de valeurs négatives	44%	23%	30%	6%
	Respect de la vie aquatique		12%		18%
	Jugement Dubitatif		3%		0%
Ingénierie écologique	Technique d IE		23%		17%
	Restauration		11%		6%
	Protection	41%	7%	27%	4%
	Amélioration/Réhabilitation		4%		8%
	Ingénierie écologique		2%		0%
	Création/réattribution		1%		0%
Impact	Raisons de la réparation		30%		25%
	Caractère anthropique de la réparation	36%	8%	30%	4%
Mesures en faveur	Action individuelle		17%		14%
	Mesures compensatoires		13%		1%
	Action de restauration / Acteurs	39%	6%	25%	4%
	Environnement politique		4%		4%
	Science participative		4%		1%
	Acceptabilité des AMP		2%		1%
Ecologie	Environnement		20%		17%
	Espèces		14%		13%
	Ecosystèmes	33%	10%	32%	13%
	Faune/flore		7%		6%
	Habitat		3%		4%
Définition/Attentes	Socio-écosystème		0%		1%
	Attentes	29%	23%	18%	15%
Technologie/Expérimentation	Fonctionnalité de la RE		7%		6%
	Coût		11%		8%
	Technologie		7%		3%
	Temps		6%		4%
	Etudes	23%	6%	14%	0%
	Outils		2%		3%
	Méthodes		3%		0%
	Suivi		1%		1%
Gouvernance	Matériaux		1%		0%
	Communication/Sensibilisation		19%		15%
	Règlementation	21%	2%	17%	6%
Recherche/Développement	Gestion		2%		3%
	Production		4%		4%
	Matières	10%	2%	8%	6%
	Technique		3%		0%
Terme inconnu	Design		1%		0%
	Terme inconnu	5%	5%	17%	17%
Activité/usage	Pêche		6%		3%
	Tourisme	7%	0%	6%	1%
	Loisir		0%		1%
	Emploi		1%		0%
Non Classe	Non classé	5%	5%	6%	6%
Localité	Sites d'implantation		5%		4%
	Lieux d'expérimentation	6%	1%	6%	1%
Service	Intérêt humain	3%	3%	4%	4%
Aménagement du littoral	Aménagement du littoral	6%	6%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			4.9		3.7
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.7		3.0
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.1		2.4



Thématiques	Non-natif		Natif	
	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel
Préoccupation morale	78	1.1	40	1.8
Ingénierie écologique	58	2.1	28	1.9
Impact	52	-1.8	27	-2.0
Mesures en faveur	59	1.3	22	1.0
Ecologie	60	1.7	47	1.7
Définition/Attentes	55	1.8	17	1.5
Technologie/Expérimentation	45	0.8	14	1.4
Gouvernance	31	1.6	23	2.1
Terme inconnu	5 NA		14 NA	
Recherche/Développement	11	0.6	7	1.4
Activité/usage	7	1.6	3	-1.7
Localité	6	1.2	4	0.0
Non Classe	7	2.3	4	0.3
Service	4	1.0	3	2.7
Aménagement du littoral	6	1.8	0 NA	
TOTAL	484		253	

Légende
-3 0 +3

Figure 46 : Valeur de représentation de la réparation écologique en fonction de l'origine des enquêtés (-3/+3).

4.1.9. Les discours des acteurs de degré 1 de la réparation écologique

L'analyse des cartes cognitives a mis en avant la complexité de la représentation sociale de la réparation écologique au sein du panel enquêté et la distinction des représentations selon l'interdépendance au milieu récifal (tableau 3). Cette diversité de représentations se retrouve-t-elle dans les discours des 29 acteurs du groupe 1 qui ont fait l'objet d'entretiens semi-directifs ? Tous présentent une interdépendance forte au récif corallien et « se ventilent » selon cinq sous-catégories (figure 47) : gestionnaires de l'environnement (28 %), ingénieurs en environnement (28 %), universitaires et scientifiques (24 %), agents de la fonction publique et de gouvernance

(14 %), un maître d'ouvrage et un représentant des usagers-pêcheurs (3 % chacun). Trois questions principales ont structuré les entretiens : (I) Quelle est la définition de la réparation écologique ? (II) Cette réparation écologique est-elle efficace ? (III) Quels sont les besoins identifiés pour améliorer les projets d'ingénierie écologique récifale ?

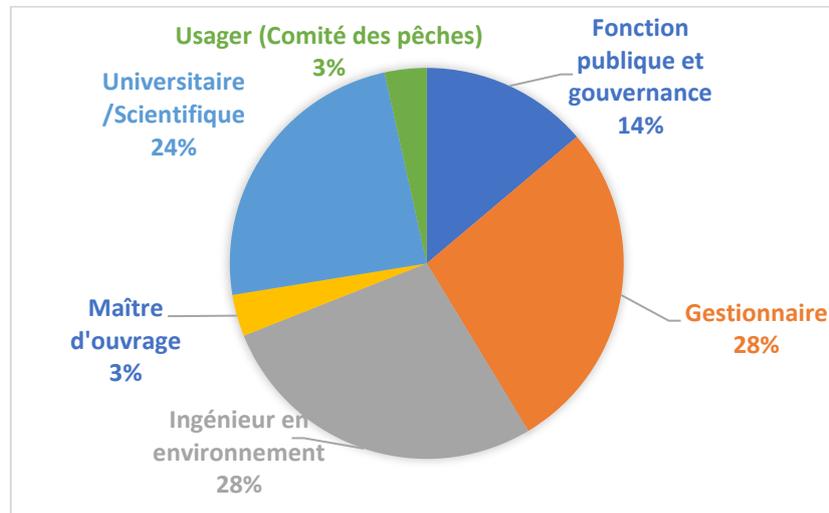


Figure 47 : Professions des individus ayant participé à l'exercice des entretiens individuels

4.1.9.1. Les différentes définitions de la réparation écologique

Dans le chapitre I, nous avons vu que l'ingénierie écologique se subdivise en deux actions : la réparation écologique active et la réparation écologique passive. La réparation écologique active implique la mise en place d'actions directes sur un écosystème ayant subi des dégradations. Cette action est elle-même subdivisée en quatre approches : la restauration écologique, l'amélioration ou la réhabilitation écologique, la création et la protection. Les entretiens semi-directifs ont montré une grande diversité des représentations de la réparation selon les définitions qui en étaient données. Il n'existe donc pas d'homogénéité de la représentation selon le statut professionnel. Celle-ci diffère selon les perceptions et représentations individuelles.

Pour certains, la réparation écologique est une action qui est nécessairement liée à la **compensation des impacts en milieu marin**. Le but de la compensation écologique est de contrebalancer les dommages engendrés par les projets d'aménagements en visant la notion de non-perte nette de biodiversité « *No net loss* ». Depuis la loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, ces méthodes de compensation entrent plus généralement dans le cadre de la séquence des trois mesures « Éviter, Réduire, Compenser (ERC) » que tout projet ayant un impact néfaste sur l'environnement se doit de mettre en œuvre, comme l'illustrent les verbatim ci-dessous.

« [Je ne connais pas] forcément la réparation, nous, on parle beaucoup de compensation. Alors est ce que ça rentre dans la compensation ? On a été formé par MAREX à la méthode MERCICOR. Voilà, donc c'est l'approche que j'ai eu à la DEAL sur ce sujet-là. » - (Enquête n°13 - Fonction publique et gouvernance)

« Moi, je l'associe souvent à compensation. Et pour moi, quand on fait un aménagement du littoral, l'idée est de réparer ce qui a été cassé à cet endroit-là. »
- (Enquête n°29 - Gestionnaire)

« Ça fait partie des mesures dites compensatoires » - (Enquête n°15 - Universitaire / Scientifique)

« J'ai déjà entendu parler de [réparation écologique] avec la formation sur ERC [MERCY Cor]. Ce serait réparé, revenir à un état initial qui serait sans impact. Je ne vois pas comment faire, c'est pour ça que je parle de compensation. Il faudrait vraiment protéger une zone où on aurait peu ou pas d'impact. Est-ce qu'on peut parler de réparation écologique dans ces cas-là ? Je ne suis pas sûr. » - (Enquête n°14 - Ingénieur en environnement)

Cette dernière citation de l'enquête n°14, montre que **la définition de la réparation écologique semble floue**. D'autres acteurs nous ont fait part du même questionnement sur le sujet.

« Je ne suis pas sûre. Moi, je le verrais comme des mesures compensatoires. Je ne suis pas sûre que ce soit ça exactement. » - (Enquête n° 10 - Gestionnaire)

« J'en ai entendu parler, le connaître, savoir ce que ça représente, probablement pas suffisamment. J'ai dans l'idée la création de DCF, dispositif de concentration de faune, la replantation des coraux et pas beaucoup plus. » - (Enquête n°23 - Gestionnaire)

Ces premiers verbatim laissent à penser que la notion de réparation écologique est encore loin d'être stabilisée chez les personnes qui sont supposées l'utiliser dans leur activité professionnelle. Les verbatim suivants, dans lesquels aucune **différence n'est faite entre réparation écologique et restauration écologique** confirment cette première interprétation.

« J'entends plutôt le terme restauration. [Le mot] réparation, je ne l'emploierais pas de moi-même, je parlerais de restauration. » - (Enquête n°19 - Gestionnaire)

« Moi, j'appelle ça restauration écologique : c'est améliorer par des procédés d'ingénierie, des procédés physiques l'état de santé d'un milieu. » - (Enquête n° 2 - Ingénieur en environnement)

« Alors, oui j'ai déjà entendu parler de réparation écologique. Peut-être parce que je suis d'une génération plus ancienne, on parlait plus de restauration que de réparation. La restauration, c'est [d'] essayer de faire revenir un écosystème à la situation d'avant l'impact, essayer de le réparer en fait, après l'impact qu'il a eu et qui l'a en partie détruit. »

- (Enquête n°4 – Universitaire / Scientifique)

En revanche, d'autres acteurs **dissocient clairement le terme de réparation écologique avec la restauration écologique** :

« La réparation écologique, donc, à la différence de la restauration écologique qui est une des productions de la réparation, c'est tout ce qui peut être mis en œuvre par l'homme pour maintenir ou développer des écosystèmes coralliens dans leur milieu naturel. »

- (Enquête n°3 - Universitaire / Scientifique)

« C'est essayer de reconstituer l'identique, ou faire en sorte que les écosystèmes retrouvent leur capacité de résilience, et que les mesures que l'on propose fonctionnent, pour rétablir un équilibre écologique. » - (Enquête n°28 - Maître d'ouvrage)

À l'évidence, la diversité de ces verbatim confirme que la notion de réparation écologique est encore loin d'être stabilisée. Ce fait ne serait pas gênant si les acteurs s'accordaient sur l'efficacité de la réparation écologique, question que nous allons maintenant aborder.

4.1.9.2. La réparation écologique est-elle efficace ?

Quelle que soit la catégorie socioprofessionnelle enquêtée, il n'y a pas d'avis sur l'efficacité de la réparation écologique qui soit partagée au sein d'une même catégorie socioprofessionnelle. De fait, en fonction de leurs réponses, les acteurs interrogés se ventilent en trois groupes : les opposés, les sceptiques et les positifs.

Les opposés sont nombreux (9 acteurs sur 29 enquêtés). Leurs **avis négatifs et tranchés** remettent en question l'efficacité de la réparation écologique en soulignant les points de manquement concernant l'application de l'ingénierie écologique aujourd'hui.

« Non, non, on n'y connaît rien, on ne sait pas, on improvise, on est pragmatiques, on fait ce qu'on peut. » - (Enquête n°25 - Fonction publique et gouvernance)

« Non, [ce n'est] pas du tout efficace. Sur une échelle de 0 à 10, on est à 0. Je dirais qu'on est à 3/10 à l'horizon 6 mois, à 4/10 à l'horizon deux ans et de nouveau à 1/10 à l'horizon 10 ans et à 0 à l'horizon 15 ans. Le problème est le suivi scientifique sur des périodes trop courtes qui ne tiennent pas compte de la survenue de phénomènes. » - (Enquête n° 1- Ingénieur en environnement)

Les sceptiques sont légèrement plus nombreux (10 acteurs sur 29 enquêtés). Ils expriment **un avis dubitatif, voire une crainte** quant à la mise en pratique des techniques de réparation, le bien-fondé de la notion et son intérêt écologique.

« Je suis assez sceptique [...] sur la mise en pratique de cette réparation écologique. Il y a aussi quelque chose qui me dérange dans la réparation écologique. Je pars du principe qu'à chaque fois que l'humain a essayé d'utiliser la technologie ou d'intervenir dans un milieu, la plupart du temps, on débouche sur des catastrophes. » - (Enquête n°20 - Gestionnaire)

« Je suis assez sceptique sur la vraie plus-value écologique. » - (Enquête n° 7 - Ingénieur en environnement)

« Je dirais que c'est pour se voiler la face, dire Ok, on fait quelque chose de bien alors qu'on fait beaucoup de mal. Je suis assez sceptique par cette notion. » - (Enquête n°26 - Universitaire / Scientifique)

Pour les **positifs** (5 acteurs sur 29 enquêtés), la réparation écologique est un outil d'action qu'il faut considérer selon les objectifs que l'on se fixe, que ce soit à des fins de recherche ou de sensibilisation. Certains avancent néanmoins que les moyens de mise en œuvre peuvent être complexes et coûteux.

« Je pense que de nos jours, si c'est juste faire du bouturage ou mettre des cailloux, autant ne pas le faire [mais], si c'est pour appuyer les dernières données de recherche, alors pourquoi pas. » - (Enquête n°26 - Universitaire / Scientifique)

« Je sais qu'il y a des projets ailleurs dans le monde où ça fonctionne très bien, où le milieu est à l'équilibre et l'objectif de départ est atteint. C'est beaucoup de travail, c'est beaucoup de temps, de moyens et pour des résultats pas garantis. » - (Enquête n°16 - Fonction publique et gouvernance)

« Efficace, ça dépend dans quel sens et pour quel objectif. Tout dépend de ce qu'on veut atteindre. Si c'est pour remettre les choses à l'état initial, alors non ce n'est pas efficace. Si c'est pour compenser, alors oui ça peut apporter un petit quelque chose, c'est mieux que rien. Et ça reste une mesure de sensibilisation qui peut être intéressante. » - (Enquête n°24 - Gestionnaire)

« Je trouve que déjà en quelques années, ça a bien progressé. Je suis très contente que des initiatives et des guides méthodologiques qu'a mis en place l'IFRECOR. Je trouve qu'on a fait un pas en avant par rapport à 2011 quand je pilotais ces premières études. » - (Enquête n°28- Maître d'ouvrage)

Ces verbatim contrastés illustrent la difficulté pour les professionnels qui gèrent ou étudient le milieu récifal ou l'étudiant de se représenter la réparation écologique comme un outil d'avenir à mettre en œuvre de manière prioritaire pour répondre à l'urgence écologique. Toutefois, ils expriment une volonté d'améliorer la situation et ils ont identifié quels seraient les leviers d'actions pour améliorer la mise en place de projets de réparation et à terme, améliorer l'efficacité des projets de réparation.

4.1.9.3. Quels sont les besoins identifiés pour améliorer les projets d'ingénierie écologique récifale ?

Pour de nombreux acteurs, la première chose à faire est d'agir en amont de l'écosystème corallien afin de **réduire les pressions**. La réparation écologique s'inscrit alors dans une ambitieuse politique de gestion intégrée des zones côtières et des bassins-versants en amont, comme l'illustrent les verbatim suivants :

« Travailler sur toutes les pressions en amont. Pour moi, c'est ce qui serait le plus efficace au niveau des bassins-versants, que ce soit les apports d'eau douce, de polluants, de particules terrigènes, de crèmes solaires aussi. Vraiment le travail au niveau des bassins-versants ! Pour moi, ça sera le plus efficace. Ce qui doit vraiment être fait en premier, c'est supprimer tous les facteurs externes qui sont défavorables aux récifs coralliens » - (Enquête n° 11 - Ingénieur en environnement)

« Sur les bassins-versants, descendre et diminuer toute la pression, toute la charge de perturbation liées aux activités humaines. Ça, c'est le premier grand item, l'action directe sur les bassins-versants. » - (Enquête n°15 - Universitaire / Scientifique)

« La priorité est la pollution venant de la terre, de l'envasement. C'est très difficile pour les gens de faire le lien entre les impacts sur le milieu terrestre et les impacts sur le milieu marin - (Enquête n°24 - Gestionnaire)

Un second levier d'action porte sur la **sensibilisation des citoyens** face à l'urgence écologique et aux menaces associées qui affectent les récifs.

« Socialement, on resterait sur de la sensibilisation, de l'explication. On ne peut pas faire beaucoup plus. Que l'ensemble des citoyens se sentent concernés par la protection du lagon et de ce qu'il nous apporte » - (Enquête n°23- Gestionnaire)

« Je pense qu'il faut une mobilisation citoyenne puisque tout grand changement de mentalité sociétale qui a pu être observé, quelles que soient les périodes, a pratiquement toujours été initié par une initiative citoyenne. Plus de collaboration entre les différents acteurs de l'environnement. Ce que je pense nécessaire aujourd'hui, c'est de mettre tous ces gens autour d'une table pour réussir à faire un réel contre-pouvoir et rassembler autour d'une table à la fois des conseils et des décisions. C'est encore assez difficile aujourd'hui. Toujours dans la logique d'une initiative citoyenne, de se rassembler pour créer un contre-pouvoir et essayer de faire avancer les lignes, aussi bien [au niveau] politique qu'au niveau des mentalités. [Impliquer plus d'acteurs] je pense que c'est essentiel. » - (Enquête n° 1 - Ingénieur en environnement)

« Je verrais plus une logique comme pour les politiques, s'ils arrêtaient, s'ils sortaient de leur bureau, s'ils venaient voir ce qu'il se passe un peu sur le terrain, ils comprendraient peut-être mieux les choses. Parler avec des pêcheurs, avec des plongeurs, que les décideurs sortent de leur bulle et viennent un peu constater, même s'il est trop tard. Que les services instructeurs consultent plus les scientifiques ou lisent plus la biblio pour donner le bon cahier des charges ou des bonnes mesures compensatoires, parce que des fois, on voit des trucs. Ce n'est pas cohérent avec les besoins du terrain une fois de plus. Sortir de son bureau, quel qu'il soit. » - (Enquête n°27- Ingénieur en environnement)

Cette dernière citation indique un besoin d'une implication à une échelle globale, notamment au niveau des **politiques**, besoin qui est également formulé par d'autres acteurs.

« Il faut qu'il y ait des personnes qui travaillent au niveau des politiques [...] pour faire comprendre l'urgence et faire comprendre que c'est des décisions politiques qui touchent toute la communauté et mettre en place des règles, des lois, des contrôles de qualité ». - (Enquête n°20 - Gestionnaire)

« Sensibiliser et vraiment s'adresser aux élus et à la préfecture aussi, parce que bon, les projets émanent aussi de la préfecture. Pour beaucoup d'élus locaux, ça va à l'encontre de leur projet d'aménagement [...]. Il manque un lien entre les services instructeurs, qui sont purement services instructeurs et qui n'ont pas le temps d'être sur le terrain et d'aller côtoyer les mairies, les services techniques et les élus. Ils n'ont pas le temps d'être en amont des projets. » - (Enquête n°22 - Fonction publique et gouvernance)

Au-delà de l'engagement citoyen et politique, la notion de **recherche et de développement** liée à l'ingénierie récifale a son importance dans les besoins des acteurs enquêtés :

« Il faut travailler, il faut chercher, il faut s'améliorer sur ces sujets-là. Il faut le faire, il faut le multiplier, après il faut le faire à bon escient, avec raison, avec une bonne évaluation initiale ». - (Enquête n°25 - Fonction publique et gouvernance)

« Imposer la quantification de ces besoins de réparation et évidemment de continuer la recherche et le développement sur les techniques de réparation. Puisque, pour l'instant, on n'a pas vraiment grand-chose qui nous permette de réparer à grande échelle. Faire en sorte qu'on ait une vraie plus-value écologique ». - (Enquête n° 1 - Ingénieur en environnement)

« On ne peut pas y faire grand-chose, si ce n'est étudier et communiquer dessus en disant : oui il y a tellement de pression qu'on ne peut pas vraiment limiter l'impact, donc essayons de faire quelque chose sur le piétinement, sur l'exploitation des ressources [pour] qu'elles soient durables. ». - (Enquête n°19 - Gestionnaire)

Tous les arguments précédents sont avancés par les acteurs de la conservation des récifs coralliens pour expliquer leur représentation de la réparation écologique selon leur expérience de terrain. En définitive, les différents avis sont contrastés.

4.1.9.4. Une divergence de perceptions de la réparation écologique selon toutes les catégories socio-professionnelles engagées

Les avis très contrastés que révèlent les entretiens semi-directifs, au sein même du groupe d'acteurs qui devrait afficher les représentations les plus homogènes, montrent qu'à ce stade, il n'est pas possible de cerner clairement ce que serait une représentation sociale de la réparation écologique. Les divergences de représentations relevées ne sont pas relatives au corps de métier de l'enquêté, mais reflètent les représentations individuelles des acteurs. De la définition du concept de réparation écologique aux besoins identifiés pour améliorer la réparation, les avis sont multiples. Les opinions sur l'efficacité de la réparation écologique sont également divergentes, certains acteurs exprimant des doutes quant à sa mise en pratique et quant à ses résultats, tandis que d'autres reconnaissent l'utilité de l'ingénierie écologique.

Ces résultats amènent à définir des réserves concernant les conditions de réception de la réparation écologique comme outil et laissent à penser que l'acceptation sociale de cette dernière est très faible à La Réunion. Même les acteurs du premier groupe ont souvent du mal à concevoir ce qu'est la réparation écologique. Quant aux acteurs des deux autres groupes, même si aucun entretien spécifique n'a été conduit à cet effet, il est probable que leurs points de vue sur la réparation écologique soient encore plus flous

4.2. Discussion des représentations sociales pour la réparation écologique

Pour parvenir au succès sur le terrain de la réparation écologique, Westoby *et al.*, (2020) estiment essentiel de placer la diversité des parties prenantes (Scientifiques, communautés locales, gouvernements, visiteurs du territoire, ONGs, financeurs) dans une dynamique de tension équilibrée - « *a balanced tension* »-. Cette dynamique de tension équilibrée est associée à l'éthique dans la recherche de solutions de réparations écologiques. Elle suggère de considérer l'approche socio-écologique dans la gestion des récifs coralliens.

Notre étude sur la perception de la réparation écologique sur le territoire réunionnais vise à l'origine à mettre en évidence des concordances ou des discordances de représentations en fonction des catégories socio-professionnelles choisies. Ceci permet de déterminer quels sont les facteurs qui régissent les représentations sociales de la réparation écologique à La Réunion.

Les résultats précédents montrent que les représentations sociales de la réparation écologique sont très contrastées sur le territoire réunionnais. Les informations complémentaires issues des cartes cognitives et des entretiens semi-directifs ont permis de conforter la complexité des perceptions évoquées.

La réparation écologique semble principalement évoquer chez les participants des préoccupations d'ordre moral. Derrière cette caractéristique se cachent des jugements de valeurs concernant la mise en place de projets de réparation écologique. En premier lieu, la réparation écologique est jugée positivement (42 mots/275). Les participants **expriment la nécessité de mettre en place les projets de réparation écologique**. On observe les vocables « Nécessaire », « Primordiale », « Avenir ». On retrouve dans les cartes cognitives les notions de « Soin » et de « Solution », définissant la **réparation écologique comme un levier d'action** à la préservation des récifs. Il existe aussi des jugements de valeurs négatifs aux projets de réparation écologique (42 mots /765). Certains enquêtés expriment la **difficulté à mettre en place ces projets**. On retrouve les vocables « Compliqué », « Risqué », « Difficile à mettre en place ». La réparation écologique est aussi vue comme du **greenwashing**. Les expressions « *Greenwashing* », « Leurres », « Ce n'est pas naturel », « Ce n'est pas écologique », « Réparation pas écologique » sont aussi exprimés. S'ajoutent **des questionnements** quant à son emploi à la Réunion. « Possible ? », « Est-ce vrai ? », « Utile ? », « Qui décide ? » sont les questions posées par certaines personnes.

La catégorisation du panel enquêté par type d'usage, par genre, par degré de dépendance aux récifs et par niveau de diplôme a permis de préciser ces résultats. Les cartes cognitives ont révélé qu'un **scepticisme** à l'emploi de la réparation écologique est présent quel que soit le degré d'interdépendance au récif corallien (degré 1, 2 ou 3), mais il est davantage présent chez des individus du genre masculin, ayant une activité immergée dans le récif et ayant un niveau de diplôme compris entre 5 et 8 (niveau Bac+2 ou +3 à Master ou doctorat). Ces observations, faites à La Réunion, sont conformes avec les analyses conduites ailleurs. Dans l'étude des déterminants de l'engagement du public dans les projets d'ingénierie écologique récifale de la Grande Barrière de Corail (Australie), il reste des lacunes dans l'acceptation des initiatives d'ingénierie écologique récifale (Le *et al.*, 2022).

Ce scepticisme se retrouve aussi dans certains verbatim concernant la conservation des récifs coralliens. Des jugements dubitatifs et nuancés, voire négatifs, quant à l'efficacité de la réparation écologique. Pour l'améliorer deux points reviennent dans les discours. Agir sur les pressions en amont du récif par une meilleure gestion des bassins-versants est le premier levier d'action relevé. La mobilisation citoyenne mais aussi politique, est le second levier. Cette recommandation est conforme aux observations faites par Thiault et al. (2021), selon lesquelles l'échec des projets d'ingénierie écologique peut être imputé à la résistance du grand public et des parties prenantes. Le renforcement de la confiance et de la compréhension des initiatives

d'ingénierie écologique est donc un élément essentiel pour leur succès, ce qui nécessite une interconnexion entre les différentes parties prenantes et le grand public (Taylor *et al.*, 2019 ; Westoby *et al.*, 2020 ; Le *et al.*, 2022).

L'association cartes cognitives et entretiens semi-directifs nous a permis de produire de nombreux éléments de compréhension sur la manière dont les acteurs de La Réunion perçoivent la réparation écologique, l'acceptent ou non comme outil disponible pour la conservation des récifs coralliens et envisagent ou non leur mise en œuvre. Ces éléments permettent de concevoir une nouvelle approche de l'ingénierie écologique. Une démarche analogue a été effectuée à Mayotte. Elle est présentée en annexe n°10 pour ne pas alourdir le présent manuscrit. Nous nous contenterons de présenter ici dans le corps du texte une analyse comparée des principaux résultats obtenus.

5. Analyse comparée entre les deux sites d'étude et discussion : bilan des principaux résultats obtenus

Les exercices de cartes cognitives ont été réalisés pour trois thèmes différents : la « réparation écologique », les « récifs artificiels » et les « récifs coralliens ».

Pour la **réparation écologique**, nous avons vu précédemment les résultats des cartes cognitives pour le territoire réunionnais. En résumé, les principales thématiques abordées à la Réunion sont relatives aux préoccupations d'ordre moral, à l'écologie et à l'ingénierie écologique (Figure 48). Au total, notre recherche bibliographique a comptabilisé 13 projets d'ingénierie écologique à la Réunion. Les résultats de ceux-ci ont rarement été concluants, soit à cause du contexte climatique et/ou environnemental de la zone choisie (Chabanet et Naim, 2000 ; Masse et Martin, 2020), soit en raison d'un problème sociétal engendrant l'arrêt du projet (Tessier, 2005 ; M. Pinault, 2013). À Mayotte, les représentations sociales évoquent chez les 72 personnes enquêtées trois grands domaines : les mesures en faveur de la mise en place de projet d'ingénierie écologique (I) ; l'ingénierie écologique et les techniques qui l'accompagnent (II) puis les impacts environnementaux ayant entraîné la mise en place de projet de réparation (III). Les représentations sont tournées vers un vocabulaire plutôt technique. Ce sont les acteurs de degré 2 et 3, le genre masculin et le niveau de diplôme compris entre 7 et 8 (Niveau Master et doctorat) qui influencent le plus ces résultats (Figure 48). Une nuance peut être faite pour le genre en ce qui concerne la thématique « ingénierie écologique », pour laquelle il n'existe pas de différence de citations entre hommes et femmes : Le vocabulaire est lié aux techniques de la réparation écologique par l'évocation de mesures de protection, de techniques d'ingénierie écologique, d'actions de réparation. Il s'avère que la réparation écologique à Mayotte est fortement associée à la nécessité de mettre en place des actions individuelles ou collectives de la part des enquêtés (« gestion des déchets », « nettoyage », « pollution »).

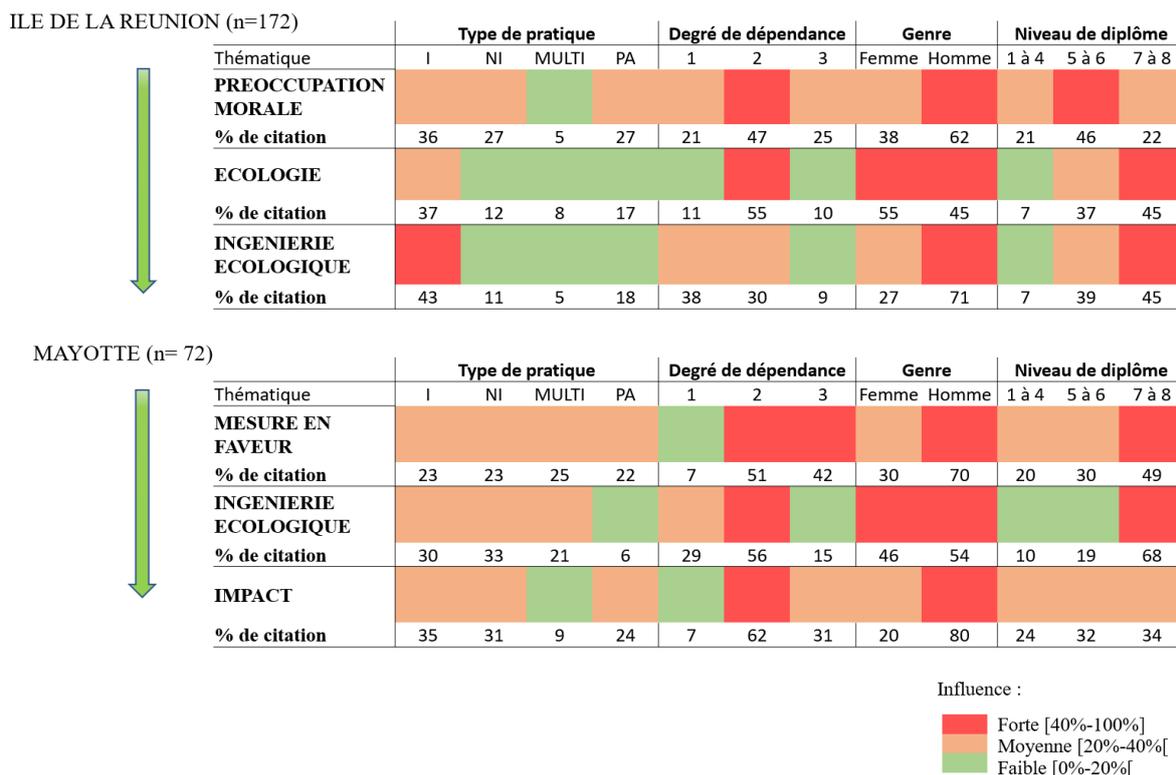


Figure 48 : Représentations sociales de la réparation écologique - résumé des principaux résultats obtenus. NB : I = immergé ; NI = Non-Immergé ; MULTI = Pratique multiple ; PA = Pas de pratique

Pour les récifs artificiels, les trois thématiques principalement citées par les deux territoires sont similaires. Il s'agit de l'« Ecologie », de la « Préoccupation morale » et de la notion de « Recherche et développement » liée aux récifs artificiels. L'ordre d'apparition diffère selon les territoires. L'écologie apparaît en première position à la Réunion, à la différence de Mayotte où l'on retrouve d'abord la thématique préoccupation morale (Figure 49).

À la Réunion, le thème « récifs artificiels » est largement influencé par le genre masculin. (Influence forte - voir Figure 49). Les hommes ont tendance à citer des mots pour les trois premières thématiques. Pour les thématiques « Préoccupation morale » et « Recherche et développement », ce sont les acteurs ayant une activité immergée, un degré d'interdépendance au récif de 2 et un niveau de diplôme compris entre 5 et 6. Il s'agit de l'influence des plongeurs et pêcheurs réunionnais.

À Mayotte, la « Préoccupation morale concernant la mise en place de récifs artificiels » est influencée par les personnes de degré 2, les hommes et les femmes ayant un niveau de diplôme compris entre 7 et 8. La thématique « Ecologie » est abordée par les individus n'ayant pas une activité immergée du récif, de degré 2 et 3, principalement des hommes et ayant un niveau de diplôme compris entre 5 et 8. La thématique « Recherche et développement » au sujet des récifs artificiels est évoqué par les individus de degré 2 quel que soit le genre et ayant un diplôme compris entre 7 et 8.

ILE DE LA REUNION (n=172)

Thématique	Type de pratique				Degré de dépendance			Genre		Niveau de diplôme		
	I	NI	MULTI	PA	1	2	3	Femme	Homme	1 à 4	5 à 6	7 à 8
ÉCOLOGIE	16	22	10	27	35	39	26	36	62	20	35	28
% de citation												
PRÉOCCUPATION MORALE	41	27	11	14	18	52	30	34	66	12	48	24
% de citation												
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	62	17	9	9	16	71	13	28	72	14	48	31
% de citation												

MAYOTTE (n= 72)

Thématique	Type de pratique				Degré de dépendance			Genre		Niveau de diplôme		
	I	NI	MULTI	PA	1	2	3	Femme	Homme	1 à 4	5 à 6	7 à 8
PRÉOCCUPATION MORALE	38	28	24	6	25	49	26	45	55	21	29	45
% de citation												
ÉCOLOGIE	23	57	5	15	2	45	53	19	81	3	41	46
% de citation												
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	29	29	29	7	12	79	18	46	54	15	22	63
% de citation												

Influence :

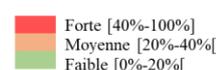


Figure 49 : Représentations sociales des récifs artificiels - résumé des principaux résultats obtenus. NB : I = immergé ; NI = Non-Immergé ; MULTI = Pratique multiple ; PA = Pas de pratique

Les représentations associées aux récifs coralliens à La Réunion comme à Mayotte montrent des différences (Figure 50). La première différence concerne le dernier thème abordé, une différence de thématique est observée en troisième position entre la Réunion et Mayotte. Le vocabulaire autour de « la gestion et la conservation » s’observe à la Réunion, à la différence de Mayotte où c’est « Activité et Usage » du récif qui est considéré (Figure 50). À la Réunion, le vocabulaire employé se concentre sur la gestion et la conservation des récifs chez les acteurs de degré 1 ayant une activité immergée et un haut niveau de diplôme. À Mayotte, ce sont les acteurs de degré 2 et 3 et les individus ayant un haut niveau de diplôme qui définissent la thématique « Activité et usage » (Figure 50). La seconde différence se rapporte à la notion d’écologie. Pour le territoire réunionnais, cette notion est fortement influencée par les hommes de degré 3 d’interdépendance aux récifs (Figure 50). Comparativement, à Mayotte, l’écologie est une thématique présente chez les hommes, chez les individus de niveau de diplôme 7-8 et chez ceux ayant un degré d’interdépendance au récif de 2 et 3. La troisième concerne la thématique « qualification du milieu ». À la Réunion, la « qualification du milieu » est abordée plutôt par des hommes ayant une activité immergée du récif avec un niveau de diplôme compris entre 5 et 6 (Figure 50). À Mayotte, cette thématique est abordée par les individus non-immersés, principalement chez les hommes et les acteurs de degré 2 et 3 et les individus ayant un niveau de diplôme compris entre 5 et 8.

L’appropriation du récif corallien réunionnais est très hétérogène. Ce sont les expressions de « la faune et de la flore » ou encore « le paysage récifal » qui prédominent dans les représentations sociales globales à la Réunion. Les enjeux de conservation, de gestion, de l’état de santé des récifs coralliens ou encore les considérations morales et l’avenir des récifs ne semblent pas faire partie du vocabulaire commun de l’échantillon étudié. Ils sont plutôt

spécifiques à une catégorie d'acteurs particulière, ceux en lien professionnel avec le milieu de la conservation des récifs.

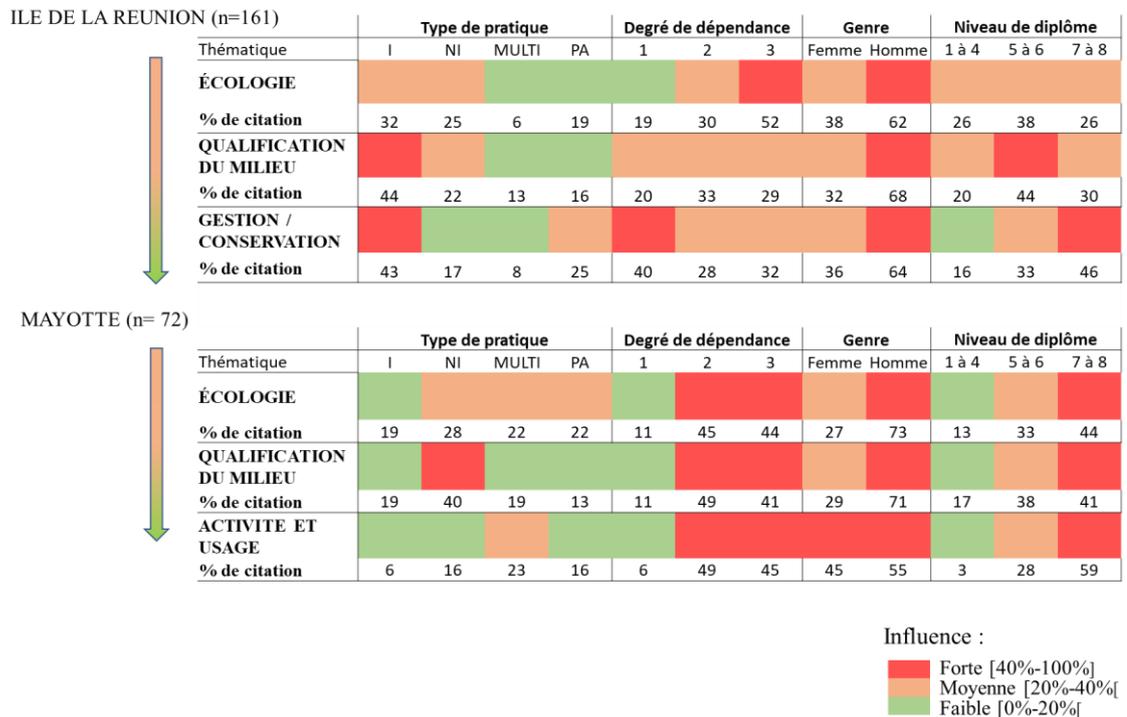


Figure 50 : Représentations sociales des récifs coralliens - résumé des principaux résultats obtenus. NB : I = immergé ; NI = Non-Immergé ; MULTI = Pratique multiple ; PA = Pas de pratique

Ce sont les acteurs de degré de dépendance 1 qui s'expriment sur l'état général du récif corallien et l'importance de le préserver. En revanche, les personnes qui ne travaillent pas dans le milieu marin ont une conceptualisation plus faible du milieu récifal (3^{ème} degré de dépendance au milieu) et elle est essentiellement axée sur la faune, la flore et le paysage de l'écosystème récifal. Or, les différences de perception quant aux objectifs de conservation peuvent affecter le soutien du public aux stratégies de gestion (Voyer *et al.*, 2013). Il s'avère qu'à la Réunion l'accès aux activités immergées concerne essentiellement les non-natifs de la Réunion. Les Réunionnais vont très peu s'immerger ou pratiquer une activité en mer, hormis la pêche (Lemahieu, 2015). Ce fait s'explique notamment par deux aspects. L'un historique : les Réunionnais, de par leur histoire, ne présentent que peu de liens avec la mer. Comme le rappelle *La Confrérie des Gens de la Mer (2017)* dans son ouvrage, à La Réunion « -terre et mer - sont parfois vécus comme s'ils s'excluaient l'un l'autre. Peu de marins réunionnais, très peu de pratiquants de sports sous-marins, un nombre d'enfants très important ne sachant pas nager ». De par le temps des colonies et des engagés, la mer est devenue « le mur d'une île-prison où l'exil amène un enracinement forcé » (*Ibid.*) La deuxième explication peut résider dans les conditions physiques hostiles (fortes houles, peu de points d'ancrage) du milieu (Lemahieu, 2015).

Par contraste, la thématique « usage et activité » liée aux récifs coralliens est très présente à Mayotte, c'est la troisième thématique qui est évoquée par le panel enquêté, essentiellement par les acteurs de degré de dépendance 2 et 3. Ce fait s'explique aussi d'un

point de vue historique et climatique mais aussi sociétal. La notion de ressources liées aux récifs coralliens est très présente. Le vocables « poisson » et « pêche » sont intimement liés dans les graphes des co-occurrences de mots (voir annexe n°11 - analyses IRaMuTeQ). À Mayotte, la pêche artisanale fait partie intégrante du mode de vie traditionnelle entre pirogue et « Djarifa », elle sert à l'autoconsommation des familles, à la différence de La Réunion où c'est une activité considérée comme marginale et peu rémunératrice (Biais, 1989 ; Bensoussan, 2009 ; Wickel, 2009).

Dans ce contexte de changement climatique global, la gestion des récifs coralliens doit également passer par l'éducation des populations locales pour leur permettre de comprendre les enjeux critiques liés à l'importance des récifs coralliens et ainsi pour engager les citoyens dans la pérennité de ces derniers (Chabanet *et al.*, 2018). Comme l'annoncent Hughes et al. (2017), le défi mondial est de pouvoir accompagner les récifs au travers de l'Anthropocène tout en maintenant leurs fonctions biologiques. Il ajoute que cette navigation, pour qu'elle soit réussie, nécessite une transition par des changements radicaux dans la science, la gestion et la gouvernance des récifs coralliens (*Ibid.*). C'est la raison pour laquelle notre recherche est également une recherche-action qui ambitionne de développer la réparation écologique et de la rendre plus efficace.

6. Limites de l'étude

Les méthodologies employées présentent quelques limites importantes à formuler. **Pour une partie des cartes cognitives réalisées**, la situation sanitaire de la COVID-19 a nécessité des entrevues réalisées en distanciel, par téléphone ou autre moyen de communication visuelle (type Skype, Zoom). L'acteur devait réaliser ses cartes sur papier, devant son écran puis me l'envoyer par mail. Ce choix de substitution permettait de se rapprocher au mieux des conditions de face-à-face. Néanmoins, malgré la bonne volonté des acteurs interrogés, des cartes se sont avérées incomplètes, des liens de causalité manquants alors même que les acteurs les avaient énoncés à l'oral. Très rapidement, la nécessité d'écrire en même temps que l'acteur énonçait ces mots s'est révélée une bonne solution pour contrer ce problème. Autre fait observé, les concepts énoncés jugés, par l'observateur, comme étant positifs peuvent lors de la lecture de la carte cognitive être signalés comme négatifs. Par exemple, pour un thème Central « Récif Artificiel », le concept énoncé peut être relatif au « Beau » mais le lien de causalité sera « -2 ». Une autre difficulté rencontrée a été de garder une certaine neutralité d'observateur, l'étape de conception et d'identification des thématiques et des variables réduites pouvant être influencées par le ressenti de l'observateur. **Quant à l'approche, « entretien semi-directif »**, la principale limite rencontrée tient au caractère distanciel (visioconférence) de la quasi-totalité des entretiens, toujours pour des raisons de situation sanitaire liées à la COVID-19. Cette distance peut engendrer un éloignement dans les rapports entre enquêté et enquêteur. Un soin particulier à établir toujours un contact visuel via la caméra a permis de limiter au mieux ce biais. L'autre problème fut d'établir un panel d'acteurs suffisamment large pour obtenir une vision complète des représentations selon la catégorie professionnelle établie. Au total, 117 personnes ont été contactées pour réaliser un entretien semi-directif, seuls 29 acteurs ont répondu favorablement.

7. Conclusion

D'après Taylor et al. (2019), la viabilité des actions de préservation sur les récifs coralliens dépend de l'acceptation sociale et culturelle de l'ensemble des groupes sociaux identifiés ; l'acceptation sociale figurait d'ailleurs parmi les trois piliers de la viabilité des AMP en milieu corallien identifiés par Thomassin et al. (2011). Ce constat peut être étendu à toute initiative de conservation et de gestion de l'environnement, (y compris la réparation écologique des récifs) dont la mise en œuvre efficace nécessite le soutien, l'adéquation et l'acceptation de l'ensemble des groupes sociaux (Turner *et al.*, 2014 ; Taylor *et al.*, 2019). Cependant, Hughes et al. (2023) soulignent que les intérêts, les objectifs et les motivations des acteurs clés de la réparation écologique varient énormément. Ce constat a pu être confirmé à La Réunion comme à Mayotte.

Notre étude, montre qu'il y a une distinction nette entre les groupes sociaux définis, mais aussi entre les territoires d'étude. À La Réunion, le besoin de conservation et de préservation des récifs coralliens est essentiellement présent chez les acteurs du groupe 1 (forte interdépendance avec le milieu récifal) qui ont une activité immergée. L'importance de préserver le milieu corallien est moins ressentie par le reste des catégories socioprofessionnelles observées. À Mayotte, le récif est considéré comme une ressource et un territoire dont on fait usage. D'après Voyer et al. (2013), les différences de perception quant aux objectifs de conservation peuvent affecter le soutien du public aux stratégies de gestion. À la Réunion, certains programmes de sciences participatives (dont *Reefcheck*, *Transphere* et *Bestrun* sont les principaux) ont pris pour engagement d'impliquer le public dans une meilleure appropriation du milieu récifal via des actions de sensibilisation et/ou d'évaluation de l'état de santé des récifs coralliens, comme l'organise le projet *Utopian* de l'association *Bestrun*. Des outils comme la mallette pédagogique MARECO de l'IRD ciblent également les enfants dans l'espoir de transmettre aux générations futures les connaissances et savoirs en matière de gestion des récifs coralliens.

Des financements disponibles via le Centre National pour le Développement du Sport (CNDS) ciblent les femmes pour faciliter leur accès aux activités de nature comme à Mayotte où le projet « *Future Maore Reefs* » a vu le jour en 2021, l'un des objectifs du projet étant de développer de nouvelles approches pour sensibiliser et éduquer à la protection des récifs coralliens (Tribollet *et al.*, 2022). Cette priorité, accordée à la sensibilisation et aux actions participatives, se justifie pleinement par les travaux de Thiault et al. (2021) qui soulignent que les représentations des acteurs peuvent évoluer en un temps relativement court en réponse à des changements contextuels. Partant de ce principe, tout projet de gestion des ressources naturelles devrait s'accompagner d'un suivi social afin de comprendre l'évolution des conflits parmi les différents groupes d'acteurs, quels en sont les moteurs et d'estimer leur probabilité d'occurrence. Il est donc dans l'intérêt de l'ingénierie écologique récifale d'impliquer l'ensemble des acteurs (Hughes *et al.*, 2023).

Dans le chapitre 1 qui dressait un état des lieux des projets de réparation écologique dans l'océan Indien, le besoin d'indicateurs pertinents montrant l'efficacité de la réparation a été soulevé, cette efficacité se déclinant selon trois dimensions : l'efficacité des moyens et des

techniques d'ingénierie employées, la résilience de l'écosystème réparé et l'efficacité sociale des projets, l'accent étant mis sur les critères sociaux qu'il conviendrait de collecter pour améliorer la performance des projets. Cette efficacité sociale de la réparation écologique étant mal appréhendée par la littérature internationale mais jugée essentielle pour accroître l'efficacité des projets d'ingénierie (Guest *et al.*, 2011 ; Bayraktarov *et al.*, 2016), l'ensemble du chapitre 2 lui a été consacré. L'emploi de cartes cognitives et d'entretiens semi-directifs a permis de mettre l'accent sur les représentations sociales des acteurs de la réparation écologique des récifs à La Réunion et à Mayotte. Le troisième chapitre va être consacré à l'élaboration d'indicateurs socio-écologiques pour répondre à la principale question de recherche de cette thèse : « Comment améliorer la réparation des coraux avec des indicateurs sociaux et écologiques efficaces ? ».

Les sections suivantes traiteront (i) des indicateurs écologiques de l'ingénierie écologique récifale, (ii) des indicateurs sociologiques de l'ingénierie écologique récifale et (iii) de leur mise en œuvre dans le cas d'un projet de récif artificiel (projet CORAIL- Ile de La Réunion).

CHAPITRE III :

DE L'ACCEPTATION SOCIALE A UNE APPROCHE INTÉGRÉE DE LA RÉPARATION ÉCOLOGIQUE

« La connaissance des écosystèmes [...] nécessite des connaissances puisées dans de multiples et diverses disciplines, les unes physiques et géographiques, les autres biologiques. »

(Morin, 2019)

Dans ce chapitre III, nous nous focaliserons sur l'approche socio-écologique de l'ingénierie écologique. C'est au travers d'un cas d'étude sur les récifs artificiels que nous tenterons de réaliser une interconnexion entre les résultats obtenus dans le chapitre I et le chapitre II. Il s'agit de proposer des indicateurs écologiques et sociologiques de l'ingénierie écologique récifale. L'objectif est de parvenir à terme à une meilleure acceptation sociale de la réparation écologique.

Question de recherche : Comment améliorer l'approche de l'ingénierie écologique récifale par la création d'indicateurs sociaux et écologiques ?

Deux hypothèses de recherche :

1. Inclure des analyses de représentations sociales dans les projets de réparation écologique peut permettre d'améliorer l'efficacité de l'ingénierie écologique récifale
2. Il est possible de définir des indicateurs d'acceptabilité sociale par les représentations sociales

1. Améliorer la réparation écologique par l'établissement d'indicateurs socio-écologiques

1.1. Le besoin d'indicateurs, de l'international au national

Depuis le sommet de Rio de 1992 (l'Agenda 21), les initiatives de conservation passent par l'élaboration d'indicateurs permettant de décrire, de comprendre, et de gérer les interactions entre les questions sociales, écologiques et économiques en vue d'anticiper les évolutions à

venir (Rey-Valette *et al.*, 2006 ; Levrel, 2006). Ce type d'indicateurs a été élaboré en appui au développement durable (Levrel, 2006 ; Rey-Valette *et al.*, 2006 ; Levrel, 2008). Aujourd'hui, pour reprendre les mots de Rey-Valette (2006) : « *ce sont les interactions entre piliers qui sont privilégiées avec une entrée par des grands enjeux qui permet d'introduire des objectifs précis en fonction des valeurs et des priorités des populations concernées* ». L'indicateur, qu'il s'agisse d'un indicateur de développement durable ou non, peut être perçu comme un instrument de gouvernance ou de coordination, mettant l'accent sur son aspect social et son rôle normatif (Desrosières, 2013). Destiné à un large éventail d'acteurs, il ne s'agit pas d'une simple mesure d'un paramètre, mais également d'une réponse à une préoccupation sociale concernant un problème identifié, actuel ou futur (Turpin, 1993 ; Rey-Valette *et al.*, 2006). Cet outil doit correspondre à la fois à des enjeux écologiques et des enjeux sociétaux, impliquant des points de vue souvent différents de la part des acteurs (*Ibid.*).

De nombreuses organisations internationales développent des indicateurs ayant pour objectifs de prendre en compte les interactions société-nature (Levrel, 2006). On retrouvera par exemple la Commission des Nations Unies pour le développement durable (CDD) créée par l'Assemblée générale des Nations Unies, l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) ou l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE). Par définition, tout système socio-écologique est un ensemble complexe dont la compréhension nécessite à la fois des connaissances sur des sous-systèmes spécifiques et des connaissances sur les interactions entre les éléments constitutifs de ces sous-systèmes (Ostrom, 2009). Ces systèmes complexes peuvent être représentés sous la forme d'un modèle conceptuel ou faire l'objet d'une modélisation numérique¹³. De tels modèles peuvent intégrer plusieurs centaines de variables dont il convient de réduire le nombre en ne retenant que les variables les plus déterminantes dans le fonctionnement du modèle ou en agrégeant plusieurs d'entre elles sous la forme d'indicateurs synthétiques. Dans ce cadre, les indicateurs sont des variables ou ensemble de variables qualitatives et/ou quantitatives, ayant pour objet de mesurer l'état d'un système socio-écologique ou son évolution afin de comprendre comment les activités humaines affectent l'environnement et comment les dynamiques sociales peuvent être influencées par les changements environnementaux (Ostrom, 2009).

Au niveau national, la dynamique autour de la conception d'indicateurs relevant des systèmes socio-écologiques est portée par l'Office Français de la Biodiversité. En 2021, cette agence publique a proposé un document d'expertise et de synthèse sur les indicateurs et les outils de mesure pour évaluer l'impact des activités humaines sur la biodiversité (Delavaud *et al.*, 2021). L'objectif de ce projet était d'instaurer un dialogue multi-acteurs, entre développeurs d'outils, utilisateurs potentiels et chercheurs, autour de la question des indicateurs de la biodiversité et de l'évaluation de l'impact écologique des activités humaines. Ces auteurs proposent des pistes pour améliorer les outils d'évaluation d'impacts existants ou futurs. Une enquête auprès des acteurs sur les « *perceptions et la connaissance relative des indicateurs et outils d'évaluation d'impact sur la biodiversité, de leurs utilisations actuelles et potentielles, des lacunes et difficultés de mise en œuvre, des attentes vis-à-vis de ces indicateurs et outils, et des pistes d'amélioration pour populariser et raffiner ces outils* » révèle qu'environ 40 % des enquêtés trouvent que « *les indicateurs et outils existants ne reflètent pas de manière précise l'impact sur la biodiversité* ». Dans ce contexte, leur attente vis-à-vis des indicateurs est claire :

¹³ Le premier modèle de système socio-écologique a été développé D Meadows et son équipe du MIT en étroite collaboration avec J Forester (1972) dans le cadre du projet « *Predicament of Mankind* ».

ceux-ci doivent être clairs et facilement interprétables, comme le sont les indicateurs synthétiques usuels que sont le PIB (Produit Intérieur Brut), l'IDH (Indice de Développement Humain) ou l'indice de la mesure de l'empreinte carbone (Boulangier, 2004 ; Levrel, 2006). Ces remarques conduisent à poser une question fondamentale : qu'est-ce qu'un bon indicateur ?

1.2. Qu'est-ce qu'un bon indicateur ?

Répondre à cette question exige en premier lieu de définir précisément ce qu'est un indicateur. Pour Boulangier (2005), il s'agit d'une **variable observable utilisée pour créer de l'information et rendre compte d'une réalité non observable**. Cette **variable observable peut être** « une statistique qui facilite l'interprétation et le jugement au sujet de la situation d'un élément du monde ou de la société » (Morand, 2000) mais cet auteur précise qu'il peut également s'agir d'une « information construite grâce à un modèle interprétatif de données explicite et consensuel. A partir d'un même jeu de données, tout le monde sera ainsi amené à construire la même information, laquelle pourra donc être qualifiée d'indicateur ».

Sur cette base, un bon indicateur doit avoir les qualités de toute information, c'est-à-dire a) s'intégrer dans la réalité de l'utilisateur ; b) disposer de la confiance de ce dernier (être considéré comme vrai et fiable) ; c) être récent ; d) être parlant et interprétable ; e) ne pas être ambigu. « Mais, il doit en plus posséder des qualités particulières : la concision et la simplicité dans l'expression ; la reproductibilité et l'objectivité (ne pas être dépendant de la personne qui collecte ou traite...) ; la faisabilité (ne pas être basé sur des données indisponibles ou impossibles à collecter). Doté de ces qualités, l'indicateur va pouvoir jouer pleinement son rôle d'outil de communication et d'aide à la décision » (Morand, 2000).

Pour sa part, David (2005) met l'accent sur trois qualités d'un indicateur : son efficacité, son coût d'acquisition et sa fonction, c'est-à-dire l'objectif de l'indicateur. Pour être efficace, un indicateur doit être pertinent et précis : les états ou processus qu'il caractérise répondent alors aux objectifs qui lui ont été assignés et la précision de cette estimation suffit à cette réponse. Son coût dépend de la durée de mise en œuvre de l'ensemble des moyens mobilisés pour son acquisition et du coût journalier moyen de ces derniers : le rapport « nombre de jour-homme » en est un bon estimateur. Quant à la fonction, elle se décline en trois composantes : décrire le système, suivre les crises d'origine interne ou externe qui peuvent l'affecter et piloter ce système (figure 51)

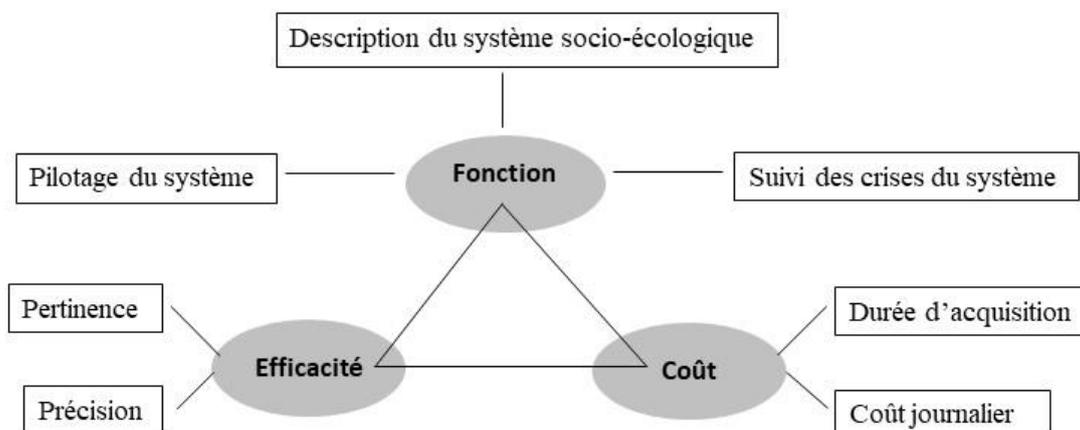


Figure 51 : Paramètres permettant d'estimer la qualité d'un indicateur descriptifs des indicateurs relatifs à tout système socio-écologique (D'après David, 2005)

Dans le chapitre I, les indicateurs proposés par l'OFB insistent sur leur fonction. Ainsi, un bon indicateur d'évaluation de l'impact des activités humaines sur la biodiversité doit « permettre l'évaluation de la dépendance des sociétés humaines à la biodiversité » (Delavaud *et al.*, 2021). La tâche n'est pas simple. Le suivi de l'état d'un système socio-écologique ou de son évolution, dont il était fait mention plus haut en référence à Orstrom (2009), est tout aussi complexe. Les limites à la conception d'indicateurs liés à la biodiversité ont été énoncées par Levrel (2006) et Delavaud *et al.* (2021). Mesurer la biodiversité implique en effet de faire des choix de composants et de métriques (Casetta *et al.*, 2019). Or, comme le souligne Reydon (2019), la notion d'« espèce » n'est pas une bonne unité de mesure de la biodiversité car toutes les espèces ne sont pas connues et toutes ne jouent pas le même rôle dans l'écosystème. Les autres limites possibles portent sur les difficultés a) de collecter des organismes vivants ; b) de définir un périmètre spatial et temporel de la collecte de données ; c) d'amener une équivalence entre les écosystèmes ; d) de mutualiser les protocoles et les méthodes (Delavaud *et al.*, 2021). Ces considérations montrent que la qualité d'un indicateur dépend de la qualité des variables qu'il synthétise.

Le problème de la genericité des indicateurs est également une question qui doit être prise en compte. Ainsi, à propos des programmes d'ingénierie écologique, Suggett *et al.* (2023) insistent sur le fait que les indicateurs doivent être **adaptés localement mais applicables à l'échelle mondiale**. Cela implique que l'ingénierie écologique puisse se déployer dans un cadre intégré qui « doit être une priorité pour assurer une restauration efficace des récifs à mesure que les efforts mondiaux s'accélèrent ». Pour Rey-Valette *et al.* (2006), les conditions pour élaborer un système plus intégré font partie d'un questionnement autour de la recherche-action : de la co-construction d'indicateurs aux approches participatives. Pour cela, il faut pouvoir identifier les problèmes associés à la prise en compte et à l'utilisation des indicateurs ; comprendre les modalités selon lesquelles les scientifiques intègrent la demande des usagers et y répondent.

1.3. Vers une gestion intégrée de l'ingénierie écologique

Le succès de l'ingénierie écologique peut être défini comme la capacité à prendre en compte à la fois les aspects sociaux et spatiaux de la réparation écologique. Il s'agit de considérer à la fois le site spécifique de réparation (dimension sociale, impliquant la gouvernance) et les connexions entre les différents milieux et sites de réparation (dimension écologique), ce qui conduit à une approche de réparation intégrée. En d'autres termes, la réparation est considérée comme réussie lorsque l'on parvient à combiner de manière efficace et équilibrée les préoccupations sociales, écologiques et économiques dans le processus de réparation écologique. On parlera alors d'une approche intégrée de l'ingénierie écologique.

La stratégie de la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC) peut alors s'envisager pour l'ingénierie écologique récifale. En effet, la GIZC repose sur l'adoption d'une approche globale et systémique (Lozachmeur, 2009). Le GIZC offre un cadre conceptuel qui intègre différentes dimensions de la gestion côtière, y compris la conservation de l'environnement, les aspects socio-économiques et la coordination des parties prenantes (Meur-Ferec, 2006 ; Pioch, 2008). L'ingénierie écologique récifale peut bénéficier de cette approche intégrée.

La gestion intégrée de l'ingénierie écologique permet d'optimiser les résultats de la réparation écologique en tenant compte de la complexité des enjeux socio-économiques et environnementaux. En adoptant cette approche, les projets de réparation écologique peuvent être plus efficaces, durables et acceptables pour toutes les parties prenantes concernées. Il faut donc pouvoir intégrer des indicateurs socio-systémiques dont l'acceptation sociale et l'acceptabilité sociale de la réparation écologique.

D'après Turner et al. (2014), améliorer la gouvernance dépasse la simple considération des règles et de la réglementation pour aborder la compréhension des interactions entre les parties prenantes de la société, dont la société civile. Comme le précisent Thiault et al. (2021), en matière de gestion des ressources naturelles, le suivi social des communautés locales est nécessaire pour comprendre l'évolution des perceptions des différentes parties prenantes et définir les points d'amélioration de l'engagement des communautés au sein du système socio-écologique. La durabilité se caractériserait alors par un équilibre entre quatre dimensions interconnectées : écologique (conservation de la nature), socioculturelle (éthique), gouvernance (politique) et économique (prospérité et santé) (Valentin et Spangenberg, 2000).

1.4. Les indicateurs socio-systémiques

Le soutien de l'ensemble des parties prenantes aux initiatives de conservation et de gestion est essentiel à la réussite des projets environnementaux. Pour comprendre les interactions entre les parties prenantes, il faut pouvoir identifier les concordances et les discordances de discours entre les acteurs. D'après Melé (2003) ces conflits d'aménagement sont en lien avec les pratiques de l'espace, pratiques définies par différents types d'engagements des parties prenantes (Torre *et al.*, 2006).

Il existe une relation entre engagement et attachement au lieu. En effet, « chargés de valeurs, d'émotions, d'histoires individuelles ou collectives, des lieux façonnent certaines représentations et influencent les pratiques et les comportements dans l'espace » (Cadoret, 2017). Ce concept d'attachement au lieu s'inscrit dans trois dimensions : individuelle, collective, spatiale (Figure 52). La **dimension individuelle** relève de l'histoire de chacun et de ses émotions déterminées par cette histoire et la culture dans laquelle la personne a été élevée, éduquée. La **dimension sociale ou collective** est définie par les interactions entre l'environnement social et l'environnement naturel. La **dimension spatiale** concerne l'attachement aux lieux et les relations entre humains et non-humains. L'imbrication de ces différentes dimensions de l'attachement au lieu génère ce que Sébastien (2022) appelle une politisation des attachements qui peut être sources de conflits, comme l'ont montré Bonnemaison (1986) et David (1999) pour des exemples océaniques en mobilisant la notion de territorialité.

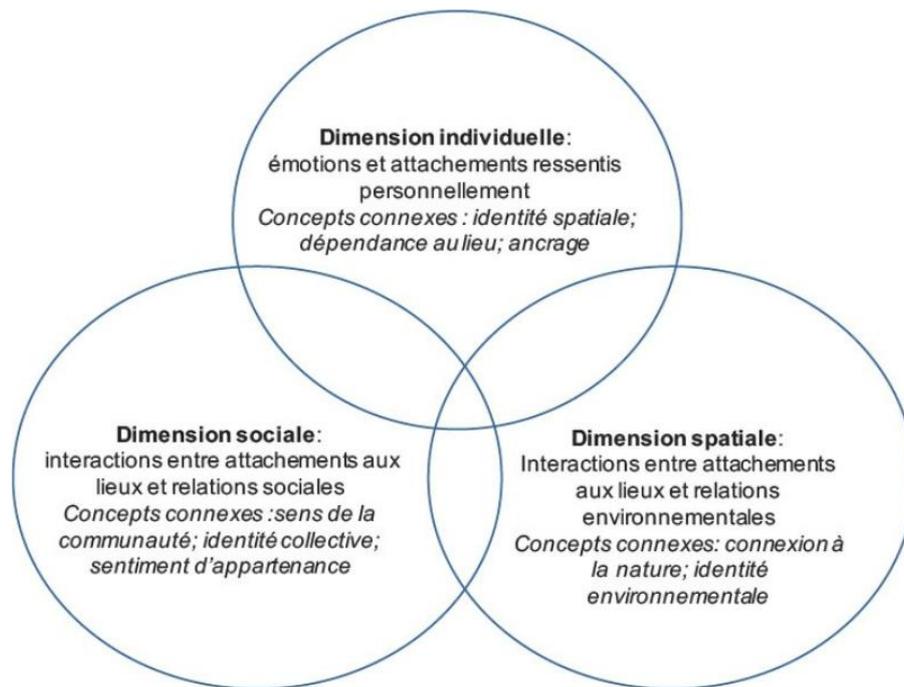


Figure 52 : Les trois dimensions de l'attachement au lieu (Sébastien, 2022)

D'après Torre et al. (2006), la gouvernance ne peut être fondée sans une connaissance approfondie des conflits d'usages de voisinage dans les espaces naturels. Catanzano et Thébaud (1995) considèrent même que l'objectif principal de la gestion du littoral est de réguler les conflits d'usage. Il s'agit notamment de se concentrer sur la notion d'*acceptation sociale*, envisagée comme l'une des composantes d'un processus conflictuel (Rey-Valette *et al.*, 2019) en analysant la manifestation des jeux d'oppositions entre les parties prenantes (Depraz *et al.*, 2016). Comme le soulignent ces derniers auteurs, l'acceptation sociale est une composante intrinsèque des processus de gestion du territoire et de gouvernance lorsqu'une innovation (telle que l'ingénierie écologique) intervient sur un territoire. Cette innovation peut être un objet technique (équipement public, infrastructures de transports) ou un outil réglementaire (normes, lois) appliqué à l'aménagement et au développement du territoire (Depraz *et al.*, 2016 ; Rey-Valette *et al.*, 2019) qui va très souvent initier des tensions sociales entre les acteurs et au final une très faible acceptation sociale de l'innovation. La gouvernance vise alors atteindre une acceptation sociale qui sera jugée suffisante lorsque que la majorité des acteurs accepte « *[par] consentement formel* » cette innovation (Depraz et Laslaz, 2014 ; David, 2022). Ce consentement est complexe par essence et sa mesure ne peut être limitée à une vision dichotomique : « *j'accepte ou je n'accepte pas* » (Thomassin et David, 2014). Il dépend de la satisfaction des enjeux d'ordres économique, environnemental ou identitaire des acteurs. Pour leur part, Depraz et al. (2016) définissent quatre champs disciplinaires dans lesquels peuvent être rassemblés les différents facteurs régissant l'acceptation sociale. Il s'agit de la géographie de l'aménagement, de la sociologie politique ou l'économie, du droit public et de la psychologie sociale (Figure 53).

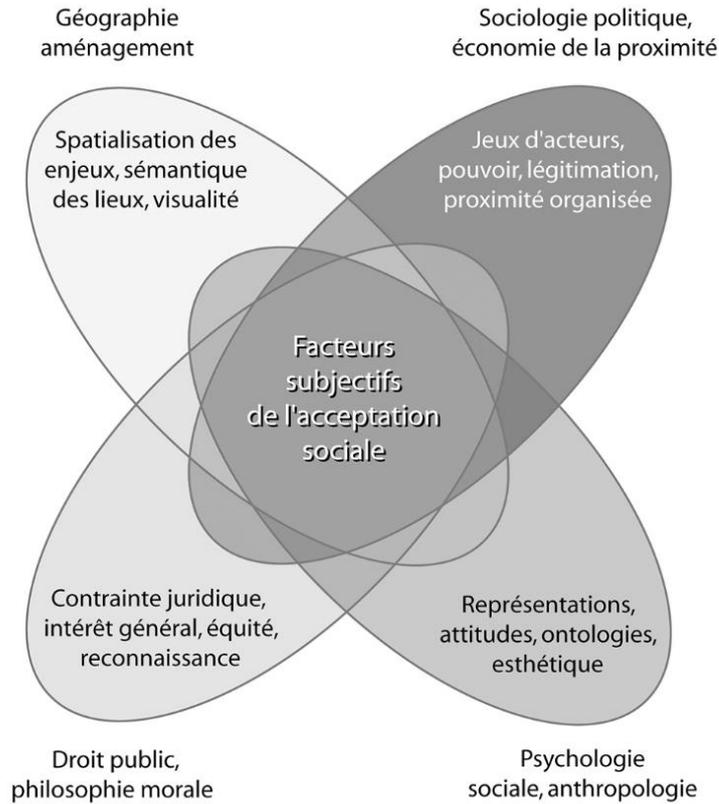


Figure 53 : Les principaux champs d'analyse des facteurs subjectifs de l'acceptation sociale (Depraz et al., 2016)

Pour gagner en opérationnalité, Depraz et Laslaz (2014) ont défini une méthode en 10 points pour mieux comprendre l'acceptation sociale et suivre son évolution. Il s'agit d'abord de mesurer les points de rejet (points 1, 2, 3, 4 - Figure 54) puis analyser les divergences (points 5, 6, 7, 8 - Figure 54) entre acteurs et leurs causes afin de dresser un constat de conflictualité. La réduction de cette dernière est l'objectif ultime de cette méthode avec la recherche de convergence (points 9, 10 - Figure 54) entre acteurs.

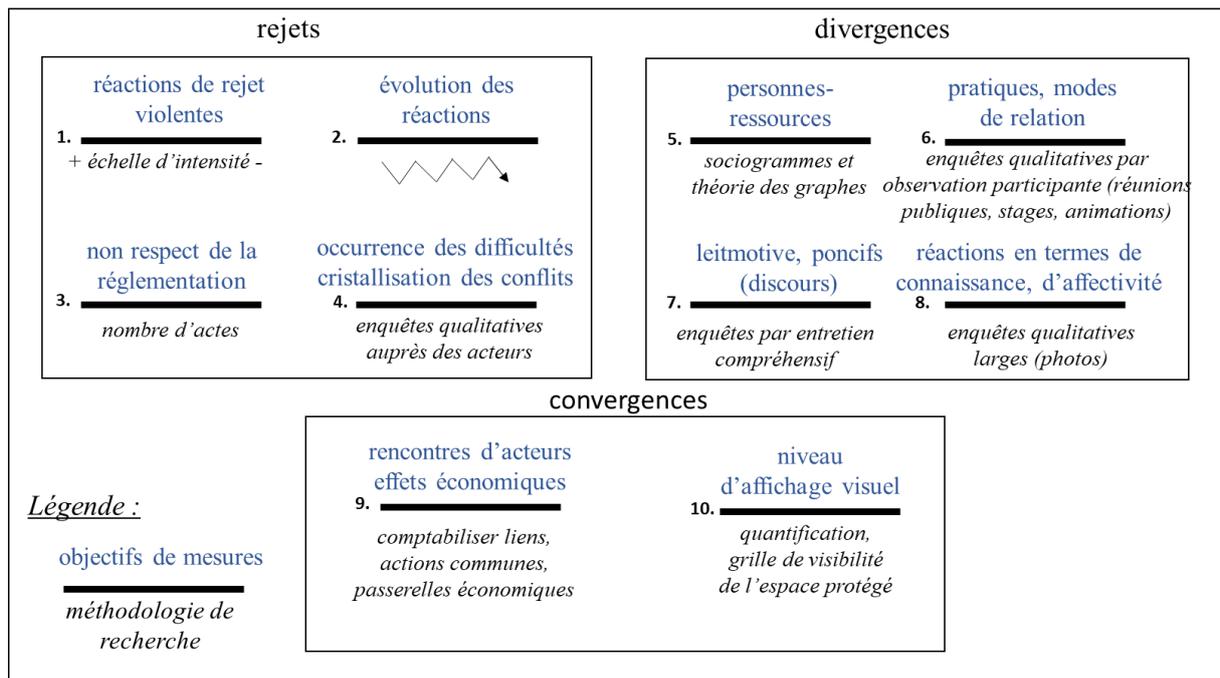


Figure 54 : La méthode en 10 points pour mesurer l'acceptation sociale, d'après Depraz et Laslaz, (2014)

Selon Depraz et Laslaz (2014), seul le volet « Convergences » est encore à améliorer mais, le principal intérêt de cette méthode en dix points est de comprendre les processus contestataires et l'évolution de la légitimation sociale. Depraz et Laslaz (2014) l'ont mis en œuvre dans le cas des aires protégées mais sa genericité est suffisante pour qu'elle puisse s'appliquer à toute innovation ayant pour objectif l'aménagement et de développement du territoire, comme le sont les projets d'ingénierie écologique en milieu récifal. Notre démarche d'enquête sociologique (cartes cognitives et entretiens semi-directifs) a permis de relever les représentations sociales et les discours d'acteurs afin de comprendre les motifs profonds de possibles conflits, elle s'inscrit donc dans la recherche des divergences proposée par Depraz et Laslaz (2014). Il reste à traduire cette analyse sous la forme d'indicateurs.

2. Les indicateurs écologiques de la réparation écologique

Évaluer le succès de l'ingénierie écologique passe par la construction d'**indicateurs écologiques** pertinents, ce qui implique selon Bouleau et Deuffic (2016) qu'un choix soit fait entre ce qui sera caractérisé et dénombré et ce qui ne le sera pas. La tâche n'est pas simple. Une première difficulté tient à la durée du suivi trop courte des projets de réparation ou de l'impossibilité de comparer avec un état de référence, comme le soulignaient Hein et al. (2017), et comme l'a montré le chapitre I. Une seconde difficulté réside dans le caractère trop réduit des indicateurs proposés. Actuellement, l'évaluation du succès des projets d'ingénierie écologique est essentiellement réalisée à partir de la couverture corallienne, le taux de survie et la croissance des espèces coralliennes (Hein, 2018 ; Hughes *et al.*, 2023). Comme le soulignent ces derniers auteurs, pour la couverture corallienne, cette mesure ne fournit aucune information sûre, d'une part, sur les espèces qui vivent dans la zone restaurée ; d'autre part, sur la composition ou les caractéristiques des espèces ; enfin, sur la taille des colonies ou leur

démographie par rapport aux zones de contrôle ou témoins. Le même constat peut être fait sur le taux de survie ou la croissance des espèces.

2.1. Une méthode pour construire des indicateurs écologiques

La méthodologie que nous employons s'inspire de la démarche en trois points proposée par Bouleau et Deuffic (2016) dans l'article « Qu'y a-t-il de politique dans les indicateurs écologiques ? ». Le choix d'un indicateur pertinent d'évaluation de l'efficacité de la réparation écologique se fait en fonction de critères qui se déclinent en paramètres renseignant des variables identifiées à partir des littératures scientifique et grise compilées dans le premier chapitre. Ce sont ces variables ou leur combinaison qui peuvent être érigées au rang d'indicateurs.

La première étape vise à délimiter les paramètres qui renseignent les trois critères d'évaluation de l'efficacité de la réparation écologique définis dans le chapitre I¹⁴. Ces paramètres sont au nombre de trois (Tableau 18). Le paramètre « **technique** » se rapporte au premier critère et traite des moyens matériels et de techniques d'ingénierie mises en œuvre dans la réparation écologique. Le paramètre « **biologique** » porte sur la résilience de l'écosystème réparé (deuxième critère). Le paramètre « **physico-chimique** » s'applique quant à lui à deux critères à la fois : les « moyens et des techniques d'ingénierie employées », et la « résilience de l'écosystème réparé ». Cette catégorisation permet de définir un cadre d'application plus rapide.

Chaque paramètre identifié est renseigné par plusieurs variables à mesurer. Cette étape de quantification est **la deuxième étape** dans la conception d'indicateurs écologiques. Le paramètre « **technique** » traite des moyens matériels et de techniques d'ingénierie mise en œuvre dans la réparation écologique et se décline en 5 variables : Taux de survie ; Adaptabilité des techniques employées ; Coût de la mise en œuvre ; Détachement ou casse corallienne ; Choix des espèces coralliennes (Tableau 18). Le paramètre « **biologique** » se décline en 9 variables : Taux de survie ; Croissance ; Recouvrement corallien ou larvaire ; Pression anthropique ; Pression de prédation sur le milieu ; Recrutement corallien, larvaire ou ichtyologique ; Détachement ou casse corallienne ; Biomasse ; Blanchissement (Tableau 18). Quant au paramètre « **physico-chimique** », il se décline en 6 variables : Analyse de la composition du substrat ; Température ; Sédimentation ; Turbidité ; pH ; Courant (Tableau 18). Toutes ces variables sont tirées de la littérature compilée dans le chapitre I.

Le Tableau 18 précise l'occurrence de chacune de ces variables dans les littératures scientifique et grise compilées dans le chapitre I. Les trois principales variables biologiques sont le taux de survie (22 % de citation) ; la croissance (12 %) et le recouvrement corallien (9 %).

La troisième et dernière étape dans la conception d'un indicateur écologique pertinent est de pouvoir quantifier chaque variable par des grandeurs faciles à mesurer. Cette étape sera détaillée ultérieurement, une fois sélectionnés les indicateurs les plus pertinents pour évaluer l'efficacité écologique de la réparation des récifs coralliens.

¹⁴ Rappelons qu'il s'agit 1) de la mise en œuvre des moyens et techniques d'ingénierie, 2) de la résilience de l'écosystème réparé et 3) des critères sociaux qu'il conviendrait de collecter pour améliorer la performance des projets de réparation écologique.

Tableau 18: Caractérisation de l'efficacité des projets d'ingénierie écologique et les variables identifiées d'après le corpus de données Océan Indien (Chapitre I)

Critère de l'efficacité socio-écologique Paramètres à mesurer	Moyens et technique mise en œuvre				Résilience de l'écosystème réparé				Social
	Technique		Physico-chimique		Biologique		Physico-chimique		Social
	Variables	% d'apparition de la mesure dans la littérature (chapitre I)	Variables	% d'apparition de la mesure dans la littérature (chapitre I)	Variables	% d'apparition de la mesure dans la littérature (chapitre I)	Variables	% d'apparition de la mesure dans la littérature (chapitre I)	
Variables identifiées	Taux de survie	21.90%	Analyse de la composition du substrat	14.04%	Taux de survie	21.90%	Analyse de la composition du substrat	14.04%	Non abordée dans cette section
	Adaptabilité des techniques employées	19.30%	Température	4.00%	Croissance	11.30%	Température	4.00%	
	Coût de la mise en œuvre	7.02%	Sédimentation	4.00%	Recouvrement corallien ou larvaire	9.30%	Sédimentation	4.00%	
	Détachement ou casse corallienne	3.51%	Turbidité	2.60%	Pression anthropique	8.77%	Turbidité	2.60%	
	Choix des espèces	1.43%	pH	2.00%	Pression de prédation sur le milieu	8.77%	pH	2.00%	
			Courant	0.70%	Recrutement corallien, larvaire ou ichtyologique	7.90%	Courant	0.70%	
					Détachement ou casse corallienne	7.90%			
					Biomasse	4.60%			
				Blanchissement	4.00%				

2.2. Proposition d'indicateurs écologiques pour évaluer l'efficacité de l'ingénierie écologique récifale

Nous avons choisi d'évaluer l'état du milieu après la réalisation d'un projet d'ingénierie écologique. Le présent paragraphe s'inspire de la méthodologie proposée par la méthode MERCI-Cor « Méthode pour Eviter Réduire et Compenser les Impacts des aménagements en milieu CORallien » (Pinault *et al.*, 2017).

Cette méthode est une approche décrite comme très opérationnelle, et qui « *peut être appliquée à différents stades d'un projet d'aménagement. Elle est construite en priorité pour être appliquée au stade du dimensionnement de la compensation, côté maîtrise d'ouvrage ou de l'instruction des dossiers côté services de l'État* ». Cette méthode trouve sa force dans l'évaluation de l'état de conservation d'une zone donnée dans sa globalité. Elle ne cible donc pas uniquement son analyse sur certaines espèces qui sont souvent protégées ou sur certaines fonctions écologiques. Elle considère la biocénose, « *un groupement d'êtres vivants dont la composition, le nombre des espèces et celui des individus reflètent certaines conditions moyennes du milieu ; ces êtres sont liés par une dépendance réciproque* » (d'après Möbius, 1887 ; Pinault *et al.*, 2017).

L'étude de ces biocénoses s'articule autour de trois composantes complémentaires. Premièrement, on retrouvera la **composition en peuplement**. Elle distingue l'intérêt patrimonial des espèces en présence, leur composition et leur nombre. Deuxièmement, il y aura la **structure des communautés** présentes. Il s'agit de définir et comprendre comment les éléments du peuplement s'organisent les uns par rapport aux autres (biomasse, densité, pourcentage de recouvrement) afin de définir la prédominance et l'importance des espèces considérées. Enfin, la troisième discipline est la **fonction des processus biologiques**. Quels sont les processus qui gèrent la biodiversité et qui affectent la composition en peuplement et la structure des communautés ? Merci-cor s'insère parfaitement dans la conjoncture actuelle et dans l'urgence de s'occuper de ces écosystèmes coralliens. Elle s'insère parfaitement dans notre problématique de recherche.

Nous nous basons sur l'expertise initiée par mes collègues pour proposer des indicateurs spécifiques à l'ingénierie écologique récifale. Pour parvenir à l'étude de nos biocénoses, il faut **pouvoir caractériser le milieu et son comportement**. De fait, nous fixons trois paramètres, la ou les techniques d'ingénierie employées, les paramètres physico-chimiques du milieu et les paramètres biologiques qui caractériseront le milieu après la réalisation d'un projet de réparation écologique. La deuxième étape est d'identifier les variables qui influenceront ces paramètres. La variable est la mesure sur laquelle se base l'indicateur. Il existe plusieurs variables pour chaque paramètre. Les variables « Taux de survie », « Détachement corallien », « Adaptabilité de la technique employée », « Coût de la technique » et « Temps de suivi de la technique » sont les variables proposées pour le paramètre technique. Les variables « Analyse de la composition en substrat », « Température du milieu », « Sédimentation de l'aire d'étude », « Turbidité du milieu », « Courantologie », « Mesure du pH » sont associés au paramètre « Physico-chimique du milieu ». Les variables « Taux de survie corallienne » ; « Croissance corallienne », « Recouvrement corallien ou larvaire », « Recrutement corallien ou larvaire », « Biomasse et diversité corallienne », « Blanchissement corallien », « Pression anthropique », « Pression de prédation sur le milieu », « Maladie corallienne », « Détachement ou casse corallienne » définissent le paramètre biologique. Cette liste n'est pas exhaustive, d'autres

variables peuvent être considérées pour caractériser le milieu. Nous pourrions mesurer la complexité structurelle du milieu après réparation à l'instant $t+X$. Il est aussi possible de considérer l'efficacité de la technique employée par le recrutement ichthyologique, la biomasse en herbivore, la diversité en invertébré *etc.*

Nous proposons de considérer ces variables selon une métrique, une échelle allant de 1 à 3. Cette échelle permet de facilement caractériser le milieu selon **un degré d'intensité 1 = faible ; 2 = moyen ; 3 = fort**. C'est une échelle simple pour une lecture rapide des résultats obtenus. Si l'ensemble des degrés ont une intensité forte alors nous maximisons l'efficacité écologique du projet ; si les degrés sont d'une intensité faible alors l'efficacité écologique du projet n'est pas vérifiée. C'est donc un degré d'intensité qui est identifié par variable énoncée. L'identification se fait selon une question-réponse définie selon un gradient. Pour le paramètre « Technique », la variable « Taux de survie » est associée à la question « La technique employée présente-t-elle un taux de survie élevée ? ». Les choix proposés pour répondre à cette question sont : 1 – le taux de survie est inférieur à 40 % pour la technique employée / 2 – le taux de survie est compris entre 41 % et 70 % pour la technique employée / 3 – le taux de survie est supérieur à 71 % pour la technique employée. Ici, le pourcentage du taux de survie relevé influencera le degré d'intensité qui caractérisa la variable « taux de survie ». L'ensemble des question-réponses que nous proposons sont disponibles dans le Tableau 19 suivant. La justification des choix de questions et de réponses s'est faite selon la littérature et au regard de la méthode MERCI-Cor (Tableau 19). Selon les résultats obtenus dans le cas pratique que nous verrons plus tard (voir Chapitre III – section 4), nous caractériserons le projet selon un degré d'intensité faible, moyen ou fort. Il s'agit d'une moyenne de l'ensemble des degrés identifiés par variable. Ce résultat est notre ligne directrice dans l'expression de l'efficacité écologique du projet de réparation.

Tableau 19 : Proposition d'indicateurs écologiques de l'ingénierie écologique récifale ; d'après la matrice MERCI-Cor (IFRECOR)

TYPE DE PARAMETRE	VARIABLE ETUDIÉE	INDICATEUR	MÉTRIQUE PROPOSEE [1;2;3]	RÉFÉRENCES	AXE D'ETUDE
TECHNIQUE	NOM : Taux de survie Définition : Probabilité de survivre à un processus ou évènement Mesure : Proportion d'individus vivants ou de matériaux toujours disponibles (%) NOTE : Bayraktarov et al., (2016) définissent la réussite des projets par un taux de survie supérieur à 85 %.	a. La technique employée présente-t-elle un taux de survie élevée ?	1. Le taux de survie est inférieur à 40 % pour la technique employée 2. Le taux de survie est compris entre 41 % et 70 % pour la technique employée 3. Le taux de survie est supérieur à 71 % pour la technique employée	Bayraktarov, E., Stewart-sinclair, P. J., Brisbane, S., et al. (2019). Motivations, success, and cost of coral reef restoration. <i>Restoration Ecology</i> , vol. 27, no 5, p. 981-991. Boström-einarsson, L., Babcock, Russell C., Bayraktarov, E., et al. (2020). Coral restoration—A systematic review of current methods, successes, failures and future directions. <i>PLoS one</i> , vol. 15, no 1, p. e0226631. Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M. (2020). Guide d'Ingénierie Écologique : La réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés. Édition IFRECOR. 114p Bayraktarov, E., Saunders, M. I., Abdullah, Sabah, et al. (2016). The cost and feasibility of marine coastal restoration. <i>Ecological Applications</i> , vol. 26, no 4, p. 1055-1074.	Succès de la technique
	NOM : Détachement ou casse corallienne Définition : Perte corallienne Mesure : Proportion de fragments coralliens engagés dans la technique de réparation (%)	b. La zone d'étude présente-t-elle des indices de détachements ou de casses coralliennes ?	1. La zone d'étude montre des signes de détachements ou de casses coralliennes très forts [61 -100 %] 2. La zone d'étude montre des signes de détachements ou de casses coralliennes moyens [41-60 %] 3. La zone d'étude montre peu de signes de détachements ou de casses coralliennes [0-40 %]	Goergen, E. A., Schopmeyer, S., Moulding, A. L., et al. (2020). Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales.	
	NOM : Adaptabilité des techniques employées Définition : Capacité à s'adapter à des modifications de l'environnement Mesure : Proportion de perte des structures ou des fragments coralliens engagés dans la technique de réparation (%) / Présence-absence de structures	c. Les structures ou les fragments coralliens engagés dans la technique ont-ils subi des dommages ?	1. Les structures ou fragments présentent un fort taux de perte compris entre [61-100 %] 2. Les structures ou fragments présentent un taux de perte compris entre [41-60 %] 3. Les structures ou fragments présentent un faible taux de perte [0- 40%]		Adaptabilité
	NOM : Coût de la mise en œuvre Définition : Montant de la technique employée. Mesure : \$ International/ha/année NOTE : Pour comparer différents projets, il est important d'ajuster les coûts en prenant en compte l'inflation (IPC = Indice des Prix de Consommation) par rapport à une année de référence ainsi que la différence de pouvoir d'achat entre les pays (PPP = indice de Pouvoir d'Achat par Parité). Cet ajustement permet d'avoir des données comparables entre plusieurs pays.	d. Quel est le coût du projet étudié ?	NOTE : Bien que la notion de coût soit citée dans les variables issues de notre analyse bibliographique, il semble difficile d'aborder le coût comme un indicateur de l'efficacité. Un projet peu coûteux est-il un projet considéré comme efficace ? Actuellement, le gradient que nous proposons [1;2;3] ne permet pas d'intégrer la notion de coût.	Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M. (2020). Guide d'Ingénierie Écologique : La réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés. Édition IFRECOR. 114p Bayraktarov, E., Saunders, M. I., Abdullah, Sabah, et al. (2016). The cost and feasibility of marine coastal restoration. <i>Ecological Applications</i> , vol. 26, no 4, p. 1055-1074. Bayraktarov, E., Stewart-sinclair, P. J., Brisbane, S., et al. (2019). Motivations, success, and cost of coral reef restoration. <i>Restoration Ecology</i> , vol. 27, no 5, p. 981-991.	Caractéristique technique du projet
	NOM : Temps de suivi du projet Définition : Durée du suivi des projets. Mesure : en année	e. Quel est le temps de suivi du projet ?	1. Le temps de suivi du projet est compris entre [0;5]ans 2. Le temps de suivi du projet est compris entre [5;10]ans 3. Le temps de suivi du projet est compris entre 10 ans et plus	Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M. (2020). Guide d'Ingénierie Écologique : La réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés. Édition IFRECOR. 114p Bayraktarov, E., Stewart-sinclair, P. J., Brisbane, S., et al. (2019). Motivations, success, and cost of coral reef restoration. <i>Restoration Ecology</i> , vol. 27, no 5, p. 981-991. Hein, M. Y., Willis, B. L., Beeden, R., et al. (2017). The need for broader ecological and socioeconomic tools to evaluate the effectiveness of coral restoration programs. <i>Restoration Ecology</i> , vol. 25, no 6, p. 873-883. Dires d'expert : "Le problème de suivi scientifique sur des périodes trop courtes qui ne tiennent pas compte de la survenue de ces phénomènes systématiquement pour un bilan sur 15 ans qui est à mon avis un laps de temps minimum pour l'évaluation d'une mesure de ce type, efficacité nulle " - Mathieu Pinault - entretien 2022 Boström-einarsson, Lisa, Babcock, Russell C., Bayraktarov, Elisa, et al. -2020) Coral restoration—A systematic review of current methods, successes, failures and future directions. <i>PLoS one</i> , vol. 15, no 1, p. e0226631.	

TYPE DE PARAMETRE	VARIABLE ETUDIÉE	INDICATEUR	MÉTRIQUE PROPOSÉE [1;2;3]	RÉFÉRENCES	AXE D'ETUDE
PHYSICO-CHIMIQUE	NOM : Analyse de la composition du substrat Définition : la composition rocheux sur lequel repose l'écosystème Mesure : Substrat meuble/rocheux	f. Quelles sont les caractéristiques du substrat qui compose le site de réparation ?	1. Substrat rocheux 2. Substrat sablo-rocheux 3 Substrat sableux		Qualité du substrat
	NOM : Température Définition : Mesure de la température de l'eau Mesure : °C La température est une variable clé pour déterminer d'éventuelles maladies ; ou épisodes de blanchissement. Cependant, c'est une variable qui doit être mesurée en continue ou à intervalle régulier.	g. Y a-t-il des changements brutaux de températures et ou une élévation globale de la température de l'eau ?	NOTE : Cette variable demande un suivi continu		
	NOM : Sédimentation Définition : Dépôts sédimentaires ou en suspension sur l'aire d'étude Mesure : / Note : Les taux de sédimentation varient en fonction du type d'habitat, de la situation géographique et de facteurs environnementaux (vent, pluie et ruissellement) et anthropogéniques (construction côtière, remblayage des plages).	h. Quel est le niveau de sédimentation observé sur l'habitat ?	1. Toutes les surfaces dures, même récemment immergées, et les organismes benthiques sont couverts de dépôts sédimentaires fins ou flocculeux, remis en suspension par la main du plongeur 2. Les surfaces dures exposées au courant sont nettoyées, mais les surfaces couvertes, les anfractuosités et les organismes benthiques tendent à se combler ou à se colmater OU Les surfaces dures sont nettoyées, seuls les interstices, les assemblages algaux gazonnants et les fractures permettent l'accumulation de particules sédimentées 3. Les substrats durs sont nettoyés, aucune particule sédimentée n'est remise en suspension par la main du plongeur	Goergen, E. A., Schopmeyer, S., Moulding, A. L., et al. (2020). Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales. Pinault, M., Pioch, S., Pascal, N., et al. (2017) Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR.: Livret 2. IFRECOR.	
	NOM : Turbidité Définition : Présence de matière en suspension dans l'eau ayant de multiples conséquences sur l'écosystème. Mesure : % de transparence de l'eau Note : La sédimentation conditionne la turbidité de l'eau. Elle peut se mesurer par disque de secchi	i. Quel est l'état physicochimique général de la masse d'eau littorale ?	0. La masse d'eau est très turbide (1 à 3 m de visibilité moyenne), très dessalée (<32‰) ou fortement exposée aux intrants d'origine humaine (érosion, polluants agricoles, domestiques ou industriels) 1. La masse d'eau est turbide (3 à 6 m de visibilité moyenne), dessalée (32 à 35‰) ou modérément exposée aux intrants d'origine humaine 2. La masse d'eau est claire (6 à 12 m de visibilité moyenne), de salinité normale (35‰) et faiblement exposée aux intrants d'origine humaine 3. La masse d'eau est limpide (>12 m de visibilité moyenne), de salinité normale (35‰) et très faiblement exposée aux intrants d'origine humaine	Pinault, M., Pioch, S., Pascal, N., et al. (2017) Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR.: Livret 2. IFRECOR. Goergen, E. A., Schopmeyer, S., Moulding, A. L., et al. (2020). Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales.	Qualité de l'eau
	NOM : pH Définition : potentiel hydrogène de l'eau Mesure : mesure du pH de l'eau Note : Mesurer le pH permet de voir s'il y a une acidification du milieu (Diminution du pH de l'eau de mer)	j. /	1., 2. , / 3.	Andersson, A. J. et Gledhill, D. (2013). Ocean acidification and coral reefs: effects on breakdown, dissolution, and net ecosystem calcification. <i>Annual review of marine science</i> vol. 5, p. 321-348. Anthony, Kenneth RN. (2016). Coral reefs under climate change and ocean acidification: challenges and opportunities for management and policy. <i>Annual Review of Environment and Resources</i> , vol. 41, p. 59-81.	
	NOM : Courant / Houle Définition : L'exposition aux forts mouvements des masses d'eau Mesure : Profondeur des structures mise en place	k. Quel est le niveau d'exposition de l'habitat aux courants et à la houle de régime dominant (houles d'alizés, houles australes, etc.)?	1. L'habitat est peu profond (<10 m) et très exposé aux systèmes de houles et de courants généraux (alizés, moussons, mers de vent) 2. L'habitat est peu profond (<10 m) mais relativement protégé des systèmes de houles et de courants généraux OU L'habitat est situé plus profond (entre 10 et 30 m), mais très exposé aux systèmes de houles et de courants généraux 3. L'habitat est situé plus profond (entre 10 et 30 m), il est relativement protégé des systèmes de houles et de courants généraux	Pinault, M., Pioch, S., Pascal, N., et al. (2017) Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR.: Livret 2. IFRECOR.	

TYPE DE PARAMETRE	VARIABLE ETUDIÉE	INDICATEUR	MÉTRIQUE PROPOSEE [1;2;3]	RÉFÉRENCES	AXE D'ETUDE
BIOLOGIQUE	NOM : Taux de survie	l. Les coraux impliqués dans le projet de réparation présentent-ils un taux de survie élevée ?	1. Le taux de survie est inférieur à 40 % pour la technique employée 2. Le taux de survie est compris entre 41 % et 60 % pour la technique employée 3. Le taux de survie est supérieur à 61 % pour la technique employée	Bayraktarov, E., Stewart-sinclair, P. J., Brisbane, S., et al. (2019). Motivations, success, and cost of coral reef restoration. <i>Restoration Ecology</i> , vol. 27, no 5, p. 981-991. Boström-einarsson, L., Babcock, Russell C., Bayraktarov, E., et al. (2020). Coral restoration—A systematic review of current methods, successes, failures and future directions. <i>PloS one</i> , vol. 15, no 1, p. e0226631. Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M. (2020). <i>Guide d'Ingénierie Écologique : La réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés</i> . Édition IFRECOR. 114p Bayraktarov, E., Saunders, M. I., Abdullah, Sabah, et al. (2016). The cost and feasibility of marine coastal restoration. <i>Ecological Applications</i> , vol. 26, no 4, p. 1055-1074.	Caractéristique et composition corallienne
	Définition : Probabilité de survivre à un processus ou événement				
	Mesure : Proportion d'individus vivants (%)				
	NOM : Croissance corallienne	m. Quelle est la croissance des coraux réparés ?	1. Les espèces présentent une croissance faible par rapport au niveau moyen de croissance défini par espèce 2. Le niveau de croissance des espèces est modéré 3. Le niveau de croissance des espèces est fort	Goergen, E. A., Schopmeyer, S., Moulding, A. L., et al. (2020). <i>Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales</i> . Pinault, M., Pioch, S., Pascal, N., et al. (2017) <i>Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR.</i> : Livret 2. IFRECOR.	
	Définition : Augmentation de la taille des fragments ou colonies corallienne réparés				
	Mesure : NOTE : Cette variable est dépendante de la vitesse de croissance moyenne de l'espèce considérée.				
	NOM : Recouvrement corallien ou larvaire	n. Quelle est l'évolution du recouvrement corallien ou larvaire du site d'étude ?	1. Le recouvrement corallien a peu évolué depuis la mise en place du projet 2. Le recouvrement corallien a évolué d'au moins 30 % 3. Le recouvrement corallien a évolué d'au moins 50 %	Hein, M. Y. S. (2018). <i>Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective</i> . Thèse de doctorat. James Cook University.	
	Définition : Le recouvrement corallien est un reflet de l'état de vitalité du récif				
	Mesure : % de recouvrement corallien ou larvaire NOTE : nécessite une connaissance des conditions initiales de l'air d'étude.				
NOM : Recrutement corallien, larvaire	o. Quelle est l'évolution du recrutement corallien ou larvaire du site d'étude ?	1. Le recrutement corallien a peu évolué depuis la mise en place du projet 2. Le recrutement corallien a évolué d'au moins 30 % 3. Le recrutement corallien a évolué d'au moins 50 %	Hein, M. Y. S. (2018). <i>Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective</i> . Thèse de doctorat. James Cook University.		
Définition : Reproduction après réparation					
Mesure : Diversité corallienne recrutée (%)					
NOM : Biomasse et diversité corallienne	p. Le peuplement corallien est-il diversifié ?	1. Peu d'espèces coralliennes sont recensées au sein du site 2. La diversité d'espèces est limitée mais les conditions du milieu est favorable à l'accueil d'espèces remarquables 3. La diversité corallienne est forte avec une forte diversité d'espèces remarquables	Hein, M. Y. S. (2018). <i>Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective</i> . Thèse de doctorat. James Cook University. Pinault, M., Pioch, S., Pascal, N., et al. (2017) <i>Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR.</i> : Livret 2. IFRECOR.		
Définition : Richesse spécifique en corail du site d'étude					
Mesure : Nombre d'espèces en présence					
NOM : Blanchissement corallien	q. Quel est l'état de santé des coraux réparés ?	1. De nombreuses colonies ont subi un blanchissement important, La présence d'algues envahissantes est observable 2. Peu de blanchissement sont visibles, les conditions du milieu semble favorable à peu d'épisodes de blanchissement 3. Les coraux présentent majoritairement une forte vitalité	Hein, M. Y. S. (2018). <i>Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective</i> . Thèse de doctorat. James Cook University.		
Définition : Perte de couleur du corail résultant de la disparition d'algues symbiotiques					
Mesure : % de perte de couleurs due à un choc physiologique NOTE : Le blanchissement se produit en réponse à des chocs physiologiques liés à des changements brusques de température, de salinité ou de turbidité					

<p>NOM : Pression de prédation sur le milieu</p> <p>Définition : Prédation sur les coraux réparés par des organismes prédateurs (acanthasters, vers...)</p> <p>Mesure : Perte de tissu par prédation (%)</p> <p>NOTE : La proportion de tissus perdus nécessite une estimation de la taille de chaque colonie afin de pouvoir calculer la surface perdue.</p>	<p>s. Y a-t-il un risque de prédation sur l'habitat ?</p>	<p>1. Evènement de prédation fréquents 2. Evènement de prédation localisé, rassemblé, cas isolé 3. Aucun évènement de prédation n'est observé sur l'habitat</p>	<p>Goergen, E. A., Schopmeyer, S., Moulding, A. L., et al. (2020). Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales. Pinault, M., Pioch, S., Pascal, N., et al. (2017) Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR.: Livret 2. IFRECOR.</p>	<p>Etat de santé des coraux</p>	
<p>NOM : Maladie</p> <p>Définition : Perte de tissus coralliens due à un facteur exogène</p> <p>Mesure : sous la forme d'une bande distincte, d'un bord déchiqueté, sur une zone ou plusieurs zones, linéaire et/ou diffuse et est souvent associée à une perte de tissu. % de perte de tissu</p> <p>NOTE : Les maladies coralliennes peuvent être causées par des bactéries, des champignons, des virus, des protozoaires ou d'autres facteurs de stress entraînant une perte de tissus, une réduction des taux de croissance et des capacités de reproduction. En outre, de nombreuses maladies coralliennes peuvent interagir avec d'autres facteurs de stress et accroître la perte de tissus coralliens.</p>	<p>t. Quelle est la vitalité des peuplements coralliens du site ?</p>	<p>1. De nombreuses colonies observent des nécroses visibles et en grand nombre, la présence d'algues envahissantes est observable 2. Peu de nécroses sont visibles 3. Les coraux présentent majoritairement une forte vitalité</p>	<p>Goergen, E. A., Schopmeyer, S., Moulding, A. L., et al. (2020). Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales. Hein, M. Y., Willis, B. L., Beeden, R., et al. (2017). The need for broader ecological and socioeconomic tools to evaluate the effectiveness of coral restoration programs. <i>Restoration Ecology</i>, vol. 25, no 6, p. 873-883. Pinault, M., Pioch, S., Pascal, N., et al. (2017). Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR.: Livret 2. IFRECOR.</p>		
<p>NOM : Détachement ou casse corallienne</p> <p>Définition : Perte corallienne</p> <p>Mesure : Proportion de perte des fragments coralliens engagés dans la technique de réparation (%)</p>	<p>u. La zone d'étude présente-t-elle des indices de détachements ou de casses coralliennes?</p>	<p>1. La zone d'étude montre des signes de détachements ou de casses coralliennes très forts [61 -100 %] 2. La zone d'étude montre des signes de détachements ou de casses coralliennes moyens [41-60 %] 3. La zone d'étude montre peu des signes de détachements ou de casses coralliennes [0-40 %]</p>	<p>Goergen, E. A., Schopmeyer, S., Moulding, A. L., et al. (2020). Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales.</p>		

Autre propositions

NOM : Complexité structurelle

HEIN, Margaux Yvonne Sophie. Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective. 2018. Thèse de doctorat. James Cook University.

NOM :Biomasse et diversité en herbivore

HEIN, Margaux Yvonne Sophie. Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective. 2018. Thèse de doctorat. James Cook University.

NOM :Diversité en invertébré

GOERGEN, Elizabeth A., SCHOPMEYER, S., MOULDING, A. L., et al. Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales. 2020.

NOM :Recrutement ichthyologique

HEIN, Margaux Yvonne Sophie. Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective. 2018. Thèse de doctorat. James Cook University.
GOERGEN, Elizabeth A., SCHOPMEYER, S., MOULDING, A. L., et al. Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales. 2020.

Composition de l'écosystème réparé

2.3. Analyse critique de la démarche proposée

Dans la section 4 du chapitre III, nous appliquerons notre grille à un cas d'étude passé. Cependant, cette liste d'indicateurs est théorique, aucune vérification sur le terrain n'a été effectuée. Il s'agit avant tout d'une proposition de divers indicateurs associés à des variables pour mesurer de manière simple (en degré d'intensité) l'efficacité d'un projet d'ingénierie écologique récifal. Le but de cette méthode est de pouvoir, à terme, proposer une aide à la décision pour la gestion des projets de réparation écologique. Il s'agit de proposer une mesure simple qui parlerait aux différents utilisateurs de cette grille. Réalisée selon la méthode MERCI-Cor, cette liste a vocation à être vérifiée et appliquée. Il s'agirait alors de mesurer la qualité statistique des indicateurs proposés. Il faudrait pouvoir définir des critères de pertinence. Cette grille est la base d'un élément de travail en lien avec l'évaluation de l'efficacité écologique des projets de réparation.

Plusieurs critiques quant à la définition des variables peuvent être faites. Premièrement, certaines de nos variables définies peuvent être difficilement mesurables. La variable « température » qui demande un suivi continu peut être un non-sens dans cette grille. La variable « coût » peut difficilement intégrer le gradient d'intensité [1/2/3] défini. Deuxièmement, pour caractériser chacune des variables, plusieurs méthodes de collecte de données sont possibles. Il faudrait pouvoir tenir compte de l'ensemble des effets supposés du projet, ce qui nécessite une parfaite connaissance de l'écosystème corallien et des mécanismes qui le régissent (Pinault *et al.*, 2017). La collecte de données sur des organismes vivants reste une difficulté. Il existe plusieurs méthodes pour mesurer la diversité corallienne (transects ; quadrats ; *etc.*) pouvant aboutir à différents types de données (richesse spécifique ; diversité taxonomique ; diversité fonctionnelle ; Indice de Shannon ; Indice de Pielou ; *etc.*). Ainsi, standardiser ou normaliser le protocole de collecte de données semble difficilement réalisable (Hein *et al.*, 2017), la complexité du milieu corallien rendant cette tâche difficile. Harmoniser ces informations n'est pas chose facile, d'autant plus que d'autres indicateurs peuvent toujours venir compléter notre liste (Tableau 19). Une perspective peut être envisagée, au-delà de la mesure de la technique de réparation écologique engagée, il serait intéressant de suivre l'évolution des espèces qui composent le milieu récifal (espèces benthiques, démersaux, pélagiques, *etc.*) et ainsi, de considérer l'écosystème récifal dans son ensemble.

3. Les indicateurs d'acceptabilité sociale de la réparation écologique

Après avoir défini des indicateurs écologiques de la RE, nous aborderons dans cette partie les **indicateurs sociologiques d'acceptabilité sociale** de la RE. Ces indicateurs seront construits sur la base des cartes cognitives vues dans le chapitre II. Afin d'amener un cas concret, nous appliquerons la démarche de construction au cas des récifs artificiels. L'objectif de cette partie est de définir la démarche de construction de ces indicateurs, proposer une analyse critique de cette démarche et fournir à terme un protocole type de construction d'indicateurs.

3.1. Une méthode pour construire des indicateurs d'acceptation sociale issus des cartes cognitives

La construction d'indicateurs d'acceptation sociale repose sur le postulat suivant : l'acceptation sociale des récifs artificiels s'établit en fonction du degré de consentement des acteurs aux enjeux territoriaux. La méthodologie que nous employons s'inspire de l'article de Thomassin et David (2014) « *Elaboration d'une méthode pour construire des indicateurs d'acceptation sociale : application à la réserve naturelle marine de la Réunion* » à la différence près que les données utilisées pour la construction de ces indicateurs ne sont pas issues d'entretiens semi-directifs mais de cartes cognitives. Sur les 693 mots cités par l'ensemble des acteurs lors de l'exercice de cartes cognitives, 307 mots interviennent dans la conception de ces indicateurs. Les mots non-considérés dans la conception sont des mots n'ayant pas de valeur d'opinion chez l'enquêté. Nous ne considérons pas les mots relatifs à la localité des récifs artificiels (exemple : Japon ; St Martin ; la commune de La Possession).

Pour chaque mot à valeur d'opinion considéré, un **codage** positif (+1), négatif (-1) ou neutre (0) est affecté (Tableau 20). Deux règles interviennent dans la définition des codages :

- (I) Si le mot a une valeur d'opinion négative alors le codage de -1 lui sera attribué. À l'inverse si le mot a une valeur d'opinion positive alors le codage sera de +1 (Mauvais = -1 / Bon = +1) ;
- (II) Autre cas de figure, si le mot a une valeur d'opinion à l'opposé de l'ingénierie écologique alors son codage sera de -1. Si le mot a une valeur d'opinion dans le sens de la définition des récifs artificiels dans le cadre de l'ingénierie écologique, alors le codage sera de +1 (RA valorise uniquement la pêche = -1/ RA valorise la concentration d'espèce à d'autres usages = +1).

Ce codage permet une meilleure compréhension et reproductibilité des résultats obtenus. Chacune de ces valeurs est associée à des **variables** définies. Ces variables permettent de définir si oui ou non les valeurs d'opinion sont positives ou négatives. Après analyse de ces mots à valeur d'opinion, nous avons défini les huit variables suivantes :

- V1.** Les objectifs d'installation des récifs artificiels selon l'utilité des espèces présentes sur les récifs artificiels.
- V2.** Les objectifs d'installation des récifs artificiels selon le type d'usage des RA par le panel enquêté.
- V3.** L'opération de mise en place de projets de RA.
- V4.** L'opinion de l'efficacité de la technique « récifs artificiels ».
- V5.** L'opinion de la complexité dans la mise en place des projets de RA.
- V6.** L'opinion sur le caractère esthétique des RA.
- V7.** L'opinion sur la réglementation autour de la mise en place des projets de RA.
- V8.** Le coût engendré quant à l'élaboration des projets de RA.

La description de ces variables est disponible dans la section suivante (3.2. Chapitre III). Le résultat obtenu pour chaque variable s'octroie par simple soustraction de la somme des valeurs d'opinion négative à la somme des valeurs d'opinion positive. Chaque variable est définie par une valeur d'opinion moyenne comprise [-1 : +1].

Tableau 20 : Méthode de construction des indicateurs d'acceptation sociale issus des cartes cognitives

Exemple	Mot à valeur d'opinion	Codage	Variable	Indicateur
1	DCP (Dispositif de concentration de poisson)	-1	V1. Opinion sur les objectifs des RA liée à la concentration d'espèces halieutique	I.1 Perception de l'utilité des récifs artificiels comme outil de l'ingénierie écologique
2	Faune	+1		
3	Favorise petit pêche	-1	V2. Opinion sur les objectifs des RA liée à la pêche	
4	Création d'habitat	+1		
5	Dégradation des récifs	-1	V3. Opinion sur la mise en place de projet RA	
6	Espoir	+1		
7	Ne règlera pas tous les problèmes	-1	V4. Opinion sur l'efficacité des RA	I.2 Opinion sur la mise en place de projets de RA à la Réunion
8	Améliorer	+1		
9	Complexe	-1	V5. Opinion sur la complexité de la méthode	
10	Simple	+1		
11	Evoque le faux	-1	V6. Opinion sur l'esthétique des RA	I.3 Opinion sur la beauté des RA
12	Esthétique	+1		
13	Problème de réglementation	-1	V7. Opinion sur la réglementation	I.4 Opinion de la réglementation autour des RA
14	Règlementation	+1		
15	Coût élevé	-1	V8. Opinion sur le coût des RA	I.5 Perception du coût des RA
16	Peu cher	+1		

Lorsqu'il est possible, ces variables sont associées entre elles par thématique commune pour former nos indicateurs. Après un travail d'association, le résultat compris entre -1 et 1 des variables est ensuite moyenné aux **variables associées** pour obtenir un **indicateur synthétique** (aussi compris entre -1 et 1). Ces indicateurs synthétiques considèrent des données qualitatives, ils agrègent des opinions réunies par variables.

Nous avons établi cinq indicateurs pour les huit variables mesurées (Tableau 21). Ce tableau fournit l'exemple de calcul de ces indicateurs synthétiques par étape de construction pour l'ensemble du panel étudié, toutes catégories d'individus confondues.

Tableau 21 : Calcul des indicateurs d'acceptation sociale issus de cartes cognitives pour l'ensemble du panel enquêté.

66

	VARIABLE	CODAGE	MESURE	CALCUL DE LA VARIABLE	CALCUL D'INDICATEUR
I.1 Perception de l'utilité des récifs artificiels comme outil de l'ingénierie écologique	V1. Opinion sur les objectifs des RA liée à la concentration d'espèces halieutique	Faune utile (halieutique) = -1 Faune non utile (non-halieutique) = 1	Faune utile = -4; Faune non-utile = 96	$V1 = (96-4)/100 = 0.92$	$(V1+V2)/2 = +0.41$
	V2. Opinion sur les objectifs des RA liée à la pratique de la pêche	Valorise la pêche = -1 Valorise la concentration d'espèces à autre usage = 1	valorise la pêche = -42; valorise les autres usages = 34	$V2 = (34-42)/76 = -0.11$	
I.2 Opinion sur la mise en place de projets de RA à la Réunion	V3. Opinion sur la mise en place de projet RA	mauvais + assez Mauvais = -1 Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0	M+AM = -30 ; B+AB = +56 ; ? = 5	$V3 = (56-30)/91 = 0.29$	$(V3+V4+V5)/3 = +0.48$
	V4. Opinion sur l'efficacité des RA	Avis mauvais + assez Mauvais = -1 Avis Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0	M+AM = -4 ; B+AB = +6 ; ? = 4	$V4 = (6-4)/14 = 0.14$	
	V5. Opinion sur la complexité de la méthode	Complexe = -1 Simple = 1	C = 0 ; S = 2	$V5 = 2/2 = +1$	
I.3 Opinion sur la beauté des RA	V6. Opinion sur l'esthétique des RA	Moins beau = -1 Plus beau = 1	MB = -7; PB = 3	$V6 = (3-7)/10 = -0.4$	$V6 = -0.4$
I.4 Opinion sur la réglementation autour des RA	V7. Opinion sur la réglementation	Avis négatif = -1 Avis positif = 1	N = 0; P = 3	$V7 = 3/3 = +1$	$V7 = 1$
I.5 Perception du coût des projets de RA	V8. Opinion sur le coût des projets RA	Cher = -1 Peu cher = 1	C = -8 ; PC = 2	$V8 = (2-8)/10 = -0.6$	$V8 = -0.6$

3.2. Les indicateurs d'acceptation sociale en fonction de l'ensemble du panel enquêté

Les entretiens semi-directifs menés sur les acteurs de degré 1¹⁵ ont révélé que le défi principal lié aux récifs artificiels est de définir clairement les objectifs assignés à leur mise en place de récifs artificiels. Comme pour la notion de réparation écologique vue dans le chapitre II, les entretiens montrent qu'il y a un flou dans l'application de la méthode « récif artificiel » : Est-elle pratiquée pour la restauration d'écosystèmes ? Est-elle pratiquée pour augmenter les stocks de poissons à des fins de pêche ? Cette dualité se dessine dans les représentations des acteurs de degré 1 (voir annexe n°13).

Nous avons donc construit cinq indicateurs : l'utilité des récifs artificiels comme outil de l'ingénierie écologique (I.1) ; l'efficacité de la méthode employée (I.2) ; la mesure de la satisfaction des acteurs pour le critère « beauté » des récifs artificiels (I.3) ; les difficultés administratives à la mise en place de ce type de technique (I.4) ; le coût associé à la mise en place de récifs artificiels (I.5).

Le premier indicateur (I.1) caractérise l'utilité des récifs artificiels comme outil propre de l'ingénierie écologique. I.1 tend vers 1 quand les acteurs considèrent les récifs artificiels comme un outil d'ingénierie écologique sans en faire un outil d'aide à la pêche. Deux variables d'opinion composent cet indicateur.

La première variable (V1.) considère l'avis des acteurs sur l'objectif des récifs artificiels en matière de concentration de faune, que ce soit à visée halieutique ou non. Si la variable tend vers -1, la perception est axée sur l'accumulation de faune utile (halieutique). A l'inverse, si la variable tend vers +1, la perception est orientée vers une concentration d'espèces non-halieutiques. La seconde variable (V2.) concerne la perception des récifs artificiels comme outil de valorisation de la pêche ou non. De la même manière que la précédente variable, (V2.) tend vers -1 lorsque les acteurs considèrent les récifs artificiels comme un outil dédié à la pêche. En 2022, après agrégation des deux variables V1. et V2., I.1 vaut 0.41 pour le panel enquêté dans son ensemble, ce qui révèle que les récifs artificiels sont considérés comme un outil de concentration de faune sans lien avec la ressource halieutique et l'exploitation de la ressource (Tableau 22).

Le deuxième indicateur (I.2) porte sur la mise en place des projets de récifs artificiels et l'efficacité de la méthode. Quand I.2 tend vers 1, les représentations des acteurs sont positives, quand elle tend vers -1 elles sont négatives et l'acceptation sociale est jugée mauvaise. Trois variables renseignent cet indicateur. La variable (V3.) considère la mise en place de ce type de structure ; la (V4.) porte sur l'efficacité perçue des récifs artificiels ; la variable (V5.) traite de la complexité de la méthode « récif artificiel ». Lorsque la méthode est jugée complexe, la variable tend vers -1, lorsque que la méthode est jugée simple, la variable de tend vers +1. En 2022, après agrégation des trois variables V3., V4. et V5., I.2 vaut + 0.48 pour l'échantillon global, ce qui révèle que la méthode des récifs artificiels a une acceptabilité sociale positive pour le territoire réunionnais (Tableau 22).

¹⁵ Pour rappel, ces acteurs travaillent ou ont travaillé sur des projets en lien avec l'étude, la gestion ou la gouvernance des récifs coralliens. Ce sont les professionnels de la recherche, de l'ingénierie, de la gestion durable et de la protection active du milieu considéré.

Le troisième indicateur (I.3) considère l'esthétisme des récifs artificiels. Quand I.3 tend vers 1, les récifs artificiels sont jugés esthétiques. Une variable unique compose cet indicateur : la variable V.6. En 2022, I.3 vaut -0.40 pour le panel enquêté dans son ensemble, l'image des récifs artificiels dans le paysage réunionnais tend à être perçue en moyenne comme négative (Tableau 22).

Le quatrième indicateur (I.4) traite des facilités réglementaires pour les projets de RA. Quand I.4 tend vers 1, l'opinion sur la réglementation est jugée positive pour les enquêtés. Une variable unique compose cet indicateur : la variable V.7. En 2022, I.4 vaut 1 pour le panel enquêté dans son ensemble, la réglementation autour des récifs artificiels tend à être perçue en moyenne comme positive (Tableau 22). Cependant, cet indicateur proposé est uniquement lié aux individus de degré 1. Les autres acteurs n'ont pas signifié d'opinion sur les aspects réglementaires de la pose de RA.

Le cinquième indicateur (I.5) est associé au coût des projets de RA. Plus I.5 tend vers 1, plus les projets de récifs artificiels sont jugés peu coûteux. Une variable unique compose cet indicateur : la variable V.8. En 2022, I.5 vaut -0.60 pour le panel enquêté dans son ensemble, le récif artificiel étant jugé comme une méthode coûteuse par l'ensemble du panel enquêté (Tableau 22).

Tableau 22 : Tableau d'indicateurs d'acceptation sociale des récifs artificiels pour l'ensemble du panel enquêté. (Cas de l'île de la Réunion)

INDICATEURS	BORNES	INTERPRÉTATION	TOTAL ENQUÊTÉ
I.1 Perception de l'utilité des récifs artificiels comme outil de l'ingénierie écologique	Compris entre -1 et 1	Plus I.1 est proche de 1 plus la catégorie d'acteurs considère les RA comme un outil d'ingénierie écologique et non pas comme un outil en lien avec l'augmentation des stocks de pêches	0.41
I.2 Opinion sur la mise en place de projets de RA à la Réunion	Compris entre -1 et 1	Plus I.2 est proche de 1 plus l'acceptation sociale de la mise en place de RA à la Réunion est élevée	0.48
I.3 Opinion sur la beauté des RA	Compris entre -1 et 1	Plus I.3 est proche de 1 plus les récifs artificiels sont jugés esthétiques	-0.40
I.4 Opinion sur la réglementation autour des RA	Compris entre -1 et 1	Plus I.4 est proche de 1 plus l'opinion sur la réglementation autour des RA est jugée positive par les enquêtés	1.00
I.5 Perception du coût des projets de RA	Compris entre -1 et 1	Plus I.5 est proche de 1 plus les projets de récifs artificiels sont jugés peu coûteux	-0.60

3.3. Représentation graphique des indicateurs d'acceptation sociale

Pour améliorer la visualisation des résultats des indicateurs, il est possible de représenter l'ensemble des variables issues des indicateurs synthétiques proposées sous la forme d'un graphique radar (Figure 55). Chacune des variables est construite selon un gradient entre une opinion négative (seuil à -1) et une opinion positive (seuil à +1). Ce type de visualisation permet de proposer des études comparatives de l'acceptation sociale sur des échelles de temps différentes. L'évolution temporelle de variables peut être un bon marqueur de l'influence des politiques de gestion.

Précédemment, nous avons considéré les résultats des indicateurs de l'ensemble du panel enquêté. Ces résultats nous apportent des informations générales sur ce que pourrait être l'acceptation sociale des récifs artificiels sur l'ensemble du territoire réunionnais. Cependant ;

ils n'apportent pas d'informations sur chacun des trois groupes qui composent ce panel, définis au chapitre II en fonction de leur interdépendance au milieu récifal. À partir de ces trois degrés d'interdépendance nous obtenons un découpage des résultats (Figure 56) et des nuances peuvent être apportées.

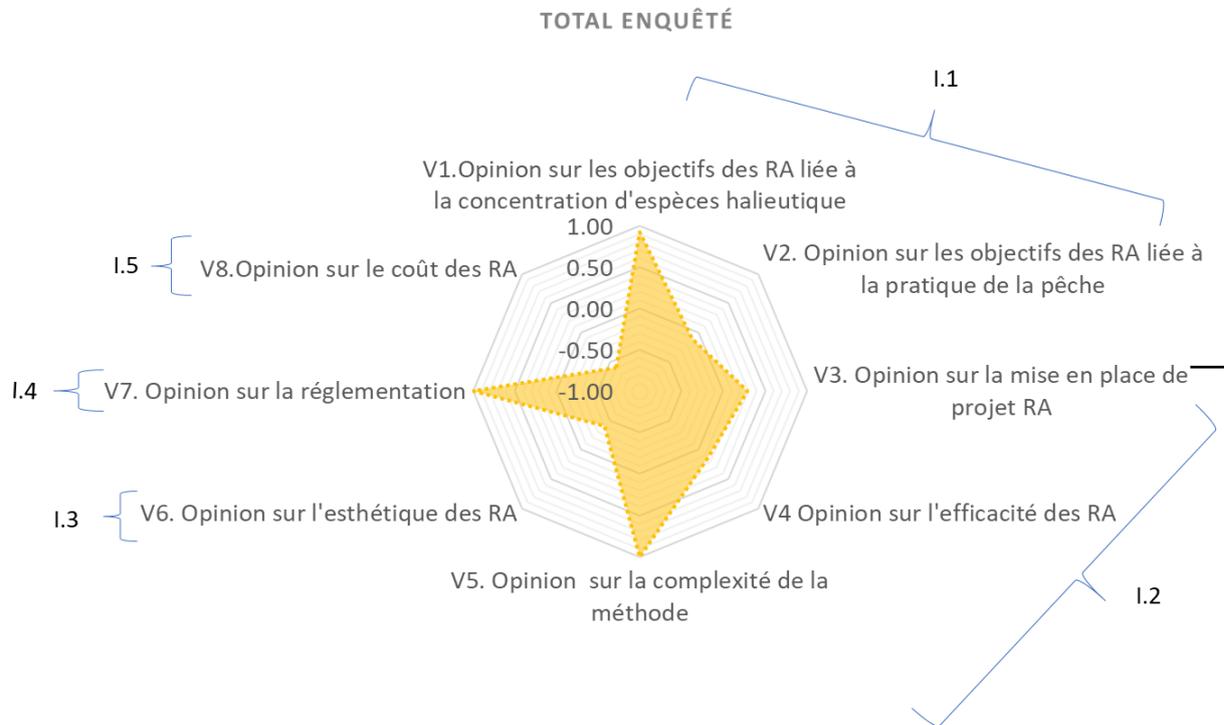


Figure 55 : Visualisation graphique en radar de l'acceptation sociale des récifs artificiels
NB : I = Indicateur

Pour l'indicateur I.1, l'ensemble du panel voit le récif artificiel comme un outil sans lien avec la ressource halieutique ($I.1 = +0.41$), opinion que l'on retrouve chez les acteurs du groupe 1 ($I.1 = +0.40$). En revanche, les acteurs du groupe 3 qui n'ont que peu de liens avec le récif corallien sont unanimes : les récifs artificiels sont des outils dédiés à l'ingénierie écologique : l'indicateur I.1 vaut +1 (figure 55). Pour les acteurs du groupe 2, I.1 vaut +0.33. (Figure 56).

Pour l'indicateur I.2, l'ensemble du panel considère les récifs artificiels comme modérément efficaces ($I.2 = +0.48$) mais cette valeur est « tirée » par le groupe 1. Les acteurs du groupe 2 comme ceux du groupe 3 présentent tous les deux une acceptation faible ($I.2$ vaut +0.02 pour les premiers et +0.08 pour les seconds (figure 55).

Pour l'indicateur I.3, l'ensemble du panel considère les récifs artificiels comme peu esthétiques ($I.3 = -0.40$). Cette représentation est tirée par le groupe 3, pour lequel ($I.3 = -1$), à l'inverse le groupe 1 juge les récifs esthétiques ($I.3$ vaut + 1) (Figure 56).

Pour l'indicateur I.4, à savoir l'opinion sur les difficultés administratives à la mise en place des récifs artificiels, seul le groupe 1 s'est exprimé à ce sujet : ($I.4 = 1$) (Figure 56).

Pour l'indicateur I.5, à savoir le coût associé à la mise en place de récifs artificiels, les acteurs des groupes 1 et 3 jugent ceux-ci très coûteux ($I.5 = -1$), à la différence du groupe 2 ($I.5 = +0.33$) (Figure 56).

a)

INDICATEURS	BORNES	INTERPRÉTATION	TOTAL ENQUÊTÉ	DEGRÉ 1	DEGRÉ 2	DEGRÉ 3
I.1 Perception de l'utilité des récifs artificiels comme outil de l'ingénierie écologique	Compris entre -1 et 1	Plus I.1 est proche de 1 plus la catégorie d'acteurs considère les RA comme un outil d'ingénierie écologique et non pas comme un outil en lien avec l'augmentation des stocks de pêches	0.41	0.40	0.33	1.00
I.2 Opinion sur la mise en place de projets de RA à la Réunion	Compris entre -1 et 1	Plus I.2 est proche de 1 plus l'acceptation sociale de la mise en place de RA à la Réunion est élevée	0.48	0.43	0.02	0.08
I.3 Opinion sur la beauté des RA	Compris entre -1 et 1	Plus I.3 est proche de 1 plus les récifs artificiels sont jugés esthétiques	-0.40	1.00	0.00	-1.00
I.4 Opinion sur la réglementation autour des RA	Compris entre -1 et 1	Plus I.4 est proche de 1 plus l'opinion sur la réglementation autour des RA est jugée positive par les enquêtés	1.00	1.00	-	-
I.5 Perception du coût des projets de RA	Compris entre -1 et 1	Plus I.5 est proche de 1 plus les projets de récifs artificiels sont jugés peu coûteux	-0.60	-1.00	0.33	-1.00

b)

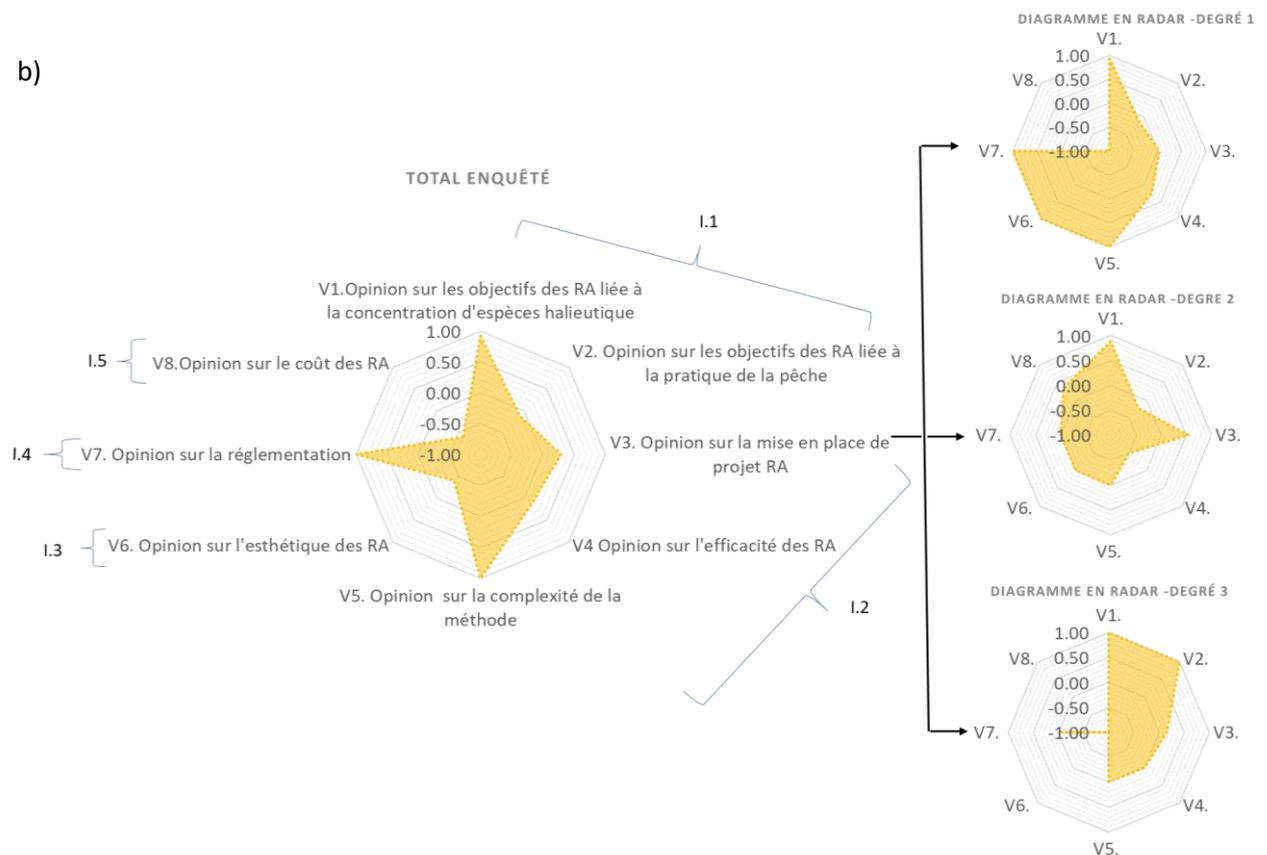


Figure 56 : a) Tableau d'indicateurs d'acceptation sociale des récifs artificiels et b) visualisation graphique en radar de l'acceptation sociale des récifs artificiels selon le degré d'interdépendance au récif corallien. (Cas de l'île de la Réunion)
 NB : I = Indicateur ; V = Variable issue de l'indicateur.

3.4. Analyse critique de la démarche proposée

Développer des indicateurs d'acceptation sociale des récifs artificiels permet de définir, en amont de projets d'ingénierie écologique, les différents leviers d'action pour améliorer l'efficacité du projet de réparation écologique. Les résultats obtenus lors d'une telle évaluation permettent d'identifier précisément où se situent les différents freins au projet liés à l'acceptation sociale de l'ingénierie écologique. Une fois ces freins définis, il est possible de mener des actions de gestion ciblées et d'adapter les objectifs d'ingénierie écologique selon les besoins des acteurs.

Pour autant, plusieurs limites peuvent être soulignées concernant la méthode employée. **Premièrement**, bien que l'outil « carte cognitive » permette d'avoir beaucoup de données en très peu de temps (comparativement aux entretiens semi-directifs), ce qui permet d'enquêter un grand nombre de personnes et atteindre une meilleure représentativité dans l'échantillon, le temps de traitement des données obtenues et de mise en forme des résultats est très long. **Deuxièmement**, une analyse comparative entre les indicateurs issus des discours d'entretiens semi-directifs et ceux issus des cartes cognitives serait un moyen de mettre en balance les indicateurs obtenus par les deux méthodes. Cette comparaison pourrait confirmer ou infirmer les résultats obtenus et permettre de dresser des indicateurs différents de ceux issus des cartes cognitives. Pour aller plus loin, nous pourrions aussi nous focaliser sur un groupe d'étude uniquement (exemple : le groupe de degré 1). Cette analyse permettrait d'estimer et préciser la robustesse des indicateurs définis à l'aune des variables choisies pour composer ces indicateurs. Cela nous amène **au troisième point** de critique : la liste d'indicateurs proposée n'est pas exhaustive. Il est possible que d'autres indicateurs soient tout aussi pertinents mais non révélés par les opinions issues des cartes cognitives. **Le dernier élément de critique** à aborder est la transposabilité de la démarche, à la fois sur d'autres territoires et dans le temps. Cependant, la réalisation de la même démarche sur le territoire mahorais permettra à termes de comparer, de valider, voire de rajouter des indicateurs d'acceptabilité sociale.

Il est important de prendre en compte que l'interprétation des indicateurs sociologiques ne peut se faire sans considérer le caractère subjectif des perceptions. Ces perceptions sont recueillies à un *instant t* et elles peuvent être corrélées à différents paramètres extérieurs à l'enquête (environnement social, économique, politique ou historique). Le nombre de cartes cognitives produites est un avantage pour transformer ces perceptions en représentations sociales plus robuste. Ce travail d'analyse de l'acceptabilité sociale est fastidieux mais, néanmoins nécessaire pour avoir une vision globale, mais surtout favoriser l'efficacité écologique sur le long terme.

3.5. L'acceptabilité sociale, un besoin d'intégration à la démarche d'ingénierie écologique récifale

Travailler sur l'acceptabilité sociale des projets d'ingénierie écologique a pour but de mesurer le risque acceptable, au sens de Rey-Valette et al. (2019). Ce risque est défini comme étant le seuil à ne pas dépasser pour que le projet reste socialement reconnu et intégré (*Ibid.*). Le suivi social dans la gestion intégrée de l'ingénierie écologique permet de comprendre l'évolution des perceptions parmi différents groupes d'acteurs. Ces indications fournissent des clés aux chercheurs en sciences sociales dans l'élucidation des perceptions des menaces environnementales ou autres (Thiault *et al.*, 2021). Pour tester notre démarche, nous choisissons

de nous focaliser sur la technique « Récif artificiel ». Nous prendrons un cas d'étude réunionnais, celui du projet « CORAIL » de 2004.

4. Exemple de projet d'ingénierie écologique récifal : l'immersion de pylônes électriques à la Réunion

4.1. Histoire de récifs artificiels

Pour reprendre la définition de récif artificiel du chapitre I, les récifs artificiels sont des structures volontairement immergées dans l'eau dans le but de reproduire artificiellement les fonctions écologiques d'un habitat naturel donné.

Ces habitats artificiels sont définis selon un ou plusieurs objectifs énoncés. Ils peuvent faciliter l'installation d'espèces cibles pour augmenter les ressources halieutiques (Hammond *et al.*, 2020), maintenir ou développer la biodiversité en créant des habitats diversifiés et ainsi restaurer les habitats (Pioch, 2017 ; Seaman, 2019). Ils peuvent aussi avoir une fonction de corridor écologique (Pioch, 2013). Il s'agit de mimer la nature pour l'optimiser. En mimant des fonds naturels qui ont été dégradés ou qui sont absents, on facilite l'installation d'espèces cibles : c'est une approche de solution basée sur la nature (*Nature Based Solution*). Il faut également recréer des habitats spécifiques afin d'offrir des abris adaptés aux espèces.

C'est au Japon, dès 1650, que les premiers récifs artificiels ont vu le jour (Lacroix *et al.*, 2002). Par empirisme, les pêcheurs japonais avaient constaté une certaine attirance des poissons pour toutes sortes d'objets immergés : épaves, troncs d'arbres, algues flottantes, récifs naturels. Ainsi, à des fins d'amélioration de leur petite pêche, ils ont mis en place les premières structures immergées (en bambou) dans le lagon. Ces aménagements font référence au « sato-umi », qui vise à développer la nature par la gestion ou l'action humaine (Pioch, *et al.*, 2011a ; 2011b)

Les techniques ont évolué et la pratique s'est développée (Figure 57). Mais ce n'est que depuis une quarantaine d'années, en parallèle de l'augmentation mondiale de la demande en produits de la mer et de surexploitation halieutique, que des projets de récifs artificiels ont essaimé partout dans le monde : aux Etats-Unis (années 60), en Grande Bretagne (1989, Poole Bay), en Italie (années 1970), en France (1969, Palavas), en Espagne (1989, Tabarca) (Susperregui et Soulier, 2009). Seaman (2002) a recensé au moins 34 pays dans lesquels des récifs artificiels avaient été immergés entre 1991 et 1999. A ce jour, la technique des récifs artificiels pour la réparation des milieux semble être la plus répandue dans le monde (Pioch, 2008 ; Jacob *et al.*, 2018).



Figure 57 : Carte des pays ayant des récifs artificiels (Cepralmar, Région Languedoc Roussillon, 2015)

Cette technique a été initialement conçue pour favoriser l’implantation et augmenter la taille des populations d’espèces halieutiques. Il s’agissait alors de mimer les processus naturels afin d’en tirer davantage de services. Mimer des récifs naturels dégradés ou absents facilite en effet l’installation des espèces cibles. Aujourd’hui, les objectifs des récifs artificiels dépassent l’objectif seul d’augmentation des ressources halieutiques, mais visent plus globalement la restauration de l’écosystème récifal pour le maintien de l’ensemble de ses fonctionnalités écologiques et, incidemment, la préservation de la biodiversité qu’il abrite. Dans notre contexte d’ingénierie écologique récifale, les récifs artificiels reproduisent artificiellement les fonctions écologiques de l’habitat naturel (Pioch, 2013) (Figure 58).

D’après Cresson (2013), la mise en place de récifs artificiels ne modifierait pas la structure et le fonctionnement des communautés de poissons. Ces structures offrent à ces organismes un apport varié et important de ressources alimentaires. Au vu de la perte en biodiversité marine et de la nécessité de favoriser le développement des espèces halieutiques, la mise en place de récifs artificiels semble donc être une des solutions pour prévenir et contrecarrer ces pertes à la fois écologiques (perte d’habitat, diminution de la biodiversité marine) mais aussi économiques (diminution des rendements de pêche) (Charbonnel, 2005).

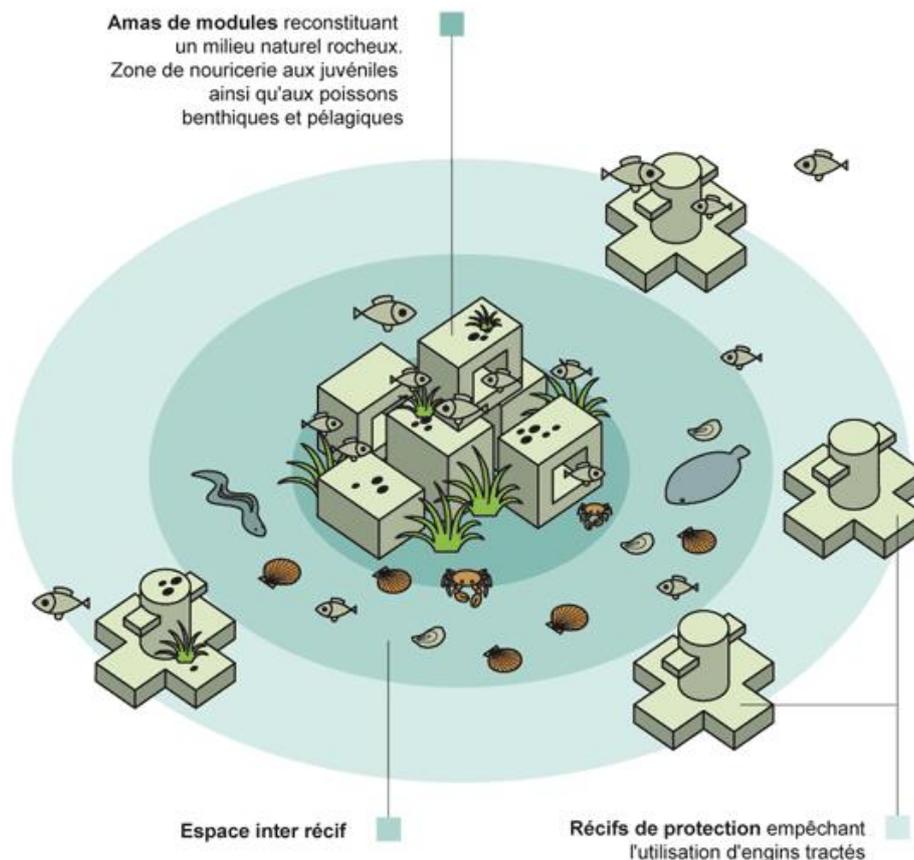


Figure 58 : Organisation schématique d'un récif artificiel (Source : Cépralmar)

4.2. Les récifs artificiels à la Réunion

La recherche bibliographique menée (Chapitre I) a mis en évidence sept projets de récifs artificiels à La Réunion. Six d'entre eux ont été réalisés et un est en cours de développement (Tableau 23). Quatre de ces projets sont conçus à des fins de soutien de la pêche locale. Les trois autres visent à soutenir la fonction habitat récifal (Tableau 23-figure 59) : le plus vieux date de 1999 et porte sur la restauration du platier récifal. En 2014, des récifs artificiels ont été posés dans le cadre de l'extension du port de St-Paul. Le projet en cours de développement concerne la pose d'habitats artificiels en relation avec la Nouvelle Route du Littoral.

Les types de récifs artificiels déployés sont faits d'une grande variété de matériaux : bouées, filets, pneus, bidons en plastique, béton éco-conçu (l'éco-conception a pour objectif d'intégrer la protection de l'environnement dès la conception de la structure), revalorisation de poteaux en béton électrique (Tableau 23). Chaque projet présente des caractéristiques qui lui sont propres.

Le projet CORAIL, réalisé en 2006, est celui pour lequel nous avons obtenu le plus d'informations. Nous nous focaliserons sur celui-ci pour la suite du chapitre. Les données issues de la bibliographie permettront d'étayer les indicateurs écologiques et les données issues des entretiens semi-directifs viendront alimenter les indicateurs sociologiques.

Tableau 23 : Les projets de récifs artificiels réalisés ou en cours à La Réunion

Nom du projet	Année de réalisation	Type de RA	Objectifs	Références disponibles
Dispositif de Concentration de Poissons de l'île de la Réunion	1988	Constitués de bouées supportant du matériel attractif (feuilards plastiques et filets)	DCP : Soutenir l'activité de pêche	Detolle, J.P., Tessier, E., René, F., Roos, R, Sacchi, J., (1996). Etude en vue d'optimiser le coût et la longévité des Dispositifs de Concentration de Poissons de l'île de La Réunion, approche technico-économique. Rapp. Ifremer DRV 96.14-RH / La Réunion, 73 p. Biais, G., Taquet, M., 1990. Dispositifs de Concentration de Poissons autour de la Réunion Rapp. Ifremer RIDRV - 90.05 RH / La Réunion, 34 p.
Restauration d'un plantier récifal corallien (Focus la pose de structures artificielles)	1999	Structure artificielle avec association de transplants coralliens	- Fonction habitat (DCF)	Chabanet et Naim, (2000). Restauration d'un platier récifal corallien par le biais de transplantations de coraux scléactiniaires branchus, isolés et/ou associés à leur faune ichtyologique, et de la pose de structures artificielles – Récapitulatif des travaux de recherches et des actions de transferts,
<i>Nom du projet non disponible</i>	2001	NA	NA	Lacour, F.-N., (2000). Mise au point d'un protocole de comptage des peuplements ichtyologiques sur un récif artificiel et suivi de sa recolonisation après capture des poissons. D.E.A. spéc. Biosci. Environn., Chimie et Santé, option Milieu marin. Univ. Méditerran., O.S.U. : 38 p.
Récifs artificiels de la Baie de St Paul	2001	Structures en bidons en plastique et pneus	- Enrichir un milieu à faible capacité productive - Offrir différentes options de gestion (repeuplement, pêche, aquaculture, ...)	Pothin, K., Tessier, E., & Turquet, J. (2001). Suivi de la colonisation de récifs artificiels en baie de St Paul Tessier E. (2005). Dynamique des peuplements ichtyologiques associées aux récifs artificiels à l'île de la Réunion (ouest de l'océan Indien) - Implication dans la gestion des pêcheries côtières.
Projet CORAIL : Récifs artificiels à partir de poteaux en béton électrique	2008	Poteaux en bétons (EDF)	- DCP - Fonction habitat - Corridor écologique - Diversification de la petite pêche	CRPMEM, (novembre 2007). Etude de faisabilité et fabrication de prototypes de récifs artificiels Pinault M (2013). Evaluation de la fonctionnalité de récifs artificiels à vocation non extractive, dans un contexte d'habitats naturels fragmentés - Côte nord-ouest de l'île de La Réunion CRPMEM, (2016). Plan de gestion des récifs artificiels à la Réunion. PARETO (2011) Bilan de 3 ans de suivi, La possession, Le Port, St Leu. Suivi de la faune ichtyologique, des peuplements benthiques et de l'intégralité structurelle des Récifs Artificiels Données relatives à la demande d'AOT du domaine maritime [080606DonneesAOT]
Extension Port de St Leu- Eco conception	+/- 2014	- Micro habitats pour juvéniles - Béton écologique pour favoriser la colonisation de la faune et la flore - Eco-digue en éco-blocs pour juvéniles récifaux	Organiser et installer des ouvrages destinés à restaurer les écosystèmes côtiers d'eau calme	Extension du port de Saint Leu Analyse des mesures prévisionnelles de réduction et de compensation envisagées
Habitat artificiel sur la Nouvelle Route du Littoral	202X	NA	- Expérimentation d'habitats artificiels sur les pilonnes de la Nouvelle Route du Littoral - Habitats artificiels à destination des pêcheurs, plongeurs-loisirs et scientifiques	(2013) Dérogation de la Région Réunion concernant la construction de la Nouvelle Route du Littoral Lettre d'intention à la Région Réunion

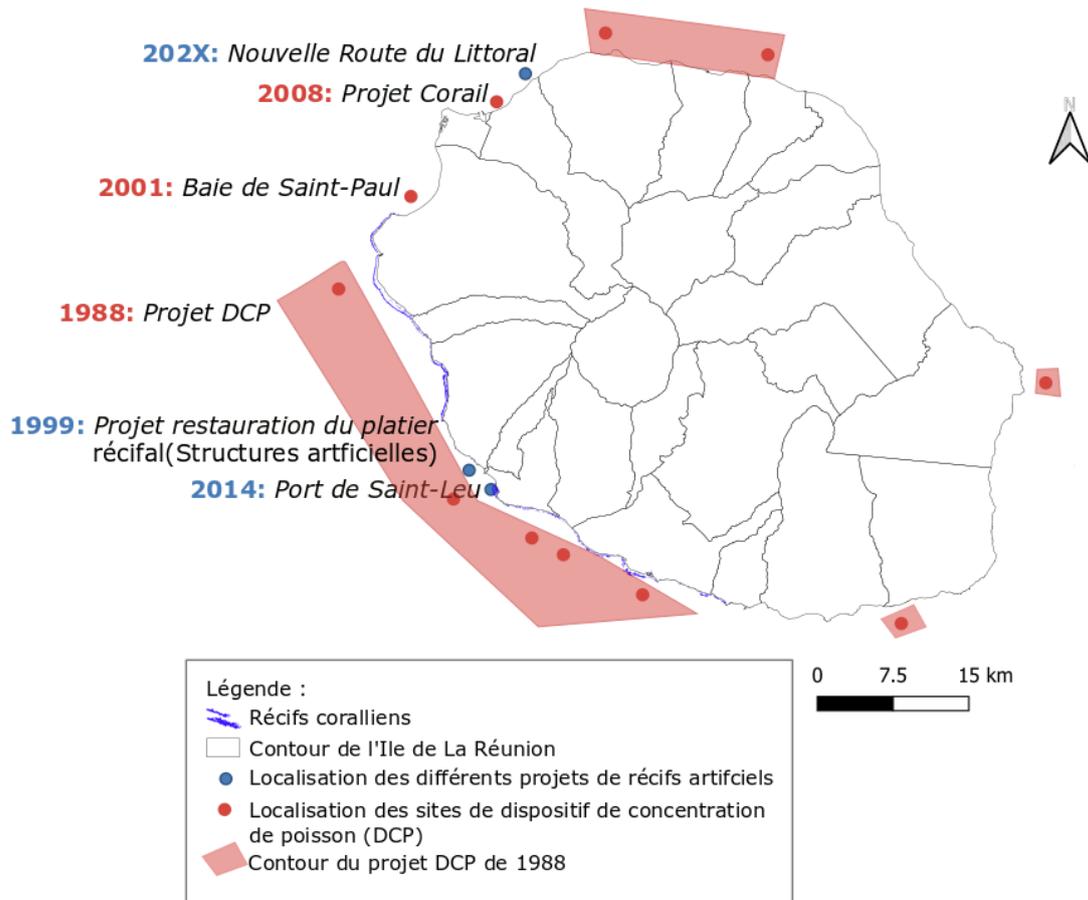


Figure 59 : Localisation des projets de récif artificiel à La Réunion. NB : le projet de 2001 ne figure pas sur la carte ; document non disponible.

4.3. Le projet CORAIL : des récifs artificiels à partir de poteaux en béton électrique

L'idée du projet « CORAIL REUNION » (COLonisation de Récifs Artificiels ILE de la REUNION) est à l'initiative d'une entreprise privée, le centre EDF de la Réunion. Il s'agit d'une étude exploratoire pour mesurer le potentiel recruteur de nouveaux prototypes de récifs artificiels. Le projet a été mis en œuvre en 2008 dans la baie de la Possession (Ile de la Réunion). Nous nous intéressons à deux prototypes de récifs artificiels les « Hexapodes » (Photographie 3) et les « sandwiches » composés de voussoirs et de poteaux en béton (Photographie 4), installés entre 20 et 30 m de profondeur sur du substrat sableux à proximité du Port-est et de trois embouchures de ravine. Ce projet implique uniquement la pose de récif artificiel, il n'y a pas eu de bouturage corallien.



Photographie 3 : Récifs artificiels immergés de types hexapodes à t + 4 ans ; projet « CORAIL REUNION » (Source : Corailreunion.blogspot)



Photographie 4 : Récifs artificiels immergés de types sandwiches à t + 4 ans ; projet « CORAIL REUNION » (Source : Corailreunion.blogspot et CRPMEM)

Pour mesurer les indicateurs écologiques, nous nous sommes basés sur le suivi scientifique que le bureau d'étude PARETO (2012) a réalisé cinq ans après l'immersion des récifs. Selon notre grille de notation, le projet obtient la note de 2.1/3, ce qui correspond à un degré d'intensité moyen (Tableau 24) qui s'explique par les cinq années durant lesquelles le recrutement corallien a pu se faire sur les structures immergées. Évaluée à 5 %, la proportion de coraux vivants a reçu un score de « 1 » pour trois variables : « le recrutement corallien », « la diversité corallienne » et « le recouvrement corallien », diminuant la moyenne finale obtenue (Tableau 24). Un suivi supérieur à 5 ans aurait pu donner de meilleurs résultats mais le suivi réglementaire du projet étant de 5 ans, aucune donnée n'a été disponible au-delà de ce délai.

Tableau 24 : Application des indicateurs écologiques au projet de récif artificiel-CORAIL- Ile de la Réunion ; d'après la matrice MERCI-Cor (IFRECOR)

INDICATEUR	SCORE	MÉTRIQUE PROPOSÉE [1;2;3]	DONNÉES RECUEILLIES
a. La technique employée présente-t-elle un taux de survie élevée ?	3	1. Le taux de survie est inférieur à 40 % pour la technique employée 2. Le taux de survie est compris entre 41 % et 70 % pour la technique employée 3. Le taux de survie est supérieur à 71 % pour la technique employée	Les structures dures immergées à La Possession, aux surfaces d'emprises et aux complexités structurales légèrement supérieures semblent déjà présenter une structure écologique plus complexe.
b. La zone d'étude présente-t-elle des indices de détachements ou de casses coralliennes?	NA	1. La zone d'étude montre des signes de détachements ou de casses coralliennes très forts [61 - 100 %] 2. La zone d'étude montre des signes de détachements ou de casses coralliennes moyens [41-60 %] 3. La zone d'étude montre peu de signes de détachements ou de casses coralliennes [0-40 %]	Projet n'impliquant pas la restauration de coraux mais uniquement la pose de récifs artificiels.
c. Les structures ou les fragments coralliens engagés dans la technique ont-ils subi des dommages ?	3	1. Les structures ou fragments présentent un fort taux de perte compris entre [61-100 %] 2. Les structures ou fragments présentent un taux de perte compris entre [41-60 %] 3. Les structures ou fragments présentent un faible taux de perte [0- 40%]	Aucune détérioration n'a été remarquée sur les structures artificielles.
d. Quel est le coût du projet étudié ?	/	NOTE : Bien que la notion de coût soit citée dans les variables issues de notre analyse bibliographique, il semble difficile d'aborder le coût comme un indicateur de l'efficacité. Un projet peu coûteux est-il un projet considéré comme efficace ? Actuellement, le gradient que nous proposons [1;2;3] ne permet pas d'intégrer la notion de coût.	15 000 à 35 000 € par RA (considéré comme élevé par les acteurs).
e. Quel est le temps de suivi du projet ?	2	1. Le temps de suivi du projet est compris entre [0;5]ans 2. Le temps de suivi du projet est compris entre [5;10]ans 3. Le temps de suivi du projet est compris entre 10 ans et plus	5 ans de suivi.
f. Quelles sont les caractéristiques du substrat qui compose le site de réparation?	3	1. Substrat rocheux 2. Substrat sablo-rocheux 3. Substrat sableux	Plaine d'accumulation sableuse.
g. Y a-t-il des changements brutaux de températures et ou une élévation globale de la température de l'eau ?	NA	NOTE : Cette variable demande un suivi continu	Information non-documentée
h. Quel est le niveau de sédimentation observé sur l'habitat ?	2	1. Toutes les surfaces dures, même récemment immergées, et les organismes benthiques sont couverts de dépôts sédimentaires fins ou flocculeux, remis en suspension par la main du plongeur 2. Les surfaces dures exposées au courant sont nettoyées, mais les surfaces couvertes, les anfractuosités et les organismes benthiques tendent à se combler ou à se colmater OU Les surfaces dures sont nettoyées, seuls les interstices, les assemblages algues gazonnantes et les fractures permettent l'accumulation de particules sédimentées 3. Les substrats durs sont nettoyés, aucune particule sédimentée n'est remise en suspension par la main du plongeur	Les structures de types « hexapodes » et « sandwichs » ont rapidement subi l'effet de fortes houles qui ont occasionné un enfouissement important de certaines de leurs parties.
i. Quel est l'état physicochimique général de la masse d'eau littorale ?	2	0. La masse d'eau est très turbide (1 à 3 m de visibilité moyenne), très dessalée (<32‰) ou fortement exposée aux intrants d'origine humaine (érosion, polluants agricoles, domestiques ou industriels) 1. La masse d'eau est turbide (3 à 6 m de visibilité moyenne), dessalée (32 à 35‰) ou modérément exposée aux intrants d'origine humaine 2. La masse d'eau est claire (6 à 12 m de visibilité moyenne), de salinité normale (35‰) et faiblement exposée aux intrants d'origine humaine 3. La masse d'eau est limpide (>12 m de visibilité moyenne), de salinité normale (35‰) et très faiblement exposée aux intrants d'origine humaine	Aucun chiffre n'est donné par contre, la présence de coraux scléactiniaires sur les structures immergées apportent de précieuses informations. Elles sont très sélectives et ne se développent que si les conditions environnementales, qui leur sont favorables, sont présentes (pour les coraux : luminosité forte, milieu oligotrophe, température et salinité constantes, etc.).
k. Quel est le niveau d'exposition de l'habitat aux courants et à la houle de régime dominant (houles d'alizés, houles australes, etc.)?	2	1. L'habitat est peu profond (<10 m) et très exposé aux systèmes de houles et de courants généraux (alizés, moussons, mers de vent) 2. L'habitat est peu profond (<10 m) mais relativement protégé des systèmes de houles et de courants généraux OU L'habitat est situé plus profond (entre 10 et 30 m), mais très exposé aux systèmes de houles et de courants généraux 3. L'habitat est situé plus profond (entre 10 et 30 m), il est relativement protégé des systèmes de houles et de courants généraux	Structures artificielles immergées à entre 20 et 30m de profondeur. Les structures de types « hexapodes » et « sandwichs » ont rapidement subi l'effet de fortes houles qui ont occasionné un enfouissement important de certaines de leurs parties.
l. Les coraux impliqués dans le projet de réparation présentent-ils un taux de survie élevée ?	2	1. Le taux de survie est inférieur à 40 % pour la technique employée 2. Le taux de survie est compris entre 41 % et 60 % pour la technique employée 3. Le taux de survie est supérieur à 61 % pour la technique employée	Ces peuplements, adoptent une stratégie de développement adoptée par les organismes dont les conditions de vie sont prévisibles, avec un approvisionnement constant en ressources et des risques faibles. On parle d'espèces en équilibre stationnaire.
m. Quelle est la croissance des coraux réparés ?	NA	1. Les espèces présentent une croissance faible par rapport au niveau moyen de croissance défini par espèce 2. Le niveau de croissance des espèces est modéré 3. Le niveau de croissance des espèces est fort	Projet n'impliquant pas la restauration de coraux mais uniquement la pose de récifs artificiels.
n. Quelle est l'évolution du recouvrement corallien ou larvaire du site d'étude?	1	1. Le recouvrement corallien a peu évolué depuis la mise en place du projet 2. Le recouvrement corallien a évolué d'au moins 30 % 3. Le recouvrement corallien a évolué d'au moins 50 %	En moyenne 5 % de coraux vivants après 5 ans d'immersion. Les coraux scléactiniaires, qui commencent à apparaître au bout de trois ans d'immersion seulement sur les structures hautes (RAH de St Leu et La Possession). Ces peuplements adoptent une stratégie de développement adoptée par les organismes dont les conditions de vie sont prévisibles, avec un approvisionnement constant en ressources et des risques faibles. On parle d'espèces en équilibre stationnaire.

o. Quelle est l'évolution du recrutement corallien ou larvaire du site d'étude ?	1	1. Le recrutement corallien a peu évolué depuis la mise en place du projet 2. Le recrutement corallien a évolué d'au moins 30 % 3. Le recrutement corallien a évolué d'au moins 50 %	En moyenne 5 % de coraux vivants après 5 ans d'immersion. Les coraux scléractiniaires qui commencent à apparaître au bout de trois ans d'immersion seulement sur les structures hautes (RAH de St Leu et La Possession). Ces peuplements adoptent une stratégie de développement adoptée par les organismes dont les conditions de vie sont prévisibles, avec un approvisionnement constant en ressources et des risques faibles. On parle d'espèces en équilibre stationnaire.
p. Le peuplement corallien est-il diversifié ?	1	1. Peu d'espèces coralliennes sont recensées au sein du site 2. La diversité d'espèces est limitée mais les conditions du milieu est favorable à l'accueil d'espèces remarquables 3. La diversité corallienne est forte avec une forte diversité d'espèces remarquables	En moyenne 5 % de coraux vivants après 5 ans d'immersion. Les coraux scléractiniaires qui commencent à apparaître au bout de trois ans d'immersion seulement sur les structures hautes (RAH de St Leu et La Possession). Ces peuplements adoptent une stratégie de développement adoptée par les organismes dont les conditions de vie sont prévisibles, avec un approvisionnement constant en ressources et des risques faibles. On parle d'espèces en équilibre stationnaire.
q. Quel est l'état de santé des coraux réparés ?	/	1. De nombreuses colonies ont subi un blanchissement important, La présence d'algues envahissantes est observable 2. Peu de blanchissement sont visibles, les conditions du milieu semble favorable à peu d'épisodes de blanchissement 3. Les coraux présentent majoritairement une forte vitalité	Projet n'impliquant pas la restauration de coraux mais uniquement la pose de récifs artificiels.
r. L'habitat est-il exposé à des facteurs d'impacts anthropiques ?	2	1. L'habitat est soumis à de fortes pressions d'origine anthropique (piétinement, pêche destructrice, ancrage de bateaux, intrants domestiques, pétrochimiques, organiques...) 2. Les habitats subissent uniquement à une exposition modérée aux pressions 3. L'habitat n'est soumis qu'à de très faibles niveaux d'exposition ou de source de pollution	Site à proximité du Port-est et de quelques ravines (Ravine à marquet, Ravine des lataniers, Ravine Lafleur).
s. Y a-t-il un risque de prédation sur l'habitat ?	3	1. Evènement de prédation fréquents 2. Evènement de prédation localisé, rassemblé, cas isolé 3. Aucun évènement de prédation n'est observé sur l'habitat	Petites populations prédatrices (Pterois miles, Cephalopholis urodeta, Epinephelus oceanicus, Aulostomus chinensis) ayant un impact significatif lors des évènements de recrutements. Ces évènement d'installation de très petits individus (<3-4cm), estimés massifs la première année d'immersion, sont devenus anecdotiques les années suivantes.
t. Quelle est la vitalité des peuplements coralliens du site ?	/	1. De nombreuses colonies observent des nécroses visibles et en grand nombre, la présence d'algues envahissantes est observable 2. Peu de nécroses sont visibles 3. Les coraux présentent majoritairement une forte vitalité	Information non-documentée
u. La zone d'étude présente-t-elle des indices de détachements ou de casses coralliennes ?	NA	1. La zone d'étude montre des signes de détachements ou de casses coralliennes très forts [61 -100 %] 2. La zone d'étude montre des signes de détachements ou de casses coralliennes moyens [41-60 %] 3. La zone d'étude montre peu des signes de détachements ou de casses coralliennes [0-40 %]	Projet n'impliquant pas la restauration de coraux mais uniquement la pose de récifs artificiels.
NOM : Complexité structurelle	3		Ce RA présente d'excellentes potentialités de développement à grande échelle le long de corridors écologiques.
NOM :Biomasse et diversité en herbivore	1		Les autres régimes trophiques (carnivores diurnes, herbivores, brouteurs d'invertébrés sessiles) n'étaient représentés que par une à deux espèces (sur 37 espèces recensées).
NOM :Diversité en invertébré	1		Les invertébrés représentent moins de 1 % de la biomasse.
NOM :Recrutement ichtyologique	3		Par les exceptionnelles densités en juvéniles d'espèces commerciales recensées sur ce RA, l'objectif de fonctionnalité peut être considéré comme atteint.
MOYENNE OBTENUE	2.1		

Pour construire des indicateurs sociologiques relatifs au projet CORAIL, nous nous sommes appuyés sur les entretiens semi-directifs conduits avec le groupe 1 dans le cadre de la présente thèse, qui ont parfois abordé ce projet. Il semble que ce dernier ait subi trois types de contraintes. Il s'agit en premier lieu des contraintes réglementaires, le projet devant être en conformité avec les directives européennes et les lois nationales existantes. Parmi elles, on retrouve l'occupation du domaine public maritime, régie par l'article L-2122-1 du Code Général de la Propriété des Personnes Publiques (CGPPP), la réglementation au titre de la sécurité et des usages maritimes qui est sujette à l'avis du préfet ou de la commission Nautique Locale (CNL), et bien sûr le Code de l'Environnement. Cette recherche de conformité avec la législation s'est avérée être extrêmement gourmande en temps.

« C'est hyper lourd au niveau réglementaire, administratif, autorisation. Ce qui fait qu'on se fatigue tous ! C'est des projets énormes pour, au final, mettre 3 cailloux dans l'eau » - (Enquête n° 7 - Ingénieur en environnement)

Un second type de contraintes est défini par les différences d'attentes respectives entre acteurs vis-à-vis du projet. Ces différences d'attentes ont engendré des difficultés dans les échanges entre les parties-prenantes.

« On avait mis les pêcheurs parce que les pêcheurs savent que ça [= les RA] marche. Les mettre, mettez à 100 ou 150m, on sait que ça fonctionne sur les espèces halieutiques. [Mais,] Il y avait pas mal d'écologues qui disaient qu'il fallait plutôt les mettre à la côte. Il faut que ça fasse de la biodiversité pour les plongeurs. Les scientifiques étaient plus du côté des écologues pour les aspects d'étude. » - (Enquête n° 5 – Universitaire/scientifique)

Troisièmement, le projet CORAIL, au même titre que la Réserve marine de la Réunion, a été au cœur de la crise Requin qui a débuté en 2011 (Taglioni et Guiltat., 2015). Un problème sociétal qui s'est avéré délétère pour le projet.

« Après il y a eu les problèmes avec les requins. Tu vois, avec la crise Requin à la Réunion, les récifs [artificiels] ont été un petit peu montré du doigt à un moment. Comme l'idée de ces récifs artificiels était de créer des zones refuge pour poissons, donc ça allait concentrer les poissons, donc faire un garde-manger pour les requins. Mais bon, ça c'est contextuel avec la crise qu'il y a eu à La Réunion, tu vois » - (Enquête n° 7 - Ingénieur en environnement)

« Les suivis réalisés ont montré des résultats impressionnants. Le projet était innovant et permettait le recyclage de poteaux ainsi que la création d'une filière. Les prototypes proposés étaient des structures suffisamment complexes et transformés pour que cela soit considéré comme un déchet. De nombreux films de communication ont sûrement participé au bon accueil du projet. Malheureusement, [dans] le contexte réunionnais difficile avec la crise Requin, certains prototypes ont été enlevés, soupçonnés de jouer un rôle dans les attaques. S'en est suivi par la suite le blocage de fonds du Comité des Pêches entraînant la mise en dormance du projet » - (Commentaire Personnel d'un des acteurs du projet CORAIL)

4.4. La complexité de la démarche - Bilan du projet Corail

Cette étude de cas montre la complexité de mettre en place la démarche que nous proposons, ce qui permet cependant de mettre en évidence les points de blocage qui existent pour la construction d'indicateurs écologiques ou sociologiques. Le cas d'étude sur le récif artificiel CORAIL permet de mettre en évidence que les **indicateurs écologiques** proposés sont essentiellement axés sur les techniques en lien avec le bouturage de corail. Dans ce cas précis, les réponses aux questions liées au paramètre « Biologique » ne sont pas pertinentes (Tableau 24). Quant aux **indicateurs sociologiques**, notre cas d'étude considère uniquement les entretiens semi-directifs. Néanmoins, cette méthode révèle une nouvelle dimension non abordée jusqu'à présent, la dimension émotionnelle du projet. La crise Requin et ses impacts au niveau sociétal ont sensiblement eu une influence sur ce projet de RA au long terme. D'après Sébastien (2022), les émotions et l'attachement au lieu représentent des facteurs essentiels lors de mobilisations collectives sur des cas d'espaces controversés par des projets d'aménagement. Lors de conflit d'aménagement, ces émotions et cet attachement au lieu deviennent alors une identité collective, qui est l'émergence d'une nouvelle dimension, la dimension politique (*Ibid.*) Considérer l'ensemble de ces dimensions, les émotions et l'attachement au lieu lors des situations de conflits, est un facteur de durabilité de la régulation des conflits littoraux (Cadoret, 2017). Un couplage entre les entretiens semi-directifs et les cartes cognitives permettrait de définir les différents jeux d'oppositions aux projets d'aménagements.

5. Conclusion

Définir des indicateurs socio-écologiques présente plusieurs points de complexité. Pour les indicateurs écologiques, il semble impossible de standardiser les méthodes de collecte de données, mais définir une échelle d'intensité simple peut être une des clés pour obtenir des cas d'étude harmonisés. Pour les indicateurs sociologiques de représentation et d'acceptabilité sociales, bien qu'il soit encore peu utilisé, l'outil des cartes cognitives présente un réel potentiel pour comprendre l'évolution des représentations au cours du temps. Coupler les cartes cognitives et les entretiens semi-directifs permet d'accroître la masse des données mobilisables pour construire des indicateurs.

Comme le signale Westoby et al. (2020), quantifier tous les facteurs de risque relatifs à l'évaluation de l'efficacité de l'ingénierie écologique n'est pas chose facile. Au-delà de la mesure de paramètres biologiques, écologiques ou physico-chimiques du milieu, il faut pouvoir considérer l'approche sociologique de la réparation écologique par une intégration de l'ensemble des parties prenantes, une considération de l'environnement politique et des cadres réglementaires qui structurent le territoire (*Ibid.*).

Un autre point d'amélioration de l'évaluation de l'efficacité des projets de RE concerne la nécessité de recueillir des données sur une période de suivi plus longue afin de mieux évaluer la durabilité des projets et identifier d'éventuels effets indésirables à long terme

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

« L'Anthropocène serait en fait mieux décrit comme un « oliganthropocène » [...] en découle, la nécessité de transformer notre système de gouvernance et de gestion des ressources. Il convient notamment de substituer aux notions d'efficacité et d'optimisation une approche plus flexible, plus adaptable, dans laquelle les systèmes environnementaux et sociaux se complètent et fonctionnent sur de mêmes bases. »

(Gemenne et Denis, 2019)

1. Rappel des objectifs et principaux résultats

Tout comme l'annoncent Hughes et al. (2017), nous pensons que le défi mondial est de pouvoir gérer les récifs coralliens pendant la crise climatique, tout en tentant de maintenir leurs fonctions biophysiques. Cette gestion socio-écologique, pour qu'elle soit réussie dans un avenir à 2100, nécessite une transition vers des changements profonds de nos modes de vies sur cette unique Terre dès aujourd'hui. La contribution des interventions réactives à petite échelle telles que les projets de restauration (qui se concentrent invariablement sur la réparation des changements déjà survenus) doit être renforcée par des styles de gouvernance et de gestion plus proactifs, intégratifs et adaptatifs qui anticipent et réduisent le risque de surprises écologiques et de conflits sociétaux (Hughes *et al.*, 2023).

Cette thèse en géographie s'inscrit dans ce contexte. L'ingénierie écologique ne peut donc uniquement être un défi biologique mais se doit de relever le défi de la gouvernance, pour parvenir à la durabilité de l'écosystème corallien. La sous-représentation des sciences sociales dans les projets d'ingénierie écologique confirme la rareté des passerelles entre les champs disciplinaires de l'écologie et des sciences sociales. La durabilité des récifs coralliens implique une visualisation du récif qui soit à la fois écologique et sociologique. Notre question de recherche était : **comment améliorer l'efficacité de cette réparation écologique par une meilleure prise en compte de ses dimensions sociales ?** Sur cette question de base quatre hypothèses ont été formulés :

- L'évaluation de l'efficacité de la réparation écologique ne prend guère en compte la dimension sociale ;
- L'acceptation sociale des projets de réparation écologique dépend en premier lieu des représentations sociales ;

- Cette efficacité sociale peut se résumer en quelques indicateurs qui peuvent être inclus dans un tableau de bord d'indicateurs de pilotage de la réparation écologique ;
- Ce tableau de bord a une double fonction : d'une part, estimer la capacité des acteurs, du milieu physico-chimique, et des matériaux et savoir-faire mis en œuvre à générer un projet de réparation écologique efficace, d'autre part suivre la pérennité de cette efficacité.

À partir de notre question de recherche, nous avons évalué la place des sciences sociales dans les projets d'ingénierie écologique dans notre premier chapitre à partir d'une revue bibliographique. Celle-ci montre que la réparation écologique considère peu la dimension sociale mais reste surtout une pratique de l'ordre de l'expérimental qu'il faudrait pouvoir accompagner de l'évaluation de l'efficacité socio-écologique. Cette revue de littérature a confirmé notre première hypothèse.

En nous basant sur les techniques d'enquêtes en sciences sociales, les cartes cognitives et les entretiens semi-directifs, nous nous sommes intéressés à la viabilité des actions de préservation à travers le prisme de l'acceptation sociale et culturelle dans notre deuxième chapitre. Il confirme l'existence d'une distinction nette de représentations sociales entre les groupes sociaux définis, mais aussi entre les territoires d'étude. À La Réunion, le besoin de conservation et de préservation des récifs coralliens s'exprime uniquement chez les acteurs qui travaillent en lien direct avec la conservation récifale. À Mayotte, le récif est considéré comme une ressource et un territoire dont on fait l'usage. À première vue, cette distinction entre les deux territoires peut en partie confirmer la deuxième hypothèse. Il existe un lien entre représentation sociale et acceptation sociale du récif corallien. Le contexte historique du territoire réunionnais (esclavage ; territoire maritime hostile) nous a montré que le lien entre l'Homme et la mer est plus faible qu'à Mayotte, réduisant l'acceptation sociale du récif corallien et l'acceptation sociale de la réparation écologique récifale. Inclure des analyses des représentations sociales dans les projets de réparation écologique peut permettre d'améliorer l'efficacité sociologique de l'ingénierie écologique récifale. Les représentations sociales apportent des éclaircissements sur la manière dont les acteurs perçoivent la réparation écologique, l'acceptent ou non comme outil disponible pour la conservation des récifs coralliens et envisagent ou non leur mise en œuvre. Ces éléments permettent de concevoir une nouvelle approche de l'ingénierie écologique. D'autant plus que considérer l'émotion et l'attachement au lieu des acteurs qui composent le territoire est un facteur de durabilité de la régulation des conflits littoraux. C'est ce que conclut le chapitre III.

Nos recherches confirment partiellement l'hypothèse n°3. Nous avons créé des indicateurs sociologiques et écologiques dont la méthodologie est applicable. Cette confirmation est jugée comme partielle. Nous ne sommes pas allés jusqu'au bout de notre démarche. En effet, nous n'avons pas pu tester nos méthodes de mesures d'indicateurs sur des cas actuels de réparation écologique. Nous n'avons pas pu juger de la qualité et de la pertinence de nos choix. Il conviendrait d'inclure notre méthodologie dans une démarche de recherche tournée encore plus vers l'action. Dans l'hypothèse où la qualité et la pertinence de nos indicateurs puissent se vérifier, nous serions en capacité de proposer un outil opérationnel

2. Perspective de recherche et pistes de réflexion

Dans le cadre d'une recherche-action, il est indispensable de dériver des outils et méthodes opératoires à partir des analyses effectuées dans les deux premiers chapitres. L'approche socio-écologique de l'ingénierie écologique manque à l'heure actuelle d'opérationnalité, du fait du faible intérêt accordé aux structures et dynamiques du socio-système par rapport aux structures et dynamiques de l'écosystème. Le socio-système n'est appréhendé qu'à travers les construits techniques de l'ingénierie. Les acteurs sont rarement évoqués, si ce n'est dans le cadre une description socio-démographique qui ne dit rien des rapports sociaux et politiques entre les acteurs, ni de leurs usages passés et présents du milieu, ni des représentations qu'ils se font de ces usages, du milieu, du projet d'ingénierie à venir, de la gouvernance qui y est associée. Conduire à un outil opérationnel pourrait pallier ce fait ou du moins aider à mieux comprendre le contexte sociologique du territoire défini. Avant d'y parvenir, il faudrait, dans le cas de l'ingénierie écologique récifale, pouvoir assurer un protocole valide. La première chose à faire est de répliquer le protocole sur d'autres territoires. Nous avons abordé ce point avec la comparaison de territoires aussi différents que le sont Mayotte et La Réunion. La base de données est aujourd'hui conséquente mais il serait important de poursuivre la comparaison. En effet, nous avons créé des indicateurs sociologiques pour La Réunion mais nous ne l'avons pas appliqué à Mayotte. Peut-être que les indicateurs sociologiques proposés ne conviendraient pas au territoire mahorais. Ces indicateurs deviendraient dépendant d'un territoire donné. Peut-être que d'autres indicateurs viendraient compléter notre liste. Auquel cas, il s'agirait de développer une liste d'indicateurs à valeurs d'opinion plus exhaustive qui serait applicable à tous les territoires.

Se pose alors la question de la planification spatiale de la réparation écologique à l'échelle d'un territoire. La fonction de la planification spatiale est d'associer des acteurs publics et privés dans la mise en cohérence de projets délimités. Il faudrait pouvoir à terme tendre vers cela. Nous pensons que l'étude de l'acceptation sociale des acteurs du territoire serait un des leviers d'action pour y parvenir. Comme le signale Depraz et al. (2016) « *la recherche sur l'acceptation sociale ne constitue pas une volonté implicite d'éradication de la conflictualité, ni la quête illusoire de l'effacement de tout antagonisme de valeur. Face à cette perspective idéologique sans doute utopique et naïve, il faut réaffirmer avec force la dimension socialisante des oppositions* ». Il s'agit de comprendre les différents enjeux du territoire au travers du prisme des sciences sociales.

Un autre point à aborder est la barrière de la langue. À la Réunion, certaines cartes cognitives ont été amenées en créole (ma langue maternelle), ce n'est pas le cas pour Mayotte. J'ai eu parfois le soutien de traducteurs mais il est certain que les thèmes abordés durant mes recherches n'ont pas été compris par tous. Il pourrait être intéressant de proposer le même exercice uniquement en langue créole. Lorsque l'on fait le parallèle avec les entretiens semi-directifs, la définition même de « réparation écologique » a plusieurs sens. Soit, la multiplicité des langues décuple la multiplicité des univers mentaux et donc des définitions et des représentations. Soit, cela souligne que la compréhension de cette thématique passe au-delà même d'une incompréhension linguistique alors que des actions de sensibilisation, de revalorisation de l'écosystème corallien sont réalisées.

Il faudrait pouvoir converger vers un objectif commun, vu l'urgence d'agir. Plus la prise de conscience de l'urgence sera grande, plus les retours seront importants. Ce projet de

recherche s'intègre dans les objectifs de MERCI-Cor. Les objectifs de MERCI-Cor sont de fédérer les différentes institutions partenaires (autour de la question des mesures compensatoires en milieu récifal) et poursuivre le développement de la méthode « MERCI-Cor » afin que celui-ci atteigne une envergure plus grande. La question de l'ingénierie écologique et de son intégration dans ces objectifs fait sens. Peut-être devrions-nous poursuivre le travail du guide réalisé en 2020, en y intégrant la dimension sociale de l'ingénierie écologique (Léocadie *et al.*, 2020). Une chose est certaine, c'est par l'interaction entre tous les acteurs et par l'intégration d'une vision pluridisciplinaire de l'ingénierie écologique que nous maximiserons nos chances de parvenir à l'objectif fixé, l'efficacité des projets de réparation écologique récifale.

BIBLIOGRAPHIE

- Abelson, A., 2006. « Artificial reefs vs coral transplantation as restoration tools for mitigating coral reef deterioration: Benefits, concerns, and proposed guidelines ». *Bulletin of Marine Science*, **78**: 151-159.
- Anthony, K., Costanza, L., K., B., R., Firn, J., Gunn, J., Harrison, P., Heyward, A., et al. 2017. « New interventions are needed to save coral reefs. », *Nature Ecology & Evolution*, **1**: 1420-1422.
- Antona, M., Botta, A., De La Torre, Y., Daré, W., David, G., Despinoy, M., Durieux, L., Heurteaux, V., Slepoukha, M., Thomassin, A., 2005. « Projet AGIL : rapport Réunion ». Monograph. CIRAD-TERA. Réunion. 103 pp.
- Augusseau, X., Bourgoïn, J., David, D., Degenne, P., Lagabrielle, E., Lestrelin, G., Seen, D., L., 2018. « Modèles et simulations spatio-temporels comme objets intermédiaires : le cas de l'étalement urbain à la Réunion ». 32 pp.
- Barrière, O., 2022. « L'urgence écologique, un impératif juridique ». *Revue juridique de l'environnement*, **21**: 35-69.
- Bayraktarov, E., Saunders, M., I., Abdullah, S., Mills, M., Beher, J., Possingham, H., P., Mumby, P., J., Lovelock, C. E., 2016. « The cost and feasibility of marine coastal restoration ». *Ecological Applications*, **26**(4): 1055-1074.
- Bayraktarov, E., Stewart-Sinclair, P., J., Brisbane, S., Boström-Einarsson, L., Saunders, M., I., Lovelock, C., E., Possingham, H., P., Mumby, P., J., Wilson, K., A., 2019. « Motivations, success and cost of coral reef restoration ». *Restoration Ecology*, **27**(5): 981-991.
- Bellwood, D., R., Hughes, T., P., Folke, C., Nyström, M., 2004. « Confronting the coral reef crisis ». *Nature*, **429**(6994), 827-833.
- Bensoussan, O., 2009. « La mer, menace ou espoir de développement pour Mayotte ? » *Les Cahiers d'Outre-Mer. Revue de géographie de Bordeaux*, **62**(248): 489-512.
- Berkes, F., Colding, J., Folke, C., 2008. Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change. *Cambridge university press*. 1 pp
- Biais, G., 1989. « Etudes descriptives de la pêche artisanale à La Réunion et à Mayotte ». In *La recherche face à la pêche artisanale, symposium international ORSTOM-IFREMER, Montpellier (France)*, 319-24.
- Blanchet, A., Gotman A., 2015. *L'entretien*. Paris : Armand Colin. 128 pp
- Bonnemaison, J., 1986. « Les fondements d'une identité : Territoire, histoire et société dans l'archipel de Vanuatu (Mélanésie) ». *Outre-mers*, 284-285.
- Borsje, B. W., van Wesenbeeck, B., K., Dekker, F., Paalvast, P., Bouma, T., J., van Katwijk, M., M., de Vries, M., B., 2011. « How ecological engineering can serve in coastal protection ». *Ecological Engineering*, **37**(2): 113-122. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2010.11.027>.
- Boström-Einarsson, L., Babcock, R., C., Bayraktarov, E., Ceccarelli, D., Cook, N., Ferse, S., C., A., Hancock, B., et al. 2020. « Coral restoration – A systematic review of current methods, successes, failures and future directions ». *PLOS ONE*, **15**(1): e0226631. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226631>.
- Boulanger, P-M., 2004. « Les indicateurs de développement durable : un défi scientifique, un enjeu démocratique ». *Les séminaires de l'Iddri*, **12**: 24.

- Bouleau, G., Deuffic P., 2016. « Qu'y a-t-il de politique dans les indicateurs écologiques ? » *VertigO : la revue électronique en sciences de l'environnement*, **16**(2): 21 <https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/1900-v1-n1-vertigo02855/1038174ar/abstract/>.
- Buijs, A., Hovardas, T., Figari, H., Castro, P., Devine-Wright, P., Fischer, A., Mouro, C., Selge, S., 2012. « Understanding People's Ideas on Natural Resource Management: Research on Social Representations of Nature ». *Society & Natural Resources*, **25**(11): 1167-1181. <https://doi.org/10.1080/08941920.2012.670369>.
- Buisson, E., Jaunatre R., Regnery, B., Lucas, M., Alignan, J-F., Heckenroth, A., Muller, I., Bernez, I., Combroux, I., Moussard. S., 2018. « Promoting ecological restoration in France: issues and solutions ». *Restoration Ecology*, **26**(1): 36-44.
- Cadoret, A., 2017. « L'attachement aux lieux dans les conflits liés à l'environnement sur le littoral : une ressource pour leur régulation ». *VertigO : la revue électronique en sciences de l'environnement*, **17**(1):26 <https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2008-v8-n3-vertigo04405/1057463ar/>.
- Calvet, C., Ollivier, G., et Napoleone C., 2015. « Tracking the origins and development of biodiversity offsetting in academic research and its implications for conservation: a review ». *Biological Conservation*, **192**: 492-503.
- Casabianca, F., Albaladejo, C., 1997. « Des multiples légitimités de la recherche-action ». *Études et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 11-25.
- Casetta, E., Marques da Silva, J., Vecchi, D., 2019. From Assessing to Conserving Biodiversity: Conceptual and Practical Challenges. *Springer Nature*. 452pp <https://doi.org/10.1007/978-3-030-10991-2>.
- Catanzano, J., et Thébaud, O., 1995. *Le littoral : pour une approche de la régulation des conflits d'usage*. Institut océanographique. 149pp.
- Catlin, J. R., Gerhard Luchs, M., Phipps, M., 2017. « Consumer Perceptions of the Social Vs. Environmental Dimensions of Sustainability ». *Journal of Consumer Policy*, **40**(3): 245-77. <https://doi.org/10.1007/s10603-017-9356-x>.
- Cauvin, C., 1999. « Pour une approche de la cognition spatiale intra-urbaine ». *Cybergeo : European Journal of Geography*, 22pp. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.5043>.
- Chabanet, P., et Naim, O., 2000. « Restauration d'un platier récifal corallien par le biais de transplantation de coraux scléactiniaires branchus, isolés et/ou associés à leur faune ichtyologique, et de la pose de structures artificielles ». *Rapport Ministère Environnement/ECOMAR*.
- Chabanet, P., Stoica, G., Carrière, S., M., Sabinot, C., Bedrossian, C., Ferraris, J., 2018. « Impact of the Use of a Teaching Toolbox in an Awareness Campaign on Children's Representations of Coral Reefs ». *Frontiers in Marine Science*, **5**: 340. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00340>.
- Chadenas, C., Andreu-Boussut, V., Barthou, C., Michel, X., De Lajartre, A., 2020. « La gouvernance des espaces protégés : vers un partage de la nature ? » *VertigO*, **20** (1):25.
- Chante, A., 2016. « La géographie et le qualitatif : des rapports constants et obligatoires ». *Recherches qualitatives*, **18**: 131-141.
- Charbonnel, E., 2005. « Les récifs artificiels comme outils de gestion des ressources littorales : éléments de synthèse et de réflexion ». *Séminaire international d'échanges d'expériences, Nantes*.
- Chessell, D., Dufour, A. B., Thioulouse J., 2004. « The ade4 package-I-One-table methods ». *R news*, **4** (1): 5-10.
- Chia, E., 2009. « La recherche-action-en-partenariat : Innover c'est trop dur ! » *CIRAD-ES*, 17pp

- Chipeaux, A., Pinault M., Pascal N., Pioch S., 2016. « Analyse comparée à l'échelle mondiale des techniques d'ingénierie écologiques adaptées à la restauration des récifs coralliens ». *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, **71**(2): 99-110.
- Cillaurren, E., David, D., 2019. « When Coviability Meets Ecosystem Services: The Case of Reunion Island's Coral Reefs ». *Coviability of Social and Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change*, 1: 285-314.
- Claval, P. 2022. « Nouvel essai sur l'évolution de la géographie humaine. Espace, sciences sociales et philosophie ». 166pp.
- Clewell, A. F., Aronson, J., 2012. « Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession ». Island Press. 230pp.
- Combe, H., 2015. « La gouvernance, une impérieuse nécessité pour le développement durable ». *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, **6**(2): 10. <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.10852>.
- Combessie, J-C., 2007. « IV. Sondages, échantillons ». *Repères*, **5**: 45-54. <https://www.cairn.info/la-methode-en-sociologie--9782707152411-p-45.htm>.
- Cowie, R., H., Bouchet, P., Fontaine B., 2022. « The Sixth Mass Extinction: Fact, Fiction or Speculation? » *Biological Reviews* **97**(2): 640-663. <https://doi.org/10.1111/brv.12816>.
- Cresson, P., 2013. « Fonctionnement trophique des récifs artificiels de la baie du Prado (Marseille, France): Origine et devenir de la matière organique. » PhD Thesis, Aix-Marseille.
- Crutzen, P., J., Stoermer E., F., 2021. « The 'Anthropocene'(2000) ». *Paul J. Crutzen and the anthropocene: A new epoch in earth's history*, 19-21
- Dangles, O., Fréour C., 2022. « Science de la durabilité : comprendre, co-construire, transformer : réflexion collective ». 193pp
- David, G., Herrenschmidt, J. B., Mirault, E., Thomassin, A., 2007. « Valeur sociale et économique des récifs coralliens du Pacifique insulaire ». *Projet IA4 du programme CRISP*. 3pp.
- David, G., 1991. « Pêche villageoise et alimentation au Vanuatu, exploration d'un système ». These doctorat de géographie de la mer, Univ. Bretagne Occidentale. 1052pp
- David, G., 1999. « Du village à la construction de l'État : l'agrandissement de la territorialité dans le Pacifique insulaire ». *Bonnemaison, J. et alii—Le territoire, lien ou frontière*, 235-251.
- David, G., 2005. « Indicateurs socio et bio-économiques pour l'exploitation raisonnée des trocas, considérations générales ». *E TROCA*, **2**(12):5.
- David, G., 2019. « The governance of protected areas as a coviability tool ». *Coviability of Social and Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change*,**1**: 321-342.
- David, G., 2022. « Les AMP et la gestion des pêches : La pêche artisanale en Haiti, Contributions intégrales. » Expertises Scientifiques. Marseille. 47pp.
- David, G., Antona, M., Botta, A., Dare, W., Denis, J., Durieux, L., Lointier, M., Mirault, E., Thomassin, A., 2009. « La gestion intégrée du littoral récifal de la Réunion : de la connaissance scientifique à l'action publique, jeux d'échelles et jeux d'acteurs ». *La documentation française*, 213-227.
- David, G., Antona, M., Botta, A., Dare, W., Thomassin, A., 2009. « Du satellite au décideur, la recherche action au service de la gestion intégrée du littoral de la Réunion : Communication présentée aux XI e Journées de Géographie tropicale, « Les interfaces. Ruptures, transitions et mutations », 7-10 novembre 2005, et actualisée en décembre 2009. » *Archives de sciences sociales des religions*, **248**: 549-588.
- David, G., Chabanet, P., Lagabrielle, E., Quod, J-P., 2019. « Low-Tech Conservation Planning Strategies for Human-Coral Reefs Coviability in a Changing World ». *Coviability of Social and*

- Ecological Systems: Reconnecting Mankind to the Biosphere in an Era of Global Change*, **2**: 203-219.
- David, G., Mirault E., Quod, J-P., Thomassin, A., 2006. « Les concordances territoriales au cœur de la gestion intégrée des zones côtières : l'exemple de la Réunion ». *Colloque Interactions nature-société, analyse et modèles, La Baule*, 3-6.
- David, G., Quod, J-P., 2018. « Coral Reef Monitoring Coping with Climate Change, Toward a Socio-ecological System Perspective ». *Communicating Climate Change Information for Decision-Making*, 177-189.
- De Vreese, R., Van Herzele, A., Dendoncker, N., Fontaine, C., M., Leys, M., 2019. « Are Stakeholders' Social Representations of Nature and Landscape Compatible with the Ecosystem Service Concept? ». *Ecosystem Services*, **37**: 11. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100911>.
- Deboudt, P., Dauvin J-C., Desroy N., Dewarumez J-M., Dubaille E., Ghézali, M., Meur-Ferec, C., Morel, V., 2009. « 10 ans de démarche GIZC en Côte d'Opale : bilan et enjeux ». *Presented at the prospective du littoral, prospective pour le littoral*, 195-212.
- Delavaud, A., Milleret, E., Wroza, S., Soubelet, H., Deligny, A., Silvain, J-F, 2021. « Indicateurs et outils de mesure—Évaluer l'impact des activités humaines Sur la biodiversité ? ». *Colloque Expertise et synthèse*.
- Depraz, S., Cornec, U., Grabski-Kieron U., 2016. « Acceptation sociale et développement des territoires ». *ENS éditions*, 266 pp.
- Depraz, S., Laslaz, L., 2014. « Une méthode en dix points pour comprendre l'acceptation sociale des espaces protégés ». *Belin*. 49-66.
- Descola, P., 2020. « Il faut repenser les rapports entre humains et non-humains ». *CNRS Le journal*, **3**:1
- Desrosières, A., 2013. « Chapitre 4. Pour une politique des outils du savoir : le cas de la statistique ». *Pour une sociologie historique de la quantification : L'Argument statistique I*, 57-76. <https://doi.org/10.4000/books.pressesmines.912>.
- Díaz, S., M., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Guèze, M., Agard, J., Arneith, A., Balvanera, P., Brauman, K., Butchart, S., 2019. « The global assessment report on biodiversity and ecosystem services: Summary for policy makers ».
- Edwards, A., J., Gomez, E., D., 2007. « Reef restoration concepts and guidelines: making sensible management choices in the face of uncertainty ». *Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Programme*, 38pp.
- Elliott, M., Burdon, D., Hemingway, K., L., Apitz, S., E., 2007. « Estuarine, Coastal and Marine Ecosystem Restoration: Confusing Management and Science – A Revision of Concepts ». *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **74**(3): 349-366. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.05.034>.
- Gardes, L., Salvat, B., 2008. « Les récifs coralliens de la France d'Outre-mer : rétrospective des évolutions enregistrées par les réseaux de surveillance de l'état de santé de ces écosystèmes diversifiés et fragiles ». *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, **63**(1-2): 13-22.
- Garnier, C., Sauvé, L., 1999. « Apport de la théorie des représentations sociales à l'éducation relative à l'environnement-Conditions pour un design de recherche ». *Éducation relative à l'environnement. Regards-Recherches-Réflexions*, **1**:12.
- Gemenne, F., Denis, M., 2019. « Qu'est-ce que l'Anthropocène ? » *Vie Publique*.
- Glaser, M., Krause, G., Halliday, A., Glaeser, B., 2012. « 10 Towards Global Sustainability Analysis in the Anthropocene ». *Human-Nature Interactions in the Anthropocene: Potentials of Social-Ecological Systems Analysis*, 193pp.

- Guest, J., R., Dizon, R., M., Edwards, A., J., Franco, C., Gomez, E., D., 2011. « How quickly do fragments of coral “self-attach” after transplantation? » *Restoration Ecology* **19**(2): 234-242.
- Guest, J., R., Baria, M. V., Gomez, E. D., Heyward, A. J., & Edwards, A. J., 2014. « Closing the circle: is it feasible to rehabilitate reefs with sexually propagated corals? » *Coral Reefs*, **33**: 45-55.
- Hammond, M., Bond, T., Prince, J., Hovey, R., K., McLean, D., L., 2020. « An assessment of change to fish and benthic communities following installation of an artificial reef ». *Regional Studies in Marine Science*, **39**: 101408.
- Hein, M., Y., Birtles, A., Willis, B., L., Gardiner, N., Beeden, R., Marshall, N., A., 2019. « Coral restoration: Socio-ecological perspectives of benefits and limitations ». *Biological conservation*, **229**: 14-25.
- Hein, M., Y., Willis, B., L., Beeden, R., Birtles, A., 2017. « The need for broader ecological and socioeconomic tools to evaluate the effectiveness of coral restoration programs ». *Restoration Ecology*, **25**(6): 873-883.
- Hein, M., Y., S., 2018. « Characterising the effectiveness of coral restoration to build reef resilience: a socio-ecological perspective ». PhD Thesis, James Cook University.
- Hein, M., Y., S., Vardi, T., Shaver, E. C., Pioch, S., Boström-Einarsson, L., Ahmed, M., ... & McLeod, I. M., 2021. « Perspectives on the use of coral reef restoration as a strategy to support and improve reef ecosystem services ». *Frontiers in Marine Science*, **8**: 299.
- Hénocque, Y., Denis, J., Gérard, B., Grignon-Logerot, C., Brigand, L., Lointier, M., Barousseau, P., 1997. « Guide méthodologique d’aide à la gestion intégrée de la zone côtière ». *UNESCO, Colloque Manuels et guides de la COI*, 49pp.
- Henocque, Y., Denis, J., 2001, « Methodological Guide: Steps and Tools Towards Integrated Coastal Area Management ». *UNESCO*, 65pp.
- Hilmi, N., Bambridge, T., Claudet, J., David, G., Failler, P., Feral, F., Léopold, M., Pascal, N., Safa, A., 2014. « Préserver la biodiversité des récifs coralliens : l’évaluation économique comme outil d’une gouvernance multi-échelle ». *Les sciences humaines et sociales dans le Pacifique Sud : terrains, questions et méthodes*, 291-312.
- Hughes, T., P., Baird, A., H., Morrison, T., H., Torda, G., 2023. « Principles for coral reef restoration in the anthropocene ». *One Earth*, 10pp
- Hughes, T., P., Barnes, M., L., Bellwood, D., R., Cinner, J., E., Cumming, G., S., Jackson, J., B., C., Kleypas, J., et al, 2017. « Coral Reefs in the Anthropocene ». *Nature*, **546**(7656): 82-90. <https://doi.org/10.1038/nature22901>.
- Hughes, T., P., Graham N., AJ, Jackson J. BC., Mumby, P., J., Steneck, R., S., 2010. « Rising to the challenge of sustaining coral reef resilience ». *Trends in ecology & evolution*, **25**(11): 633-642.
- IFRECOR., 2021. « Bilan 2016-2020 du 4ème programme d’actions de l’ifrecor ». *Documentation Ifrecor*, 58pp. <http://ifrecor-doc.fr/items/show/1898>.
- IFRECOR., 2020. « État de santé des récifs, herbiers marins et mangroves : bilan 2020 Status of coral reefs, seagrass beds and mangroves of the french overseas territories ». *Documentation Ifrecor*, 21pp.
- IFRECOR., Secrétariat., 2011. « Plan d’action national de l’IFRECOR (troisième phase) 2011-2015 ». *Documentation Ifrecor*, 66pp.
- Insee, 2022. « Plus de 10 000 naissances en 2021 et décès en forte hausse ». *Insee Flash Mayotte*, **142**. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6531991>.
- IPBES, 2019. « Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services ». *IPBES*, 1148pp. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5657041>.

- Isnard, H, JB Racine, et H Reymond. 1981. « Problématiques de la géographie », *Le géographe*, 262pp.
- Jacob, C., Buffard A., Pioch S., Thorin S., 2018. « Marine Ecosystem Restoration and Biodiversity Offset ». *Ecological Engineering*, **120**: 585-94. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.09.007>.
- Jacob, C., Dupras, J., 2021. « Institutional bricolage and the application of the No Net Loss policy in Quebec: can we really engender 'social fit' for more sustainable land use planning? » *Journal of Environmental Policy & Planning*, **23**(1): 114-129.
- Jentoft, S., 1989. « Fisheries co-management: delegating government responsibility to fishermen's organizations ». *Marine policy*, **13**(2): 137-54.
- Jodelet, D., 1989. « Représentations sociales : un domaine en expansion ». *Les représentations sociales*, **5**: 45-78.
- Johnston, L., G., Sabin, K., 2010. « Échantillonnage déterminé selon les répondants pour les populations difficiles à joindre ». *Methodological Innovations Online* **5**(2): 38-48. <https://doi.org/10.4256/mio.2010.0017a>.
- Keenleyside, K., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C., Stolton, S., 2012. « Ecological Restoration for Protected Areas : Principles, Guidelines and Best Practices ». *IUCN*, **18**: 122.
- Kermagoret, C., Levrel, H., Carlier, A., 2014. « The Impact and Compensation of Offshore Wind Farm Development: Analysing the Institutional Discourse from a French Case Study ». *Scottish Geographical Journal*, **130**(3): 188-206. <https://doi.org/10.1080/14702541.2014.922209>.
- La Confrérie des Gens de la Mer, 2017. « Une histoire maritime réunionnaise, 20 ans de recherches ». 214pp.
- Lacroix, D., Charbonnel, E., Dao, J. C., Véron, G., Lagardère, J. P., Mellon, C., Covès, D., Buestel, D., 2002. « Les récifs artificiels. Aménagement du littoral marin et repeuplement ». *IFREMER*, 148p.
- Lake, P. S., 2001. « On the Maturing of Restoration: Linking Ecological Research and Restoration ». *Ecological Management & Restoration*, **2**(2):110-15. <https://doi.org/10.1046/j.1442-8903.2001.00074.x>.
- Laslaz, L., Gauchon, C., Duval, M., Héritier, S., 2014. « Les espaces protégés. Entre conflits et acceptation ». Belin, 432pp.
- Le, D., Becken, S., Curnock, M., 2022. « Gaining Public Engagement to Restore Coral Reef Ecosystems in the Face of Acute Crisis ». *Global Environmental Change*, **74**: 102513. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102513>.
- Lebart, L., Morineau, A., Piron, M., 1995. « Statistique exploratoire multidimensionnelle ». *Dunod Paris*, **3**: 458.
- Lemahieu, A., 2015. « Fréquentation et usages littoraux dans la Réserve Naturelle Marine de La Réunion ». Phd thesis, Université Paris I Panthéon Sorbonne. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01308703>.
- Lemahieu, A., Pennober, G., David, G., Lavigne, F., Pothin, K., Gérard, L., 2013. « Élaboration d'un protocole de suivi de la fréquentation au sein de la Réserve naturelle marine de la Réunion, France, Océan Indien ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, **13**(1):27. <https://doi.org/10.4000/vertigo.13379>.
- Léocadie, A., Pioch, S., Pinault, M., 2020. « Guide d'ingénierie écologique : la réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés ». *Documentation Ifremer*. 144pp.
- Levrel, H., 2006, « Biodiversité et développement durable : quels indicateurs ? » PhD Thesis, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales (EHESS).

- Levrel, H., 2008. « Les indicateurs de développement durable : proposition de critères d'évaluation au regard d'une approche évolutionniste de la décision ». *Revue Française de Socio-Économie* **2**(2): 199-222. <https://doi.org/10.3917/rfse.002.0199>.
- Lewis, S. L., Maslin, M., A., 2015. « Defining the anthropocene ». *Nature*, **519**(7542): 171-180.
- Liversage, K., et M. G. Chapman. 2018. « Coastal Ecological Engineering and Habitat Restoration: Incorporating Biologically Diverse Boulder Habitat ». *Marine Ecology Progress Series*, **593**: 173-185. <https://doi.org/10.3354/meps12541>.
- Lozachmeur, O., 2009. « Rappel des principes de la «gestion intégrée des zones côtières» et des axes de la Recommandation du 30 Mai 2002 ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, **5**: 10. <https://doi.org/10.4000/vertigo.8222>.
- Martin, D., M., 2017. « Ecological Restoration Should Be Redefined for the Twenty-First Century ». *Restoration Ecology*, **25**(5): 668-673. <https://doi.org/10.1111/rec.12554>.
- Masse, L., Martin, J., 2020. « Guide technique, Le bouturage des coraux à la Réunion ; accompagnement des porteurs de projet. » 54 pp.
- Mazé, C., 2020. « Le concept de transformation vers la soutenabilité : de la science à l'(in) action publique. Le cas brûlant de la gouvernance des socio-écosystèmes marins et côtiers dans le climat du XXIe siècle ». PhD Thesis, La Rochelle Université.
- McDonald, T., G., D., Jonson, G., J., Dixon, K., W., 2016. « Standards internationaux pour la restauration écologique-incluant les principes et les concepts clés ». *Society for Ecological Restoration*, 52 pp.
- McLeod, I. M., Hein, M., Y., Babcock, R., Bay, L., Bourne, D., G., Cook, N. Doropoulos, C., et al. 2022. « Coral restoration and adaptation in Australia: The first five years ». *PLOS ONE* **17**(11): e0273325. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273325>.
- MEA, Millennium Ecosystem Assessment, 2005. « Ecosystems and Human Well-Being: wetlands and water synthesis ». *Island Press*, **5**:563
- Meadows, D., H., Meadows, D., L., Randers, J., Behrens, W., W., 1972. « Rapport sur les limites de la croissance ». *Halte à la croissance*, **1**:131-304.
- Melé, P., 2003. « Introduction : conflits, territoires et action publique ». *Presses universitaires François Rabelais*, 13-32.
- Meur-Ferec, C., 2006. « De la dynamique naturelle à la gestion intégrée de l'espace littoral : un itinéraire de géographe ». Thesis, Université de Nantes. <https://theses.hal.science/tel-00167784>.
- Michel-Guillou, E., 2006. « Représentations sociales et pratiques sociales : l'exemple de l'engagement pro-environnemental en agriculture ». *European Review of Applied Psychology* **56**(3): 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2005.08.001>.
- Michel-Guillou, E., 2014. « La représentation sociale du changement climatique : enquête dans le sens commun, auprès de gestionnaires de l'eau ». *Les cahiers internationaux de psychologie sociale*, **4**: 647-669.
- Mirault, E., 2007. « Les fonctions et enjeux socio-économiques des écosystèmes récifaux : une approche géographique des valeurs de l'environnement appliquée à l'île de la Réunion ». PhD Thesis, Paris 10.
- Mirault, E., David, G., 2008. « Le rôle structurant des récifs coralliens dans la mise en tourisme du littoral réunionnais. ». *Mondes insulaires tropicaux : Géopolitique, économie et développement durable*, 80-104.
- Mirault, E., David, G., 2009. « Fonctions et logiques d'interface des récifs coralliens sur le littoral de la Réunion ». *Les Cahiers d'Outre-Mer*, **62**(248): 571-588. <https://doi.org/10.4000/com.5820>.

- Mitsch, W. J., Joergensen, S., E., 1989. « Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology », janvier. <https://www.osti.gov/biblio/6281717>.
- Mitsch, W., J., 2012. « What is ecological engineering? » *Ecological Engineering*, 5-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.04.013>.
- Mitsch, W., J., Jørgensen, S., E., 2003. « Ecological Engineering: A Field Whose Time Has Come ». *Ecological Engineering*, **20**(5): 363-377. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.05.001>.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., G., 2010. « Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement ». *International journal of surgery*, **8**(5): 336-341.
- Morand, P., 2000, « Besoins d'information, indicateurs et système de suivi pour une pêche continentale responsable en zone sahélienne ». *FAO/PMEDP–Séminaire sur les moyens d'existence et l'aménagement des pêches continentales en zone sahélienne (Ouagadougou 3–5 juillet 2000). Ouagadougou: FAOPMEDP*.
- Morange, M., Schmoll, C., 2016. « Les outils qualitatifs en géographie : Méthodes et applications ». *Armand Colin*, 224pp.
- Morel, V., Körfer, A., Deboudt, P., 2008. « Réseaux et gestion intégrée des zones côtières : un regard de géographes ». *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, **8**(1):23 <https://doi.org/10.4000/vertigo.1922>.
- Moreno-Mateos, D., Maris, V., Béchet, A., Curran, M., 2015. « The true loss caused by biodiversity offsets ». *Biological Conservation*, **192**: 552-559.
- Morin, E., 2019. « En finir avec les malheurs de l'écologie ». *Libération*. https://www.liberation.fr/debats/2020/02/02/en-finir-avec-les-malheurs-de-l-ecologie_1776814/.
- Morin, E., 2020. « L'entrée dans l'ère écologique ». *De l'Aube*, 167pp.
- Morin, E., Lafay, D., 2017. « Le temps est venu de changer de civilisation ». *De l'Aube*, 112pp.
- Morrison, T. H., Adger, N., Barnett, J., Brown, K., Possingham, H., Hughes, T., 2020. « Advancing coral reef governance into the Anthropocene ». *One Earth*, **2**(1): 64-74.
- NOAA, 2020. « Coral Reef Restoration Monitoring Guide Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales ». *NOAA NOS, National Centers for Coastal Ocean Science*, 145pp.
- Okubo, N., Onuma, A., 2015. « An Economic and Ecological Consideration of Commercial Coral Transplantation to Restore the Marine Ecosystem in Okinawa, Japan ». *Ecosystem Services, Marine Economics and Policy related to Ecosystem Services*, **11**:39-44. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.07.009>.
- Olsson, P., Folke, C., Hughes, T., P., 2008. « Navigating the Transition to Ecosystem-Based Management of the Great Barrier Reef, Australia ». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **105**(28): 9489-9494. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706905105>
- Ostrom, E., 2009. « A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems ». *Science*, **325**(5939): 419-422.
- Otero, I., Farrell, K., N., Pueyo, S., Kallis, G., Kehoe, L., Haberl, H., Plutzer, C., et al. 2020. « Biodiversity Policy beyond Economic Growth ». *Conservation Letters*, **13**(4): e12713. <https://doi.org/10.1111/conl.12713>.
- PARETO, 2012. « Suivi scientifique des récifs artificiels. Rapport annuel 2012 - La Possession, Le Port et Saint-Leu. Suivi de la faune ichtyologique, des peuplements benthiques et de l'intégrité structurelle des Récifs Artificiels ».
- Pelt, J-M., 2015, « L'homme renaturé ». *Bouquins*, 1056pp.

- Pendleton, L., Comte, A., Langdon, C., Ekstrom, J., A., Cooley, S., R., Suatoni, L., Beck, M., W., Brander, L., M., Burke, L., Cinner, J., E., 2016. « Coral reefs and people in a high-CO2 world: where can science make a difference to people? » *PloS one*, **11**(11): e0164699.
- Pinault, M., 2013. « Évaluation de la fonctionnalité de récifs artificiels à vocation non extractive, dans un contexte d'habitats naturels fragmentés—Côte nord-ouest de l'île de La Réunion ». *Cybium*, **37**(4):262.
- Pinault, M., Pioch S., Pascal, N., 2017. « Guide pour la mise en œuvre des mesures compensatoires et la méthode de dimensionnement MERCI-COR: Livret 2 ». *IFRECOR*, 96pp.
- Pioch, S., 2008. « Les « habitats artificiels » : élément de stratégie pour une gestion intégrée des zones côtières? Essai de méthodologie d'aménagement en récifs artificiels adaptés à la pêche artisanale côtière ». Thèse de doctorat, 280pp.
- Pioch, S., 2017. « Vers une nouvelle gouvernance côtière entre aménagement et environnement ? La compensation des impacts de l'homme sur l'environnement dans les projets d'aménagements maritimes ». Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paul Valéry Montpellier 3, 347pp.
- Pioch, S., Saussola, P., Kilfoyle, K., Spieler, R., 2011a. « Ecological Design of Marine Construction for Socio-Economic Benefits: Ecosystem Integration of a Pipeline in Coral Reef Area ». *Procedia Environmental Sciences, Ecological Engineering: from Concepts to Applications*, **9**: 148-152. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.11.023>.
- Pioch, S., Kilfoyle, K., Levrel, H., Spieler, R., 2011b. « Green marine construction ». *Journal of Coastal Research*, **61**: 257-268
- Poignonec, D., 2006. « Apport de la combinaison cartographie cognitive/ontologie dans la compréhension de la perception du fonctionnement d'un écosystème récifo-lagonaire de Nouvelle-Calédonie par les acteurs locaux ».
- Quétier, F., Rivoal, F., Marty, P., de Chazal, J., Thuiller, W., Lavorel, S., 2010. « Social Representations of an Alpine Grassland Landscape and Socio-Political Discourses on Rural Development ». *Regional Environmental Change*, **10**(2): 119-130. <https://doi.org/10.1007/s10113-009-0099-3>.
- Quod, J.-P., Malfait, G., Secrétariat IFRECOR, 2016. « Etat des récifs coralliens et des écosystèmes associés des Outre-mer français en 2015 ». *IFRECOR*, 161pp.
- R Core Team, 2022. « R: a language and environment for statistical computing. Version 4.2. 2. ». *Vienna: R Foundation for Statistical*
- Rateau, P., Lo Monaco, G., 2013. « La Théorie des Représentations Sociales : orientations conceptuelles, champs d'applications et méthodes ». *CES Psicología*, **6**(1): 1-21.
- Refulio-Coronado, S., Lacasse, K., Dalton, T., Humphries, A., Basu, S., Uchida, H., Uchida, E., 2021. « Coastal and Marine Socio-Ecological Systems: A Systematic Review of the Literature ». *Frontiers in Marine Science* , **8**: 648006.
- Rey, F., Gosselin, F., Doré, A., 2014. « Ingénierie écologique : Action par et/ou pour le vivant ? ». *Editions Quae*, 174pp.
- Reydon, T., 2019. « Are species good units for biodiversity studies and conservation efforts? » *From assessing to conserving biodiversity: Conceptual and practical challenges*, 167-193.
- Rey-Valette, H., Laloë, F., Le Fur, J., Roussel, J., 2006. « Usages des indicateurs de développement durable. Entre offre et demande d'indicateurs ». *Colloque International GECOREV, Gestion concertée des ressources naturelles et de l'environnement*, 15pp.
- Rey-Valette, H., Rocle, N., Vye, D., Mineo-Kleiner, L., Longépée, E., Bazart, C., Lautrédou-Audouy, N., 2019. « Acceptabilité sociale des mesures d'adaptation au changement climatique en zones

- côtières : une revue de dix enquêtes menées en France métropolitaine ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, **19**(2):25 <https://doi.org/10.4000/vertigo.26537>.
- Sabater, M., G., Yap. H., T., 2002. « Growth and Survival of Coral Transplants with and without Electrochemical Deposition of CaCO₃ ». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **272**(2):131-146. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(02\)00051-5](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(02)00051-5).
- Salaün, J., Pioch, S., Dauvin, J.C., 2022. « Socio-Ecological Analysis to Assess the Success of Artificial Reef Projects ». *Journal of Coastal Research*, **38**(3): 624-638.
- Salvat, B., 1987. « Human impacts on coral reefs: facts and recommendations ». 253pp.
- Schumacher, E., F., 1978. « Small is beautiful: une société à la mesure de l'homme ». *Points*, 219pp.
- Seaman Jr, W., 2002. « Unifying trends and opportunities in global artificial reef research, including evaluation ». *ICES Journal of Marine Science*, **59**: 14-16.
- Seaman, W., 2019. « Artificial reefs. ». *Encyclopedia of Ocean Sciences, Elsevier*, **1**: 662-670.
- Sébastien, L., 2022. « La force de l'attachement dans l'engagement : évolution et politisation des attachements aux lieux dans les conflits d'aménagement ». *Géographie, économie, société*, **24** (1): 69-102. <https://doi.org/10.3166/ges.2022.0003>.
- Sen, S., Nielsen, J-R., 1996. « Fisheries co-management: a comparative analysis ». *Marine policy*, **20** (5): 405-418.
- SER (Society for Ecological Restoration), 2004. « Science and Policy Working Group. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration Science and Policy Working Group. ». 15 pp.
- Smith, J. E., Brainard, R., Carter, A., Grillo, S., Edwards, C., Harris, J., Lewis, L., Obura, D., Rohwer, F., Sala. E., 2016. « Re-evaluating the health of coral reef communities: baselines and evidence for human impacts across the central Pacific ». *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **283**(1822): 20151985.
- Sourisseau, J-M., Losch, B., et Mercoiret. M-R., 2004. « Les dimensions économiques et sociales du développement durable à Mayotte : pour une approche territoriale ». *Mayotte dans la République, actes du colloque de Mamoudzou*, **14**: 617-635.
- Souter, D., Planes, S., Wicquart, J., Logan, M., Obura, D., et Staud, F., 2021. « Status of Coral Reefs of the World: 2020 Full Report – GCRMN ». 200pp. <https://gcrmn.net/2020-report-v1-2023/>.
- Spalding, M., Ravilious, C., Green, E., P., 2001. « World atlas of coral reefs ». *Univ of California Press*. 432pp.
- Steffen, W., Crutzen, P. J., McNeill, J. R., 2007. « The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature ». *Ambio-Journal of Human Environment Research and Management*, **36**(8): 614-621.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., E., Fetzer, I., Bennett, E., M., Biggs, R., Carpenter, S., R., De Vries, W., De Wit, C. A., 2015. « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet ». *Science*, **347**(6223): 1259855.
- Suding, K., Higgs, E., Palmer, M., Callicott, J., B., Anderson, C., B., Baker, M., Gutrich, J., J., et al. 2015. « Committing to Ecological Restoration ». *Science*, **348**(6235): 638-640. <https://doi.org/10.1126/science.aaa4216>.
- Suggett, David J., Melissa Edwards, Deborah Cotton, Margaux Hein, et Emma F. Camp. 2023. « An Integrative Framework for Sustainable Coral Reef Restoration ». *One Earth*, **6**: 16 <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.05.007>.
- Sui-Seng, S., 2022. « Les décès augmentent fortement, les naissances repartent à la hausse - Insee Flash Réunion - 234 ». 20 septembre 2022. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6531246>.

- Susperregui, N., et Soulier, L., 2009. « État des connaissances sur les récifs artificiels dans le monde : typologie, objectifs, gestion et suivis ». Rapport de synthèse. 127pp.
- Tagliani, F., Guiltat, S., 2015. « Le risque d'attaques de requins à La Réunion. Éléments d'analyse des attaques et contextualisation d'une gestion contestée ». *EchoGéo*, 13pp.
- Taylor, B., Vella, K., Maclean, K., Newlands, M., Ritchie, B., Lockie, S., Baresi, U., et al. 2019. « Stakeholder, Traditional Owner, and Community Engagement Assessment : A report provided to the Australian Government by the Reef Restoration and Adaptation Program. ». *Australian Institute of Marine Science (AIMS)*, 95 pp.
- TEEB, 2009. « L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité : Intégration de l'Économie de la nature, rapport de 2009. »
- TEEB, 2010. « L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité : intégration de l'économie de la nature ». *Une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB*.
- Tessier, E., 2005. « Dynamique des peuplements ichtyologiques associés aux récifs artificiels à l'île de la Réunion (ouest de l'océan Indien) - Implication dans la gestion des pêcheries côtières. ». PhD Thesis.
- Tessier, E., Bigot, L., Cadet, C., Cauvin, B., Chabanet, P., Conand, C., Nicet, J-B., Quod, J-P., 2008. « Les récifs coralliens de la Réunion en 2007 : état des lieux et réseau de suivi ». *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, **63**(1-2): 85-102.
- Thiault, L., Curnock, M., I., Gurney, G., G., Heron, S., F., Marshall, N., A., Bohensky, E., Nakamura, N., Pert, P., L., Claudet, J., 2021. « Convergence of Stakeholders' Environmental Threat Perceptions Following Mass Coral Bleaching of the Great Barrier Reef ». *Conservation Biology*, **35**(2): 598-609. <https://doi.org/10.1111/cobi.13591>.
- Thomassin, A., 2011. « "Des réserves sous réserve" : acceptation sociale des Aires Marines Protégées : l'exemple de la région sud-ouest de l'océan Indien ». Phd thesis, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00627993>.
- Thomassin, A., David, G., 2014. « Elaboration d'une méthode pour construire des indicateurs d'acceptation sociale : application à la réserve naturelle marine de la Réunion. ». *Les espaces protégés entre conflits et acceptation*, 67-85.
- Thomassin, A., David, G., Duchêne, J., Bissery, C., 2011, « Measuring Recreational Fishers' Social Acceptance of the Natural Marine Reserve of Reunion Island ». *Coastal Management* 39 (4): 425-39. <https://doi.org/10.1080/08920753.2011.589222>.
- Toillier, A., Faure, G., Chia, E., 2018. « Penser et organiser l'accompagnement de l'innovation collective dans l'agriculture ». *Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires, Edition Quae*, 123-137.
- Torre, A., Aznar, O., Bonin, M., Caron, A., Chia, E., Galman, M., Lefranc, C., Melot, R., Guérin, M., Jeanneaux, P., 2006. « Conflits et tensions autour des usages de l'espace dans les territoires ruraux et périurbains. Le cas de six zones géographiques françaises ». *Revue d'économie régionale et urbaine*, **3**: 415-453.
- Tribollet, A., Guilhaumon, F., Stoica, G., Charpentier, P., Urbina-Barreto, I., Chauvin, A., Bigot, L., Claverie, T., Gontharet, S., Lelabousse, C., 2022. « A case study of the application of sustainability science for a better reef conservation, restoration and compensation (Mayotte, WIO) ». *12th WIOMSA Scientific Symposium*.
- Turner, R. A., Fitzsimmons, C., Forster, J., Mahon, R., Peterson, A., Stead, S. M., 2014. « Measuring Good Governance for Complex Ecosystems: Perceptions of Coral Reef-Dependent Communities in the Caribbean ». *Global Environmental Change*, **29**: 105-117. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.08.004>.

- Turpin, M., 1993. « Rapport de l'atelier Incitateurs de synthèse ». *Commissariat Général du Plan, Rapport Environnement, qualité de vie, croissance*, 74-122.
- Valentin, A., Spangenberg, J., H., 2000. « A Guide to Community Sustainability Indicators ». *Environmental Impact Assessment Review, Assessment Methodologies for Urban Infrastructure*, **20**(3): 381-392. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(00\)00049-4](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(00)00049-4).
- Voyer, M., Dreher, T., Gladstone, W., Goodall, H., 2013. « Who cares wins: The role of local news and news sources in influencing community responses to marine protected areas ». *Ocean & coastal management*, **85**: 29-38.
- Vuillot, C., 2015. « Paysages agricoles et biodiversité dans les représentations sociales et les modèles mentaux des agriculteurs. Une approche comparée de quatre régions françaises ». PhD Thesis, 220 pp.
- Mitsch, W., J., Jørgensen, S., E., 1989. « Introduction to Ecological Engineering ». *John Wiley & Sons*, 3-12.
- Westoby, R., Becken, S., Prieto Laria, A., 2020. « Perspectives on the Human Dimensions of Coral Restoration ». *Regional Environmental Change*, **20**(4): 109. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01694-7>.
- Wickel, A., 2009. « Crise du territoire à Mayotte : l'exemple de la pêche artisanale ». *L'Espace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique*, **6** : 13. <https://doi.org/10.4000/espacepolitique.980>.
- Wilkinson, C., 2008. « Status of Coral Reefs of the World: 2008 ». *Australian Institute of Marine Science (AIMS)*, 298pp.
- Young, T., P., 2000. « Restoration ecology and conservation biology ». *Biological conservation*, **92**(1): 73-83.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Historique des définitions internationales et françaises de l'ingénierie écologique (Rey <i>et al.</i> , 2014)	30
Tableau 2 : Différence entre représentation sociale et perception individuelle.....	66
Tableau 3 : Définition des catégories d'acteurs selon leur degré d'interdépendance au milieu corallien	73
Tableau 4 : La population enquêtée à La Réunion et à Mayotte selon son degré d'interdépendance au milieu et le type d'activité aquatique pratiquée et ses caractéristiques socio-démographiques (selon l'année 2021).....	75
Tableau 5 : Principales thématiques et variables réduites définies pour le thème réparation écologique à la Réunion.....	79
Tableau 6: Liste des acteurs enquêtés et leurs principales caractéristiques.....	83
Tableau 7 : Caractéristique du jeu de données « Réparation écologique »- La Réunion	85
Tableau 8 : Significativité du jeu de données par des tests non paramétriques pour p-value <0.05	86
Tableau 9 : Significativité de la donnée par test post hoc de Dunn pour p-value <0.05 ; NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité.....	87
Tableau 10 : Représentation subjective du panel enquêté par thématique	89
Tableau 11 : Les thématiques abordées selon l'ensemble du panel enquêté	91
Tableau 12 Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés ; NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite	93
Tableau 13 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	96
Tableau 14 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	99
Tableau 15 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés. . NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite	102
Tableau 16: Les thématiques abordées selon l'âge des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite	104
Tableau 17 : Les thématiques abordées selon l'origine des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	107
Tableau 18: Caractérisation de l'efficacité des projets d'ingénierie écologique et les variables identifiées d'après le corpus de données Océan Indien (Chapitre I)	132
Tableau 19 : Proposition d'indicateurs écologiques de l'ingénierie écologique récifale ; d'après la matrice MERCI-Cor (IFRECOR).....	135
Tableau 20 : Méthode de construction des indicateurs d'acceptation sociale issus des cartes cognitives	141

Tableau 21 : Calcul des indicateurs d'acceptation sociale issus de cartes cognitives pour l'ensemble du panel enquêté.....	142
Tableau 22 : Tableau d'indicateurs d'acceptation sociale des récifs artificiels pour l'ensemble du panel enquêté. (Cas de l'île de la Réunion)	144
Tableau 23 : Les projets de récifs artificiels réalisés ou en cours à La Réunion.....	151
Tableau 24 : Application des indicateurs écologiques au projet de récif artificiel-CORAIL- Ile de la Réunion ; d'après la matrice MERCI-Cor (IFRECOR)	154
Tableau 25 : Articles retenus pour le corpus de données océan Indien.....	183
Tableau 26 : Modalités et variables du jeu de donnée.....	187
Tableau 27 : Nomenclature du niveau de diplôme (d'après www.service-public.fr)	188
Tableau 28 : Caractéristique du panel enquêtés selon les deux territoires d'intérêt : nombre d'individus ; nombre de CC et de nombre de concept énoncé.	189
Tableau 29 : L'ensemble des individus ayant participé à l'exercice de cartes cognitives (n= 247)....	211
Tableau 30 : Liens de causalité moyen par thématiques observées pour les récifs artificiels	222
Tableau 31 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés	223
Tableau 32 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés....	225
Tableau 33 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés	227
Tableau 34 : Fréquence de citation des liens de causalité par genre (-3/+3).....	228
Tableau 35 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés	229
Tableau 36 : Représentation subjective du panel enquêté par thématique	232
Tableau 37 : Les thématiques abordées selon l'ensemble du panel enquêté	233
Tableau 38 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite	234
Tableau 39 : Les thématiques abordées selon le degré dépendance aux récifs des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	236
Tableau 40 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	238
Tableau 41: Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés. NB : données non disponibles pour 31 des enquêtés = colonne NA) ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	240
Tableau 42 : Les thématiques abordées selon l'âge des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.	242
Tableau 43 : Les thématiques abordées selon l'origine. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.	244
Tableau 44: Représentation subjective du panel enquêté par thématique	248
Tableau 45 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ;	248
Tableau 46 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés. ..	249
Tableau 47 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés	250
Tableau 48 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés.....	251
Tableau 49 : Les thématiques abordées selon l'ensemble du panel enquêté.....	253

Tableau 51 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	255
Tableau 52 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	256
Tableau 53 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés. NB : données non disponibles pour 31 des enquêtés = colonne NA) ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.....	257
Tableau 54 : Les thématiques abordées selon l'origine. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.	258
Tableau 55 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ;	260
Tableau 56 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés. ..	261
Tableau 57 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés.	262
Tableau 58 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés.....	263
Tableau 59 : Listes des projets d'ingénierie écologique récifal réalisés à la Réunion et à Mayotte ...	268

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Récapitulatif de l'état de santé des récifs corallien français en 2015 ; Indice de santé établi à dire d'expert (IFRECOR (2016); tiré de Léocadie, <i>et al.</i> , (2020)).....	12
Figure 2 : a) Pourcentage cumulé d'espèces disparues depuis 1500 b) Déclin de la survie des espèces selon la liste rouge IUCN (IPBES, 2019).....	18
Figure 3 : Les facteurs directs et indirects causant la perte de biodiversité (IPBES, 2019).....	19
Figure 4 : Douze ans de gouvernance écologique pour endiguer l'effondrement de la biodiversité ...	21
Figure 5 : Vers une relation durable entre l'Ecosystème et le Socio-système, au service de la co-viabilité des deux systèmes	22
Figure 6 : Les principaux sous-systèmes d'un cadre d'analyse des systèmes socio-écologiques (d'après Ostrom, 2009).....	23
Figure 7 : Acteurs potentiels d'un réseau de GIZC (issu de Morel et al., 2008).....	26
Figure 8 : La gestion intégrée des zones côtières (GIZC) : la gouvernance à l'interface entre développement et préservation (Deboudt et al., 2009).....	27
Figure 9 : Les dates clés dans la gestion des récifs coralliens.....	29
Figure 10 : Planification d'un projet de réparation écologique	32
Figure 11 : Evaluation des coûts et bénéfices monétarisés de la restauration écologique des écosystèmes terrestres et côtiers (Piocch - adapté du TEEB, 2009)	33
Figure 12 : Le protocole de recherche et la problématique de la thèse.....	35
Figure 13 : Les différentes approches de l'ingénierie écologique	41
Figure 14 : Les principes de la réparation écologique (d'après Keenleyside et al., 2012).....	45
Figure 15 : Distribution géographique de l'étude (Réalisation Aurore Léocadie- QGIS)	46
Figure 16 : Récapitulatif du tri de la donnée associée aux techniques de réparation écologique pour les récifs coralliens dans l'océan Indien (Données collectées jusqu'en 2021).....	47
Figure 17 : Résumé des ACM obtenues pour le jeu de données. Représentation dans le plan factoriel des 6 variables actives pour l'écosystème récif corallien. De gauche à droite et de haut en bas : La zone géographique considérée ; L'état du site avant réalisation du projet ; La cause de dégradation avant la mise en place des projets de réparation ; Les objectifs des projets de réparation ; Les types de technique de réparation ; Le temps de suivi associé aux techniques.....	49
Figure 18 : Les techniques employées dans le bassin Océan Indien (%) (n= 62)	50
Figure 19 : Le suivi de réalisation de projets en fonction des techniques de restauration (n= 59).....	50
Figure 20 : Le temps de suivi des projets en fonction des types de techniques (n= 59).....	51
Figure 21 : Les objectifs de réparation écologique pour les 62 projets étudiés (%).....	51
Figure 22 : Les acteurs impliqués dans les projets de restauration écologique corallienne	52
Figure 23 : Les paramètres étudiés lors de suivi de projets de réparation écologique dans l'océan Indien (en %) ; NB : en vert = Param. biologiques ou techniques ; en orange = Param. physico-chimiques	52
Figure 24 : Les coraux les plus employés lors de projets de réparation écologique dans l'Océan Indien (en %).....	53
Figure 25 : Les indicateurs attestant de la réussite ou de l'échec des techniques pour l'ensemble du jeu de données océan Indien.....	55
Figure 26 : Planche comparative entre des données issus de la littérature scientifique et grise.....	56
Figure 27 : Exemple du cheminement effectué avant d'avoir accès à l'information (documents) et l'effort (Nombre d'échange par personne) qu'il a fallu fournir pour y avoir accès ; NB : Dans un souci de confidentialité, les acteurs ayant servi à créer ce schéma ne sont pas nommés.....	58

Figure 28 : Schématisation de la conception d'un projet de réparation écologique, en considérant les acteurs impliqués dans la réparation écologique et la dimension écologique du projet	60
Figure 29 : Les différentes catégories d'efficacité et des besoins identifiés d'après la littérature relative à la réparation écologique des récifs coralliens	61
Figure 30 : Schématisation de la conception d'un projet de réparation écologique, en considérant les acteurs impliqués dans la réparation écologique, la dimension écologique et la dimension sociale (usagers) du projet	62
Figure 31 : Carte d'occupation des sols de l'île de La Réunion (Réalisation Aurore Léocadie-QGIS ; D'après Le Mézo, Lionel ; Dupuy, Stéphane ; Gaetano, Raffaele, 2021, « La Réunion - occupation du sol - carte 2020 (Spot6/7) - 1.5m », CIRAD Dataverse)	68
Figure 32 : Sites de collectes des données sur l'île de La Réunion (Réalisation Aurore Léocadie-QGIS)	70
Figure 33 : Carte d'occupation des sols de l'île de Mayotte (Réalisation Aurore Léocadie- QGIS- Modification de l'occupation du sol 2016 ; 976 OCS GE®)	71
Figure 34 : Sites de collectes des données sur l'île de Mayotte (Réalisation Aurore Léocadie-QGIS)	72
Figure 35: Schématisation de la démarche méthodologique	76
Figure 36 : Exemple de structure d'une carte cognitive ; NB : Carte cognitive de l'enquête n°16	78
Figure 37 : Regroupement des concepts énoncés, figure adaptée et d'après Poignonec 2006	78
Figure 38 : Guide d'entretien	82
Figure 39 : <i>Pourcentage des concepts énoncés rassemblés selon une typologie de 15 thématiques clés pour la réparation écologique à l'île de la Réunion. La ligne rouge représente la fréquence cumulée du diagramme obtenu.</i>	88
Figure 40 : <i>Valeur de représentation de la réparation écologique par l'ensemble du panel enquêté toutes thématiques confondues à la Réunion (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3.</i>	89
Figure 41 : Valeur de représentation de la réparation écologique par type d'usage (-3/+3). NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité.....	94
Figure 42 : Valeur de représentation de la réparation écologique par degré de dépendance au récif corallien (-3/+3).....	97
Figure 43 : Valeur de représentation de la réparation écologique par genre (-3/+3).....	100
Figure 44 : Valeur de représentation de la réparation écologique par niveau de diplôme (-3/+3)	103
Figure 45: Valeur de représentation de la réparation écologique par classe d'âge (-3/+3).....	105
Figure 46 : Valeur de représentation de la réparation écologique en fonction de l'origine des enquêtés (-3/+3).....	108
Figure 47 : Professions des individus ayant participé à l'exercice des entretiens individuels	109
Figure 48 : Représentations sociales de la réparation écologique - résumé des principaux résultats obtenus. NB : I = immergé ; NI = Non-Immergé ; MULTI = Pratique multiple ; PA = Pas de pratique	117
Figure 49 : Représentations sociales des récifs artificiels - résumé des principaux résultats obtenus. NB : I = immergé ; NI = Non-Immergé ; MULTI = Pratique multiple ; PA = Pas de pratique	118
Figure 50 : <i>Représentations sociales des récifs coralliens - résumé des principaux résultats obtenus. NB : I = immergé ; NI = Non-Immergé ; MULTI = Pratique multiple ; PA = Pas de pratique</i>	119
Figure 51 : <i>Paramètres permettant d'estimer la qualité d'un indicateur descriptifs des indicateurs relatifs à tout système socio-écologique (D'après David, 2005)</i>	126
Figure 52 : Les trois dimensions de l'attachement au lieu (Sébastien, 2022)	128
Figure 53 : Les principaux champs d'analyse des facteurs subjectifs de l'acceptation sociale (Depraz et al., 2016).....	129
Figure 54 : La méthode en 10 points pour mesurer l'acceptation sociale, d'après Depraz et Laslaz, (2014)	130

Figure 55 : Visualisation graphique en radar de l'acceptation sociale des récifs artificiels NB : I = Indicateur.....	145
Figure 56 : a) Tableau d'indicateurs d'acceptation sociale des récifs artificiels et b) visualisation graphique en radar de l'acceptation sociale des récifs artificiels selon le degré d'interdépendance au récif corallien. (Cas de l'île de la Réunion) NB : I = Indicateur ; V = Variable issue de l'indicateur.	146
Figure 57 : Carte des pays ayant des récifs artificiels (Cépralmar, Région Languedoc Roussillon, 2015)	149
Figure 58 : Organisation schématique d'un récif artificiel (Source : Cépralmar)	150
Figure 59 : Localisation des projets de récif artificiel à La Réunion. NB : le projet de 2001 ne figure pas sur la carte ; document non disponible.....	152
Figure 60 : Exemple de classification ascendante hiérarchique pour la thématique « Qualification du milieu », Xmind.....	190
Figure 61 : Protocole de réalisation des cartes cognitives.....	218
Figure 62 : Groupement d'ACM selon le type d'usage et le degré d'interdépendance (1/2/3) -Ile de La Réunion.....	220
Figure 63 : Groupement d'ACM selon le genre, l'origine, le niveau de diplôme, la diversité des thématiques abordées	221
Figure 64 : Occurrence des liens de causalité en lien aux récifs artificiels - Réunion (en %).....	221
Figure 65: Fréquence de citation des liens de causalité par type d'usage (-3/+3).....	224
Figure 66 : Fréquence de citation des liens de causalité par degré d'interdépendance (-3/+3).....	226
Figure 67 : Fréquence de citation des liens de causalité par niveau de diplôme (-3/+3).....	230
Figure 68 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés par thématique- récif corallien -Ile de La Réunion.....	231
Figure 69: Valeur de représentation du récif corallien par l'ensemble du panel enquêté pour toutes thématiques confondues (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3	231
Figure 70 : Valeur de représentation du récif corallien par type d'usage (-3/+3). NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité	235
Figure 71 : Histogramme des catégories professionnelles sélectionnées selon leur degré d'interdépendance aux récifs coralliens et leur genre	235
Figure 72: Valeur de représentation du récif corallien par degré d'interdépendance (-3/+3)	237
Figure 73 : Valeur de représentation du récif corallien par genre (-3/+3).....	239
Figure 74 : Valeur de représentation du récif corallien par niveau de diplôme (-3/+3)	241
Figure 75 : Valeur de représentation du récif corallien par classe d'âge (-3/+3)	243
Figure 76 : Valeur de représentation du récif corallien par origine (-3/+3)	245
Figure 77 : Groupement d'ACM selon le type d'usage et le degré d'interdépendance (1/2/3) -Mayotte	246
Figure 78 : Groupement d'ACM selon le genre, l'origine, le niveau de diplôme, la diversité des thématiques abordées	246
Figure 79 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés selon une typologie de 11 thématiques clés.	247
Figure 80 : Valeur de représentation du récif corallien par l'ensemble du panel enquêté pour toutes thématiques confondues (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3	247
Figure 81 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés par thématique- récif corallien -Ile de La Réunion.....	252
Figure 82 : Valeur de représentation du récif corallien par l'ensemble du panel enquêté toutes thématiques confondues (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3	252
Figure 83 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés selon une typologie de 15 thématiques clés.	259

Figure 84: Valeur de représentation du récif corallien par l'ensemble du panel enquêté pour toutes thématiques confondues (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3	259
Figure 85 : Les différents calculs d'indicateurs sociologiques pour les récifs artificiels selon le panel enquêté et le degré d'interdépendance au récif	271

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1 : Exemples d'impact d'origine anthropique sur le récif corallien. NB : Liste non-exhaustive.....	24
Photographie 2 : Exemple de techniques actives de réparation écologique récifale. De gauche à droite et de haut en bas : récifs artificiels (©Pinault Mathieu ; ©Kirk Kilfoyle) ; recrutement larvaire (Guest et al., 2014) ; électrodéposition (©Matthew Oldfield Photography) ; transplantation corallienne (©Kornylak Flickr) ; pépinière corallienne (©Coralreefcpr.org ; ©Alexandre Arqué ; ©Tim Calver)	42
Photographie 3 : Récifs artificiels immergés de types hexapodes à t + 4 ans ; projet « CORAIL REUNION » (Source : Corailreunion.blogspot)	153
Photographie 4 : Récifs artificiels immergés de types sandwiches à t + 4 ans ; projet « CORAIL REUNION » (Source : Corailreunion.blogspot et CRPMEM)	153

LISTES DES ANNEXES

Annexe 1 : Les articles retenus pour le corpus Océan Indien	183
Annexe 2 : Modalités et variables retenues pour le jeu de données du chapitre I.....	187
Annexe 3 : Définition des classes de diplômes des enquêtés	188
Annexe 4 : Caractéristiques du jeu de données « cartes cognitives »	189
Annexe 5 : Conception d'un thésaurus à partir de cartes cognitives.....	190
Annexe 6 : Regroupement des concepts énoncés en variables réduites	191
Annexe 7 : Les différents types d'acteurs interrogés lors de l'exercice de carte cognitive et leurs degrés d'interdépendance aux récifs coralliens	211
Annexe 8 : Le protocole de terrain – Carte cognitive	218
Annexe 9 : Les acteurs interrogés lors des entretiens semi-directifs	219
Annexe 10 : Les résultats des cartes cognitives pour les deux territoires (Mayotte et La Réunion)	220
Annexe 11 : Visualisation des concepts énoncés par IRaMuTeQ	264
Annexe 12 : Les projets d'ingénierie écologique réalisés à la Réunion et à Mayotte	268
Annexe 13 : Les indicateurs sociologiques selon le total enquêté et le degré d'interdépendance	271

ANNEXES

Annexes du chapitre I

Annexe 1 : Les articles retenus pour le corpus Océan Indien

Tableau 25 : Articles retenus pour le corpus de données océan Indien

N°	Auteurs et année de publication	Année d'expérimentation	Technique employée	Localisation	Type de publication
1	Kumar, J. S., <i>et al.</i> , (2017)	2014	Mixte	Inde	Article scientifique
2	Kumar, J. Y., <i>et al.</i> , (2017)	2013	Mixte	Inde	Article scientifique
3	Raj, K. D., <i>et al.</i> , (2015)	2008	Transplantation	Inde	Article scientifique
4	Ferse S (2010)	2005	Transplantation	Indonésie	Article scientifique
5	Port Echo (journal) (2021)	2018	Transplantation	Madagascar	Littérature grise
6	Todinanahary, G. G. (2021)	2014	Recrutement larvaire	Madagascar	Article scientifique
7	Reef Doctor (site internet) (2017)	2012	Mixte	Madagascar	Littérature grise
8	Reef Doctor (site internet) (2019)	2016	RA	Madagascar	Littérature grise
9	Edwards A (2010)	2008	Transplantation	Maldives	Littérature grise
10	Clarke, S., Edwards, A. J. (1995)	1995	Transplantation	Maldives	Article scientifique
11	Biais, G., Taquet, M., (1990)	1985/ 1988	RA	Maurice / Réunion	Littérature grise
12	Edwards A, Gomez E (2007)	2004	Transplantation	Mayotte	Littérature grise
13	Pioch, S., <i>et al.</i> , (2011)	2008	RA	Mayotte	Article scientifique

14	Chabanet et Naim, 2000	1998 / 2000	Transplantation / Mixte	Réunion	Littérature grise
15	Naim, O., <i>et al.</i> , (2001)	1995	Transplantation	Réunion	Article scientifique
16	Pothin et al (2001)	2001	RA	Réunion	Littérature grise
17	Arvam (2004)	2004	Mixte	Réunion	Littérature grise
18	Masse L., Martin, J. (2020)	1999 / 2004 / 2006	Transplantation / Transplantation / Mixte	Réunion	Littérature grise
19	CRPMEM (2007)	2006	RA	Réunion	Littérature grise
20	Préfet de la Réunion (2013)	2012	RA	Réunion	Littérature grise
21	Préfet de la Réunion (2014)	2014	RA	Réunion	Littérature grise
22	Montoya-Maya, P. H., <i>et al.</i> , (2016)	2012	Mixte	Seychelles	Article scientifique
23	Mbije, N. E., <i>et al.</i> , (2010)	2007	Pépinière	Tanzanie	Article scientifique
24	Mbije N, <i>et al.</i> , (2013)	2008	Transplantation	Tanzanie	Article scientifique
25	Lindahl, U. (2003).	2003	Transplantation	Tanzanie	Article scientifique
26	Wagner, G. M., <i>et al.</i> , (2001)	2001	Transplantation	Tanzanie	Article scientifique
27	Seguin, F., <i>et al.</i> , (2008)	2007	Transplantation	Yémen	Article scientifique
28	Heyward, A. J., <i>et al.</i> , (2002)	2002	Recrutement larvaire	Australie	Article scientifique
29	Blakeway D, <i>et al.</i> , (2013)	2013	RA	Australie	Article scientifique
30	Kumar JSY, <i>Set al.</i> , (2017)	2017	Transplantation	Inde	Article scientifique
31	Ferse, S. C. A., and A. Kunzmann (2009)	2009	Pépinière	Indonésie	Article scientifique

32	Fox, H. E., <i>et al.</i> , (2005)	2005	RA	Indonésie	Article scientifique
33	Fadli N, <i>et al.</i> , (2012)	2012	RA	Indonésie	Article scientifique
34	Edwards, A., Clark, S. (1993)	1993	RA	Maldives	Littérature grise
35	Clark S, Edwards AJ (1994)	1990	RA / Transplantation	Maldives	Article scientifique
36	Clark S, Edwards AJ (1999)	1999	RA	Maldives	Article scientifique
37	Frias-Torres, S., <i>et al.</i> , (2015)	2015	Recrutement larvaire	Seychelles	Article scientifique
38	Montoya-Maya, P. H., <i>et al.</i> , (2016)	2016	Transplantation	Seychelles	Article scientifique
39	Frias-Torres S, van de Geer C. (2015)	2015	Pépinière	Seychelles	Article scientifique
40	Montoya-Maya, P. H., <i>et al.</i> , (2015)	2015	Transplantation	Seychelles	Littérature grise
41	Seguin, F., <i>et al.</i> , (2008)	2008	Transplantation	Yémen	Article scientifique
42	Jompa, J., <i>et al.</i> , (2006)	2006	Electrodéposition	Indonésie	Article scientifique
43	Williams, S.L., <i>et al.</i> , (2018 - in press)	2018	RA	Indonésie	Article scientifique
44	Detolle, J.P., <i>et al.</i> , (1996)	1996	RA	Réunion	Littérature grise
45	Lacour, F.-N., (2000)	2000	RA	Réunion	Littérature grise
46	Epstein, N., <i>et al.</i> , (2001)	2001	Pépinière / Transplantation	Israël	Article scientifique
47	Shafir, S., <i>et al.</i> , (2006)	2006	RA	Israël	Article scientifique
48	Van Treeck, P., Schuhmacher, H. (1997)	1997	Mixte	Israël	Article scientifique
49	Oren, U., Benayahu, Y. (1997)	1997	Mixte	Israël	Article scientifique
50	Bongiorni, L., <i>et al.</i> , (2003).	2003	Pépinière	Israël	Article scientifique

51	Horoszowski-Fridman, Y. B. <i>et al.</i> , (2011)	2011	Transplantation	Israël	Article scientifique
52	Horoszowski-Fridman, <i>et al.</i> , (2015)	2015	Transplantation	Israël	Article scientifique
53	Linden, B. Rinkevich, B. (2011)	2011	Pépinière	Israël	Article scientifique
54	Perkol-Finkel, S., Benayahu, Y. (2009)	2009	RA	Israël	Article scientifique
55	Rinkevich, B. (2000)	2000	Transplantation	Israël	Article scientifique
56	Elad Nehoray, R., Rinkevich, B. (2017)	2017	Pépinière	Israël	Article scientifique
57	Linden, B., Rinkevich B. (2017)	2017	Recrutement larvaire	Israël	Article scientifique
58	Golani D, Diamant, A (1999)	1999	RA	Israël	Article scientifique
59	Rilov G, Benayahu, Y (2000)	2000	RA	Israël	Article scientifique
60	Edwards A (2010)	1994	RA	Thaïlande	Littérature grise
61	Ammar, M. S. A., <i>et al.</i> , (2000)	NA	Transplantation	Egypte	Article scientifique
62	Schuhmacher, H., <i>et al.</i> , (2002)	NA	Mixte	Egypte	Article scientifique

Annexe 2 : Modalités et variables retenues pour le jeu de données du chapitre I

Tableau 26 : Modalités et variables du jeu de donnée

Zone géographique	Type de publication	Année de parution	Etat écologique du site avant dégradation	Temps de suivi des projets	Cause de dégradation	Type de technique employée	Superficie en m ²	Coût	Taux de survie	Objectif	Espèces	Paramètres étudiés lors des suivi de projet	Raisons de réussite des projets	Raisons d'échec des projets	Types d'acteurs impliqués
Inde / Maldives	Littérature scientifique	[1985;1996[	Dégradé	[0;2[	Origine anthropique	Transplantation	[0;1500[	[0;200000[	[0;10[	Expérimental	<i>Acropora sp.</i>	Courant	Sensibilisation	Contexte social	Scientifiques
Indonésie / Australie	Littérature grise	[1996;2007[	Non-dégradé	[2;5[	Origine naturelle	Recrutement larvaire	[1500;15000[	[200000;500000[	[10;32]	Amélioration /Réhabilitation	<i>Pocillopora sp.</i>	Enfouissement	Implication d'acteurs	Fréquentation	Usagers
Mozambique		[2007;2018]		[5;[	Origine mixte	Pépinière corallienne	[15000;40000]	[500000;[	[32;55[	Compensation écologique	<i>Stylophora sp.</i>	Substrat	Etat de santé générale	Recrutement corallien	Gestionnaires
Mascareignes					Non-dégradé	Récif artificiel			[55;77[	Restauration	<i>Siderastrea sp.</i>	Nombre de fragments (coraux ou colonies) restants	Reproduction	Stress du à la fragmentation ou transplantation	Ingénieurs en environnement
Mer rouge						Technique mixte			[77;100]		<i>Dendronephthya sp.</i>	pH	Fragmentation asexuée naturelle	Prédation	Gouvernance
											<i>Goniopora sp.</i>	Salinité	Survie corallienne	Impact anthropique	Entreprise privée
											<i>Galaxea sp.</i>	Turbidité	Facteurs environnementaux	Facteurs environnementaux	
											<i>Acanthastrea sp.</i>	Sédimentation	Résilience de l'écosystème	Survie	
											<i>Turbinaria sp.</i>	Température	Recrutement corallien	Mortalité post-installation	
											<i>Millepora sp.</i>	Reproduction	Recrutement ichtyologique	Perte des structures	
											<i>Platygyra sp.</i>	Poids	Survie	Conditions nettoyages des sites	
											<i>Cyphastrea sp.</i>	Blanchissement	Choix des espèces	Transplantation d'espèce	
											<i>Favites sp.</i>	Biomasse	Complexité des récifs artificiels	Localisation du site	
											<i>Pavona sp.</i>	Diametre	Comparaison des récifs artificiels	Structure inadaptée	
											<i>Favia sp.</i>	Détachement ou casse	Echelle du projet	Vulnérabilité due à la houle	
											<i>Montipora sp.</i>	Recrutement corallien ou larvaire	Conditions nettoyages des sites	Coût	
											<i>Porites sp.</i>	Recouvrement corallien ou larvaire	Transplantation d'espèce	Suivi des sites à court ou au long terme	
											Autres	Croissance	Localisation du site	Composition du substrat	Méthode employée est inadaptée
												Taux de survie	Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	Composition du substrat
													Structure adaptée	Suivi des sites à court ou au long terme	

Annexes du chapitre II

Annexe 3 : Définition des classes de diplômes des enquêtés

Tableau 27 : Nomenclature du niveau de diplôme (d'après www.service-public.fr)

Titre du diplôme	Niveau de diplôme
<u>CAP, BEP</u>	3 (anciennement V)
Baccalauréat	4 (anciennement IV)
<u>DEUG, BTS, DUT, DEUST</u>	5 (anciennement III)
Licence, licence professionnelle, <u>BUT</u>	6 (anciennement II)
Maîtrise	6 (anciennement II)
Master, diplôme d'études approfondies, diplôme d'études supérieures spécialisées, diplôme d'ingénieur	7 (anciennement I)
Doctorat, habilitation à diriger des recherches	8 (anciennement I)

Annexe 4 : Caractéristiques du jeu de données « cartes cognitives »

Tableau 28 : Caractéristique du panel enquêtés selon les deux territoires d'intérêt : nombre d'individus ; nombre de CC et de nombre de concept énoncé.

	Réparation écologique	Récifs artificiels	Récifs coralliens	
Réunion	Groupes identifiés	Ingénieur en environnement (11) Universitaire/scientifique (6) Gestionnaire (13) Fonction publique et gouvernance (8) Usagers des récifs (137) Maitre d'ouvrage (0)	Ingénieur en environnement (11) Universitaire/scientifique (6) Gestionnaire (13) Fonction publique et gouvernance (8) Usagers des récifs (137) Maitre d'ouvrage (0)	Ingénieur en environnement (11) Universitaire/scientifique (6) Gestionnaire (13) Fonction publique et gouvernance (8) Usagers des récifs (137) Maitre d'ouvrage (0)
	Sexe	Homme (117) Femme (58)	Homme (117) Femme (58)	Homme (117) Femme (58)
	Nombre de CC	175	175	175
	Nombre total concept énoncé	766	693	926
Mayotte	Groupes identifiés	Ingénieur en environnement (1) Universitaire/scientifique (4) Gestionnaire (8) Fonction publique et gouvernance (3) Usagers des récifs (55) Maitre d'ouvrage (1)	Ingénieur en environnement (1) Universitaire/scientifique (4) Gestionnaire (8) Fonction publique et gouvernance (3) Usagers des récifs (55) Maitre d'ouvrage (1)	Ingénieur en environnement (1) Universitaire/scientifique (4) Gestionnaire (8) Fonction publique et gouvernance (3) Usagers des récifs (55) Maitre d'ouvrage (1)
	Sexe	Homme (48) Femme (24)	Homme (48) Femme (24)	Homme (48) Femme (24)
	Nombre de CC	72	72	72
	Nombre total concept énoncé	293	257	385

Annexe 5 : Conception d'un thésaurus à partir de cartes cognitives

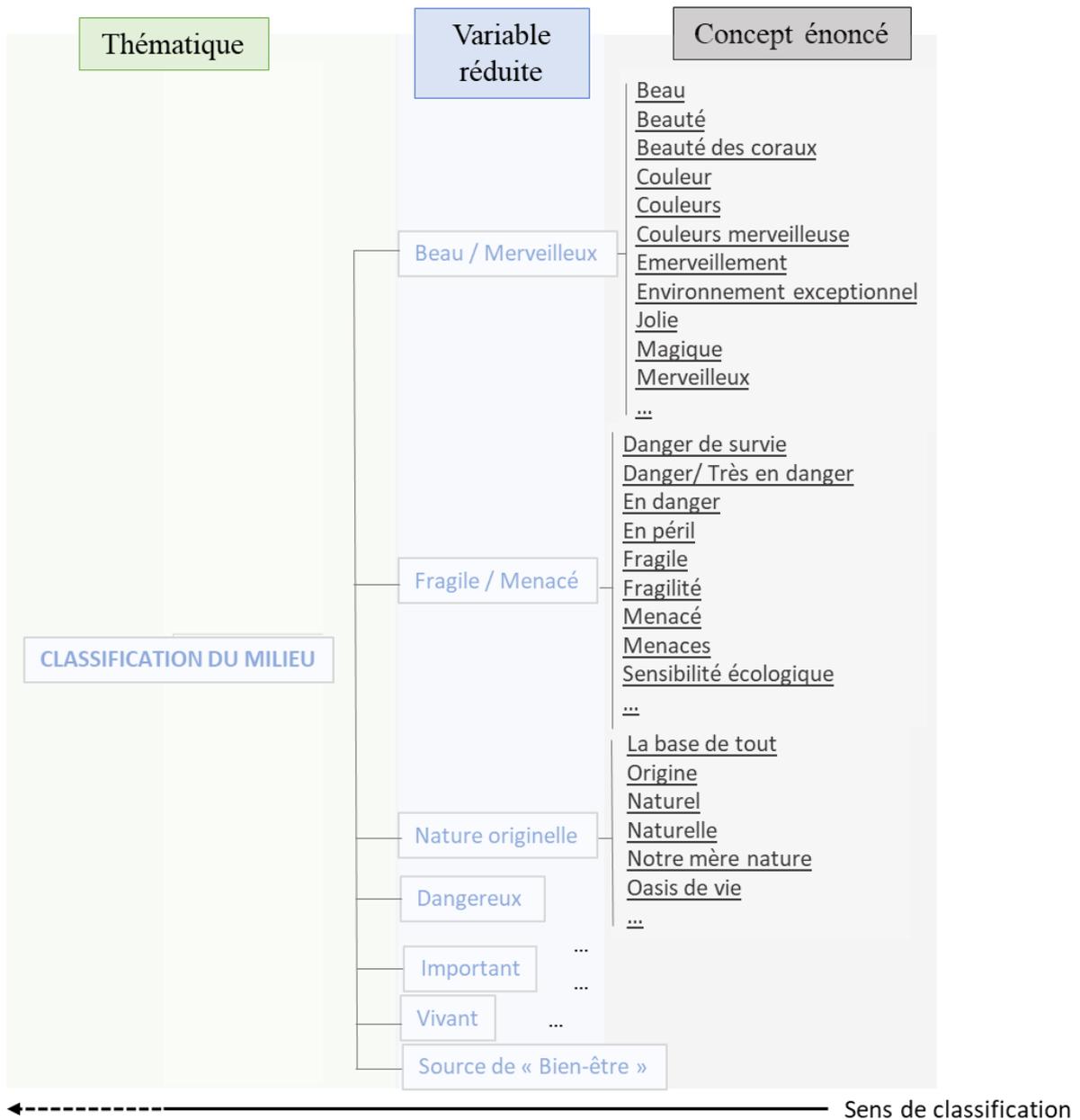


Figure 60 : Exemple de classification ascendante hiérarchique pour la thématique « Qualification du milieu », Xmind

Annexe 6 : Regroupement des concepts énoncés en variables réduites

Cette annexe est constituée de l'ensemble des concepts énoncés pour les trois thèmes abordés (réparation écologique, récif artificiel et récif corallien) par le panel enquêté, que ce soit pour La Réunion et pour Mayotte.

• Pour La Réunion

Thème réparation écologique :

1. TOURISME

Touriste (activité/comportement)

2. PECHE

Ressource – Indépendance alimentaire – Pêche – Alimentation – Pêche illégal – Quotas pêche – Type de pêche

3. EMPLOI

Emploi

4. LOISIR

Surfeur

5. ACCEPTABILITE DES AMP

Aire marine protégée – Reserve (notamment vis-à-vis de l'action humaine) – Reserve marine (pas d'accord avec la réserve vivier mais pas de pêche)

6. SCIENCE PARTICIPATIVE

Participation citoyenne – Outil de gestion participative – Travail de groupe (on va plus vite quand on fait intervenir plus de personne) – Atelier animation – Affaire de tous – Citoyenneté

7. ACTION DE RESTAURATION/ACTEURS

ONG (acteur de la réparation) – Entreprises concernées – ONF – ONG – Êtres humains – Association – Université – Jeune (Rôle universitaire) – Partenariats – Volontariat (acteur de la réparation) – Action des collégiens (mériterait d'être plus développe)

8. ENVIRONNEMENT POLITIQUE

Pas Macron – Yannick Jadot – Accord de Paris – Les verts – Politiques – Juridique

9. MESURES COMPENSATOIRES

Compensation – Mesure compensatrice – Compensation financière – Compensation écologique – Mesure compensatoire – Mesure compensatoire (notion pas très honnête parfois hypocrite) – Mesure environnementale – Mesures – Apporter une compensation digne de ce nom

10. ACTION INDIVIDUELLE

Trier (déchets) – Tri – Engagement (de chacun) – Comportement au quotidien – Recyclage – Recycler – Pas de gaspillage – Ne pas marcher sur les coraux – Ramassage des déchets – Consommation – Végétarien – Manger différemment produit bio – Déchet – Crème solaire respectueuse des océans – Vélo – Marche à pieds – Transport – Panneau solaire – Ramasser les déchets – Geste citoyen – Arrêt de la surconsommation – Véhicule propre – Investissement personnel – Changement (d'habitude) – Déchets plage – Déchets – Sans produit – Produits solaires écologiques – Crème solaire – Propreté du lieu

11. COMMUNICATION/SENSIBILISATION/MEDIATION/FORMATION

Sensibilisation – Animation sensibilisation – Sensibiliser – Sensibilité – Communication – Pédagogie (Briefing/Mono plongeurs) – Prévention avant réparation – Médiation – Sensibilisation à l'environnement (utilise essentiellement comme ça à La Réunion) – Information – Education – Education scolaire (faire prendre

conscience aux enfants) – Pédagogie – Sensibilisation des jeunes – Jeunesse – Sensibilisation(on est obligé de sensibiliser) – Prévention – Grand public – Observer – Attention – S’intéresser plus aux coraux – Prendre conscience que tout vit – Réappropriation du milieu – Valorisation – Changement(d’habitude) – Changement – Changement d’habitudes – Mentalité

12. REGLEMENTATION

Réglementer davantage pêche – Gouvernance – Règlementation – Sanction(société) – Baignade contrôlée

13. GESTION

Conservation – Gestion de la nature – Eco-garde

14. TECHNOLOGIE

Mécanique – Technologie –Innovations – Nouveaux procédés – Invention – Innovation – Enjeux – Ingénierie – Recherche – Nouveauté – Expérience

15. MATERIAUX

Matériaux

16. TEMPS

Délai – Temps – Court terme – Temps (il faut du temps) – Temps (passe/ savoir ce qui a causé tant de dégâts) – Temps (Urgence/contrainte) – Durable – Durabilité – Temps (court moyen long terme)

17. COUT

Financier (compensation financière) – Investissement – Financement – Cout – Cher – Finance – Gaspillage d’argent public – Coût de l’entretien – Profit – Taxe environnementale – Europe (fond mais suscite la convoitise) – Moyens – Impôts – Moyens financiers – Moyens (Humains techniques financiers) – Moyens financiers – Dépense (Financière) – Economie (économie industrielle/habitudes économiques)

18. OUTILS

Bateaux qui récupèrent déchets – Matériel adapte (bateau pas trop polluant) – Equipement du plongeur – Glue (moyen de faire des greffes) – Bateau

19. SUIVI

Suivi

20. ETUDES

Etude d’impact – Etudes – Sciences – Scientifique – Expert

21. METHODES

Méthode répliquable – Méthodes – Protocole

22. TECHNIQUE

Travaux – Projet – Technique

23. DESIGN

Structures

24. MATIERES

Plastique – Sans plastiques – Matière écoresponsable

25. PRODUCTION

Batterie – Electricité – Eoliennes – Moteur rotatif – Eoliennes – Hydrolienne

26. AMELIORATION /REHABILITATION

Amélioration – Nettoyage – Remettre corail en état – Remise en état – Nettoyer – Entretien végétation – Nettoyage plage

27. RESTAURATION

Restauration – Restauration réhabilitation – Restauration a grande échelle NON – Restauration écologique – Reconstruction d'espace dégradé – Reconstitution de milieux – Restauration (préfère ce terme plus approprié selon elle) – Réparation des récifs – Réparer corail

28. CREATION/REATTRIBUTION

Restructuration

29. PROTECTION

Protection – Sauver – Sauvegarder – Protection de la nature – Protection Faune Flore – Protection de l'habitat

30. TECHNIQUE D'INGENIERIE ECOLOGIQUE

Introduction d'espèce – Transplantation – Récif artificiel – Transplantation de coraux – Bouturage – Habitat artificiel – Réensemencement – Ferme corallienne – Replanter arbres – Replanter – Bouturage corail – Replanter – Coraux – Bouture – Replanter corail – Récifs artificiels – Bouée ancrage – Bouturage de coraux – Greffe

Plantation de récif – Greffe (reconstruction corallienne) – Reforestation – Replantation – Plantation d'arbres – Planter – Réimplanter des coraux – Repeupler corail – Réimplanter – Recrutement corallien

31. INGENIERIE ECOLOGIQUE

Ingénierie écologique – Génie écologique – Eco ingénierie

32. CARACTERE ANTHROPIQUE DE LA REPARATION

Intervention humaine (Dégradation) – Déforestation – Amoco Cadiz – Dégradation de l'homme – Bêtise des hommes – Dégradation par les humains – Anthropocène – Déforestation/Nature en danger – Intervention humaine(réparer) – Part humaine – Humains(action) – Humain

33. RAISONS DE LA REPARATION

Dégradation d'origine humaine – Mort des coraux – Défoncé – Moins de plastique – Pollution/Déchets – Déchets envahissants – Déchets plastiques – Gaspillage alimentaire – Déchets sur le sable et dans l'eau – Dégât – Lagon en train de mourir – Trop d'eau douce dans la mer – Hausse températures – Animaux en danger – Déséquilibre écologique – Volonté de réparation – dégradation – Préjudice écologique – Dommage écologique – Impact – Dégâts humains(fioul/surpêche) – CO₂ – Impact Dégâts(point de départ: sens diagnostic) – Impact Homme – Dégâts – Dégâts humains – Dommages – Dégradation milieu – Climat – Pollution (déversement en mer/nettoyage) – Pollution – Pétrole – Bruit – Réchauffement – Erosion – Bleaching – Dégradation de l'environnement – Réchauffement climatique – Destruction de forêt – Température – Catastrophe – Agression – Problèmes – Pollution(Diminuer la pollution) – Qualité des eaux – Qualité de l'eau – En danger

34. FONCTIONNALITE DE LA REPARATION ECOLOGIQUE

Solution basée sur la nature – Développer la vie – Soigner – Etat écologique écosystème – Dommages a réparer – Revenir état antérieur – Interdiction – Fonction écologique – Fonctionnement écologique – Système (approche systémique/ Notion éco-maison-ensemble) – Régénération – Etat de référence – Succession écologique

35. ATTENTES

Evaluation (amélioration en continu) – Adaptation environnement – Pas de perte – Prise en compte des pressions (considérer les causes) – Energie renouvelable – Energie – Avenir des enfants – Préserver espèce – Production locale – Energie verte – Sobriété – Jachère – Consommer en fonction des saisons – Rotation des cultures – Bio – Limiter GES – Traitement déchet – Transition écologique – Décroissance – Type de carburant – Avantage cout bénéfique – Changement à enclencher par les hommes politiques changer de paradigme – Lutter contre dérèglement climatique – Lutter contre déchets – Enlever Homme et ses activités – Etudier les milieux et les espèces – Préserver avant de réparer – Implication – Education des enfants – Tri sélectif – Ramasser déchets – Tri sélectif – Gestion énergies – Trame Verte et bleu – Corridor écologique – Tunnel et pont pour circulation de la faune – Nécessite de renouer avec environnement – Sauvegarde du patrimoine – Sauvegarde – Restriction petits pêcheurs – Arrêter certaines pêches – Préserver davantage – Diminuer pêche de certaines espèces – Surveillance accrue des parcs (par des plongeurs?) – Urgence – Agriculture – Fabrication Biogaz – Consommer Local – Rapport à notre consommation – Solidarité – Renouvelable – Agir – Agir après impacts – Survie – Résilience

36. RESPECT VIE AQUATIQUE

Protéger – Préserver – Préservation – Préservation (avant de réparer) – Pas abimer – Faire attention (ne pas détruire) – Préserver la nature – Préserver poisson/récif corallien – Respecter les fonds marins – Respect de la nature – Respect – Respect de la mer – Prise de conscience – Conscience écologique – Responsabilité – Respectueux de l'environnement – Conscience – Respect de la nature – Préserver avant de réparer – Planète à protéger

37. JUGEMENT DUBITATIF

Est-ce vrai ? – Qui décide ? – Est-ce utile ? – Possible ?

38. JUGEMENT DE VALEURS POSITIVES

Avenir – Futur – Génération future – (Le corail c est) L'enfant de la mer – Futur – Bonne volonté – Courage – Faut le faire – Primordiale – Action – Equilibre – Synergie – Soins – Espoir – Beau – Nécessaire – Essentiel – Solution – Propreté – Sain – Carre – Sparadrap – Le temps répare tout – Parcimonie – Prudence – La vie – Bien être – Bonne action des hommes pour réparer dégâts – Aide à la nature – Non irréversible – Bien être – Naturel – Persévérer – Renouvellement

39. JUGEMENT DE VALEURS NEGATIVES

Dangereux (intervention humaine cote néfaste à long terme) – En dernier recours – Gaïa souffre – Désordre – Leurres – illusoire – Incompréhension – Trop tard – Mystification – Peu concerne – Différence entre fait et réalité – Réparation compliquée – Restriction – Révolte – Détournement (mal intentionné) – Hasardeux – Arnaque – Difficile à mettre en place – Dictature – Risque – Difficile – Quasi impossible – Parfois impossible – Dangereux (pour nous ou l'environnement) – Compliqué – C est pas écologique – C est étrange – Echelle spatiale limitée – C est pas naturel (La vie peut repartir grâce à une réparation humaine) – Monde disparaît – Tardif – Greenwashing – Animaux abandonnés – Réparation pas écologique – Dédouanement

40. AMENAGEMENT DU LITTORAL

Aménagement – Habitation – Aménagements (réduction impact) – Urbanisme Eco-pensé – Trait de côte – Optimisation (optimisation des aménagements)

41. INTERET HUMAIN

Génération – Transmission – Produit durable/réutilisable – Développement durable

42. SITE D'IMPLANTATION

Reserve Marine – Reserve Naturelle – Reserve naturelle – Parc naturel/réserve – Forêt aussi à la Réunion

43. LIEUX D'EXPERIMENTATION

Nouvelle-Calédonie – NRL

44. ENVIRONNEMENT

Espace – Reserve – Environnement – Lagon – Eau – Marin – Terrestre – Milieu – Nature mer (état des coraux) – Milieu naturel – Nature – Arbre – Ciel – Terre – Air – Barrages – Océan – Transversalité (continuum Terre/mer) – Plage – Récif corallien – Forêt – Rivière – Planète

45. HABITAT

Récifs – Habitat – Habitat (sens action sur habitat) – Récif (grand besoin prise de conscience)

46. FAUNE/FLORE

Faune/Flore marine – Faune/espace de vie – Barrière de corail (importance primaire pour une île) – Faune – Flore – Plantes – Faune/Flore

47. ESPECES

Poissons – Corail (Action à mener sur les effets des dégâts coralliens) – Mammifères marins – Coraux (pas marcher dessus) – Espèces – Coraux – Récif corallien centraux (en faire une priorité) – Espèce – Animaux – Corail

48. EXOSYSTEMES

Biomasse – Récif corallien(préserver) – Ecosystème – Ecologie – Biodiversité – Être vivant

49. SOCIO-ECOSYSTEME

Socio-écosystème

50. NON-CLASSE

Vert – Air pur – Découverte – Connaissance – Histoire – Santé – Non lisible – Fragilité – Vulnérabilité – Detrimental – Nucléaire

51. TERME INCONNU

Ne sait pas ce que c'est – Ne connaît pas le terme

Thème récif artificiel :

1. ENVIRONNEMENT

Mer – Aquarium – Océan – Biotope – Territoire – Environnement – Mer/océan/plage – Vagues – Nature

2. HABITAT

Barrière – Habitat marin – Maison – Barrière de corail – Nouvelle maison – Habitat – Maison poisson – Habitat poisson – Pouponnière

3. FAUNE/FLORE

Faune – Flore marine – Faune fixée – Vie du corail – Vie marine – Population faunistique – Faune/Flore – Flore

4. ESPECES

Espèce pélagique – Espèces démersales (production biologique) – sp (production biologique) – Récif corallien – Eponge esthétique – Poisson – Juvenile de poisson – Coraux – Juveniles – Corail – Crabe – Anémone – Algue – Requin

5. ECOSYSTEME

Base de l'alimentation pour préserver la faune – Biodiversité – Ecosystèmes – Biomasse – Diversité – Ecologie – Ecosystème – Être vivant – Réseau trophique – Chaîne alimentaire – Fonction de l'écosystème – Variétés

6. ACCEPTABILITE DES AMP

Acceptabilité des AMP

7. SCIENCE PARTICIPATIVE

Science participative

8. ACTION DE RESTAURATION / ACTEURS

Portage – Associatif – Scaphandrier – Bénévole – Comité des pêches – Partenaire

9. ENVIRONNEMENT POLITIQUE

Politique

10. MESURES COMPENSATOIRES

Mesures compensatoires – Compensations – Démarche de réparation de compensation – Créer des zones d'intérêt pour compensation – Compensation écologique – Compenser – Humain (après avoir saccager il faut réparer)

11. TERME INCONNU

Rien – Mot inconnu – Inconnu – N'a pas répondu – Terme qui ne me parle pas – NA – Ne connaît pas le terme

12. COMMUNICATION/SENSIBILISATION/MEDIATION/FORMATION

Médiatisation/sensibilisation – Communication – Education – Sensibilisation – Prévention – Petites structures pour sensibilisation – Formation

13. REGLEMENTATION

Mesures – Règlementation – Règlementaire

14. GESTION

Gestion – Gérer – Outil de gestion participative – Quid de gestion entretien suivi – Surveillance

15. INTERET HUMAIN

Au profit de l'être humain – Développement durable – Développement économique – Service écologique

16. AMENAGEMENT DU LITTORAL

Artificialisation – Aménagement – Aménagement du littoral

17. JUGEMENT DUBITATIF

ça dépend ou – Possible – Sujet de discorde crise requin – Hypothèse – Pourquoi pas – Colmater – Substitut – Dépend des conditions – Modification – Difficulté – Efficacité à confirmer – Efficacité

18. JUGEMENT DE VALEURS POSITIVES

Améliorer – Valeur ajoutée – Solution – Alternative – Simple – Accessible – Mode – Populaire – Indispensable à un moment donne – à essayer – Davantage – Oasis – Vie – Motivation – Beau – Feu d'artifice – Ambition – Important pour la faune – Intérêt – Jolie (faire en sorte que ce soit adapter à l'écosystème à l'env.) – Nécessaire d'en installer – Bonne chose – Nécessaire – Equilibre – Esthétique – Super idée pour les poissons – Nouveau – Dynamisation – Découverte – Bien – Bonne idée – Pratique – Doit être bien fait/intègre/gère

19. JUGEMENT DE VALEURS NEGATIVES

Pas suffisant – Ne va pas marcher – Insuffisant – Ne règlera pas tous les problèmes – Priorité récifs naturels – Non naturel – Faux – Factice – Vilain – Triste – Pas de vie – Pas naturel – Evoque le faux – Mort

Faux coraux – Tricherie – Faux récif – Fragilité – Pas vivant – Broderie – Produit artificiel comprend pas – Construction artificielle, rien de naturel – Homme tout puissant – Non-respect de la nature – Ce n'est pas tout à fait vivant (comme fleurs naturelles vs artificielles) – Illusion – ça n'existe pas

20. RESPECT DE LA VIE AQUATIQUE

Respect – Respect vie aquatique

21. TECHNIQUE

3D – Impression 3D – Bouturage – Fixation faune – Fixation flore – Culture (faire du jardinage) – Bouturage corallien – Moule(moulage) – Bouture corail – Bouturage de corail – Bouture de coraux – Bouture

22. DESIGN

Infrastructure – Formes – Structure – Design – Architecture (forme structure des RA dépend du substrat)

23. MATIERES

Béton – Corail en plastique – Corail synthétique – Synthétique – Plastique

24. HABITAT ARTIFICIEL

Pneus – Brique/Tétrapode – Ancre/épave appui artificiel – Bateau qu'on coule (dépend comment c'est fait) – Plage artificielle – Epave – Bloc – Bloc (pour protéger houle et RA nurserie) – Reef Ball – Sapin de Noël (planter corail dessus/reportage) – Epaves – NRL pylône – Tétrapodes – Structure 3Dimension – Epave/tout ce qu'on peut immerger – DCP/DCF – Parpaing – Iles artificielles – Module – Biorock – Sacs de sable – Roches – Echouage navire – Dispositif innovant (poteau EDF) – Support – Digue

25. RECHERCHE

Recherche

26. AMELIORATION/REHABILITATION

Réhabilitation – Réintégration

27. RESTAURATION

Restauration – Réparation écologique – Réparation – Ingénierie écologique – Restauration écologique – Réparation des récifs – Restauration des milieux – Réparer – Réparation (repartir le récif/Triste d'en arriver là) – Restauration écosystème

28. CREATION/REATTRIBUTION

Création vie – Création d'habitat – Création – Reconstitution – Reconstruction – Création/Renouveau – Reconstitution des coraux (replantation) – Remplacer (on remplace quelque chose qu'on a cassé) – Reconstruire – Créer restaurer

29. PROTECTION

Zone de protection – Protéger – Protection récif – Protection environnement – Protection océan – Sauvegarde – Protection écosystème – Protection du littoral – Sauver – Protection – Protection (on n'en sait rien)

30. TECHNIQUE D'INGENIERIE ECOLOGIQUE

Replanter corail – Elevage – Replantation de coraux – Greffe/culture – Replantation corail (on ne devrait pas le faire) – Culture – Plantation – Replanter – Réimplantation corail – Fixation vie – Réensemencer des coraux (doit être suivi d'autres actions)

31. FONCTIONNALITE DES RA

Reconstitution d'un rocher (Un peu comme un décor de cinéma) – Une installation pour combler avec des éléments – Se rapprocher du naturel – Rénovation du système écologique – Nurserie – Assistance restauration récif – Reproduction – Délocalise pression pêche – Favorise pêche littorale – Faire revivre des zones mortes – Capacité (à recréer un système presque naturel) – Solution basée sur la nature

32. ATTENTES

Espoir – Espoir prise de conscience – Avenir – Augmentation vie – Espoir de protection

Nécessite – Prise de conscience – Attente – Deuxième chance – Sauvetage des océans – Régénérescence – Dans l'avenir ça va se développer – Retour espèces protéger – Plus de coraux – Urgence – Vagues parfaites – Plus de poissons – Préserve les fonds marins – Pérennité – Aide – Sauver l'écosystème – Diminution des captures – Développer la nature – Former – Suivi Local – Préserver espèces – Vivier – Adaptation à l'environnement – Plan B – Aller vers une autre sensibilité – Valorisation des déchets – Rééquilibrage environnemental – Volume suffisant – A développer plus souvent – Adaptation à l'environnement proche/au paysage marin – Régénération faune flore – Gros prédateur – Résilience

33. PRODUCTION DE RA

Recouvrement corallien – Retour à la vie dans un espace désertique – Densité subaquatique – Délocalisation – Connectivité – Colonisation – Attracteur de larve – Remettre biodiversité – Dynamique des populations – Pool de biodiversité – Sélectivité – Repeuplement – Diversification des coraux (attire différents poissons) – Division/multiplication de coraux – Conflit d'utilisateur – Soulage pression de pêche

34. TOURISME

Tourisme – Développe le tourisme – Touriste (activité et comportement) – Attrait touristique (pour la plongée) – Valorisation touristique – Promotion côtière (éco-tourisme) – Touriste – Tourisme (retour financier)

35. PECHE

Pêche – Favorise petite pêche – Développement pêche – Pêche (On ne sait pas encore si RA délocalise le poisson ou crée réellement de la biomasse) – Halieutique – Valorisation de la petite pêche – Augmenter les stocks de poissons – Alimentation (plus de produit de la mer à manger) – Pêche artisanale – DCP – Concentration de poisson – Production – Branche palmier – Sécurité alimentaire – Concentration de poisson – Dispositif reproduction poisson – Augmentation quotas – Plus de poisson – Ressources vivantes – Ressource – Productivité

36. PLONGEE

Plonger – Plongée – Site de plongée – Plongeurs

37. MESUSAGES

Mésusages

38. EMPLOI

Insertion professionnelle

39. USAGES

Usages

40. TECHNOLOGIE

Innovation – Technologie – Ingénierie – Nouvelle technologie – Nouveauté – Progrès – Laboratoire

41. TEMPS

Temps – Temps/durée – Durée – Instantanée – Court terme

42. MATERIAUX

Matériaux utilisés – Matériaux – Matériaux innovants – Recyclage matériaux

43. COUT

Cout – Peu cher – Investissement – Coute cher – Economie – Cout élevé – Subvention – Pas d'entretien – Cout important – Couteux

44. OUTIL

Bateau – Bateaux – Outil à petite échelle spatiale – Outil à grande échelle spatiale – Mains d'œuvre – Moyens

45. SUIVI

Suivi de colonisation – Suivi écologique nécessaire – Suivi d'étude – Suivi écologique – Suivi – Suivi des coraux

46. ETUDES

Etude – Etudes – Etude de terrain (Trouver des solutions) – Etude d'impact – Science – Scientifique

47. METHODES

Méthodes – Méthodes variables – Essais matériaux – Implanter par l'homme – Techniques différentes – Développement

48. CARACTERE ANTHROPIQUE DE LA REPARATION

Anthropique – Replanter par l'homme – Humain – Homme – Cree par l'homme – Interaction humaine – Interventionnisme – Action de l'homme – Contribution de l'homme – Intervention de l'homme – Construction humaine – Constructions – Création faux récifs – Intervention humaine – Aide de l'homme – Construction anthropique – Fait par Homme – Créer par l'homme – Production humaine

49. RAISON DE REPARATION

Dommages – Dénaturation – Destruction – Dégradation des coraux d'origine – Dégradation des récifs – Milieu dégradé – Dégradation du milieu – Erosion – Perturbation des animaux – Perte de biodiversité – Réchauffement – Impact – Impact benthique – Dégradation – Qualité de l'eau – Impacts sur les usages – Polluant (autrefois) – Pollution – Saleté dans la mer (amende pour ça)

50. SITES D'IMPLANTATION

Zone dédiée – Lagon – Substrat meuble – Spot – Port – Réserves – Reserve marine – Reserve – Ilot – Grotte sous-marine – Reserve/Bassin eau artificiel/plage artificielle – Route du littoral

51. LIEUX D'EXPERIMENTATION

Maurice – Bora Bora – Polynésie – Japon – St Martin – Réunion (habitat pour poisson) – Fait dans plusieurs pays – Ocean Quest – Pays pauvres – La Possession – Expérience à La Réunion – Pointe des galets – Seychelles – Dubaï

52. NON CLASSE

Renouvellement – Sécurité des usagers – N'a pas répondu – Planétaire

Thème récif corallien :

1. FAUNE/FLORE

Algue – Animaux – Animaux corail – Coquillage – Corail – Coraux – Coraux Forêt calcaire vivante – Crustacés – Dauphin – Eponges – Etoile de mer – Faune – Faune flore – Faune marine – Flore – Forêt boréale – Forêt marine – Herbes pour que les poissons puissent manger – Invertébré – Petits poissons – Phytoplancton – Poisson – Poissons Jardin de poissons – Polype – Poulpe – Requin – Requins – Tortue – Tortue – Zourit

2. ESPACE/PAYSAGE

Cycle sable – Eau – Eau tiède – Fonds marins – Ile – Lagon – Littoral – Mer – Mer/sable – Nature – Océan – Paysage – Plage – Relief vivant – Sable – Sable plage – Salée – Soleil – Vague

3. HABITAT/REFUGE

Architecture – Barrière corail – Barrière de corail – Biotope – Biotope pour poisson – Construction organogène – Ecosystème – Ecosystème plage – Environnement – Habitat des poissons – Habitat naturel – Habitats – Maison – Maison des êtres vivants – Maison poissons – Nurserie – Pas de corail pas de poissons – Passes – Platier corallien – Pouponnière – Refuge – Si plus de récif plus d'habitat – Structure

4. BIRODIVERSITE/PEUPEMENT

Biodiversité – Capacité de résilience/régénération – Densité – Diversité – Diversité espèce de corail – Diversité espèce de poissons – Dynamique – Interaction Sans considération humaine – Lagon hotspot – Multitude d'espèces – Population de poisson – Régénération – Réservoir de biodiversité – Résilience – Siège biodiversité – Variété

5. BEAU/MERVEILLEUX

Beau – Beauté – Beauté des coraux – Couleur – Couleurs – Couleurs merveilleuses – Emerveillement – Environnement exceptionnel – Jolie – Magique – Merveilleux – Monde merveilleux – Monde splendide – Nemo – Paradisiaque

6. FRAGILE/MENACE

Danger de survie – Danger – Très en danger – En danger – En péril – Fragile – Fragilité – Menace – Menaces – Sensibilité écologique – Sensible au changement climatique – Sensible aux pressions humaines – Vulnérabilité – Vulnérable

7. VIVANT

Espèce vivante/naturelle – Source de vie – Support à la vie des autres – Vie – Vie abondante – Vie de la mer – Vie de la planète – Vie diversifiée – Vie marine – Vie sous-marine – Vivant – Vivants

8. IMPORTANT

Capital – Essentiel – Grand intérêt des récifs coralliens un ensemble – Importance – Important – Intérêt – Nécessaire – Primordial – Spécial – Unique – Vitale

9. NATURE ORIGINELLE

La base de tout – Millénaire – Naturel – Naturelle – Notre mère nature – Oasis de vie – Origine – Planétaire – Planète

10. SOURCE DE BIEN ETRE

Bien être – Bien être de l'eau – Bien être plaisir – Douceur – Equilibre – Mer accueillante – Mer chaude – Plaisir

11. DANGEREUX

Blessure – Ça blesse – Corail de feu – Danger – Dangereux

12. REGLEMENTATION/PROTECTION

A préserver – A protéger – Aire à protéger AMP – Autorisation pour pêcher dans certains endroits pour éviter concentration faune/requin tigre – Conservation – Espèces protégées – Essentiel à préserver – Faut protéger – Gestion – Il faut des lois/plus de sévérité – Préservation – Préservation environnementale – Préserver – Protection – Protection animaux marin – Protéger – Protéger faune flore – Règlementation – Réserve – Réserve marine – Réserve naturelle – Restriction – Sauvegarde

13. EVALUATION/SENSIBILISATION

Action collective – BEST RUN association – Ecologie – Enseignement – Monitoring – Sensibilisation – Sensibilisation par les médias informations – Suivi des coraux

14. CONTRAINTE/BLOCAGE

Cohue – Complexe – Complexité – Crise requin – Du mal à être respecter – Long à se mettre en place – Pas assez d'information sur ça – Peu connu du grand public – Temps de reconstruction long

15. RESTAURATION

Développement – Elevage – Récifs artificiels – Reconstruction – Restauration

16. PROTECTION

Barriere – Barriere naturelle – Empêche la montée des eaux – Erosion lutte contre – Fonction de protection des littoraux – Moins d'érosion – Protection contre la houle – Protection côte

Protection de l'érosion – Protection du lagon – Protection du littoral – Protection nageur contre les requins ou vagues – Protection naturelle – Protection nécessaire – Protection plage – Protection plage baignade autorisée – Protection utilité – Régulation houle

17. ECONOMIE

Economie – Economie SE – Financier – Intérêt économique – Productivité – Service écosystémique – Source de revenu – Source de revenus valeur écosystémique

18. ALIMENTATION

Fruit de mer – Garde-manger – Nourriture – Production halieutique – Réservoir de nourriture – Ressources – Ressources alimentaires – Ressources alimentaires halieutiques – Ressources marine – Source de nourriture – Vivier

19. SOLUTION FONDEE SUR LA NATURE

Absorbeur de CO₂ – Air pur – Filtre en mer – Les coraux nous aident – Oxygène – Oxygène de la mer – Poumon – Socio écosystème – Utile

20. POLLUTION/INTRANT

Algues qui étouffent les patates – Azote – Bassin versant – Bois – Boue – Crème solaire – Nylon – Plastique – Pneu – Pollution – Pollution produits solaires – Produit chimique – Ravine

21. PRATIQUE DESTRUCTRICE

Action de l'homme – Activité humaine – Braconnage – Gens abime les coraux – Gens qui marchent dessus – Impact de l'homme – Impacts – Non-respect des gens – Pêche intensive – Piétinement – Pressions – Pressions locales – Qualité des eaux – Saccage – Société Sans considération humaine – Surexploitation – Sur fréquentation – Surpêche – Touriste activité et comportement – Touriste piétinement

22. CHANGEMENT CLIMATIQUE

Changement climatique – Changements globaux – Climat – Montée des eaux – Mort Réchauffement eaux – Niveaux des océans – Réchauffement – Réchauffement climatique

23. TENDANCE EVOLUTIVE

Beaucoup moins de coraux – Déclin – Dégradation – Destruction – Détérioration – Disparait – Disparition – En train de mourir – Erosion – Extinction – Extinction d'espèces – Mort des coraux – Perditiion – Perte biodiversités – Voie disparition

24. ETAT DE SANTE DES RC

Abime – Abimes – Barriere bonne sante

Beaucoup de coraux morts – Blanc Coraux morts – Blanchissement – Blanchissement corallien – Bonne sante – Couleur blanche – Déséquilibre – Endommagement – Etat de dégradation – Incomplet – Mauvais état – Qualité – Sante moyenne

25. ETAT DE LA BIODIVERSITE

Beaucoup de petits poissons – Beaucoup de poissons – Biodiversité exceptionnelle – Biodiversité remarquable – Pauvre en diversité – Plus de poissons – Rare plusieurs espèces mais on n'en voit pas tant – Rareté – Riche – Richesse – Richesse biodiversité

26. SPORT/DETENTE

Bateau – Loisir – Nageur – Pêche – Pieds dans l'eau – Plongée – Plongée sous-marine – Plongeur observation/sport mais pas nécessaire – Plongeurs – Source de jeu – Surf – Tube – Usage On ne peut pas imaginer les RC sans l'homme/ faire d'un problème une solution – Usagers Homme – Usages – Vagues de surf – Visiobul – Zone de baignade multi activités

27. TOURISME/DECOUVERTE

Aventure – Découverte – Eco-tourisme pas objectif premier -il faut protéger d'abord – Ecotourisme – Fréquentation On ne peut pas imaginer les RC sans l'Ho/ faire d'un problème une solution – Tourisme

Tourisme de masse – Tourisme massif – Touriste – Vacances – Valorisation Touristique – Voyage

28. TRAVAIL/METIER

Métier – Pêcherie côtière – Pêcheurs – Travail – Travail Emploi pour certains pêche recherche – Zone de travail

29. RECIF CORALLIEN DANS LE MONDE

Australie – Fidji – Grande Barriere – Hawaii – Indonésie – Madagascar – Maurice – Mayotte

Nouvelle Calédonie – Polynésie – Tahiti – Tropical – Tropicque – Zone intertropicale

30. RECIF CORALLIEN A LA REUNION

Entrée de port – Epave – La Réunion – Récif de la cote ouest

31. HERITAGE/AVENIR

Avenir – Déçu qu'il ne reste pas grand-chose Avenir inquiétude – Enfance – Espoir On est à la naissance de l'espoir – Est ce qu'il y aura toujours du poisson ? – Futur – Génération future – Il y en aura toujours – Patrimoine – Patrimoine écologique – Quel futur ?

32. CONSIDERATION MORALE

Changer les mentalités – Conscience – Corrélation impact décalé dans le temps – J'ai eu une prise de conscience maintenant – Liberté – Mentalité – Partage – Prise de conscience – Respect du récif – Respecter

33. TERME INCONNU

Ne connaît pas

- **Pour Mayotte**

Thème réparation écologique :

1. TOURISME

Eco-tourisme – Mzougou – Touriste

2. PECHE

Ferme aquacole – Source de nourriture mais destruction par la pêche par certaine pratique (100pers/jour platier Badamiers)

3. PLONGEE

Plongée de nuit

4. ACCEPTABILITE DES AMP

Reserve écologique – Refuge

5. SCIENCE PARTICIPATIVE

Union Professionnels/bénévoles – Recherche participative – Enquêtes (niveaux du public/avis/terrain)

6. ACTION DE RESTAURATION / ACTEURS

Randoclim (Association de nettoyage) – Plongée gratuite (événement des clubs de plongée pour le nettoyage des fonds) – Coral gardener – Acteurs (tous les acteurs à impliquer) – Association – Homme (Acteur de la réparation) – Action – Ouvrier

7. ENVIRONNEMENT POLITIQUE

Décision politique

8. MESURES COMPENSATOIRES

Compensation – Compensation écologique – Mesure ERC – Mesure compensatoire (Perte de biodiversité donc compenser gain et additionnalité) – Mesure compensatoire (mieux que rien) – Mesure compensatoire (pas la solution non plus) – ERC – Mesure compensatoire (si on compense c'est qu'on a détruit) – Evitement (on a des capacités autres de moindre impact) – Compensation

9. ACTION INDIVIDUELLE

Reduction des déchets – Energie solaire – Photovoltaïque – Bateau électrique – Ramassage des déchets – Tri – Stop plastique – Déchets – Déchets (si on fait bon usage) – Déchets (dégrade l'état/pas jolie à voir/pb dans le lagon – Ramasser les déchets – Mettre des poubelles – Recyclage – Seconde vie – Enfouissement des déchets – Dégager pollution dans la mer – Changements d'habitude – Déchet (Nettoyage) – Recyclage – Eviter saleté dans la mer – Nettoyage plage – Ne pas polluer – Déconsommation – Dépollution – Nettoyer – Nettoyer le lagon – Nettoyage

10. COMMUNICATION/SENSIBILISATION/MEDIATION/FORMATION

Sensibilisation – Communication – Education enfant – Sensibilisation avant – Sensibilisation (éviter d'avoir à réparer) – Sensibilisation population locale – Bureau/médiation – Communication (auprès public) – Convaincre les conglomérats – Prévention – Prévention (Il faut en faire plus) – Méconnaissance

11. GESTION

Gestion

12. TECHNOLOGIE

Expérience

13. TEMPS

Temps (mets un temps long a se réparer) – Ca prend du temps de réparer – Durabilité (pérennité de ce qui sera mis en œuvre et durabilité avec des structures NBS, écologiques, non polluante...) – Durable – Rétablir (dynamique temporelle)

14. COUT

Financement – Moyen – Argent – A moindre cout

15. OUTILS

Bioindication (Outil calibrage sur les écosystèmes)

16. SUIVI

Suivi

17. ETUDES

Etude d'impact – Etudes – Recherche/Etude (Phase à développer) – Projet – Expertise

18. METHODES

Moyen du bord

19. TECHNIQUE

Itinéraire technique (mal connu)

20. PRODUCTION

Retour espèces disparues – Introduire espèce maritime absente à Mayotte

21. AMELIORATION/REHABILITATION

Réhabilitation

22. RESTAURATION

Réparations des dégâts – Restauration – Restauration récifs coralliens – Réparation de "bêtises" – Chantier restauration – Réparation – Réparation de ce qui est naturel – Réparer quelque chose

23. CREATION/REATTRIBUTION

Renaturation

24. PROTECTION

Conserve la terre par les mangroves/ protection contre les vagues – Protection certain espèce/ Barriere pour que certaine espèce n'entrent pas dans la plage – Limiter la fréquentation des sites – Limiter la pêche – Protéger avant – Protéger – Préservation – Préservation faune flore – Protection – Protéger le lagon – Protéger dauphin/baleine/tortue – Protéger la mangrove aussi – Le mieux c'est de protéger les RC – L'important c'est de protéger l'environnement – Plus pour protection que réparation

25. TECHNIQUE D'INGENIERIE ECOLOGIQUE

Bouturage – Réimplantation corail – Reboisement – Plantation – Reboisement (on n'en entend pas trop parler) – Repopulation d'animaux ou végétaux – Replanter des coraux – Plantation (foret) – Reboisement (foret) – Plantation des coraux – Implantation – Bouées de mouillage – Greffe de coraux – Réinsertion animale

26. INGENIERIE ECOLOGIQUE

Ingénierie écologique – Génies écologiques

27. CARACTERE ANTHROPIQUE DE LA REPARATION

Corail qu'on détruit nous-même – Diminution croissance économique – Effort commun – Anthropisation (cause de dégradation ; en amont du besoin de réparer) – Impact humain – Activité humaine – Gens cassent le corail – Gens jettent les batteries – Néo-arrivant exploite la mer/les poissons (survie/plutôt que le bien de l'environnement)

28. RAISON DE REPARATION

Dommages – Sante de l'environnement – Reduction émission de CO2 – Pressions (avant RE) – Sédiment (sédiment qui abime les coraux) – Pollution déchets – Pollution marine – Pollution – Pollution d'huile moteur – Perte de biodiversité – Travaux (am. Du littoral- néfaste sur l'écosystème) – Destruction

Réchauffement climatique – Destruction Environnement (Vois évolution en 9ans) – Produits environnementaux – Produits chimiques

Air (pollution par homme) /réparer en diminuant le pétrole/gaz à effet serre/Charbon – Surpêche

Transport maritime – Eviter pêche trop agressive – Assainissement – Eviter abimer les récifs coralliens – Eviter les casses – Remplacement par bananiers/destruction forêt/ envasement du lagon – Mayotte terre fragile/Terrassement sauvage – Cause de dégradation – Dégradation – Empreinte carbone – Diminution température – Augmentation population à Mayotte – Casse

29. FONCTIONNALITE DE LA REPARATION ECOLOGIQUE

Reconstituer écosystème – Nature Based Solution – (Retour des) Fonctionnalités – Fonctionnalités écologiques non réparées – Mettre a disposition des dispositif pour éviter de rentrer sur les récifs/aller pêcher là où il faut – Manière de conserver les coraux/l'environnement – Aide la nature par la science

30. ATTENTES

Sauvegarder – Développement poisson/espèce qu'on ne retrouve plus – Quotas (on ne limite pas une réparation)

Reconquête – Limitation des dégâts – Corriger l'action humain/catastrophe Naturelle – Voir les meilleures techniques – Evaluer la restauration du fonctionnement – Résilience – Intégration (concevoir choses de moindre impact) – Connaître état destruction des coraux/qui est à l'origine de cette dégradation, connaitre les causes – Sauver la nature – Génération suivante (limiter les dégâts pour la future génération) – Prendre soin de l'environnement maritime (peut survivre grâce à ça)

31. RESPECT DE LA VIE AQUATIQUE

Prise de conscience

32. JUGEMENT DUBITATIF

Complexité (on ne rétablit pas un milieu aussi riche et complexe) – Comment faire pour sauver l'environnement ? – Est-ce que ça fonctionne ? /succès – Milieu naturel (ne croit pas en la RE)

33. JUGEMENT DE VALEURS POSITIVES

Avenir – Bien être (conception de la vie sur terre) – Fascine (technique de plantation particulière/limite les dégâts plutôt que les répare) – Mes cours d'écologie – Rester naturel – Vert/Planète – Corail super bien à Mayotte – Simple – Succès

34. JUGEMENT DE VALEURS NEGATIVES

Jambe de bois (jamais de rétablissement comme avant) – Mood (Mon histoire perso) – Ça fait mal/honte – Système français protège rien – Echecs – Endommageant – Inutile – N'y crois pas (ne vois pas l'intérêt) – Greenwashing – Irréversible – Ne sert à rien (coup d'épée dans l'eau)

35. INTERET HUMAIN

Développement durable

36. SITES D'IMPLANTATION

Littoral – Lagon – Eolienne (ne veut pas en voir)

37. LIEUX D'EXPERIMENTATION

Amazonie – Maldives (pour le tourisme) – Ilot

38. ENVIRONNEMENT

Environnement – Forêt – Milieu naturel – Nature – Marin – Terrestre – Couvert végétal (au sens large donc c'est plus efficace) – Volcan

39. HABITAT

Barriere de corail

40. FAUNE/FLORE

Faune – Flore

41. ESPECES

Coraux – Récif corallien – Espèce envahissante – Corail – Arbre – Récif – Mangrove – Massifs coralliens – Espèce animale – Espèce protégée – Animaux maritimes – Coraux (coraux abime même si c'est peu le cas à Mayotte) – Acanthaster (pas forcément à éradiquer après observation de l'espèce)

42. ECOSYSTEME

Ecosystème – Biodiversité – Richesse biologique – Ecologie

43. NON-CLASSE

Surveiller – Trajectoire/changement état d'écosystème/modification dans le temps – Barge – Avion – Réparation de canette/artisanat/ récupère canette sur la plage – Navigation

44. TERME INCONNU

NA – Terme quasi inconnu

Thème récif artificiel :

1. ENVIRONNEMENT

Aquarium – Mer – Sable

2. HABITAT

Barriere – Refuge

3. FAUNE/FLORE

Flore – Faune fixe – Faune maritime – Vie marine

4. ESPECES

Poissons – Crabes – Corail – Coraux – Poissons/crustacés – Coquillage

5. ECOSYSTEME

Biodiversité – Ecosystèmes – Biomasse – Diversité – Biodiversité (Communauté poisson diversifié ; retrouver milieu équilibré) – Niche écologique – Ecosystème marin – Réseau trophique

6. ACTION DE RESTAURATION / ACTEURS

Coral gardener – Association – Bénévolat

7. MESURES COMPENSATOIRES

Compensation – Mesure Compensatoire

8. TERME INCONNU

Ne connaît pas ce que c'est – Rien ne me vient

9. COMMUNICATION/SENSIBILISATION/MEDIATION/FORMATION

Sensibilisation – Médiatisation/sensibilisation – Bouturage (support de communication peut être tendancieux)

10. GESTION

Gestion

11. INTERET HUMAIN

Service écologique (compenser les atouts) – Vague (S. écologique)

12. AMENAGEMENT DU LITTORAL

Aménagement – Plage artificiel (à nuancer selon l'endroit où c'est)

13. JUGEMENT DUBITATIF

Repeupler lagon/pourquoi pas ? – QUID de l'efficacité (on n'en sait rien) – QUID de l'efficacité – Efficacité – Mécanismes inconnus (notion de processus écologique qui peuvent en découler ; on avance à l'aveugle là-dessus) – Pourquoi pas ? – Ne sait pas si ça peut marcher ici – Objectif (Pourquoi faire ?) – Débat

14. JUGEMENT DE VALEURS POSITIVES

Solution – UNE solution (pas la seule) – Thèse (pote en thèse là-dessus/ important de continuer les recherches sur ces trucs-là) – Succès – C'est bien – Beauté pour les yeux – + jolie + de couleurs – Gros cœur (perso) – Vie – Sophie (Scientifique avec qui j'ai travaillé sur les RA) – Alexis (photographe du projet) – Pareil pour les mangroves – Intéressant (contre réchauffement climatique/a développer) – C'est important pour nous – Fusée artificielle – Compréhension

15. JUGEMENT DE VALEURS NEGATIVES

Echec – Echec (échecs précédents) – Faux (on remplace quelque chose) – Factice – Je n'aime pas (ça doit servir à d'autre) – Perte d'authenticité – Je n'aime pas trop – Vilain (construction humaine je n'aime pas l'idée) – Je n'aime pas – Préfère local – Préfère le naturel – Pas naturel mais peut aider sur le développement – Trompe l'œil – Voit pas l'intérêt à Mayotte – Contrefaçon de la nature – Difficile à mettre en œuvre – Greenwashing – qqch d'imposer

16. TECHNIQUE

Méthode/technicité requise – Corail qu'on remet dans l'eau

17. DESIGN

Structure 3D (choix dans la construction ; attrait des différents organismes) – Architecture (Forme structure des RA dépend du substrat) – Structure créée – impression 3D (changer du béton/structure avec des formes différentes)

18. MATIERES

Plastique (matériel) – Plastique (artificiel = plastique/ coraux en plastique) – Béton (projet RA en béton) – Béton – Béton (imagine des blocs de béton) – Pierre – Béton (pas un truc qui est neutre écologiquement) – Corail en plastique (thème qui ne parle pas à l'acteur/ remplacement d'un SE par rapport à un écosystème)

19. HABITAT ARTIFICIEL

Pneu – Epave – Pote – Acropodes (moche provisoire) – Tétrapodes (moche provisoire) – Epave (support à venir) – Poteaux téléphoniques (projet de RA) – Bloc de béton – Voiture – Armature métal – Bloc béton – Support

20. AMELIORATION/REHABILITATION

Amélioration (du milieu)

21. RESTAURATION

Réparation – Réparation écologique – Restauration – Restauration corallienne – Restauration

22. CREATION/REATTRIBUTION

Renaturation – Reconstruction – Remplacement – Créer (planter corail à nouveau)

23. PROTECTION

Protection (Rôle récif du RA ; protection contre érosion) – Protection des poissons

24. TECHNIQUE D'INGENIERIE ECOLOGIQUE

Replantation de coraux (car on manque de retour d'expérience au niv. National/ suivi au long terme) – Culture de corail (ce n'est pas naturel mais pourquoi pas ce qui compte c'est le résultat) – Culture de corail – Transplantation de corail (pas utile à Mayotte) – Prendre corail et mettre ailleurs – Replantation corail – Réimplanter – Réimplantation corail – Réimplantation – Réimplantation corail – Replantation de coraux/nurserie (repeuplement fond marin) – Greffe de coraux – Greffer (donne de l'espoir ne nous dit pas que c'est fini) – Bouturage

25. FONCTIONNALITE DES RA

Retour à la vie dans un espace désertique – Capacité (à recréer un système presque naturel avec autant de spécificité fonctionnelle)

26. ATTENTES

Adaptation – Colonisation (boost) – Impact benthique – C’est l’avenir – Résilience – Pour l’avenir – Article retour d’expérience (valorisation/partage de connaissance) – Espoir – Expansion

27. PRODUCTION DE RA

Retour espèces disparues – Introduire espèce maritime absente à Mayotte

28. TOURISME

Tourisme (avis nuance influence le nb de projet de RE) – Touristes

29. PECHE

Pêche – Amasse poisson pour les pêcheurs – Augmenter les stocks de poissons – DCP – DCP pas intérêt ici pêche à la palangrotte /s’arrache avec le courant/ pêche ne comprend pas intérêt du truc – Rapporter beaucoup de poisson/dauphin/baleine (DCP)

30. PLONGEE

Plongée – Site de plongée – Plongée – Site de plongée (avis nuance co. Tourisme ; RA favorise mais on délocalise le pb a un autre endroit)

31. PHOTOGRAPHIE

Photographie

32. LOISIR DE RICHE

Loisir de richou

33. TECHNOLOGIE

Nouveauté

34. TEMPS

Instantanée (compense réduit les impacts /agrégation instantanée) – Longtemps

35. COUT

Grosse logistique (cout écologique gros bateau destruction lie a tout ça) – Budget

36. SUIVI

Suivi – Suivi au long terme (qu’on n’a pas) – Suivi de colonisation – Observation comparaison (d’un site)

37. ETUDES

Evaluation du succès (besoin/pas assez intégré) – Etudes – Etude – Scientifique – Scientifique/Recherche/étude – Etude/développement

38. METHODES

Protocole de mise en œuvre – Branchue (que du monospécifique)

39. CARACTERE ANTHROPIQUE DE LA REPARATION

Humain – Homme – Contrôle de l’homme (action humaine sur l’habitat) – Aide humaine – Construction (Artificiel rien de naturel) – Invention – Intervention de l’Homme – On peut aider la nature par nous-même – Substitution

40. RAISON DE REPARATION

Plastique (Eviter le plastique) – Déchets – Dommage – Dégradation – Tourisme de masse – Pollution (qui dit plastique dit polluant) – Destruction – Impact anthropique – Pollution – Perte de biodiversité – Impact minime – Réchauffement climatique – Dénaturation

41. SITES D’IMPLANTATION

Eolien (a eu vent d’un projet éolien offshore avec des RA) – Substrat meuble – Lagon

42. LIEUX D'EXPERIMENTATION

Seychelles – Dubaï – Malaisie/Indonésie – Seychelles (Marina artificielle) – Emirat arabes (Atoll Artificiel) – Indonésie – Mozambique (le projet)

43. NON CLASSE

QUID de l'impact sur l'environnement naturel (parfois trop/ modifie la courantologie matériaux toxiques...) – QUID de l'impact sur l'environnement naturel (parfois ça restaure vraiment) – Do it Yourself – Projet écologique – Mais récif à Mayotte en bonne santé (Régénération++ ici) – Mot non lisible – Comment ça marche ? – Complicé – Manque de retour d'expérience

Thème récif corallien :

1. FAUNE/FLORE

Poissons – Espèces protégées – Algues (on en a besoin quand même) – Mammifères – Crustacés (ont un rôle de bruit sur les RC) – Corail – Coraux – Mammifères – Crustacés – Requin – Baleine – Algues – Poulpe – Tortue – Dugong – Massouahi – Poissons(nurserie) – Pocillopora – Azcyonaire – Espèce emblématique (Requin/tortue) – Patates – Requins

Coquillages – Animaux marins – Acropora – Millipora – Espèce maritime – Corail (belle barrière mais si dégâts sur RC perdure) – Animaux (si on pense pêche locale VS surpêche – Mangrove (mais beaucoup de déchets/on les tue beaucoup ici) – Plantes que les tortues mangent c'est important – Poisson – Faune/flore – Faune maritime – Faune naturelle maritime – Vie Marine/faune – Images poissons langoustes tortues

2. ESPACE/PAYSAGE

Mangrove – Sable blanc – La mer – La nature – a des images de paysage de sous-marin – Ile – Ilot – Atolls – Iles Lagon – Lagons – Volcan – Nature – Mer (agiter ou calme) – Soleil – Sable – Soleil (symbiose entre algues et polypes) – Mer – Forêt sous-marine – Mesophotique (Lien entre écosystème profond et peu profond) – Profondeur – Immense

3. HABITAT/REFUGE

Ecosystème (base de l'écosystème sous-marin) – Ecosystème – Ecosystème associe – Biotope – Barriere de corail – Habitat Naturel – Barriere de corail – Barriere à Mayotte – Passe en S – Habitat – Maison des poissons – Refuge – Récif frangeant – Apporte poisson/habitat poisson – Maison pour tous/pour les petits avant de sortir – Cohabitation d'espèce – Abris pour les poissons/ espèce naturelle – Bioconstruction

4. BIODIVERSITE/PEUPELEMENT

Résilience (RC de Mayotte a une résilience importante au blanchissement) – Résilience – Biodiversité associe – Diversité – Richesse de biodiversité – Biodiversité – Variété – Haute diversité – Multitude/abondance – Diversité animale – Vivier – Biodiversité corallienne – Grace aux RC animaux marins vivent bien – Aide les poissons à la respiration – Nourriture des poissons – Reproduction – Nurserie – Chaîne alimentaire/Chaîne animale

5. BEAU/MERVEILLEUX

Couleurs – Beau – Beauté – Couleurs – Beauté – Couleurs – Beau – Lumière – Plaisir – Plaisir des yeux – Beauté du lagon – Beau – Magie – Nemo

6. FRAGILE/MENACE

Menaces – Sensible et adaptable – En danger – Menace – Fragilité – Fragile (c'est un fait donc c'est une caractéristique neutre) – Fragile (mais résilient)

7. VIVANT

Vie – Important pour le vivant – Vital – Vie aquatique – Vie marine – C'est la vie

8. NATURE ORIGINELLE

Bibliothèque en mer pour les générations futures

9. SOURCE DE BIEN ETRE

Plaisir (des gens n'ont pas ce plaisir) – Equilibre de la faune aquatique – Equilibre – Précieux – Passion (perso) –
Sujet de cœur

10. DANGEREUX

Danger

11. REGLEMENTATION/PROTECTION

À préserver – À protéger pour les poissons – À placer dans l'Unesco – À protéger – Protéger la barrière de corail/environnement – Protection –Préservation/conservation – Préservation – Protection/habitat – Mettre réglementation qu'il faut – On a limité pêche aux poulpes dans le nord/saisonnalité / c'est super bien

12. EVALUATION/SENSIBILISATION

Sensibilisation (à Mayotte les locaux ne savent pas nager et ne connaissent pas les coraux) – Parler plus de ce qu'il y a dans la mer

13. CONTRAINTE/BLOCAGE

Complexité

14. RESTAURATION

Développement – Développement durable (voir ce qu'on y met derrière /tant qu'on a le mot croissance a la bouche ça ne fonctionnera pas)

15. PROTECTION

Barriere naturelle – Barriere – Barriere (ça filtre il y a des choses qui ne passe pas) – Rôle contre érosion – Mur (entre les vagues/risque naturel) – Vagues (Protection contre les vagues) – Protection contre les vagues (manque d'entretien sur les massifs coralliens) – Protection contre érosion des côtes – Ça nous protège/cyclone tsunami – Protège des requins – Protection/Sécurité (humain et ile) – Littoral (atténuation casse la houle) – Anti-requin – Courant marin – Puits de carbone

16. ECONOMIE

Service écosystémique – Service écologique – Valeur écosystémique – Rôle éco-social/fonctionnement RC

17. ALIMENTATION

Alimentation – Poisson (alimentation) – Moyen pour survivre

18. POLLUTION/INTRANT

Pollution – La vase (action d'envasement du lagon) – Température

19. PRATIQUE DESTRUCTRICE

Activité Humaine – Qualité de l'eau – Braconnage – Filets/ pêche palangre – Ourouva (génocides par les plantes)
Pêche des bébés poissons au filet moustiquaire par les bouenis – Pêche illégale – Comores corail détruits par la pêche aux poulpes – Impacts humains – M'sindzano = Détruire récif pour la beauté féminine / Corail traite et bois de santal/masque de beauté – Changement climatique – Réchauffement Climatique – Réchauffement climat – Réduction catastrophe Naturelle

20. TENDANCE EVOLUTIVE

Erosion (Créer par l'homme) – Erosion (processus naturel) – Dégradation – Dégradations – Dégradation physique – Destruction – Diminution – De plus en plus détruit – Voie d'extinction – Grand danger (menace extinction massive)

21. ETAT DE SANTE DES RC

Blanchissement – Très abime – Détruit – Blanchissement – Dégâts – Blanchiment corail – Perturbations locales – Perturbations globales – Cimetière/blanchiment – Malmené – Détruire

22. ETAT DE LA BIODIVERSITE

Riche – Richesse – Rareté comme la barrière d’Australie

23. SPORT/DETENTE

Visite (la plongée)

PMT – Plongée – Plongée – Plongée-PMT – Plongée (ça sensibilise) – Loisir – Activités nautiques – Loisir – Loisir (Kayak Plongée croisière) – Sortir en mer pour visiter tout ça – Sortie en mer/famille – Photo (partager de belles photos ça sensibilise) – Vidéo – Chasse sous-marine

24. TOURISME/DECOUVERTE

Tourisme – Tourisme (il ne faut pas que ce soit trop excessif) – Touristes/riche si bien géré (sensibilisation / les gens en auraient plus confiance) – Touriste/locaux non-respect – Découverte – Attractivité – Surprise (découverte en Guyane) – Mer permet de s’évader/riche

25. TRAVAIL/METIER

Pêche – Pêche (fils de pêche/surpêche) – Pêche (ancrage /pêche) – Pêche (type de pêche qui impacte les ressources) – Pêche locale (surpêche importante) – Pêche/poisson – Pêche (ça dépend comment c’est fait)

Les collègues de travail – Population locale – Tous les jours à la pêche

26. RECIF CORALLIEN DANS LE MONDE

Australie – Amérique latine – Réunion – Tahiti – Egypte (marche sur corail) – Cosmopolite (dans tous les territoires)

27. RECIF CORALLIEN A MAYOTTE

Lagon Mayotte – Lagon de Mayotte – Mayotte – Mayotte (dégradation année en année) – Mayotte/lagon

28. HERITAGE/AVENIR

Patrimoine – Patrimoine – Survie de l’humanité – Avenir incertain – Que les générations futures voient ce qu’on a protégé pour qu’ils le fassent aussi – Essentiel – Fonctionnalité (plus il est en bonne santé plus il a de fonctionnalité) – Fonctionnel – Objet très important il faut bien les conserver – Indispensable

29. CONSIDERATION MORALE

Respect corail/casse corail – Non respecte – Certains acteurs de la mer ne sont pas très respectueux – On fait de la nature morte sans poissons – RC plus protéger que dans les Comores – C’est préservé ici – Prise de conscience (sensibilisation ; c’est très important) – Responsabilité (collective) – Remettre plus – Entretien

30. TERME INCONNU

NA

31. NON CLASSE

Propreté (c’est un environnement propre clair nickel) – Ponte – Différence Jour/nuit (lier à l’activité récifale)

Annexe 7 : Les différents types d'acteurs interrogés lors de l'exercice de carte cognitive et leurs degrés d'interdépendance aux récifs coralliens

Tableau 29 : L'ensemble des individus ayant participé à l'exercice de cartes cognitives (n= 247)

	Numéro	Catégorie d'acteur	Profession	Degré d'interdépendance aux RC
Réunion	1	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Ecomed	1
	2	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Marex	1
	3	Universitaire	Maitre de conférences en géographie de l'aménagement	1
	4	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Marex	1
	5	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Marex	1
	6	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Biorécif	1
	7	Gestionnaire	Association Co-récif	1
	8	Universitaire	Ingénieur de recherche à Entropie	1
	9	Service de l'état	DEAL Réunion/Reserve marine	1
	10	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Cart-eau	2
	11	Universitaire	Technicienne de recherche à Entropie	1
	12	Scientifique	Délégué Océan Indien de l'IFREMER	2
	13	Gestionnaire	Ancien directeur Reserve Marine	1
	14	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Biotope	1
	15	Universitaire	Muséum d'Histoire Naturelle de la Réunion	1
	16	Service de l'état	Responsable de la cellule mer et littoral / Tutelle sur la reserve marine	1
	17	Service de l'état	Conseil scientifique régional du patrimoine	1
	18	Service de l'état	Région Réunion chargée des mesures compensatoires de la Nouvelle Route du Littoral	1
	19	Ingénieur en environnement	Cheffe de l'agence Créocéan	1
	20	Usager	Secrétaire General CRPMEM de La Réunion	1
	21	Scientifique	Chercheuse sur l'interface environnement-usage	2
	22	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Ocea consult'	1
	23	Ingénieur en environnement	Bureau d'étude Ocea consult'	1
	24	Scientifique	Association en environnement	1
	25	Service de l'état	Chargée de mission Région Réunion	2
	26	Usager	Professeur de physique-chimie	3
	27	Usager	Infirmière	3
	28	Usager	Guide de tourisme d'aventure	3
	29	Gestionnaire	Reserve Naturelle Marine de la Réunion	1
	30	Gestionnaire	Reserve Naturelle Marine de la Réunion	1

31	Usager	Employé polyvalent d'un restaurant / pêcheur à la golette	2
32	Usager	Agent d'accueil Touristique Lagon Réunion Kayak Transparent	2
33	Usager	Educateur spécialisé gérant du Stand up Paddle	2
34	Usager	Responsable de rayon	3
35	Usager	Infirmière	3
36	Usager	Douanière	NA
37	Usager	Enseignant	NA
48	Usager	Retraité	3
39	Usager	Retraîtée	3
40	Usager	Etudiante (BTS GPN)	NA
41	Usager	Etudiant (BTS GPN)	NA
42	Usager	Etudiante (BTS GPN)	NA
43	Usager	Etudiant	NA
44	Usager	Etudiant	NA
45	Usager	Resp. Petit déjeuner Hôtel 5 Etoiles	3
46	Usager	Resp. Comptable	3
47	Professionnel direct marin	Skippeur	2
48	Professionnel direct marin	Monitrice de plongée	2
49	Professionnel direct marin	Educatrice spécialisée	2
50	Usager	Agent administratif	3
51	Usager	Ingénieure doctorante en bâtiment	3
52	Usager	Boulangier	3
53	Usager	Coach Beach tennis	3
54	Professionnel indirect marin	Resp. Equipe SAV/ Pêcheur golette	2
55	Usager	Intérimaire / Pêcheur golette	2
56	Usager	Pêcheur golette	2
57	Usager	Neuropsychologue CHU	2
58	Professionnel direct marin	Moniteur de plongée	2
59	Professionnel direct marin	Monitrice de plongée	2
60	Gestionnaire	Agent de la Reserve Marine	1
61	Usager	Retraîtée	3
62	Usager	Délégué Médical	2
63	Usager	Evènementiel/restauration	3
64	Usager	Agent technique	3
65	Usager	Bailleur	3
66	Usager	Agriculteur	3
67	Usager	Créatrice/styliste	3

68	Usager	Assistante sociale	3
69	Usager	Laborantine	3
70	Usager	Retraitée	3
71	Usager	Enseignant	3
72	Usager	Etudiant marketing (M1)	3
73	Usager	Licence de droit	3
74	Usager	Retraite	2
75	Usager	Animatrice crèche	3
76	Usager	Educateur Sportif	2
77	Usager	Sans emploi (BTS Tourisme)	2
78	Usager	Lycéenne	3
79	Usager	Agent de maîtrise	3
80	Usager	Polyvalent Bâtiment	3
81	Usager	Agriculteur/ pêcheur golette	3
82	Usager	Etudiante	NA
83	Usager	Employée polyvalente restauration	NA
84	Usager	Vendeuse	NA
85	Usager	Chef de projet	3
86	Professionnel direct marin	Pêcheur professionnel	2
87	Professionnel direct marin	Pêcheur professionnel	2
88	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
89	Usager	Sans emploi/Moniteur plongée	2
90	Usager	Éducateur sportif	2
91	Professionnel indirect marin	Directeur commercial (armateur vente de poisson)	2
92	Professionnel direct marin	Pêcheur professionnel	2
93	Professionnel direct marin	Pêcheur professionnel	2
94	Usager	Sans emploi	2
95	Usager	Rentier Association	2
96	Usager	Secrétaire Association	2
97	Usager	Restauration rapide	3
98	Professionnel indirect marin	Vendeur (magasin pêche/permis bateau)	2
99	Usager	Restauration rapide	2
100	Usager	Fonctionnaire	2
101	Professionnel direct marin	Retraite (ancien pêcheur professionnel)	2
102	Usager	Intérimaire	2
103	Usager	Pâtissier	2
104	Usager	Cuisinier	2

105	Usager	Transitaire	2
106	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
107	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
108	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
109	Usager	Mécanicien/ chasse/ pêche	2
110	Usager	Maçon	2
111	Professionnel direct marin	Skippeur	2
112	Professionnel direct marin	Responsable logistique	2
113	Usager	Gendarme	2
114	Professionnel direct marin	Chef d'entreprise Jet ski Pei	2
115	Professionnel direct marin	Vigie requin	2
116	Professionnel direct marin	Pêcheur professionnel	2
117	Professionnel direct marin	Vigie requin	2
118	Professionnel direct marin	Vigie requin	2
119	Usager	Educateur sportif base nautique	2
120	Professionnel direct marin	Chef de base nautique	2
121	Usager	Apprentie base nautique	2
122	Professionnel direct marin	Responsable Vigie requin	2
123	Professionnel direct marin	Vigie requin	2
124	Professionnel direct marin	Vigie requin	2
125	Usager	Pilote de ligne	2
126	Professionnel direct marin	Retraite Corail Plongée	2
127	Professionnel direct marin	Pêcheur professionnel	2
128	Usager	Alternance	2
129	Professionnel indirect marin	Agente d'accueil	2
130	Professionnel indirect marin	Employée polyvalente	2
131	Professionnel direct marin	Capitaine	2
132	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
133	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
134	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
135	Professionnel direct marin	Pêcheur professionnel	2
136	Usager	Retraite association en environnement/ (ancien professeur génie-civil)	2
137	Usager	Sans emploi	2
138	Usager	Sans emploi	2
139	Usager	Plombier	2
140	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
141	Professionnel direct marin	Moniteur kayak	2

	142	Professionnel direct marin	Monitrice kayak	2
	143	Professionnel direct marin	Moniteur kayak Voile	2
	144	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
	145	Usager	Sans emploi	2
	146	Usager	Sans emploi	2
	147	Professionnel direct marin	Moniteur VNM	1
	148	Professionnel direct marin	Monitrice plongée	2
	149	Professionnel direct marin	Maître-nageur plongeur	2
	150	Usager	Orthophoniste	3
	151	Usager	Ostéopathe	3
	152	Professionnel direct marin	Maître-nageur plongeur	2
	153	Professionnel direct marin	Directeur Water Patrol	2
	154	Usager	Lycéen	3
	155	Usager	Lycéen	3
	156	Usager	Préparateur physique	3
	157	Professionnel direct marin	Moniteur plongée	2
	158	Usager	Enseignante	3
	159	Usager	Enseignante	3
	160	Usager	Boulangier pâtissier	3
	161	Usager	Agriculteur	3
	162	Usager	Etudiante	3
	163	Usager	Moniteur de plongée	2
	164	Usager	Moniteur de plongée	2
	165	Association environnement	Vice-présidente association /Naturaliste/Prof de Biologie à l'IUT/agrège SVT	2
	166	Gestionnaire	Biologiste Marine	1
167	Association environnement	Association en environnement	2	
168	Association environnement	Association en environnement	2	
169	Ingénieur en environnement	Biologiste Marin	1	
170	Association environnement	Association en environnement	1	
171	Gestionnaire	Chargée suivi biologique	2	
172	Fonction publique gouvernance	Ingénieur Génie hydrologique	2	
173	Fonction publique gouvernance	Cellule hydraulique et réseaux associés	2	
174	Fonction publique gouvernance	DEAL préservation espèce marine	1	
175	Gestionnaire	RNMN	1	
Mayo	1	Universitaire	CUFR-Assistant ingénieur en Biologie Marine	2
	2	Service de l'état	Chargée de mission paysage et mangroves DEAL	1
	3	Gestionnaire	Directeur association des Naturalistes de Mayotte	2

4	Gestionnaire	Chargée de mission connaissance des écosystèmes au Parc Marin de Mayotte	1
5	Gestionnaire	Directrice de l'association Oulanga na Nyamba	1
6	Gestionnaire	Responsable d'antenne du conservatoire du littoral	2
7	Service de l'état	Prospective et développement du territoire	2
8	Maitrise d'ouvrage	Assistance à maîtrise d'ouvrage	1
9	Scientifique	Chercheuse IRD Projet de mise en place de RA à Mayotte	1
10	Usager	Accompagnement entrepreneurial	3
11	Universitaire	CUFR-Maitre de conférences écologie des communautés	2
12	Usager	Chargé prospection en énergie renouvelable	3
13	Usager	Infirmière	3
14	Usager	Chargé mission contre les violences sexuelles	3
15	Ingénieur en environnement	CASAGEC	2
16	Usager	Consultant et chef de projet dans le domaine entrepreneurial	3
17	Gestionnaire	Chargé de mission de la lutte contre l'érosion des sols auprès des agriculteurs	3
18	Gestionnaire	Animateur, coordinateur ; sensibilisation sur l'érosion des sols et la déforestation	3
19	Universitaire	CUFR- Professeur des Universités Ecotoxicologie	2
20	Service de l'état	DEAL-Chargée de mission DCE- masse d'eau	2
21	Gestionnaire	Garde animatrice Les Naturalistes	2
22	Usager	Professeur	2
23	Universitaire	Maître de conférences en écologie marine	2
24	Professionnel direct marin	Moniteur de plongée	2
25	Usager	Infirmière	2
26	Usager	Infirmière	3
27	Usager	Médecin	3
28	Usager	Médecin	3
29	Usager	Acheteur/chef d'entreprise	3
30	Usager	Infirmier	3
31	Professionnel direct marin	Moniteur de plongée	2
32	Usager	Enseignant	3
33	Usager	Etudiant transport logistique	3
34	Usager	Retraite	3
35	Usager	Lycéen	3
36	Usager	Lycéen	3
37	Usager	Maitresse de maison	3
38	Usager	Educatrice	3
39	Usager	Educateur spécialise/ ancien plongeur	2
40	Professionnel direct marin	Pêcheur	2

41	Professionnel direct marin	Plongeur	2
42	Usager	Artisan	3
43	Usager	Mécanique	3
44	Usager	Chômeur	3
45	Gestionnaire	Chef service ingénierie Parc marin de Mayotte	2
46	Gestionnaire	Chargée mission pêche aquacole	2
47	Usager	Etudiant Administration économique et sociale	3
48	Usager	Auxiliaire puéricultrice /Pêche bigorneau/Pêche djarifa	2
49	Professionnel direct marin	Moniteur de plongée	1
50	Professionnel direct marin	Moniteur de plongée	2
51	Professionnel direct marin	Moniteur de plongée	2
52	Professionnel direct marin	Moniteur de plongée	2
53	Usager	Agent service hospitalier	3
54	Usager	Secrétaire Médicale	3
55	Usager	Assistante RH	3
56	Usager	Lycéen	3
57	Usager	Gendarme	3
58	Usager	Professeur Lycée agricole	3
59	Usager	Gardien	3
60	Usager	Mécanicien/ pêcheur	2
61	Usager	Chômeur	3
62	Usager	Gérant Associe d'entreprise	2
63	Usager	Infirmier	3
64	Usager	Kinésithérapeute	3
65	Professionnel direct marin	Pêcheur en activité professionnelle	2
66	Professionnel indirect marin	Président coopérative de pêche / Président commission pêche	2
67	Usager	Multiservice (Restauration, Peinture, Charpentier bois)	3
68	Professionnel direct marin	Pêcheur	2
69	Professionnel indirect marin	Vendeur de poisson	3
70	Professionnel direct marin	Pêcheur professionnel	2
71	Usager	Cadre infirmier	3
72	Usager	Cadre de santé	3

Annexe 8 : Le protocole de terrain – Carte cognitive

La fiche suivante est le protocole à suivre pour élaborer les cartes cognitives selon mon choix méthodologique. Cette fiche était destinée à ma stagiaire Pauline Cosquer, lors de sa prise de données de terrain.

Exercice de cartes cognitives

L'introduction aux participants :

Bonjour,
Je suis (stagiaire) étudiant(e) en thèse à l'Université de la Réunion.
Je réalise une étude sociologique sur les récifs coralliens et la notion de réparer ces récifs. Seriez-vous disposés à réaliser un petit exercice simple qui ne prendra que quelques minutes ? mais qui me permettra d'avoir de précieuses données pour ma recherche ...

→ OUI/NON

Si l'acteur dit **Oui**, la première chose sera de faire remplir (ou remplir) les informations utiles : *genre, profession, âge, lieu de naissance...* (voir fiche-donnée)

Ensuite, vient l'exercice de carte cognitive. A travers la carte cognitive, il s'agirait d'entrevoir le fond de la pensée de l'acteur enquêté sans aucune influence de la part de l'enquêteur. Le positionnement de l'enquêté peut avoir autant une position personnelle que professionnelle.

Méthodologie

- 1- Commencer l'exercice avec le thème abordé n°1 : La Réparation écologique (à noter sur la fiche-donnée)
- 2- Demander aux personnes enquêtées de citer et d'écrire tous les termes venant à leur esprit à propos de la réparation écologique. « Si je vous dis Réparation écologique vous pensez à quoi ? »
- 3- Les termes sont notés par ordre d'énonciation (1-2-3 à ...); Il n'y a Aucune limites de mots. L'important est de s'arrêter lorsque la personne enquêtée commence à réfléchir.
- 4- Une fois les termes cités, demander si l'effet perçu des termes cités sur le thème abordé est positif ou négatif. (Mettre des plus ou des moins à coté de chacun des mots cités)
Attention : cela peut être + / - / + ou - / neutre (ni +, ni -)
- 5- Ensuite, demander à l'enquêté de donner une valeur à cet effet.
Grâce à une échelle allant de -3 à +3.
Exemple : « Nous allons maintenant essayer de fixer un seuil, une échelle de 1 à 3 à ces mots cités. Est-ce que [mot cité à valeur négative] vaut -1,-2 ou -3 vis-à-vis du thème [Réparation écologique] ? »
Attention : cela peut ne pas avoir de sens pour l'acteur. Ce qui reste un résultat.
- 6- Dernière chose, demander à l'enquêté si certain de ces mots cités ont besoin de précision, s'ils peuvent porter à confusion. Demander leur de noter, pour que lors de l'analyse cela soit plus simple à traiter.
- 7- Répéter les mêmes actions dans le même ordre pour les deux autres thèmes dans un ordre précis:
 - 1- Récif artificiel
 - 2- Récifs coralliens

NOTES

La carte cognitive est un outil permettant d'avoir une idée de la représentation sociale d'un groupe à travers l'agglomération de plusieurs perceptions individuelles d'un groupe donné.

Une représentation est un phénomène mental qui correspond à un ensemble plus ou moins conscient, organisé et cohérent, d'éléments cognitifs, affectifs et de valeurs associées qui permet de lire et d'interpréter le monde. Elaborée à l'échelle individuel, la représentation est le produit de l'histoire de l'individu et de son passé social et culturel. Lorsqu'elle est élaborée à l'échelle d'un collectif, la représentation est qualifiée de « sociale » et correspond à des systèmes de valeurs, d'idées et de pratiques, culturellement et historiquement contingentes. La représentation sociale influence les représentations individuelles, notamment dans le domaine environnemental. Tout environnement écologique ou économique étant un objet socialement construit, la manière dont on le perçoit n'est pas une représentation objective de la réalité mais une construction sociale de cette réalité forgée à partir d'informations reçues de l'environnement.

Figure 61 : Protocole de réalisation des cartes cognitives

Annexe 9 : Les acteurs interrogés lors des entretiens semi-directifs

Les deux tableaux suivants font état de la liste des acteurs interrogés lors des entretiens semi-directifs pour les territoires de La Réunion et de Mayotte. Des informations sur la date de réalisation et la durée de l'entrevue sont aussi disponibles.

- La Réunion

	Institution	Date de réalisation des entretiens	Durée
1	Bureau d'études	02.02.21	57'38
2	Bureau d'études	10.02.21	42'03
3	Universitaire	02.03.21	31'04
4	Fonction publique et gouvernance	04.03.21	60'
5	Universitaire (Univ. Réunion)	05.03.21	38'40
6	Universitaire (Univ. Réunion)	09.03.21	53'58
7	Bureau d'études	10.03.21	50'48
8	Scientifique (IFREMER)	10.03.21	20'02
9	Usager (CRPMEM)	15.03.21	60'08
10	Gestionnaire	16.03.21	53'13
11	Bureau d'études	19.03.21	31'06
12	Bureau d'études	24.03.21	50'16
13	Scientifique (IRD)	29.03.21	60'17
14	Bureau d'études	01.04.21	58'50
15	Universitaire (Univ. Réunion)	06.04.21	53'05
16	Fonction publique et gouvernance	07.04.21	75'00
17	Gestionnaire (RNMN)	06.10.21	58'59
18	Gestionnaire (RNMN)	08.11.21	23'50
19	Gestionnaire (RNMN)	26.11.21	30'20
20	Gestionnaire (RNMN)	25.02.22	37'25
21	Bureau d'études	28.06.22	66'00

- Mayotte

	Institution	Date de réalisation des entretiens	Durée
1	Maitre d'ouvrage	01.10.21	33'08
2	Fonction publique et gouvernance	09.07.21	28'14
3	Gestionnaire	17.07.21	35'02
4	Gestionnaire	20.07.21	50'30
5	Fonction publique et gouvernance	22.07.21	50'46
6	Universitaire	20.08.21	47'15
7	Bureau d'études	02.09.21	42'18
8	Gestionnaire	26.10.21	28.25

Annexe 10 : Les résultats des cartes cognitives pour les deux territoires (Mayotte et La Réunion)

Caractérisation du jeu de données issu du territoire réunionnais. Les résultats relatifs à la réparation écologique ont déjà été abordé dans e cœur de la thèse. Il s'agit ici de révéler les résultats bruts issus des autres thèmes abordés : **réciffs artificiels** et **réciffs coralliens**

Caractéristique du jeu de données réunionnais :

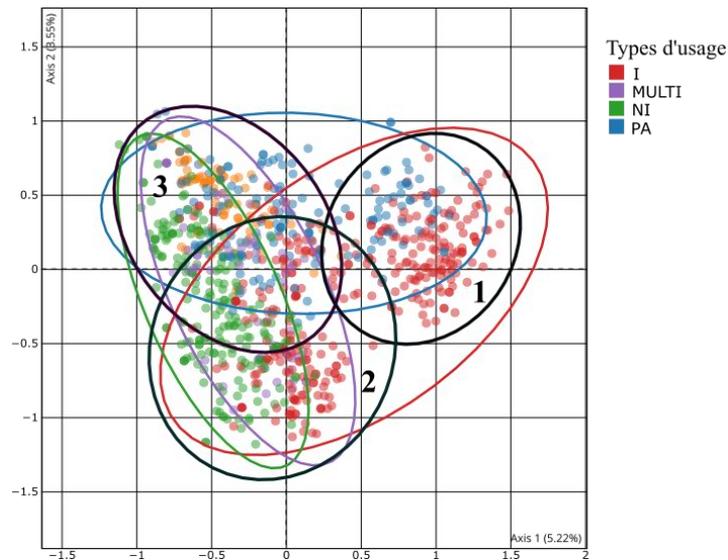


Figure 62 : Groupement d'ACM selon le type d'usage et le degré d'interdépendance (1/2/3) - Ile de La Réunion

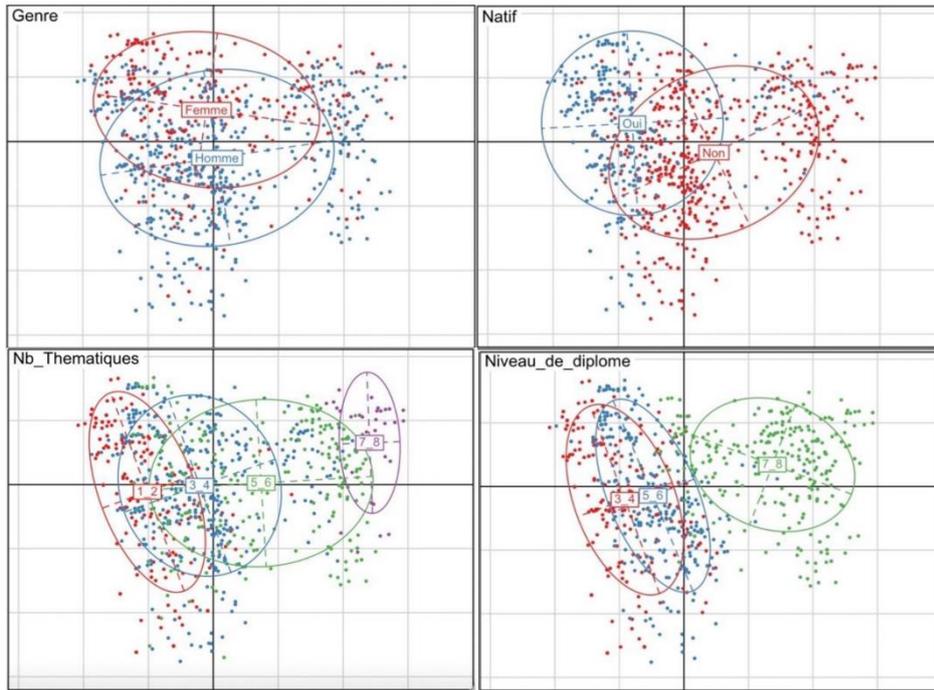


Figure 63 : Groupement d'ACM selon le genre, l'origine, le niveau de diplôme, la diversité des thématiques abordées

Figures issues des cartes cognitives pour la thématique « récifs artificiels » à la Réunion

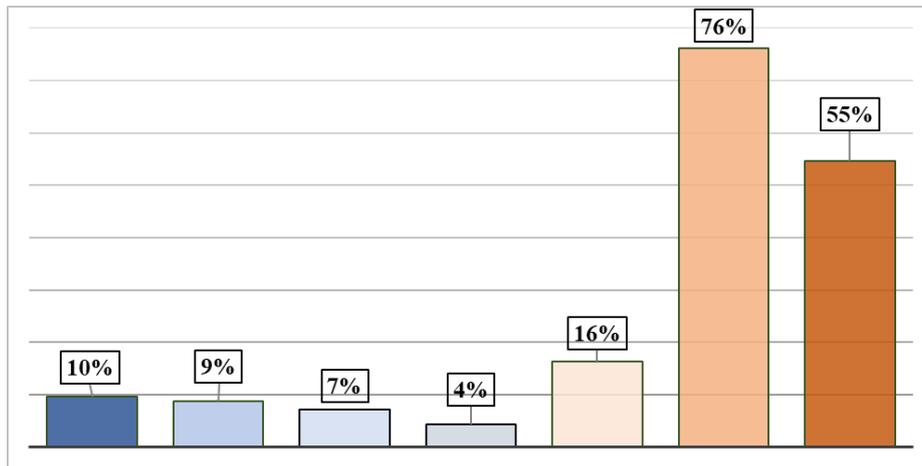


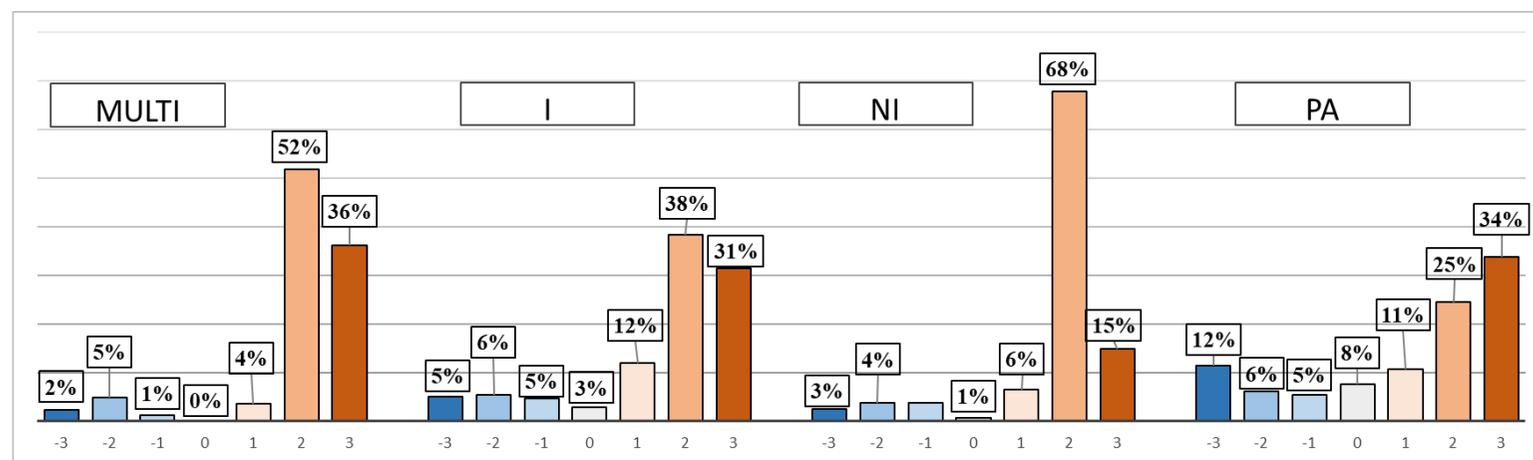
Figure 64 : Occurrence des liens de causalité en lien aux récifs artificiels - Réunion (en %)

Tableau 30 : Liens de causalité moyen par thématiques observées pour les récifs artificiels

Thématiques	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	18%	122	2.2
2 Préoccupation morale	13%	89	1.1
3 Recherche/Développement	12%	83	1.4
4 Ingénierie écologique	10%	71	2.2
5 Définition/Attentes	10%	71	2.0
6 Activité/usage	9%	61	1.5
7 Technologie/Expérimentation	9%	60	1.3
8 Impact	5%	37	-0.3
9 Localité	5%	34	1.6
10 Mesures en faveur	3%	22	1.6
11 Ne connaît pas le thème principal	2%	17	1.4
12 Gouvernance	2%	16	1.8
13 Service	0%	3	1.3
14 Aménagement du littoral	0%	3	1.0
15 Non classé	0%	3	0.7
TOTAL		692	

Tableau 31 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)				
		I	NI	MULTI	PA	NA
ÉCOLOGIE	Environnement	0.00	42.86	7.14	35.71	14.29
	Habitat	35.29	17.65	0.00	17.65	23.53
	Faune/Flore	7.69	7.69	7.69	30.77	46.15
	Espèces	23.53	21.57	7.84	27.45	19.61
	Ecosystèmes	14.81	22.22	29.63	22.22	11.11
PRÉOCCUPATION MORALE	Jugement Dubitatif	50.00	0.00	35.71	7.14	7.14
	Jugement de valeurs Positives	45.83	31.25	6.25	12.50	4.17
	Jugement de valeurs Négatives	20.00	28.00	4.00	36.00	12.00
	Respect de la vie aquatique	50.00	50.00	0.00	0.00	
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	Technique	50.00	15.00	20.00	5.00	
	Design	100.00	0.00	0.00	0.00	
	Matières	28.57	35.71	7.14	28.57	
	Habitat artificiel	33.33	35.71	19.05	11.90	
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE	Recherche	100.00	0.00	0.00	0.00	
	Amélioration/Réhabilitation	66.67	0.00	0.00	0.00	33.33
	Restauration	26.09	8.70	26.09	30.43	
	Création/réattribution	37.50	50.00	0.00	6.25	
	Protection	44.44	27.78	0.00	16.67	
DÉFINITION/ATTENTES	Technique d'ingénierie écologique	18.18	27.27	18.18	9.09	
	Fonctionnalité des récifs artificiels	38.46	23.08	15.38	23.08	
	Attentes	30.77	28.21	20.51	12.82	
ACTIVITÉ/USAGE	Production des récifs artificiels	42.11	26.32	0.00	21.05	
	Tourisme	20.00	20.00	30.00	20.00	10.00
	Pêche	51.22	24.39	12.20	12.20	
	Plongée	28.57	28.57	14.29	28.57	
	Mésusages	100.00	0.00	0.00	0.00	
	Emploi	0.00	0.00	0.00	100.00	
	Usages	100.00	0.00	0.00	0.00	
TECHNOLOGIE/EXPERIMENTATION	Technologie	10.00	10.00	0.00	50.00	30.00
	Temps	0.00	0.00	0.00	25.00	
	Matériaux	66.67	16.67	0.00	16.67	
	Cout	27.27	9.09	27.27	36.36	
	Outils	50.00	12.50	0.00	37.50	
	Suivi	0.00	0.00	20.00	0.00	20.00
	Etudes	0.00	0.00	16.67	33.33	33.33
IMPACT	Méthodes	50.00	30.00	10.00	10.00	
	Caractère anthropique de la réparation	35.00	10.00	10.00	25.00	20.00
LOCALITÉ	Raisons de la réparation	0.00	11.76	5.88	17.65	17.65
	Sites d'implantation	23.53	41.18	23.53	11.76	
	Lieux d'expérimentation	23.53	35.29	17.65	23.53	
MESURES EN FAVEUR	Acceptabilité des AMP	100.00	0.00	0.00	0.00	
	Science participative	100.00	0.00	0.00	0.00	
	Action de restauration / Acteurs	33.33	33.33	0.00	33.33	
	Environnement politique	100.00	0.00	0.00	0.00	
	Mesures compensatoires	53.85	0.00	15.38	30.77	
GESTION /GOUVERNANCE	Communication/Sensibilisation/médiation/Formation	42.86	14.29	0.00	42.86	
	Règlementation	33.33	0.00	0.00	33.33	33.33
	Gestion	83.33	0.00	0.00	16.67	
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Terme inconnu	23.53	41.18	0.00	17.65	17.65
SERVICE	Intérêt humain	33.33	33.33	33.33	0.00	
AMÉNAGEMENT DU LITTORAL	Aménagement du littoral	66.67	0.00	0.00	33.33	
NON CLASSÉ	Non classé	66.67	0.00	0.00	33.33	

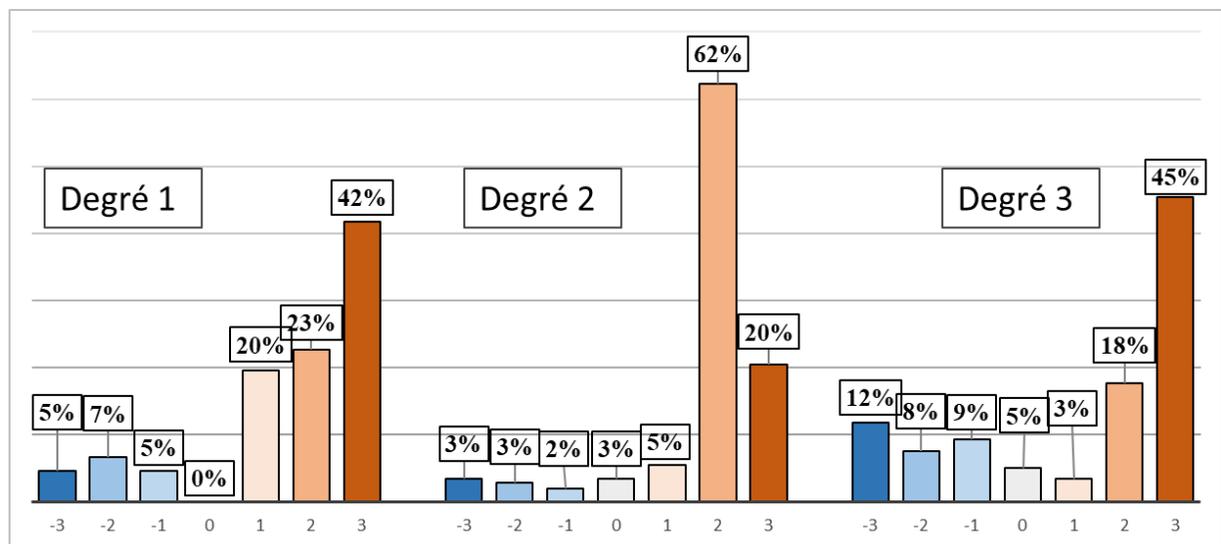


Thématiques	MULTI			I			NI			PA		
	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	18%	15	2.3	10%	23	2.2	17%	27	2.0	24%	32	2.0
2 Préoccupation morale	11%	9	1.1	16%	35	1.3	14%	22	1.2	12%	16	0.1
3 Recherche/Développement	16%	13	1.9	15%	34	1.9	14%	22	1.2	7%	9	-0.3
4 Ingénierie écologique	10%	8	2.5	11%	24	2.0	12%	18	2.1	8%	11	2.5
5 Définition/Attentes	12%	10	2.4	10%	23	2.3	12%	19	2.2	8%	11	0.7
6 Activité/usage	11%	9	2.3	12%	27	1.2	9%	14	2.1	8%	10	0.6
7 Technologie/Expérimentation	7%	6	2.2	11%	24	1.0	5%	7	1.1	11%	15	1.0
8 Impact	4%	3	0.7	5%	12	-1.0	3%	4	1.8	6%	8	-0.5
9 Localité	8%	7	1.7	4%	8	1.4	8%	13	1.8	5%	6	1.2
10 Mesures en faveur	2%	2	0.0	5%	12	1.6	1%	2	2.0	4%	5	2.2
11 Ne connaît pas le thème principal	0%	0NA		2%	4 NA		3%	4	2.0	2%	3 NA	
12 Gestion / Gouvernance	0%	0NA		4%	8	2.0	1%	1	2.0	4%	5	1.4
13 Service	1%	1	3.0	0%	1	2.0	1%	1	-1.0	0%	0NA	
14 Aménagement du littoral	0%	0NA		1%	2	1.5	0%	0NA		1%	1	0.0
15 Non classé	0%	0NA		1%	2	0.0	0%	0NA		1%	1	2.0
TOTAL		83			225			155			133	

Figure 65: Fréquence de citation des liens de causalité par type d'usage (-3/+3)

Tableau 32 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)		
		1	2	3
ÉCOLOGIE	Espèces	37.25	35.29	27.45
	Ecosystèmes	29.63	51.85	18.52
	Habitat	35.29	35.29	29.41
	Environnement	28.57	50.00	21.43
	Faune/flore	46.15	23.08	30.77
PRÉOCCUPATION MORALE	Jugement de valeurs Positives	29.17	60.42	10.42
	Jugement de valeurs Négatives	8.00	40.00	52.00
	Jugement Dubitatif	35.71	57.14	7.14
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	Respect de la vie aquatique	0.00	50.00	50.00
	Habitat artificiel	11.90	80.95	7.14
	Technique	10.00	75.00	15.00
	Matières	7.14	50.00	42.86
	Design	50.00	50.00	0.00
	Recherche	0.00	100.00	0.00
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE	Restauration	21.74	47.83	30.43
	Protection	22.22	61.11	16.67
	Création/réattribution	18.75	62.50	18.75
	Technique d'ingénierie écologique	9.09	63.64	27.27
	Amélioration/Réhabilitation	66.67	33.33	0.00
DÉFINITION/ATTENTES	Attentes	20.51	64.10	15.38
	Production des récifs artificiels	36.84	47.37	15.79
	Fonctionnalité des récifs artificiels	15.38	69.23	15.38
ACTIVITÉ/USAGE	Pêche	53.66	41.46	4.88
	Tourisme	50.00	40.00	10.00
	Plongée	28.57	42.86	28.57
	Mésusages	100.00	0.00	0.00
	Emploi	100.00	0.00	0.00
	Usages	100.00	0.00	0.00
TECHNOLOGIE/EXPERIMENTATION	Coût	45.45	27.27	27.27
	Technologie	20.00	20.00	60.00
	Méthodes	30.00	70.00	0.00
	Outils	62.50	0.00	37.50
	Matériaux	33.33	66.67	0.00
	Etudes	16.67	33.33	50.00
	Suivi	80.00	20.00	0.00
	Temps	50.00	50.00	0.00
IMPACT	Caractère anthropique de la réparation	20.00	50.00	30.00
	Raisons de la réparation	47.06	47.06	5.88
LOCALITÉ	Sites d'implantation	5.88	82.35	11.76
	Lieux d'expérimentation	23.53	76.47	0.00
MESURES EN FAVEUR	Mesures compensatoires	69.23	30.77	0.00
	Action de restauration / Acteurs	33.33	66.67	0.00
	Acceptabilité des AMP	0.00	100.00	0.00
	Science participative	0.00	100.00	0.00
	environnement politique	100.00	0.00	0.00
GESTION /GOUVERNANCE	Communication/Sensibilisation/médiation/Formation	71.43	28.57	0.00
	Gestion	66.67	33.33	0.00
	Règlementation	100.00	0.00	0.00
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Terme inconnu	0.00	52.94	47.06
SERVICE	Intérêt humain	33.33	33.33	33.33
AMÉNAGEMENT DU LITTORAL	Aménagement du littoral	66.67	0.00	0.00
NON CLASSÉ	Non classé	0.00	66.67	33.33



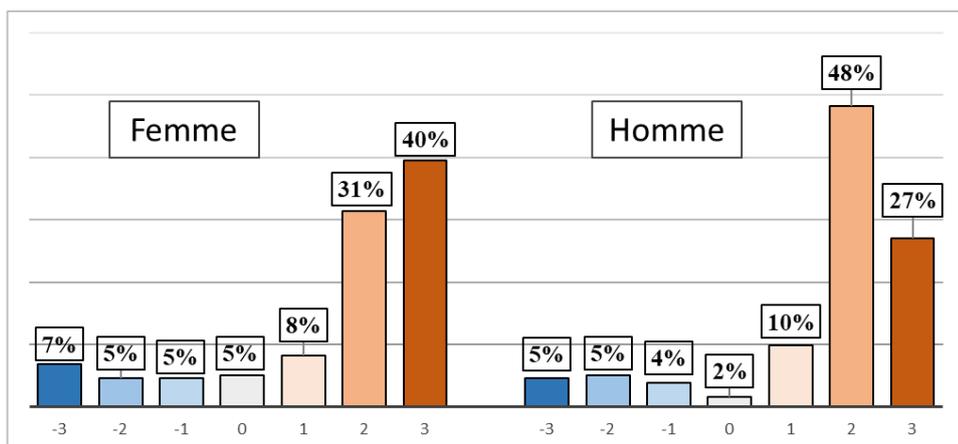
Thématiques	1			2			3		
	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	20%	38	2.3	14%	48	2.2	26%	31	2.1
2 Préoccupation morale	11%	21	1.4	14%	47	1.5	17%	20	-0.2
3 Recherche/Développement	5%	10	2.6	17%	60	1.6	9%	11	-0.6
4 Ingénierie écologique	7%	14	2.2	11%	40	2.1	13%	15	2.8
5 Définition/Attentes	9%	17	1.5	12%	41	2.3	8%	10	1.8
6 Activité/usage	17%	32	1.2	7%	24	1.9	4%	5	1.0
7 Technologie/Expérimentation	11%	22	1.0	6%	21	1.7	13%	15	1.0
8 Impact	5%	10	-1.2	5%	17	-0.1	6%	7	0.4
9 Localité	2%	4	2.0	8%	27	1.7	2%	2	-0.5
10 Mesures en faveur	6%	11	1.9	3%	10	1.3	0%	0 NA	
11 Ne connaît pas le thème principal	0%	0 NA		1%	4	2.0	1%	1	-1.0
12 Gestion / Gouvernance	6%	11	1.9	1%	4	1.5	0%	0 NA	
13 Service	1%	1	3.0	0%	1	2.0	1%	1	-1.0
14 Aménagement du littoral	1%	2	1.5	0%	1	0.0	0%	0 NA	
15 Non classé	0%	0 NA		1%	2	0.0	1%	1	2.0
TOTAL		193			348			119	

Figure 66 : Fréquence de citation des liens de causalité par degré d'interdépendance (-3/+3)

Tableau 33 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés

Thématiques	Citations des variables réduites (%)	
	Variables réduites	Femme Homme
ECOLOGIE	Espèces	43.14 56.86
	Ecosystèmes	37.04 62.96
	Habitat	41.18 58.82
	Environnement	35.71 64.29
	Faune/flore	30.77 69.23
PRÉOCCUPATION MORALE	Jugement de valeurs Positives	20.83 79.17
	Jugement de valeurs Négatives	52.00 48.00
	Jugement Dubitatif	14.29 85.71
	Respect de la vie aquatique	50.00 50.00
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	Habitat artificiel	19.05 80.95
	Technique	35.00 65.00
	Matières	21.43 78.57
	Design	66.67 33.33
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE	Recherche	0.00 100.00
	Restauration	47.83 52.17
	Protection	16.67 83.33
	Création/réattribution	18.75 81.25
	Technique d'ingénierie écologique	54.55 45.45
DÉFINITION/ATTENTES	Amélioration/Réhabilitation	66.67 33.33
	Attentes	41.03 58.97
	Production des récifs artificiels	42.11 57.89
ACTIVITÉ/USAGE	Fonctionnalité des récifs artificiels	30.77 69.23
	Pêche	26.83 73.17
	Tourisme	50.00 50.00
	Plongée	42.86 57.14
	Mésusages	0.00 100.00
	Emploi	100.00 0.00
TECHNOLOGIE/EXPERIMENTATION	Usages	100.00 0.00
	Cout	27.27 72.73
	Technologie	60.00 40.00
	Méthodes	30.00 70.00
	Outils	25.00 75.00
	Matériaux	0.00 100.00
	Etudes	50.00 50.00
	Suivi	20.00 80.00
IMPACT	Temps	0.00 100.00
	Caractère anthropique de la réparation	50.00 50.00
LOCALITÉ	Raisons de la réparation	35.29 64.71
	Sites d'implantation	17.65 82.35
	Lieux d'expérimentation	11.76 88.24
MESURES EN FAVEUR	Mesures compensatoires	38.46 61.54
	Action de restauration / Acteurs	0.00 100.00
	Acceptabilité des AMP	100.00 0.00
	Science participative	100.00 0.00
	environnement politique	100.00 0.00
GESTION /GOUVERNANCE	Communication/Sensibilisation/médiation/Formation	71.43 28.57
	Gestion	33.33 66.67
	Règlementation	33.33 66.67
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Terme inconnu	58.82 41.18
SERVICE	Intérêt humain	33.33 66.67
AMÉNAGEMENT DU LITTORAL	Aménagement du littoral	0.00 100.00
NON CLASSÉ	Non classé	33.33 66.67

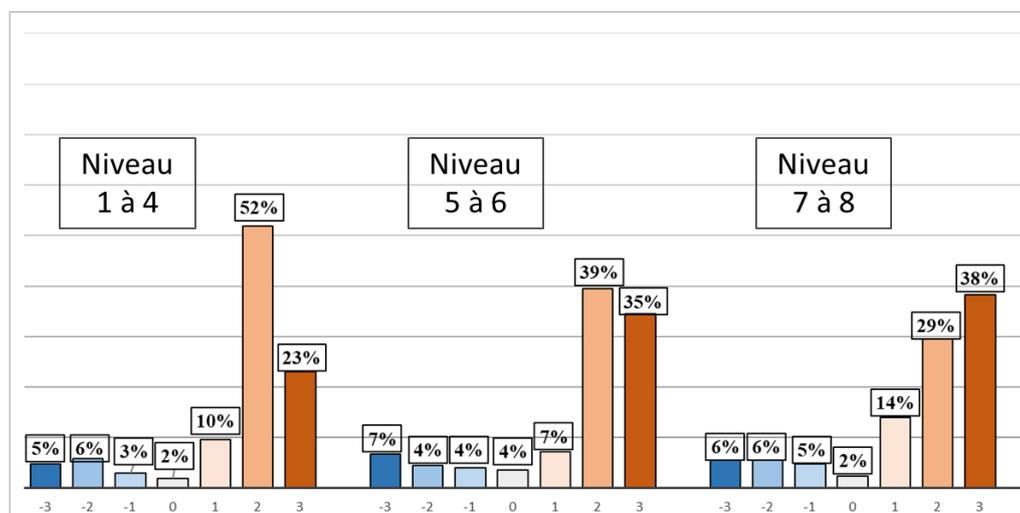
Tableau 34 : Fréquence de citation des liens de causalité par genre (-3/+3)



Thématiques	Femme			Homme		
	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	20%	45	2.2	16%	72	2.2
2 Préoccupation morale	12%	26	0.7	14%	62	1.3
3 Recherche/Développement	9%	21	1.3	13%	60	1.4
4 Ingénierie écologique	10%	23	2.3	10%	46	2.2
5 Définition/Attentes	12%	26	2.1	9%	42	2.0
6 Activité/usage	9%	21	1.3	9%	40	1.6
7 Technologie/Expérimentation	5%	12	2.2	9%	41	1.2
8 Impact	7%	16	-0.3	4%	18	-0.3
9 Localité	2%	5	1.0	7%	29	1.7
10 Mesures en faveur	4%	8	1.5	3%	13	1.7
11 Ne connaît pas le thème principal	5%	10	NA	2%	7	NA
12 Gestion / Gouvernance	3%	7	2.6	2%	8	1.1
13 Service	0%	1	2.0	0%	2	1.0
14 Aménagement du littoral	0%	0	NA	1%	3	1.0
15 Non classé	0%	1	2.0	0%	2	0.0
TOTAL		222			445	

Tableau 35 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)			
		1_4	5_6	7_8	NA
ECOLOGIE	Espèces	13.73	29.41	41.18	15.69
	Ecosystèmes	18.52	29.63	40.74	11.11
	Habitat	17.65	35.29	29.41	17.65
	Environnement	21.43	28.57	14.29	35.71
	Faune/flore	30.77	53.85	15.38	
PRÉOCCUPATION MORALE	Jugement de valeurs Positives	12.50	54.17	27.08	6.25
	Jugement de valeurs Négatives	36.00	44.00	12.00	8.00
	Jugement Dubitatif	0.00	42.86	57.14	
	Respect de la vie aquatique	0.00	50.00	0.00	50.00
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	Habitat artificiel	21.43	38.10	26.19	14.29
	Technique	15.00	50.00	30.00	5.00
	Matières	35.71	35.71	14.29	14.29
	Design	0.00	16.67	83.33	
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE	Recherche	0.00	100.00	0.00	
	Restauration	17.39	30.43	52.17	
	Protection	11.11	61.11	16.67	11.11
	Création/réattribution	6.25	50.00	18.75	25.00
	Technique d'ingénierie écologique	27.27	45.45	9.09	18.18
DÉFINITION/ATTENTES	Amélioration/Réhabilitation	0.00	33.33	66.67	
	Attentes	12.82	23.08	33.33	30.77
	Production des récifs artificiels	10.53	31.58	47.37	10.53
ACTIVITÉ/USAGE	Fonctionnalité des récifs artificiels	23.08	30.77	30.77	15.38
	Pêche	14.63	14.63	60.98	9.76
	Tourisme	20.00	20.00	50.00	10.00
	Plongée	0.00	28.57	42.86	28.57
	Mésusages	0.00	0.00	100.00	
	Emploi	0.00	0.00	100.00	
TECHNOLOGIE/EXPERIMENTATION	Usages	0.00	0.00	100.00	
	Cout	9.09	9.09	72.73	9.09
	Technologie	30.00	40.00	30.00	
	Méthodes	20.00	20.00	40.00	20.00
	Outils	12.50	12.50	62.50	12.50
	Matériaux	16.67	50.00	33.33	
	Etudes	0.00	33.33	66.67	
IMPACT	Suivi	0.00	40.00	60.00	
	Temps	0.00	50.00	50.00	
LOCALITÉ	Caractère anthropique de la réparation	5.00	50.00	35.00	10.00
	Raisons de la réparation	0.00	35.29	52.94	11.76
MESURES EN FAVEUR	Sites d'implantation	58.82	17.65	17.65	5.88
	Lieux d'expérimentation	17.65	23.53	35.29	23.53
GESTION /GOUVERNANCE	Mesures compensatoires	0.00	7.69	92.31	
	Action de restauration / Acteurs	0.00	33.33	33.33	33.33
	Acceptabilité des AMP	0.00	0.00	100.00	
	Science participative	0.00	0.00	100.00	
	environnement politique	0.00	0.00	100.00	
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Communication/Sensibilisation/médiation/Formation	0.00	14.29	85.71	
	Gestion	0.00	16.67	83.33	
	Règlementation	0.00	33.33	66.67	
SERVICE	Terme inconnu	23.53	41.18	0.00	35.29
AMÉNAGEMENT DU LITTORAL	Intérêt humain	0.00	66.67	33.33	
	Aménagement du littoral	0.00	0.00	100.00	
NON CLASSÉ	Non classé	0.00	66.67	0.00	33.33



Thématiques	1 à 4			5 à 6			7 à 8		
	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Concepts énoncés (en %)	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	21%	22	1.5	15%	35	2.7	16%	41	2.3
2 Préoccupation morale	14%	14	-0.2	19%	44	1.3	10%	24	1.2
3 Recherche/Développement	17%	17	1.2	14%	33	1.6	9%	22	1.4
4 Ingénierie écologique	10%	10	2.7	14%	31	2.2	8%	20	2.1
5 Définition/Attentes	10%	10	2.3	8%	19	2.2	10%	24	1.8
6 Activité/usage	8%	8	2.0	4%	10	2.0	14%	36	1.3
7 Technologie/Expérimentation	8%	8	2.4	7%	17	1.0	12%	29	1.1
8 Impact	1%	1	1.0	7%	15	-0.7	6%	14	-0.6
9 Localité	13%	13	1.7	3%	7	0.4	4%	9	2.1
10 Mesures en faveur	0%	0 NA		1%	3	-0.3	6%	16	1.9
11 Ne connaît pas le thème principal	0%	0 NA		3%	7 NA		0%	0 NA	
12 Gestion / Gouvernance	0%	0 NA		1%	3	0.7	5%	12	2.1
13 Service	0%	0 NA		1%	2	0.5	0%	1	3.0
14 Aménagement du littoral	0%	0 NA		0%	0 NA		1%	3	1.0
15 Non classé	0%	0 NA		1%	2	0.0	0%	0 NA	
TOTAL		103			228			251	

Figure 67 : Fréquence de citation des liens de causalité par niveau de diplôme (-3/+3)

Figures issues des cartes cognitives pour la thématique « récifs coralliens » à la Réunion

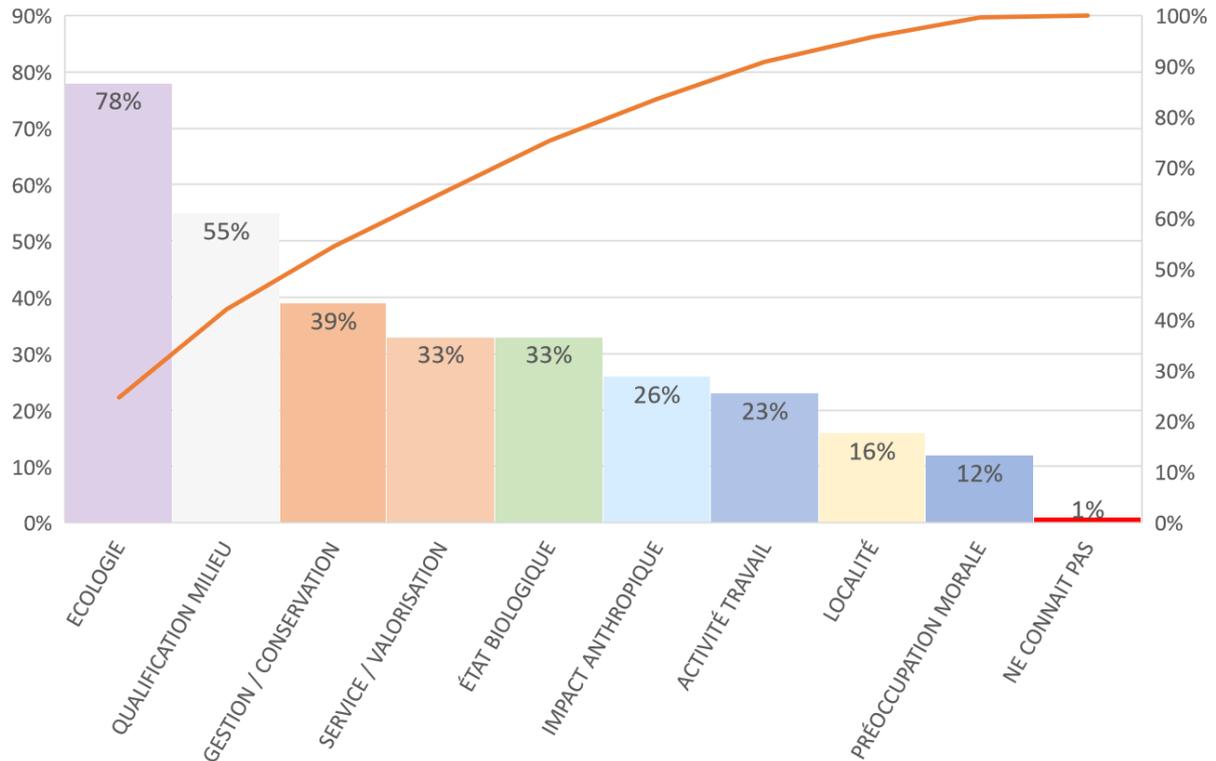


Figure 68 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés par thématique- récif corallien -Ile de La Réunion

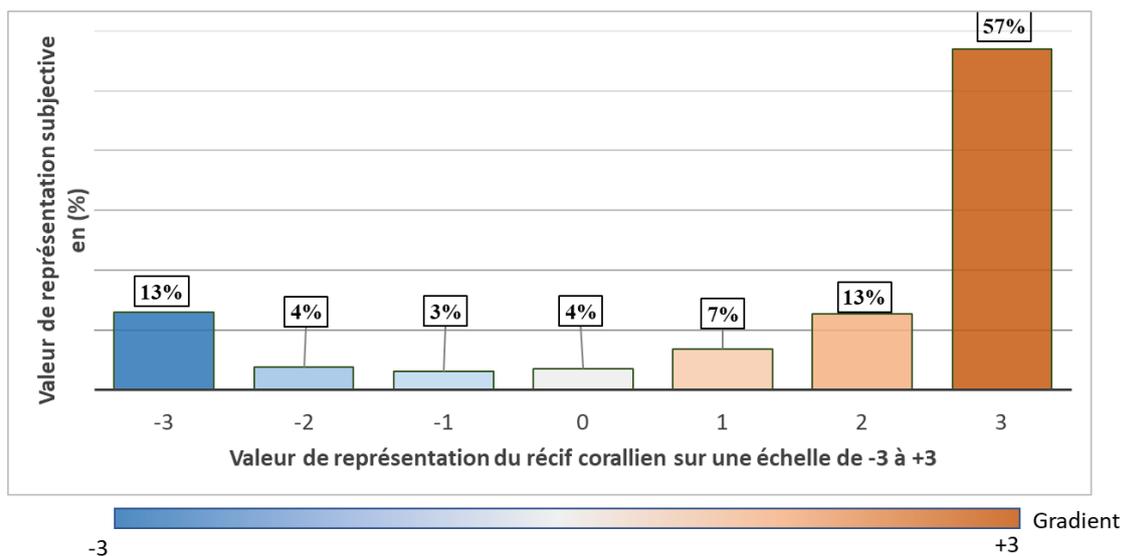


Figure 69: Valeur de représentation du récif corallien par l'ensemble du panel enquêté pour toutes thématiques confondues (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3

Tableau 36 : Représentation subjective du panel enquêté par thématique

Thématiques	Nombre de concepts énoncés	Représentation subjective du panel
1 Ecologie	276	2.4
2 Qualification milieu	164	1.8
3 Gestion/Conservation	88	2.0
4 Service/Valorisation	71	2.4
5 Impact anthropique	67	-1.8
6 Appréciation état biologique	63	-1.1
7 Activité/Travail	57	1.2
8 Localité	38	1.8
9 Préoccupation morale	24	1.6
10 Ne connaît pas	1	0.0
TOTAL	849	

Légende

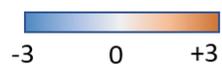
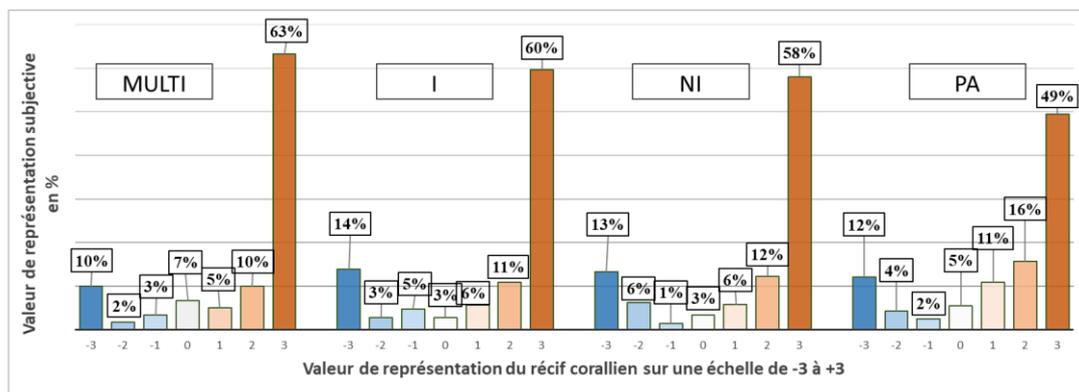


Tableau 37 : Les thématiques abordées selon l'ensemble du panel enquêté

Thématique	Variable réduite	Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique	Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite
ECOLOGIE	1.1 Faune/Flore	78%	47%
	1.2 Espace/Paysage		27%
	1.3 Habitat/Refuge		29%
	1.4 Biodiversité/Peuplements		26%
QUALIFICATION DU MILIEU	2.1 Beau/Merveilleux	55%	25%
	2.2 Fragile/Menace		17%
	2.3 Vivant		19%
	2.4 Important		10%
	2.5 Nature originelle		7%
	2.6 Source de bien être		7%
	2.7 Dangereux		3%
GESTION / CONSERVATION	3.1 Règlementation/Protection	39%	34%
	3.2 Evaluation/Sensibilisation		6%
	3.3 Contrainte/Blocage		6%
	3.4 Restauration		4%
SERVICE / VALORISATION	4.1 Protection	33%	17%
	4.2 Economie		8%
	4.3 Alimentation		7%
	4.4 Solution Fondée sur la Nature		7%
IMPACT	5.1 Pollution/Intrant	26%	11%
	5.2 Pratique destructrice		12%
	5.3 Changement climatique		12%
APPRÉCIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	6.1 Tendance évolutive	33%	15%
	6.2 Etat de sante des récifs coralliens		14%
	6.3 Etat de la biodiversité		7%
ACTIVITÉ / TRAVAIL	7.1 Sport/Détente	23%	17%
	7.2 Tourisme/Découverte		9%
	7.3 Travail/Métier		4%
LOCALITÉ	8.1 Récif corallien dans le monde	16%	12%
	8.2 Récif corallien à la Réunion		5%
PRÉOCCUPATION MORALE	9.1 Héritage/Avenir	12%	7%
	9.2 Considération morale		6%
NE CONNAIT PAS	10 Ne connaît pas	1%	1%

Tableau 38 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite

Thématique	Variable réduite	I		NI		MULTI		PA		NA	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
ECOLOGIE	1.1 Faune/Flore		29%		56%		45%		56%		73%
	1.2 Espace/Paysage	84%	16%	73%	31%	64%	36%	75%	28%	91%	45%
	1.3 Habitat/Refuge		31%		15%		27%		31%		73%
	1.4 Biodiversité/Peuplements		44%		10%		18%		16%		55%
QUALIFICATION DU MILIEU	2.1 Beau/Merveilleux		38%		13%		27%		25%		9%
	2.2 Fragile/Menace		27%		10%		0%		13%		36%
	2.3 Vivant		15%		25%		27%		16%		18%
	2.4 Important	64%	15%	44%	10%	55%	0%	53%	3%	64%	18%
	2.5 Nature originelle		9%		6%		9%		9%		0%
	2.6 Source de bien être		7%		2%		18%		13%		9%
	2.7 Dangereux		4%		2%		18%		0%		0%
GESTION / CONSERVATION	3.1 Règlementation/Protection		35%		27%		55%		34%		36%
	3.2 Evaluation/Sensibilisation	44%	7%	29%	4%	55%	0%	38%	6%	45%	18%
	3.3 Contrainte/Blocage		7%		2%		18%		9%		0%
	3.4 Restauration		7%		2%		0%		6%		0%
SERVICE / VALORISATION	4.1 Protection		20%		8%		18%		16%		55%
	4.2 Economie	45%	20%	19%	2%	27%	0%	28%	3%	55%	0%
	4.3 Alimentation		11%		8%		9%		3%		0%
	4.4 Solution Fondée sur la Nature		7%		4%		18%		13%		0%
IMPACT	5.1 Pollution/Intrant		11%		10%		9%		9%		18%
	5.2 Pratique destructrice	29%	13%	19%	6%	36%	18%	25%	9%	36%	36%
	5.3 Changement climatique		16%		8%		9%		9%		18%
APPRÉCIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	6.1 Tendance évolutive		16%		17%		0%		16%		9%
	6.2 Etat de sante des récifs coralliens	38%	13%	29%	13%	27%	27%	34%	13%	27%	18%
	6.3 Etat de la biodiversité		15%		2%		0%		6%		0%
ACTIVITÉ / TRAVAIL	7.1 Sport/Détente		22%		8%		27%		22%		9%
	7.2 Tourisme/Découverte	33%	15%	10%	4%	36%	9%	25%	6%	18%	9%
	7.3 Travail/Métier		9%		2%		0%		3%		0%
LOCALITÉ	8.1 Récif corallien dans le monde	15%	13%	25%	15%	9%	9%	6%	6%	18%	18%
	8.2 Récif corallien à la Réunion		4%		12%		0%		0%		0%
PRÉOCCUPATION MORALE	9.1 Héritage/Avenir	15%	11%	8%	4%	0%	0%	22%	13%	0%	0%
	9.2 Considération morale		5%		4%		0%		13%		0%
NE CONNAIT PAS	10 Ne connaît pas	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	3%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			5.9		4.1		5.5		5.2		7.8
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			5.1		3.4		4.5		4.3		5.8
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.7		2.6		3.1		3.1		3.5



Thématiques	MULTI		I		NI		PA	
	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	16	2.4	78	2.7	80	2.1	55	2.5
2 Qualification milieu	14	2.4	76	1.6	37	2.4	27	0.1
3 Gestion/Conservation	8	-0.3	33	2.0	19	2.5	21	2.0
4 Service/Valorisation	5	3.0	36	2.6	11	2.1	12	2.2
5 Impact anthropique	4	-0.8	29	-1.6	15	-2.5	11	-1.6
6 Appréciation état biologique	3	-0.7	24	-0.4	20	-1.1	13	-1.9
7 Activité/Travail	5	2.6	28	1.1	9	1.3	13	0.8
8 Localité	5	3.0	11	1.1	17	1.9	3	1.7
9 Préoccupation morale	ONA		10	2.5	4	1.3	10	0.9
10 Ne connaît pas	ONA		ONA		ONA		1	0.0
TOTAL	60		325		212		166	

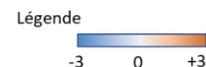


Figure 70 : Valeur de représentation du récif corallien par type d'usage (-3/+3). NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité

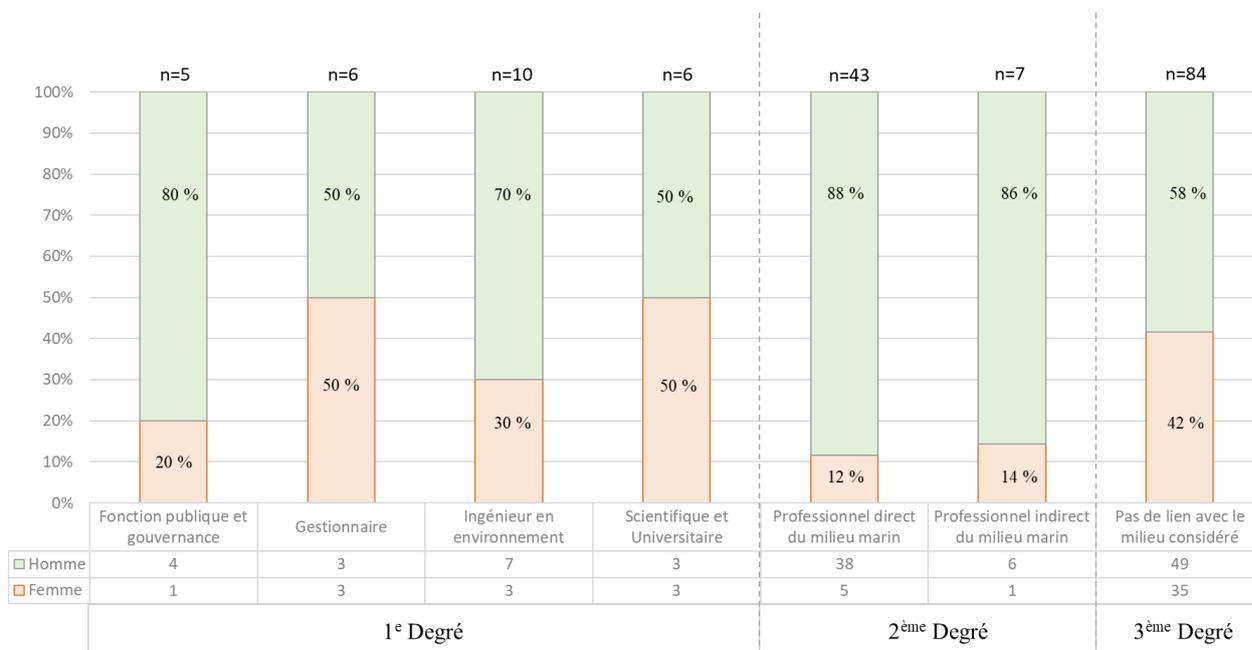
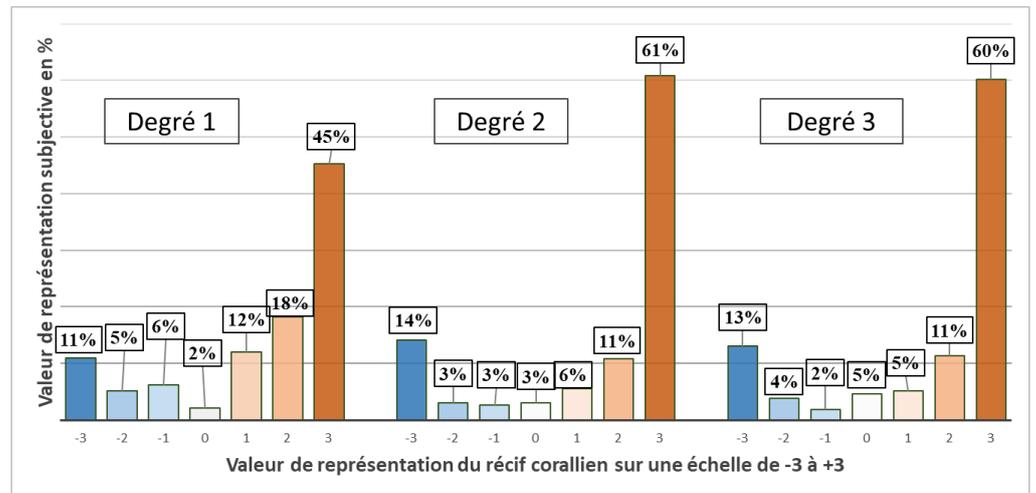


Figure 71 : Histogramme des catégories professionnelles sélectionnées selon leur degré d'interdépendance aux récifs coralliens et leur genre

Tableau 39 : Les thématiques abordées selon le degré dépendance aux récifs des enquêtés.
 NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ;
 Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

Thématique	Variable réduite	1		2		3	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
ECOLOGIE	1.1 Faune/Flore		27%		46%		55%
	1.2 Espace/Paysage	92%	19%	76%	29%	74%	27%
	1.3 Habitat/Refuge		38%		24%		29%
	1.4 Biodiversité/Peuplements		58%		20%		19%
QUALIFICATION DU MILIEU	2.1 Beau/Merveilleux		38%		24%		21%
	2.2 Fragile/Menace		42%		12%		13%
	2.3 Vivant		8%		20%		22%
	2.4 Important	73%	8%	49%	14%	52%	8%
	2.5 Nature originelle		12%		7%		6%
	2.6 Source de bien être		8%		7%		8%
	2.7 Dangereux		4%		0%		5%
GESTION / CONSERVATION	3.1 Règlements/Protection		50%		31%		30%
	3.2 Evaluation/Sensibilisation	65%	8%	36%	7%	31%	5%
	3.3 Contrainte/Blocage		15%		7%		3%
	3.4 Restauration		19%		0%		3%
SERVICE / VALORISATION	4.1 Protection		19%		17%		17%
	4.2 Economie	65%	38%	27%	5%	26%	0%
	4.3 Alimentation		23%		3%		5%
	4.4 Solution Fondée sur la Nature		4%		8%		8%
IMPACT	5.1 Pollution/Intrant		8%		10%		12%
	5.2 Pratique destructrice	54%	23%	22%	5%	19%	13%
	5.3 Changement climatique		38%		8%		5%
APPRÉCIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	6.1 Tendance évolutive		15%		17%		13%
	6.2 Etat de sante des récifs coralliens	38%	12%	31%	14%	32%	16%
	6.3 Etat de la biodiversité		15%		5%		5%
ACTIVITÉ / TRAVAIL	7.1 Sport/Détente		38%		12%		13%
	7.2 Tourisme/Découverte	46%	15%	19%	8%	18%	6%
	7.3 Travail/Métier		0%		7%		4%
LOCALITÉ	8.1 Récif corallien dans le monde	23%	23%	10%	7%	18%	13%
	8.2 Récif corallien à la Réunion		0%		5%		6%
PRÉOCCUPATION MORALE	9.1 Héritage/Avenir	27%	23%	10%	3%	8%	5%
	9.2 Considération morale		4%		8%		4%
NE CONNAIT PAS	10 Ne connaît pas		0%		0%		1%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			7.4		4.5		5.1
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			6.5		3.9		4.0
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			4.8		2.8		2.8



Thématiques	1		2		3	
	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	43	2.5	80	2.4	153	2.4
2 Qualification milieu	35	1.1	59	2.2	70	1.8
3 Gestion/Conservation	26	1.7	30	1.9	32	2.2
4 Service/Valorisation	25	2.5	22	2.5	24	2.2
5 Impact anthropique	21	-1.7	20	-1.6	26	-2.0
6 Appréciation état biologique	11	-0.5	22	-1.3	30	-1.1
7 Activité/Travail	17	1.2	19	1.2	21	1.2
8 Localité	7	1.0	8	1.1	23	2.3
9 Préoccupation morale	7	2.9	8	2.3	9	0.1
10 Ne connaît pas	ONA		ONA		1	0.0
TOTAL	192		268		389	

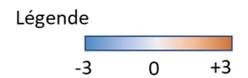
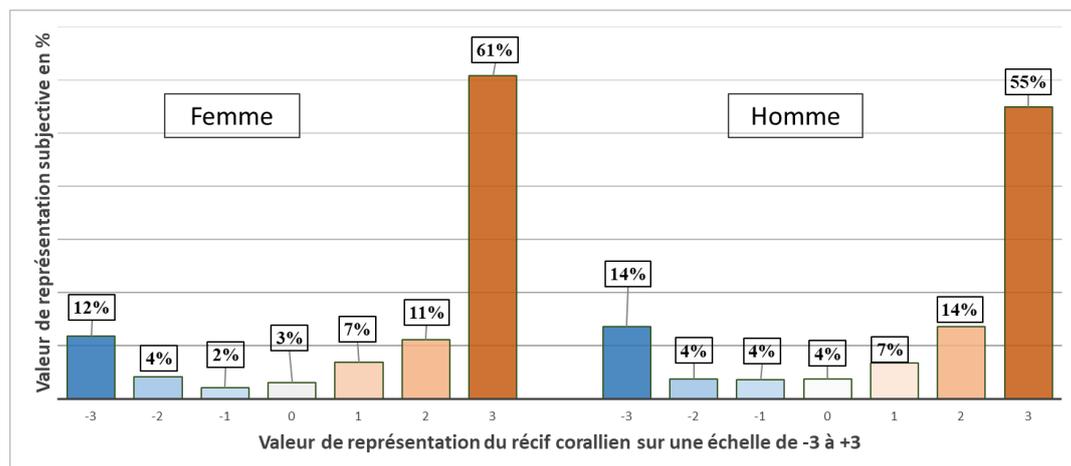


Figure 72: Valeur de représentation du récif corallien par degré d'interdépendance (-3/+3)

Tableau 40 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

Thématique	Variable réduite	Femme		Homme			
		Théma	Varia	Théma	Varia		
ÉCOLOGIE	1.1 Faune/Flore		54%		44%		
	1.2 Espace/Paysage	81%	26%	76%	27%		
	1.3 Habitat/Refuge		33%		26%		
	1.4 Biodiversité/Peuplements		26%		26%		
QUALIFICATION DU MILIEU	2.1 Beau/Merveilleux				31%		21%
	2.2 Fragile/Menace		17%		18%		
	2.3 Vivant		20%		19%		
	2.4 Important	61%	11%	51%	9%		
	2.5 Nature originelle		4%		9%		
	2.6 Source de bien être		11%		6%		
	2.7 Dangereux		2%		4%		
GESTION / CONSERVATION	3.1 Règlementation/Protection				35%		33%
	3.2 Evaluation/Sensibilisation		43%		11%	36%	4%
	3.3 Contrainte/Blocage				4%		7%
	3.4 Restauration	4%		5%			
SERVICE / VALORISATION	4.1 Protection			17%			18%
	4.2 Economie	30%	7%	35%	8%		
	4.3 Alimentation		6%		8%		
	4.4 Solution Fondée sur la Nature		4%		9%		
IMPACT	5.1 Pollution/Intrant				6%		13%
	5.2 Pratique destructrice	19%	13%	30%	11%		
	5.3 Changement climatique		6%		15%		
APPRÉCIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	6.1 Tendance évolutive				7%		19%
	6.2 Etat de sante des récifs coralliens	31%	15%	34%	14%		
	6.3 Etat de la biodiversité		11%		5%		
ACTIVITÉ / TRAVAIL	7.1 Sport/Détente				13%		19%
	7.2 Tourisme/Découverte	22%	9%	23%	8%		
	7.3 Travail/Métier		6%		4%		
LOCALITÉ	8.1 Récif corallien dans le monde				9%		14%
	8.2 Récif corallien à la Réunion	11%	4%	19%	6%		
PRÉOCCUPATION MORALE	9.1 Héritage/Avenir				7%		7%
	9.2 Considération morale	11%	7%	12%	5%		
NE CONNAIT PAS	10 Ne connaît pas		2%		2%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			5.4		5.2		
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			4.4		4.4		
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.1		3.2		



Thématiques	Femme		Homme	
	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	104	2.6	172	2.3
2 Qualification milieu	58	1.6	106	1.9
3 Gestion/Conservation	32	2.4	56	1.7
4 Service/Valorisation	20	3.0	51	2.2
5 Impact anthropique	14	-2.1	53	-1.7
6 Appréciation état biologique	22	-1.7	41	-0.7
7 Activité/Travail	19	1.2	38	1.2
8 Localité	9	1.2	29	2.0
9 Préoccupation morale	10	1.0	14	2.1
10 Ne connaît pas	1	0.0	ONA	
TOTAL	289		560	

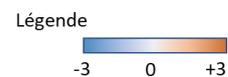
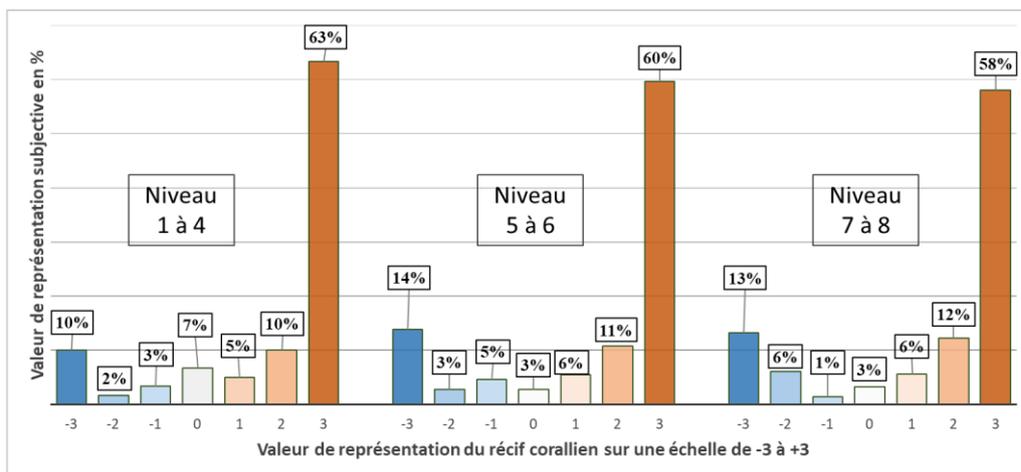


Figure 73 : Valeur de représentation du récif corallien par genre (-3/+3)

Tableau 41: Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés. NB : données non disponibles pour 31 des enquêtés = colonne NA) ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

Thématique	Variable réduite	Niveau 1 à 4		Niveau 5 à 6		Niveau 7 à 8		NA	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
ÉCOLOGIE	1.1 Faune/Flore		56%		48%		41%		33%
	1.2 Espace/Paysage	75%	27%	75%	27%	92%	21%	61%	39%
	1.3 Habitat/Refuge		23%		37%		33%		11%
	1.4 Biodiversité/Peuplements		10%		31%		51%		6%
QUALIFICATION DU MILIEU	2.1 Beau/Merveilleux		12%		31%		44%		6%
	2.2 Fragile/Menace		8%		19%		36%		0%
	2.3 Vivant		23%		23%		8%		22%
	2.4 Important	37%	6%	63%	23%	72%	3%	44%	0%
	2.5 Nature originelle		0%		10%		10%		17%
	2.6 Source de bien être		2%		6%		18%		6%
	2.7 Dangereux		4%		4%		3%		0%
GESTION / CONSERVATION	3.1 Règlementation/Protection		25%		33%		49%		28%
	3.2 Evaluation/Sensibilisation	25%	4%	40%	12%	59%	5%	28%	0%
	3.3 Contrainte/Blocage		2%		6%		13%		6%
	3.4 Restauration		2%		2%		13%		0%
SERVICE / VALORISATION	4.1 Protection		12%		21%		23%		11%
	4.2 Economie	19%	2%	31%	4%	56%	26%	28%	0%
	4.3 Alimentation		4%		4%		18%		6%
	4.4 Solution Fondée sur la Nature		4%		8%		10%		11%
IMPACT	5.1 Pollution/Intrant		8%		15%		8%		11%
	5.2 Pratique destructrice	13%	4%	31%	21%	41%	15%	17%	0%
	5.3 Changement climatique		4%		10%		28%		6%
APPRÉCIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	6.1 Tendance évolutive		13%		15%		15%		17%
	6.2 Etat de sante des récifs coralliens	21%	8%	40%	25%	38%	8%	33%	17%
	6.3 Etat de la biodiversité		2%		6%		18%		0%
ACTIVITÉ / TRAVAIL	7.1 Sport/Détente		15%		6%		38%		6%
	7.2 Tourisme/Découverte	17%	4%	15%	12%	46%	15%	11%	0%
	7.3 Travail/Métier		2%		6%		3%		11%
LOCALITÉ	8.1 Récif corallien dans le monde	19%	12%	13%	12%	18%	18%	11%	6%
	8.2 Récif corallien à la Réunion		10%		4%		0%		6%
PRÉOCCUPATION MORALE	9.1 Héritage/Avenir	10%	4%	6%	2%	21%	18%	17%	11%
	9.2 Considération morale		6%		4%		5%		11%
NE CONNAIT PAS	10 Ne connaît pas	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			4.0		5.9		7.1		3.4
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.1		4.8		6.1		3.0
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.4		3.2		4.4		2.5



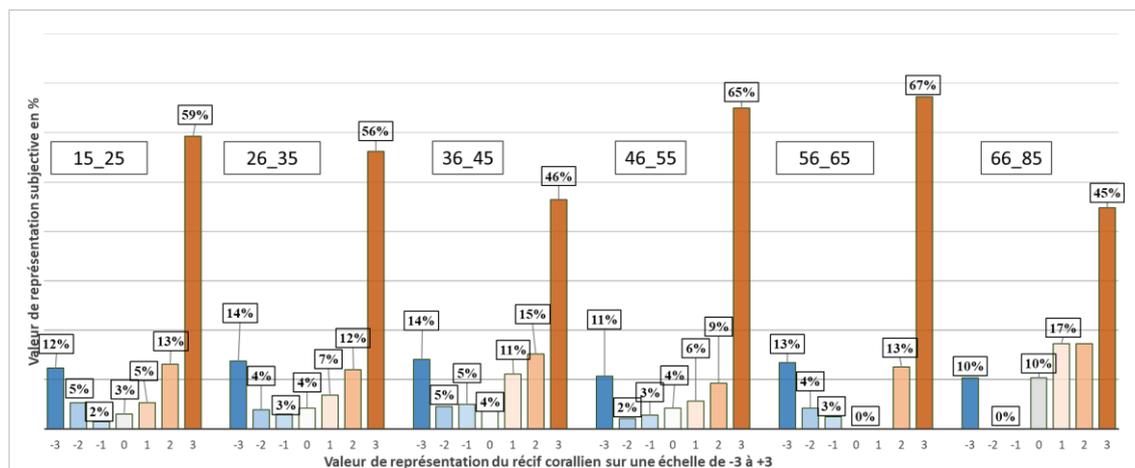
Thématiques	1 à 4		5 à 6		7 à 8	
	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1Ecologie	84	2.3	101	2.6	71	2.6
2Qualification milieu	30	2.0	72	2.1	53	1.2
3Gestion/Conservation	18	1.8	29	2.2	35	1.8
4Service/Valorisation	11	2.1	22	2.4	33	1.8
5Impact anthropique	14	-2.4	27	-1.4	23	-1.7
6Appréciation état biologique	15	-1.6	25	-1.0	16	-0.2
7Activité/Travail	13	1.3	14	1.1	26	1.3
8Localité	14	1.6	14	1.2	8	1.3
9Préoccupation morale	6	0.5	3	1.0	10	2.9
10Ne connaît pas	1	0.0	ONA		ONA	
TOTAL	206		307		275	

Légende: -3 0 +3

Figure 74 : Valeur de représentation du récif corallien par niveau de diplôme (-3/+3)

Tableau 42 : Les thématiques abordées selon l'âge des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

Thématique	Variable réduite	15 à 25 ans		26 à 35 ans		36 à 45 ans		46 à 55 ans		56 à 65 ans		66 à 85 ans	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
ÉCOLOGIE	1.1 Faune/Flore		54%		52%		43%		48%		43%		25%
	1.2 Espace/Paysage	82%	32%	74%	29%	81%	27%	83%	30%	74%	9%	63%	38%
	1.3 Habitat/Refuge		46%		26%		16%		39%		26%		13%
	1.4 Biodiversité/Peuplements		29%		21%		35%		22%		26%		13%
QUALIFICATION DU MILIEU	2.1 Beau/Merveilleux		14%		24%		24%		30%		39%		13%
	2.2 Fragile/Menace		11%		17%		24%		17%		17%		13%
	2.3 Vivant		11%		31%		16%		13%		26%		0%
	2.4 Important	32%	4%	52%	10%	65%	11%	65%	17%	61%	13%	50%	0%
	2.5 Nature originelle		0%		7%		8%		9%		9%		25%
	2.6 Source de bien être		0%		10%		11%		13%		0%		13%
	2.7 Dangereux		4%		5%		0%		4%		4%		0%
GESTION / CONSERVATION	3.1 Règlementation/Protection		14%		40%		27%		52%		43%		13%
	3.2 Evaluation/Sensibilisation	18%	7%	45%	7%	32%	3%	61%	9%	48%	9%	13%	0%
	3.3 Contrainte/Blocage		0%		10%		5%		4%		9%		13%
	3.4 Restauration		0%		7%		5%		9%		0%		0%
SERVICE / VALORISATION	4.1 Protection		21%		17%		16%		26%		9%		13%
	4.2 Economie	25%	0%	26%	5%	35%	11%	43%	17%	43%	13%	25%	0%
	4.3 Alimentation		4%		7%		8%		4%		17%		0%
	4.4 Solution Fondée sur la Nature		0%		7%		5%		9%		17%		13%
IMPACT	5.1 Pollution/Intrant		11%		12%		11%		9%		9%		13%
	5.2 Pratique destructrice	21%	21%	29%	5%	30%	11%	30%	17%	17%	13%	25%	0%
	5.3 Changement climatique		7%		12%		14%		13%		13%		13%
APPRÉCIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	6.1 Tendance évolutive		11%		19%		16%		17%		4%		25%
	6.2 Etat de sante des récifs coralliens	21%	7%	40%	21%	27%	8%	39%	13%	35%	22%	38%	13%
	6.3 Etat de la biodiversité		4%		7%		8%		9%		9%		0%
ACTIVITÉ / TRAVAIL	7.1 Sport/Détente		7%		14%		24%		22%		17%		13%
	7.2 Tourisme/Découverte	14%	7%	29%	17%	27%	11%	26%	0%	17%	4%	13%	0%
	7.3 Travail/Métier		0%		7%		5%		9%		0%		0%
LOCALITÉ	8.1 Récif corallien dans le monde	14%	7%	17%	17%	24%	16%	9%	9%	13%	9%	13%	13%
	8.2 Récif corallien à la Réunion		14%		0%		8%		0%		4%		0%
PRÉOCCUPATION MORALE	9.1 Héritage/Avenir		0%		5%		11%		9%		9%		25%
	9.2 Considération morale	0%	0%	7%	5%	16%	5%	26%	17%	9%	0%	25%	13%
NE CONNAIT PAS	10 Ne connaît pas	4%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			4.6		5.5		5.4		6.1		5.2		3.6
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.5		4.7		4.5		5.2		4.4		3.3
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.3		3.2		3.4		3.8		3.2		2.6



Thématiques	15 25		26 35		36 45		46 55		56 65		66 85	
	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	70	2.3	73	2.5	55	2.3	40	2.7	31	2.7	7	1.9
2 Qualification milieu	13	1.0	45	1.9	43	1.6	28	1.9	30	2.2	5	1.8
3 Gestion/Conservation	7	2.7	30	1.8	17	1.9	17	2.7	15	1.3	2	0.0
4 Service/Valorisation	8	1.4	15	2.4	18	2.6	15	2.5	13	2.7	2	2.5
5 Impact anthropique	11	-1.9	13	-2.2	18	-2.4	12	-1.4	9	-2.4	4	2.5
6 Appréciation état biologique	6	-1.8	21	-1.4	15	-1.7	9	-0.1	9	-0.2	3	0.7
7 Activité/Travail	4	1.8	19	1.0	16	1.2	10	1.0	7	1.4	1	3.0
8 Localité	10	2.6	11	2.0	10	1.0	3	0.3	3	3.0	1	1.0
9 Préoccupation morale	0	NA	6	1.2	6	1.8	6	2.2	2	3.0	4	0.5
10 Ne connaît pas	1	0.0	0	NA	0	NA	0	NA	0	NA	0	NA
TOTAL	130		233		198		140		119		29	

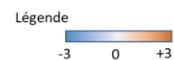
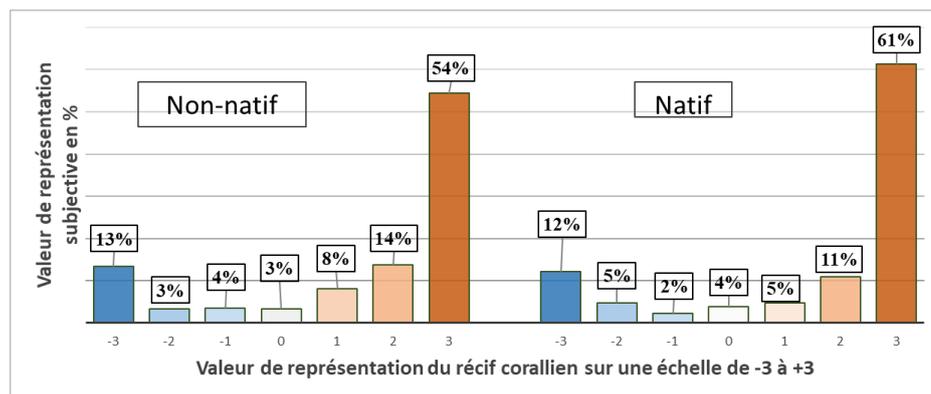


Figure 75 : Valeur de représentation du récif corallien par classe d'âge (-3/+3)

Tableau 43 : Les thématiques abordées selon l'origine. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

Thématique	Variable réduite	NON NATIF		NATIF	
		Théma	Varia	Théma	Varia
ECOLOGIE	1.1 Faune/Flore		41%		55%
	1.2 Espace/Paysage	78%	26%	77%	28%
	1.3 Habitat/Refuge		28%		29%
	1.4 Biodiversité/Peuplements		33%		17%
QUALIFICATION DU MILIEU	2.1 Beau/Merveilleux		36%		10%
	2.2 Fragile/Menace		23%		10%
	2.3 Vivant		24%		13%
	2.4 Important	68%	13%	36%	6%
	2.5 Nature originelle		12%		1%
	2.6 Source de bien être		11%		3%
	2.7 Dangereux		3%		3%
GESTION / CONSERVATION	3.1 Règlementation/Protection		34%		33%
	3.2 Evaluation/Sensibilisation	40%	5%	36%	7%
	3.3 Contrainte/Blocage		9%		3%
	3.4 Restauration		7%		1%
SERVICE / VALORISATION	4.1 Protection		23%		10%
	4.2 Economie	38%	10%	26%	6%
	4.3 Alimentation		8%		7%
	4.4 Solution Fondée sur la Nature		9%		6%
IMPACT	5.1 Pollution/Intrant		12%		9%
	5.2 Pratique destructrice	30%	12%	20%	12%
	5.3 Changement climatique		15%		7%
APPRÉCIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	6.1 Tendance évolutive		18%		10%
	6.2 Etat de sante des récifs coralliens	40%	16%	23%	12%
	6.3 Etat de la biodiversité		10%		3%
ACTIVITÉ / TRAVAIL	7.1 Sport/Détente		22%		10%
	7.2 Tourisme/Découverte	29%	11%	14%	6%
	7.3 Travail/Métier		5%		3%
LOCALITÉ	8.1 Récif corallien dans le monde	14%	14%	19%	10%
	8.2 Récif corallien a la Réunion		0%		12%
PRÉOCCUPATION MORALE	9.1 Héritage/Avenir		8%		7%
	9.2 Considération morale	12%	7%	12%	4%
NE CONNAIT PAS	10 Ne connaît pas	0%	0%	1%	1%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			5.8		4.5
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			5.0		3.5
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.5		2.6



Thématiques	Non-natif		Natif	
	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen	Nombre de concepts énoncés	Lien de causalité moyen
1 Ecologie	149	2.4	127	2.5
2 Qualification milieu	129	1.8	35	1.7
3 Gestion/Conservation	52	1.7	36	2.4
4 Service/Valorisation	49	2.4	22	2.5
5 Impact anthropique	42	-1.4	25	-2.4
6 Appréciation état biologique	42	-0.9	21	-1.3
7 Activité/Travail	42	1.4	15	0.7
8 Localité	15	1.3	23	2.1
9 Préoccupation morale	16	1.4	8	2.1
10 Ne connaît pas	0NA		1	0.0
TOTAL	536		313	

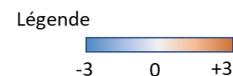


Figure 76 : Valeur de représentation du récif corallien par origine (-3/+3)

Caractéristique du jeu de données issus mahorais :

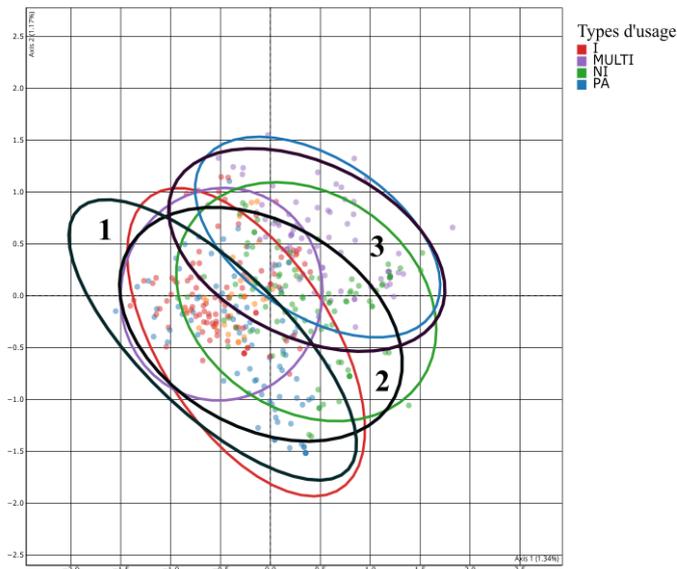


Figure 77 : Groupement d'ACM selon le type d'usage et le degré d'interdépendance (1/2/3) - Mayotte

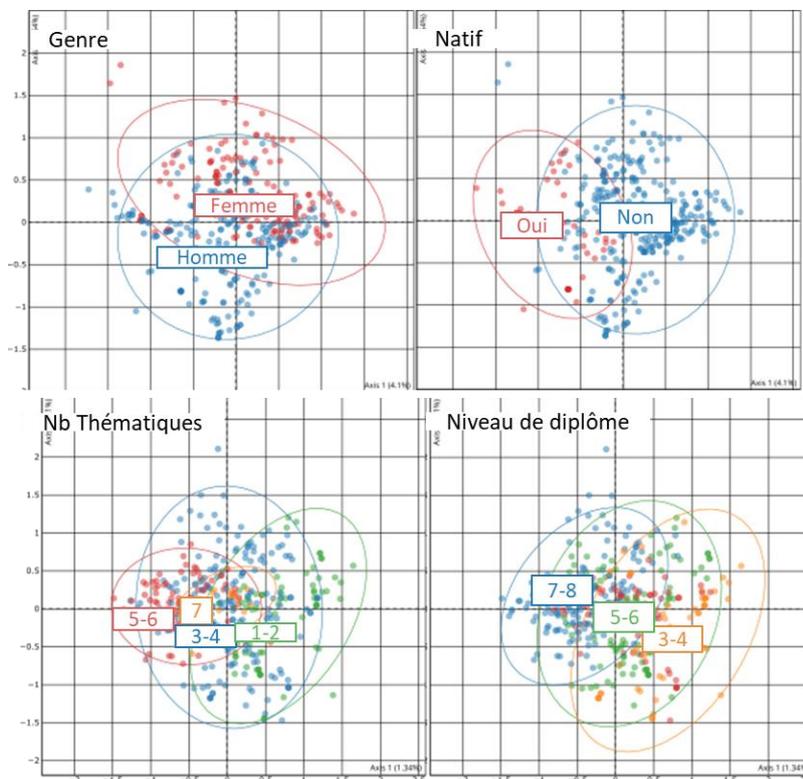


Figure 78 : Groupement d'ACM selon le genre, l'origine, le niveau de diplôme, la diversité des thématiques abordées

Figures issues des cartes cognitives pour la thématique « récifs coralliens » à Mayotte

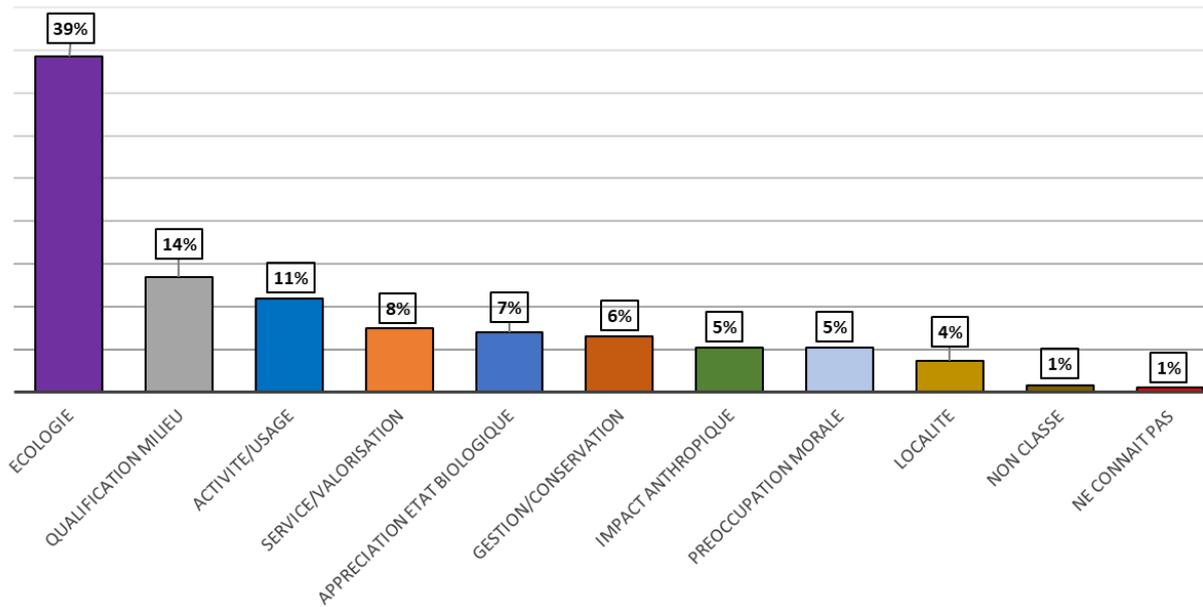


Figure 79 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés selon une typologie de 11 thématiques clés.

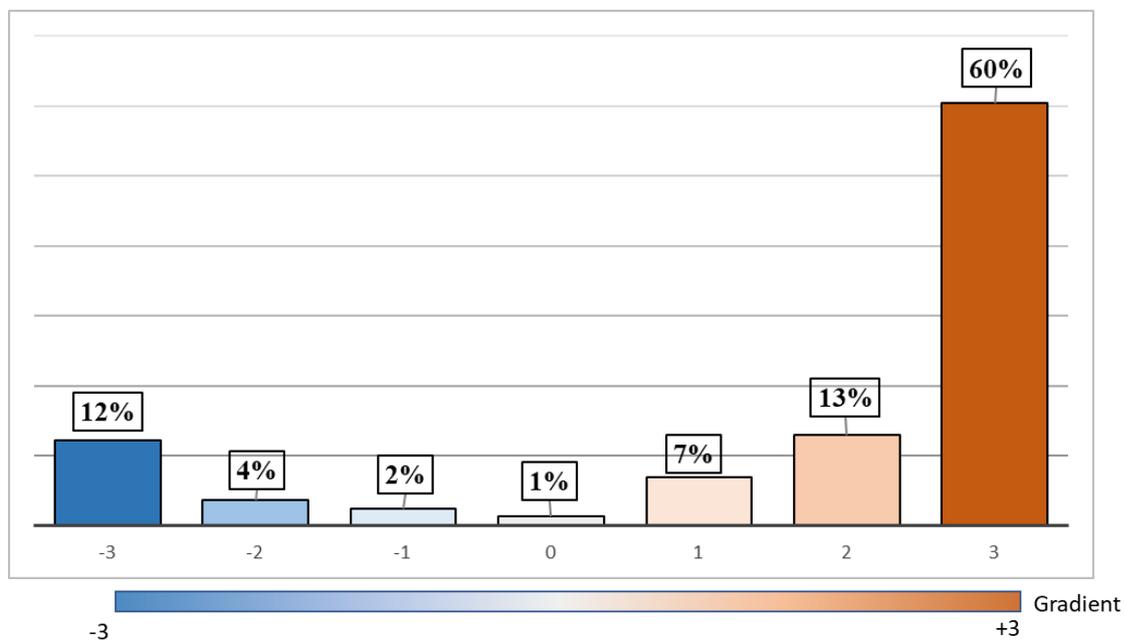


Figure 80 : Valeur de représentation du récif corallien par l'ensemble du panel enquêté pour toutes thématiques confondues (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3

Tableau 44: Représentation subjective du panel enquêté par thématique

Thématiques	Nombre de		Lien de causalité moyen
	Concepts énoncés (en %)	concepts énoncés	
1 Ecologie	39%	151	2.7
2 Qualification milieu	14%	52	1.5
3 Activite/Usage	11%	42	1.4
4 Service/Valorisation	8%	29	1.9
5 Appreciation etat biologique	7%	27	-1.4
6 Gestion/Conservation	6%	25	2.7
7 Impact anthropique	5%	20	-2.0
8 Préoccupation morale	5%	20	1.7
9 Localité	4%	14	1.2
10 NON CLASSE	1%	3	1.7
11 Ne connaît pas le thème principal	1%	2 NA	
TOTAL		385	

Tableau 45 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ;

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)				
		I	NI	MULTI	PA	NA
ÉCOLOGIE	Faune/Flore	25.4	37.3	14.9	20.9	1.5
	Espace/Paysage	19.4	22.58	32.26	25.81	0.00
	Habitat/Refuge	18.5	37.0	7.4	18.52	18.5
	Biodiversité/Peuplements	11.5	15.38	34.62	23.08	15.38
QUALIFICATION DU MILIEU	Beau/Merveilleux	31.8	18.2	18.2	18.2	13.6
	Fragile/Menace	16.7	16.7	33.3	16.7	16.7
	Vivant	30.0	10.0	10.0	30.0	20.0
	Source de bien être	33.3	0.0	50.0	16.7	0.0
	Dangereux	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
	Nature originelle	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0
ACTIVITÉ / USAGE	Sport/détente	0.0	21.1	26.3	15.8	15.8
	Tourisme/Découverte	18.2	9.1	27.3		18.2
	Travail/Métier	0.0	16.7	16.7	16.7	16.7
SERVICE / VALORISATION	Protection	13.6	45.5	4.5	31.8	4.5
	Economie	50.0	25.0	25.0	0.0	
	Alimentation	33.3	33.3	0.0	33.3	
APPRECIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	Etat de santé des récifs coralliens	25.0	16.7	41.7	16.7	
	Tendance évolutive	30.0	10.0	50.0	10.0	
	Etat de la biodiversité	20.0	20.0	60.0	0.0	
GESTION / CONSERVATION	Règlementation/Protection	11.1	44.4	22.2	22.2	
	Restauration	100.0	0.0	0.0	0.0	
	Evaluation/Sensibilisation	0.0	100.0	0.0	0.0	
	Contrainte/Blocage	50.0	0.0	50.0	0.0	
IMPACT	Pratique destructrice	18.8	18.8	56.3	6.3	
	Pollution/intrant	50.0	25.0	25.0	0.0	
PRÉOCCUPATION MORALE	Héritage/Avenir	10.0	40.0	30.0	10.0	10.0
	Considération morale	20.0	30.0	30.0	20.0	
LOCALITÉ	Récif corallien dans le monde	37.5	37.5	25.0	0.0	
	Récif corallien de Mayotte	0.0	33.3	16.7	33.3	16.7
NON CLASSÉ	Non classé	0	66.7	33.3	0	
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Ne connaît pas	0.0	0.0	0.0	100.0	

Tableau 46 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés.

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)		
		1	2	3
ÉCOLOGIE	Faune/Flore	7.5	49.3	43.3
	Espace/Paysage	12.9	41.94	45.16
	Habitat/Refuge	11.1	44.4	44.4
	Biodiversité/Peuplements	11.5	46.15	42.31
QUALIFICATION DU MILIEU	Beau/Merveilleux	13.6	31.8	54.5
	Fragile/Menace	8.3	66.7	25.0
	Vivant	10.0	60.0	30.0
	Source de bien être	33.3	33.3	33.3
	Dangereux	0.0	0.0	100.0
	Nature originelle	0.0	100.0	0.0
ACTIVITÉ / USAGE	Sport/détente	0.0	52.6	47.4
	Tourisme/Decouverte	9.1	36.4	54.5
	Travail/Metier	8.3	58.3	33.3
SERVICE / VALORISATION	Protection	4.5	31.8	63.6
	Economie	25.0	75.0	0.0
	Alimentation	0.0	66.7	33.3
APPRECIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	Etat de sante des récifs coralliens	16.7	50.0	33.3
	Tendance évolutive	40.0	30.0	30.0
	Etat de la biodiversité	20.0	60.0	20.0
GESTION / CONSERVATION	Reglementation/Protection	11.1	38.9	50.0
	Restauration	66.7	33.3	0.0
	Evaluation/Sensibilisation	0.0	50.0	50.0
	Contrainte/Blocage	100.0	0.0	0.0
IMPACT	Pratique destructrice	6.3	68.8	25.0
	Pollution/intrant	25.0	50.0	25.0
PRÉOCCUPATION MORALE	Heritage/Avenir	10.0	80.0	10.0
	Consideration morale	10.0	70.0	20.0
LOCALITÉ	Récif corallien dans le monde	12.5	75.0	12.5
	Récif corallien de Mayotte	0.0	33.3	66.7
NON CLASSE	Non classé	0	66.67	33.33
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Ne connaît pas	0.0	0.0	100.0

Tableau 47 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés

Thématiques	Variables réduites	Femme	Homme
ÉCOLOGIE	Faune/Flore	22.4	77.6
	Espace/Paysage	29.0	70.97
	Habitat/Refuge	25.9	74.1
	Biodiversité/Peuplements	30.8	69.23
QUALIFICATION DU MILIEU	Beau/Merveilleux	40.9	59.1
	Fragile/Menace	16.7	83.3
	Vivant	50.0	50.0
	Source de bien être	66.7	33.3
	Dangereux	0.0	100.0
	Nature originelle	0.0	100.0
ACTIVITÉ / USAGE	Sport/détente	47.4	52.6
	Tourisme/Découverte	45.5	54.5
	Travail/Métier	41.7	58.3
SERVICE / VALORISATION	Protection	27.3	72.7
	Economie	50.0	50.0
	Alimentation	33.3	66.7
APPRECIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	Etat de santé des récifs coralliens	50.0	50.0
	Tendance évolutive	80.0	20.0
	Etat de la biodiversité	20.0	80.0
GESTION / CONSERVATION	Règlementation/Protection	33.3	66.7
	Restauration	66.7	33.3
	Evaluation/Sensibilisation	0.0	100.0
	Contrainte/Blocage	100.0	0.0
IMPACT	Pratique destructrice	25.0	75.0
	Pollution/intrant	25.0	75.0
PRÉOCCUPATION MORALE	Héritage/Avenir	30.0	70.0
	Considération morale	20.0	80.0
LOCALITÉ	Récif corallien dans le monde	25.0	75.0
	Récif corallien de Mayotte	33.3	66.7
NON CLASSÉ	Non classé	0	100
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Ne connaît pas	100.0	0.0

Tableau 48 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)			
		1 à 4	5 à 6	7 à 8	NA
ÉCOLOGIE	Faune/Flore	10.4	41.8	29.9	17.9
	Espace/Paysage	12.9	45.16	38.71	3.23
	Habitat/Refuge	22.2	22.2	48.1	7.41
	Biodiversité/Peuplements	7.7	23.08	57.69	11.54
QUALIFICATION DU MILIEU	Beau/Merveilleux	4.5	45.5	50.0	0.0
	Fragile/Menace	0.0	8.3	91.7	
	Vivant	0.0	40.0	40.0	20.0
	Source de bien être	0.0	33.3	66.7	0.0
	Dangereux	0.0	100.0	0.0	0.0
	Nature originelle	100.0	0.0	0.0	0.0
ACTIVITÉ / USAGE	Sport/détente	0.0	31.6	63.2	5.3
	Tourisme/Découverte	9.1	27.3	54.5	
	Travail/Métier	0.0	25.0	58.3	16.7
SERVICE / VALORISATION	Protection	9.1	27.3	45.5	18.2
	Economie	0.0	25.0	50.0	25.0
	Alimentation	33.3	33.3	33.3	
APPRECIATION DE L'ÉTAT BIOLOGIQUE	Etat de santé des récifs coralliens	8.3	41.7	50.0	
	Tendance évolutive	0.0	20.0	80.0	
	Etat de la biodiversité	20.0	20.0	60.0	
GESTION / CONSERVATION	Règlementation/Protection	44.4	27.8	27.8	
	Restauration	0.0	33.3	66.7	
	Evaluation/Sensibilisation	50.0	0.0	50.0	
	Contrainte/Blocage	0.0	0.0	100.0	
IMPACT	Pratique destructrice	43.8	31.3	25.0	
	Pollution/intrant	0.0	75.0	25.0	
PRÉOCCUPATION MORALE	Héritage/Avenir	30.0	10.0	60.0	
	Considération morale	30.0	20.0	30.0	20.0
LOCALITÉ	Récif corallien dans le monde	12.5	25.0	62.5	0.0
	Récif corallien de Mayotte	33.3	0.0	66.7	0.0
NON CLASSÉ	Non classé	0	33.3	33.3	33.3
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Ne connaît pas	50.0	50.0	0.0	

Figures issues des cartes cognitives pour la thématique « réparation écologique » à Mayotte

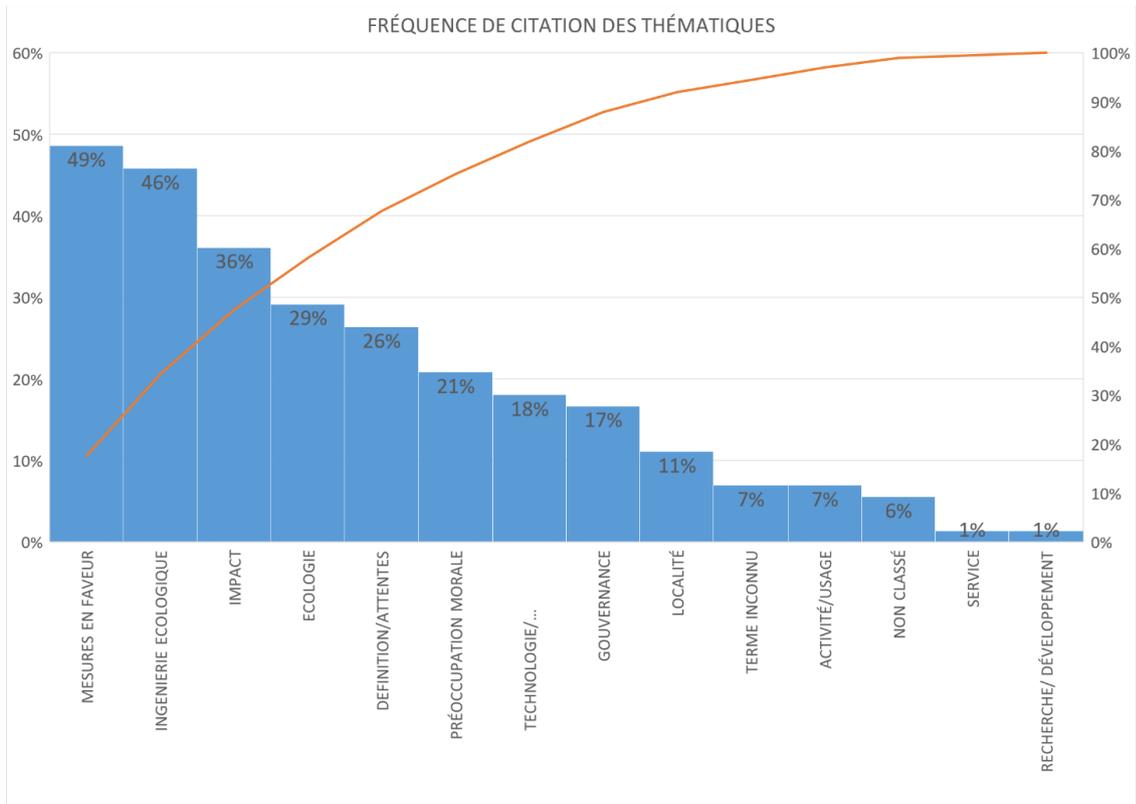


Figure 81 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés par thématique- récif corallien -Ile de La Réunion

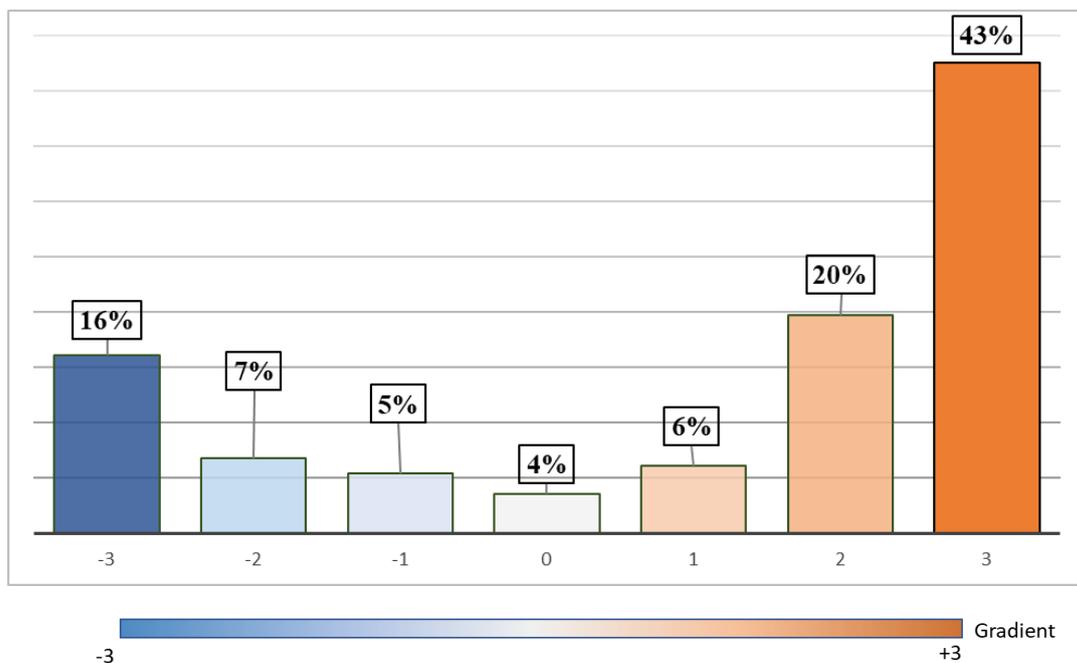


Figure 82 : Valeur de représentation du récif corallien par l'ensemble du panel enquêté toutes thématiques confondues (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3

Tableau 49 : Les thématiques abordées selon l'ensemble du panel enquêté

Thématique	Variable réduite	Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique	Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite
Mesures en faveur	Action individuelle	49%	32%
	Mesures compensatoires		11%
	Action de restauration / Acteurs		7%
	Acceptabilité des AMP		3%
	Science participative		4%
	Environnement politique		1%
Ingénierie écologique	Protection	46%	19%
	Technique d'ingénierie écologique		15%
	Restauration		14%
	Ingénierie écologique		3%
	Amélioration/Réhabilitation		1%
	Création/réattribution		1%
Impact	Raisons de la réparation	36%	29%
	Caractère anthropique de la réparation		10%
Ecologie	Espèces	29%	17%
	Environnement		14%
	Ecosystèmes		4%
	Faune/flore		1%
	Habitat		1%
Définition/Attentes	Attentes	26%	19%
	Fonctionnalité de la réparation écologique		10%
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives	21%	11%
	Jugement de valeurs négatives		10%
	Jugement Dubitatif		4%
	Respect de la vie aquatique		1%
Technologie/ Expérimentation	Etudes	18%	8%
	Temps		7%
	Coût		6%
	Méthodes		1%
	Outils		1%
	Suivi		1%
	Technologie		1%
Gouvernance	Communication/Sensibilisation	17%	15%
	Gestion		1%
Localité	Sites d'implantation	11%	7%
	Lieux d'expérimentation		4%
Terme inconnu	Terme inconnu	7%	7%
Activité/usage	Tourisme	7%	3%
	Pêche		3%
	Plongée		1%
Non classé	Non classé	6%	6%
Service	Intérêt humain	1%	1%
Recherche/ Développement	Technique	1%	1%

Tableau 50 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite

Thématique	Variable réduite	I		NI		MULTI		PA		NA	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
Mesures en faveur	Action individuelle	60%	27%	33%	19%	62%	46%	42%	37%	75%	50%
	Mesures compensatoires		20%		10%		15%		0%		25%
	Action de restauration / Acteurs		7%		10%		8%		0%		25%
	Acceptabilité des AMP		7%		0%		8%		0%		0%
	Science participative		7%		5%		8%		0%		0%
	Environnement politique		0%		0%		0%		5%		0%
Ingenierie ecologique	Protection	47%	20%	57%	38%	54%	8%	26%	11%	50%	0%
	Technique d'ingénierie écologique		20%		14%		23%		5%		25%
	Restauration		20%		5%		31%		11%		0%
	Ingenierie écologique		0%		0%		8%		0%		25%
	Amélioration/Réhabilitation		0%		5%		0%		0%		0%
	Création/réattribution		7%		0%		0%		0%		0%
Impact	Raisons de la réparation	33%	20%	48%	43%	31%	31%	32%	21%	25%	25%
	Caractère anthropique de la réparation		20%		10%		0%		11%		0%
Ecologie	Espèces	27%	27%	33%	14%	31%	15%	26%	16%	25%	0%
	Environnement		7%		14%		23%		11%		25%
	Ecosystèmes		0%		5%		8%		5%		0%
	Faune/flore		7%		0%		0%		0%		0%
	Habitat		0%		0%		0%		5%		0%
Definition/Attentes	Attentes	27%	20%	24%	14%	46%	31%	11%	11%	50%	50%
	Fonctionnalité de la réparation écologique		7%		14%		23%		0%		0%
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives	0%	0%	19%	5%	46%	23%	16%	16%	50%	25%
	Jugement de valeurs négatives		0%		14%		23%		0%		25%
	Jugement Dubitatif		0%		5%		15%		0%		0%
	Respect de la vie aquatique		0%		0%		0%		5%		0%
Technologie/ Expérimentation	Etudes	27%	13%	14%	0%	31%	23%	5%	0%	25%	25%
	Temps		7%		10%		8%		5%		0%
	Coût		13%		0%		8%		5%		0%
	Méthodes		0%		0%		0%		5%		0%
	Outils		0%		5%		0%		0%		0%
	Suivi		0%		0%		8%		0%		0%
	Technologie		0%		0%		8%		0%		0%
Gouvernance	Communication/Sensibilisation	13%	13%	14%	10%	31%	31%	11%	11%	25%	25%
	Gestion		0%		5%		0%		0%		0%
Localité	Sites d'implantation	20%	13%	10%	5%	8%	0%	11%	11%	0%	0%
	Lieux d'expérimentation		7%		5%		8%		0%		0%
Terme inconnu	Terme inconnu	0%	0%	5%	5%	0%	0%	21%	21%	0%	0%
Activité/usage	Tourisme	13%	0%	5%	0%	8%	8%	5%	5%	0%	0%
	Pêche		7%		5%		0%		0%		0%
	Plongee		7%		0%		0%		0%		0%
Non classé	Non classé	0%	0%	10%	10%	15%	15%	0%	0%	0%	0%
Service	Intérêt humain	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	0%	0%
Recherche/ Développement	Technique	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			3.9		4.0		5.8		3.1		4.3
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.2		3.0		4.6		2.4		3.8
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.7		2.7		3.6		2.1		3.5

Tableau 51 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

Thématique	Variable réduite	1		2		3	
		Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
Mesures en faveur	Action individuelle	45%	0%	46%	25%	47%	45%
	Mesures compensatoires		43%		14%		0%
	Action de restauration / Acteurs		0%		6%		10%
	Acceptabilité des AMP		0%		6%		0%
	Science participative		0%		6%		3%
	Environnement politique		0%		0%		3%
Ingenierie ecologique		46%	43%	46%	47%	46%	48%
	Protection		0%		28%		13%
	Technique d'ingénierie écologique		14%		17%		13%
	Restauration		29%		14%		10%
	Ingenierie écologique		14%		3%		0%
	Amélioration/Réhabilitation		14%		0%		0%
	Création/réattribution		0%		3%		0%
Impact	Raisons de la réparation	40%	43%	40%	53%	40%	35%
	Caractère anthropique de la réparation		0%		14%		6%
Ecologie		28%	43%	29%	36%	29%	45%
	Espèces		29%		17%		13%
	Environnement		14%		11%		16%
	Ecosystèmes		14%		3%		3%
	Faune/flore		0%		3%		0%
	Habitat		0%		0%		3%
Definition/Attentes		27%	43%	26%	25%	28%	29%
	Attentes		14%		25%		13%
	Fonctionnalité de la réparation écologique		43%		6%		6%
Préoccupation morale		20%	57%	19%	31%	19%	16%
	Jugement de valeurs positives		14%		8%		13%
	Jugement de valeurs négatives		14%		11%		6%
	Jugement Dubitatif		14%		6%		0%
Technologie/ Expérimentation	Respect de la vie aquatique	17%	0%	17%	0%	17%	3%
			43%		17%		19%
	Etudes		14%		11%		3%
	Temps		29%		3%		6%
	Coût		14%		6%		3%
	Méthodes		0%		0%		3%
	Outils		0%		3%		0%
	Suivi		14%		0%		0%
Technologie	0%	3%	0%				
Gouvernance		16%	43%	15%	19%	15%	10%
	Communication/Sensibilisation		14%		17%		13%
	Gestion		0%		0%		3%
Localité		10%	14%	11%	17%	11%	16%
	Sites d'implantation		0%		6%		10%
Terme inconnu	Lieux d'expérimentation	4%	0%	4%	8%	4%	0%
	Terme inconnu		0%		3%		13%
Activité/usage		7%	0%	7%	3%	7%	3%
	Tourisme		0%		3%		0%
	Pêche		0%		6%		0%
Non classé	Plongee	4%	0%	4%	3%	6%	3%
	Non classé		0%		8%		3%
Service		0%	0%	0%	0%	0%	3%
	Intérêt humain		0%		0%		3%
Recherche/ Développement		1%	0%	1%	0%	1%	0%
			0%		3%		0%
	Technique		0%		3%		0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			4.9		4.3		1.2
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			4.0		3.4		2.8
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.3		2.8		2.5

Tableau 52 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

Thématique	Variable réduite	Femme		Homme	
		Théma	Varia	Théma	Varia
Mesures en faveur	Action individuelle	54%	33%	47%	33%
	Mesures compensatoires		17%		8%
	Action de restauration / Acteurs		8%		6%
	Acceptabilité des AMP		0%		4%
	Science participative		8%		2%
	Environnement politique		0%		2%
Ingenierie ecologique	Protection	42%	13%	47%	22%
	Technique d'ingénierie écologique		8%		18%
	Restauration		17%		12%
	Ingenierie écologique		8%		0%
	Amélioration/Réhabilitation		4%		0%
	Création/réattribution		0%		2%
Impact	Raisons de la réparation	29%	25%	39%	31%
	Caractère anthropique de la réparation		4%		12%
Ecologie	Espèces	21%	17%	33%	16%
	Environnement		8%		16%
	Ecosystèmes		0%		6%
	Faune/flore		0%		2%
	Habitat		4%		0%
Definition/Attentes	Attentes	38%	25%	20%	16%
	Fonctionnalité de la réparation écologique		17%		6%
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives	21%	8%	20%	12%
	Jugement de valeurs négatives		8%		10%
	Jugement Dubitatif		8%		2%
	Respect de la vie aquatique		0%		2%
Technologie/ Expérimentation	Etudes	29%	13%	12%	6%
	Temps		13%		4%
	Coût		17%		0%
	Méthodes		4%		0%
	Outils		0%		2%
	Suivi		4%		0%
	Technologie		0%		2%
Gouvernance	Communication/Sensibilisation	13%	13%	18%	16%
	Gestion		0%		2%
Localité	Sites d'implantation	8%	8%	12%	6%
	Lieux d'expérimentation		0%		6%
Terme inconnu	Terme inconnu	8%	8%	6%	6%
Activité/usage	Tourisme	0%	0%	10%	4%
	Pêche		0%		4%
	Plongee		0%		2%
Non classé	Non classé	4%	4%	6%	6%
Service	Intérêt humain	4%	4%	0%	0%
Recherche/ Développement		0%	0%	2%	2%
	Technique				
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			3.8		4.1
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.3		3.1
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.7		2.7

Tableau 53 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés. NB : données non disponibles pour 31 des enquêtés = colonne NA) ; Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

		Niveau 1 à 4		Niveau 5 à 6		Niveau 7 à 8		NA	
Thématique	Variable réduite	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia	Théma	Varia
Mesures en faveur	Action individuelle	38%	31%	59%	55%	56%	19%	14%	14%
	Mesures compensatoires		0%		0%		30%		0%
	Action de restauration / Acteurs		0%		14%		7%		0%
	Acceptabilité des AMP		0%		5%		4%		0%
	Science participative		0%		5%		7%		0%
	Environnement politique		6%		0%		0%		0%
Ingenierie ecologique	Protection	44%	0%	50%	27%	48%	19%	29%	0%
	Technique d'ingénierie écologique		6%		14%		22%		0%
	Restauration		0%		0%		7%		0%
	Ingenierie écologique		0%		0%		4%		0%
	Amélioration/Réhabilitation		0%		0%		4%		0%
	Création/réattribution		38%		18%		7%		29%
Impact	Raisons de la réparation	31%	25%	32%	27%	41%	30%	43%	43%
	Caractère anthropique de la réparation		13%		9%		11%		0%
Ecologie	Espèces	13%	13%	45%	27%	22%	11%	43%	14%
	Environnement		6%		18%		11%		29%
	Ecosystèmes		0%		5%		7%		0%
	Faune/flore		0%		5%		0%		0%
	Habitat		0%		5%		0%		0%
Definition/Attentes	Attentes	25%	13%	9%	5%	48%	41%	0%	0%
	Fonctionnalité de la réparation écologique		13%		5%		15%		0%
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives	19%	6%	14%	9%	26%	15%	29%	14%
	Jugement de valeurs négatives		6%		5%		11%		29%
	Jugement Dubitatif		6%		0%		7%		0%
	Respect de la vie aquatique		6%		0%		0%		0%
Technologie/ Expérimentation	Etudes	6%	0%	5%	5%	41%	19%	0%	0%
	Temps		6%		0%		15%		0%
	Coût		0%		0%		15%		0%
	Méthodes		0%		0%		4%		0%
	Outils		0%		0%		4%		0%
	Suivi		0%		0%		4%		0%
	Technologie		0%		0%		4%		0%
Gouvernance	Communication/Sensibilisation	6%	6%	23%	18%	19%	19%	14%	14%
	Gestion		0%		5%		0%		0%
Localité	Sites d'implantation	0%	0%	27%	18%	7%	4%	0%	0%
	Lieux d'expérimentation		0%		9%		4%		0%
Terme inconnu	Terme inconnu	19%	19%	0%	0%	0%	0%	29%	29%
Activité/usage	Tourisme	6%	0%	18%	9%	0%	0%	0%	0%
	Pêche		6%		5%		0%		0%
	Plongee		0%		5%		0%		0%
Non classé	Non classé	13%	13%	5%	5%	4%	4%	0%	0%
Service	Intérêt humain	0%	0%	0%	0%	4%	4%	0%	0%
Recherche/ Développement									
	Technique		0%	0%	0%	0%	4%	4%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			3.2		4.3		4.6		3.4
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.4		3.3		3.9		2.1
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.2		2.9		3.2		2.0

Tableau 54 : Les thématiques abordées selon l'origine. NB : Théma = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la thématique ; Varia = Fréquence de citation d'au moins 1 concept énoncé en lien avec la variable réduite.

Thématique	Variable réduite	NON NATIF		NATIF	
		Théma	Varia	Théma	Varia
Mesures en faveur	Action individuelle	53%	31%	35%	35%
	Mesures compensatoires		15%		0%
	Action de restauration / Acteurs		9%		0%
	Acceptabilité des AMP		4%		0%
	Science participative		5%		0%
	Environnement politique		2%		0%
Ingenierie ecologique	Protection	51%	20%	29%	18%
	Technique d'ingénierie écologique		20%		0%
	Restauration		15%		12%
	Ingenierie écologique		4%		0%
	Amélioration/Réhabilitation		2%		0%
	Création/réattribution		2%		0%
Impact	Raisons de la réparation	36%	29%	35%	29%
	Caractère anthropique de la réparation		9%		12%
Ecologie	Espèces	27%	18%	35%	12%
	Environnement		13%		18%
	Ecosystèmes		4%		6%
	Faune/flore		2%		0%
	Habitat		0%		6%
Definition/Attentes	Attentes	27%	20%	24%	18%
	Fonctionnalité de la réparation écologique		11%		6%
Préoccupation morale	Jugement de valeurs positives	22%	13%	18%	6%
	Jugement de valeurs négatives		9%		12%
	Jugement Dubitatif		5%		0%
	Respect de la vie aquatique		2%		0%
Technologie/ Expérimentation	Etudes	22%	11%	6%	0%
	Temps		7%		6%
	Coût		7%		0%
	Méthodes		2%		0%
	Outils		2%		0%
	Suivi		2%		0%
	Technologie		2%		0%
Gouvernance	Communication/Sensibilisation	18%	16%	12%	12%
	Gestion		2%		0%
Localité	Sites d'implantation	11%	7%	12%	6%
	Lieux d'expérimentation		4%		6%
Terme inconnu	Terme inconnu	5%	5%	12%	12%
Activité/usage	Tourisme	7%	4%	6%	0%
	Pêche		2%		6%
	Plongee		2%		0%
Non classé	Non classé	7%	7%	0%	0%
Service	Intérêt humain	2%	2%	0%	0%
Recherche/ Développement	Technique	2%	2%	0%	0%
CONCEPTS ÉNONCÉS PAR PERSONNE			4.4		3.1
VARIABLES RÉDUITES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			3.5		2.4
THÉMATIQUES ÉNONCÉES PAR PERSONNE			2.9		2.2

Figures issues des cartes cognitives pour la thématique « récifs artificiels » à Mayotte

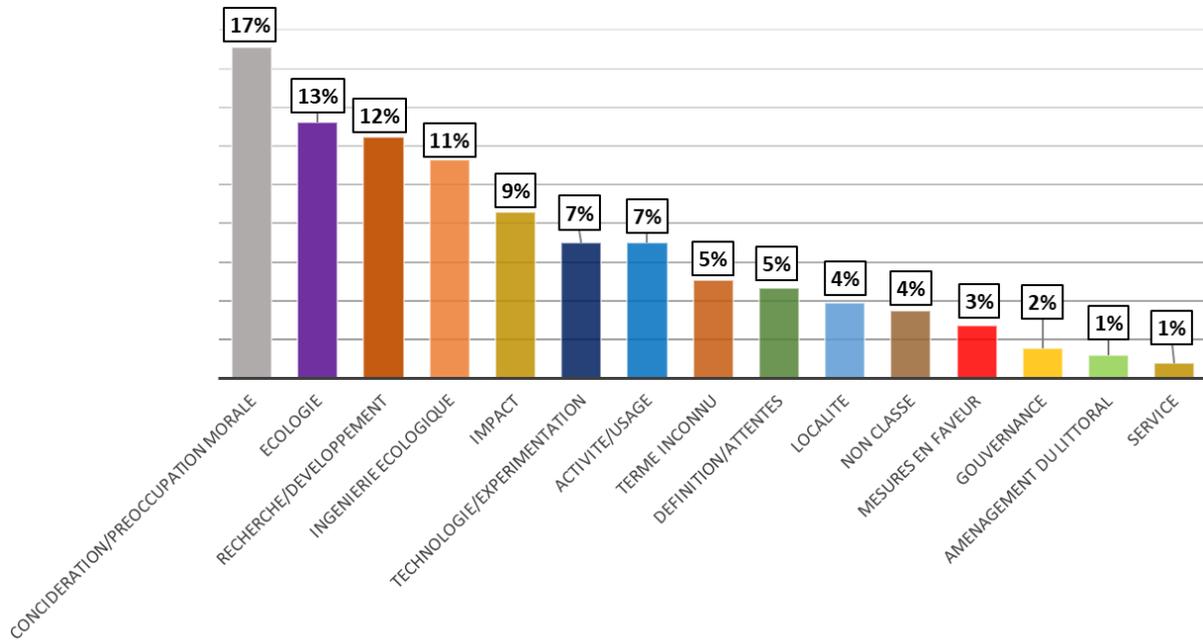


Figure 83 : Pourcentage des concepts énoncés rassemblés selon une typologie de 15 thématiques clés.

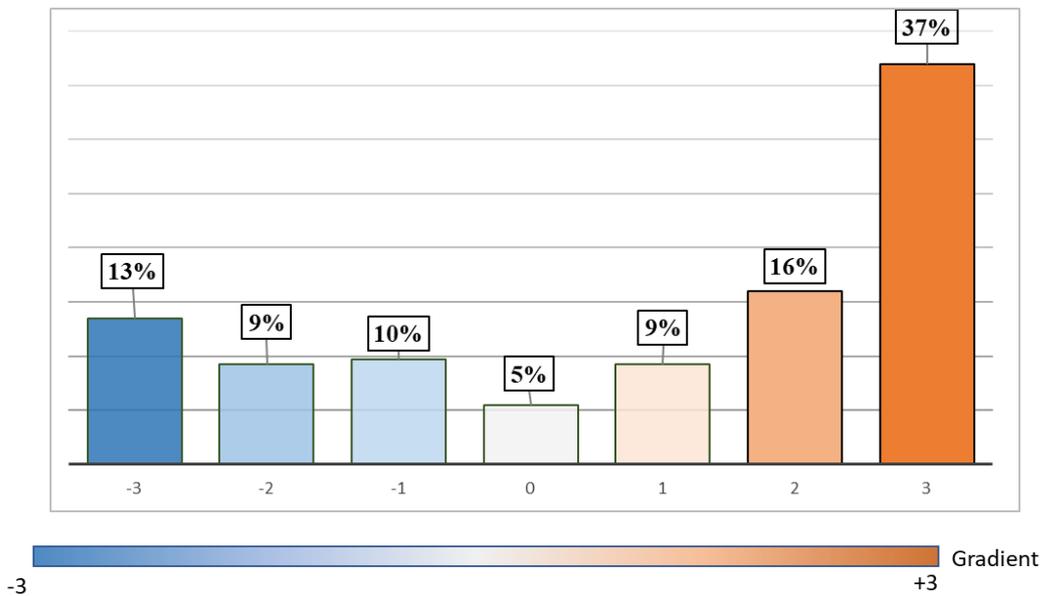


Figure 84: Valeur de représentation du récif corallien par l'ensemble du panel enquêté pour toutes thématiques confondues (en %) ; valeur numérique comprise entre -3 et +3

Tableau 55 : Les thématiques abordées selon les types de pratiques des enquêtés NB : I = immergé ; NI= Non immergé ; Multi = usage multiple ; PA = pas d'activité ; NA = Non référencé ;

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)				
		I	NI	MULTI	PA	NA
PRÉOCCUPATION MORALE	Jugement de valeurs Négatives	27.78	33.33	11.11	16.67	5.56
	Jugement de valeurs Positives	52.94	29.41	17.65	0.00	
	Jugement Dubitatif	33.33	22.22	44.44	0.00	
ECOLOGIE	Espèces	23.08	46.15	15.38	15.38	
	Ecosystèmes	40.00	50.00	10.00	0.00	
	Environnement	0.00	40.00	0.00	60.00	
	Faune/flore	50.00	50.00	0.00	0.00	
	Habitat	0.00	100.00	0.00	0.00	
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	Habitat artificiel	52.94	5.88	17.65	0.00	5.88
	Matières	11.11	33.33	22.22	22.22	11.11
	Design	50.00	25.00	25.00	0.00	
	Technique	0.00	50.00	50.00	0.00	
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE	Technique d'ingénierie écologique	18.75	25.00	25.00	31.25	
	Restauration	0.00	50.00	33.33	16.67	
	Création/réattribution	25.00	75.00	0.00	0.00	
	Protection	50.00	0.00	0.00	50.00	
	Amélioration/Réhabilitation	100.00	0.00	0.00	0.00	
IMPACT	Raisons de la réparation	38.46	30.77	23.08	0.00	7.69
	Caractère anthropique de la réparation	0.00	33.33	44.44	22.22	
TECHNOLOGIE/EXPERIMENTATION	Etudes	28.57	28.57	42.86	0.00	
	Suivi	25.00	25.00	50.00	0.00	
	Méthodes	50.00	0.00	50.00	0.00	
	Coût	50.00	0.00	50.00	0.00	
	Temps	50.00	0.00	50.00	0.00	
	Technologie	100.00	0.00	0.00	0.00	
ACTIVITÉ/USAGE	Pêche	20.00	40.00	20.00	20.00	
	Plongée	25.00	25.00	50.00	0.00	
	Tourisme	0.00	0.00	50.00	50.00	
	Loisir de riche	0.00	100.00	0.00	0.00	
	Photographie	0.00	100.00	0.00	0.00	
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Terme inconnu	7.69	38.46	7.69	46.15	
DÉFINITION/ATTENTES	Attentes	0.00	50.00	37.50	12.50	
	Production des récifs artificiels	0.00	0.00	50.00	50.00	
	Fonctionnalité des récifs artificiels	100.00	0.00	0.00	0.00	
LOCALITÉ	Lieux d expérimentation	28.57	14.29	14.29	28.57	
NON CLASSÉ	Sites d implantation	0.00	33.33	0.00	33.33	
	Non classé	55.56	0.00	33.33	11.11	
GESTION /GOUVERNANCE	Communication/Sensibilisation /médiation/Formation	0.00	0.00	66.67	0.00	
	Gestion	0.00	100.00	0.00	0.00	
AMÉNAGEMENT DU LITTORAL	Aménagement du littoral	0.00	33.33	0.00	33.33	33.33
MESURES EN FAVEUR	Mesures compensatoires	25.00	25.00	50.00	0.00	
	Action de restauration / Acteurs	66.67	0.00	33.33	0.00	
SERVICE	Intérêt humain	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Tableau 56 : Les thématiques abordées selon le degré d'interdépendance aux récifs des enquêtés.

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)		
		1	2	3
PRÉOCCUPATION MORALE	Jugement de valeurs Négatives	5.56	50.00	44.44
	Jugement de valeurs Positives	23.53	52.94	23.53
	Jugement Dubitatif	44.44	44.44	11.11
ECOLOGIE	Espèces	7.69	30.77	61.54
	Ecosystèmes	0.00	70.00	30.00
	Environnement	0.00	0.00	100.00
	Faune/flore	0.00	75.00	25.00
	Habitat	0.00	50.00	50.00
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	Habitat artificiel	11.76	82.35	5.88
	Matières	0.00	33.33	66.67
	Design	0.00	100.00	0.00
	Technique	0.00	100.00	0.00
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE	Technique d'ingénierie écologique	6.25	62.50	31.25
	Restauration	33.33	33.33	33.33
	Création/réattribution	25.00	50.00	25.00
	Protection	0.00	50.00	50.00
	Amélioration/Réhabilitation	0.00	100.00	0.00
IMPACT	Raisons de la réparation	7.69	46.15	46.15
	Caractère anthropique de la réparation	22.22	22.22	55.56
TECHNOLOGIE/EXPERIMENTATION	Etudes	0.00	71.43	28.57
	Suivi	25.00	50.00	25.00
	Méthodes	50.00	50.00	0.00
	Cout	0.00	100.00	0.00
	Temps	50.00	50.00	0.00
	Technologie	0.00	100.00	0.00
ACTIVITÉ/USAGE	Pêche	0.00	90.00	10.00
	Plongée	25.00	25.00	50.00
	Tourisme	50.00	0.00	50.00
	Loisir de riche	0.00	0.00	100.00
	Photographie	0.00	0.00	100.00
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Terme inconnu	0.00	30.77	69.23
DÉFINITION/ATTENTES	Attentes	12.50	75.00	12.50
	Production des récifs artificiels	0.00	0.00	100.00
	Fonctionnalité des récifs artificiels	50.00	50.00	0.00
LOCALITÉ	Lieux d'expérimentation	14.29	42.86	42.86
	Sites d'implantation	0.00	33.33	66.67
NON CLASSÉ	Non classé	33.33	55.56	11.11
GESTION /GOUVERNANCE	Communication/Sensibilisation/médiation/Formation	33.33	33.33	33.33
	Gestion	0.00	100.00	0.00
AMÉNAGEMENT DU LITTORAL	Aménagement du littoral	0.00	33.33	66.67
MESURES EN FAVEUR	Mesures compensatoires	75.00	25.00	0.00
	Action de restauration / Acteurs	0.00	66.67	33.33
SERVICE	Intérêt humain	0.00	0.00	100.00

Tableau 57 : Les thématiques abordées selon le genre des enquêtés.

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)	
		Femme	Homme
PRÉOCCUPATION MORALE	Jugement de valeurs Négatives	33.33	66.67
	Jugement de valeurs Positives	23.53	76.47
	Jugement Dubitatif	77.78	22.22
ÉCOLOGIE	Espèces	7.69	92.31
	Ecosystèmes	0.00	100.00
	Environnement	60.00	40.00
	Faune/flore	25.00	75.00
	Habitat	0.00	100.00
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	Habitat artificiel	11.76	88.24
	Matières	22.22	77.78
	Design	50.00	50.00
	Technique	100.00	0.00
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE	Technique d'ingénierie écologique	37.50	62.50
	Restauration	50.00	50.00
	Création/réattribution	50.00	50.00
	Protection	50.00	50.00
	Amélioration/Réhabilitation	0.00	100.00
IMPACT	Raisons de la réparation	23.08	76.92
	Caractère anthropique de la réparation	55.56	44.44
TECHNOLOGIE/EXPERIMENTATION	Études	42.86	57.14
	Suivi	50.00	50.00
	Méthodes	100.00	0.00
	Cout	0.00	100.00
	Temps	50.00	50.00
	Technologie	100.00	0.00
ACTIVITÉ/USAGE	Pêche	10.00	90.00
	Plongée	50.00	50.00
	Tourisme	100.00	0.00
	Loisir de riche	0.00	100.00
	Photographie	0.00	100.00
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Terme inconnu	0.00	76.92
DÉFINITION/ATTENTES	Attentes	37.50	62.50
	Production des récifs artificiels	0.00	100.00
	Fonctionnalité des récifs artificiels	50.00	50.00
LOCALITÉ	Lieux d'expérimentation	14.29	85.71
	Sites d'implantation	33.33	66.67
NON CLASSÉ	Non classé	44.44	55.56
GESTION /GOUVERNANCE	Communication/Sensibilisation/médiation/Formation	66.67	33.33
	Gestion	0.00	100.00
AMÉNAGEMENT DU LITTORAL	Aménagement du littoral	33.33	66.67
MESURES EN FAVEUR	Mesures compensatoires	75.00	25.00
	Action de restauration / Acteurs	33.33	66.67
SERVICE	Intérêt humain	0.00	100.00

Tableau 58 : Les thématiques abordées selon le niveau de diplôme des enquêtés.

Thématiques	Variables réduites	Citations des variables réduites (%)			
		1_4	5_6	7_8	NA
PRÉOCCUPATION MORALE	Jugement de valeurs Négatives	16.67	27.78	38.89	16.67
	Jugement de valeurs Positives	23.53	47.06	29.41	
	Jugement Dubitatif	22.22	11.11	66.67	
ECOLOGIE	Espèces	15.38	53.85	23.08	7.69
	Ecosystèmes	0.00	30.00	70.00	
	Environnement	0.00	20.00	60.00	20.00
	Faune/flore	0.00	50.00	25.00	25.00
	Habitat	0.00	50.00	50.00	
RECHERCHE/DÉVELOPPEMENT	Habitat artificiel	0.00	41.18	58.82	
	Matières	11.11	22.22	66.67	
	Design	0.00	25.00	75.00	
	Technique	50.00	0.00	50.00	
INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE	Technique d'ingénierie écologique	18.75	6.25	62.50	12.50
	Restauration	16.67	0.00	83.33	
	Création/réattribution	25.00	25.00	50.00	
	Protection	0.00	0.00	50.00	50.00
	Amélioration/Réhabilitation	0.00	0.00	100.00	
IMPACT	Raisons de la réparation	0.00	61.54	38.46	
	Caractère anthropique de la réparation	22.22	33.33	44.44	
TECHNOLOGIE/EXPERIMENTATION	Etudes	14.29	28.57	57.14	
	Suivi	0.00	25.00	75.00	
	Méthodes	0.00	0.00	100.00	
	Coût	0.00	50.00	50.00	
	Temps	0.00	50.00	50.00	
	Technologie	0.00	0.00	100.00	
ACTIVITÉ/USAGE	Pêche	20.00	10.00	60.00	10.00
	Plongée	0.00	50.00	50.00	
	Tourisme	0.00	0.00	100.00	
	Loisir de riche	0.00	0.00	100.00	
	Photographie	0.00	0.00	100.00	
NE CONNAIT PAS LE THÈME PRINCIPAL	Terme inconnu	30.77	46.15	7.69	15.38
DÉFINITION/ATTENTES	Attentes	50.00	0.00	50.00	
	Production des récifs artificiels	50.00	50.00	0.00	1.00
	Fonctionnalité des récifs artificiels	0.00	0.00	100.00	
LOCALITÉ	Lieux d'expérimentation	0.00	14.29	57.14	28.57
	Sites d'implantation	0.00	66.67	33.33	
NON CLASSÉ	Non classé	0.00	44.44	55.56	
GESTION /GOUVERNANCE	Communication/Sensibilisation/médiation/				
	Formation	0.00	33.33	66.67	
AMÉNAGEMENT DU LITTORAL	Gestion	0.00	0.00	100.00	
	Aménagement du littoral	0.00	33.33	66.67	
MESURES EN FAVEUR	Mesures compensatoires	0.00	0.00	100.00	
	Action de restauration / Acteurs	0.00	100.00	0.00	0.00
SERVICE	Intérêt humain	0.00	100.00	0.00	0.00

Annexe 11 : Visualisation des concepts énoncés par IRaMuTeQ

IRaMuTeQ est une Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires, son fonctionnement consiste à préparer les données et à écrire des scripts qui sont ensuite analysés dans le logiciel statistique R. Les résultats sont finalement affichés par l'interface.

*J'ai fait le choix **d'adapter mon jeu de données constitué de cartes cognitives** au logiciel IRaMuTeQ.*

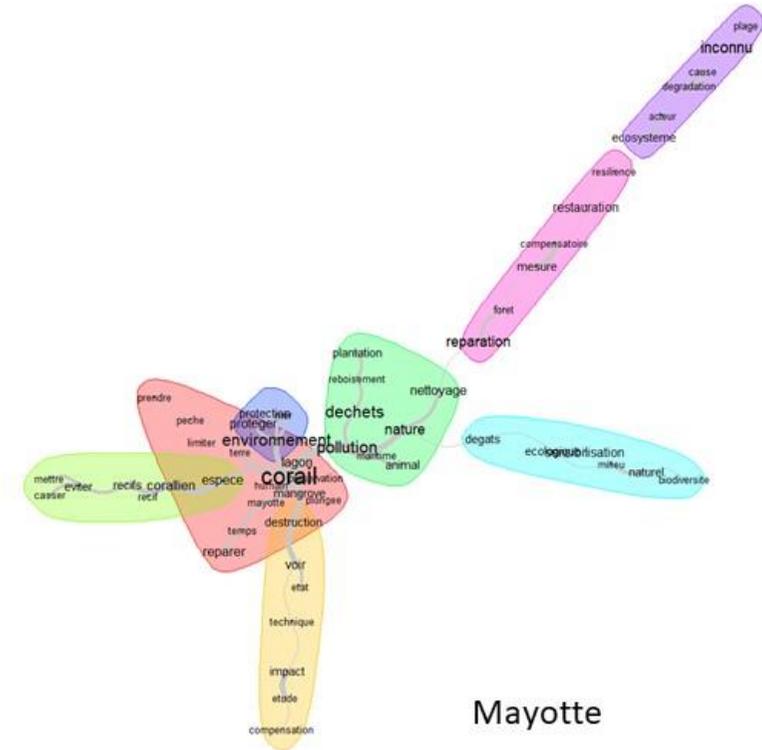
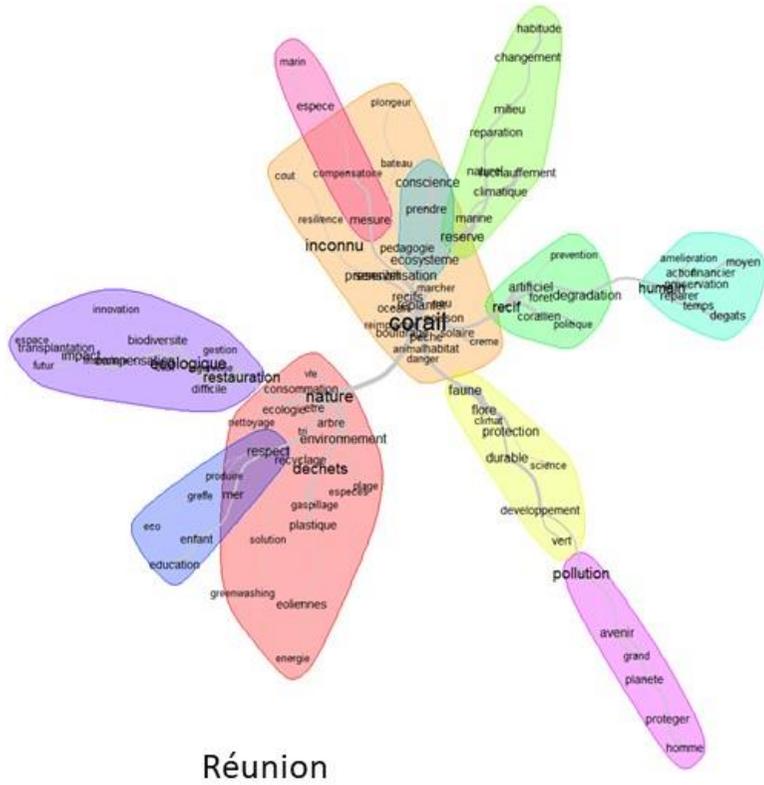
Les graphes ci-dessous sont des graphes de similarités ou aussi appelés des graphes de co-occurrences des mots.

Ces graphes mettent en évidence les mots les plus cités par le panel enquêtés. Ces mots sont regroupés et reliés entre eux par différents réseaux. Cette organisation en réseau permet de montrer les liens de prévalences entre les différents groupes de mots.

Les visualisations suivantes mettent en comparaison les résultats obtenus à la Réunion et à Mayotte.

Thématique : réparation écologique

Graphe des similarités ou graphe de co-occurrences.

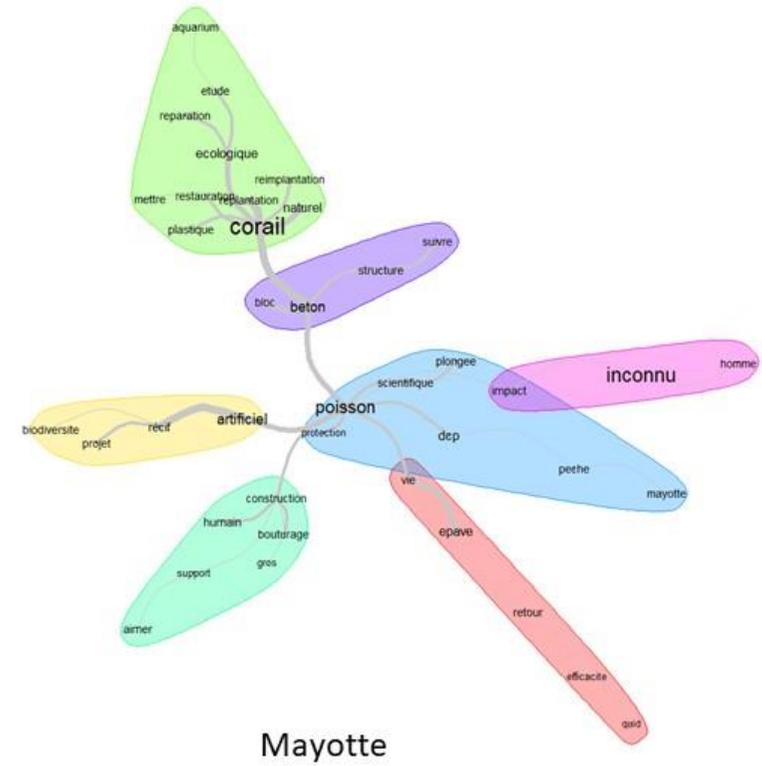
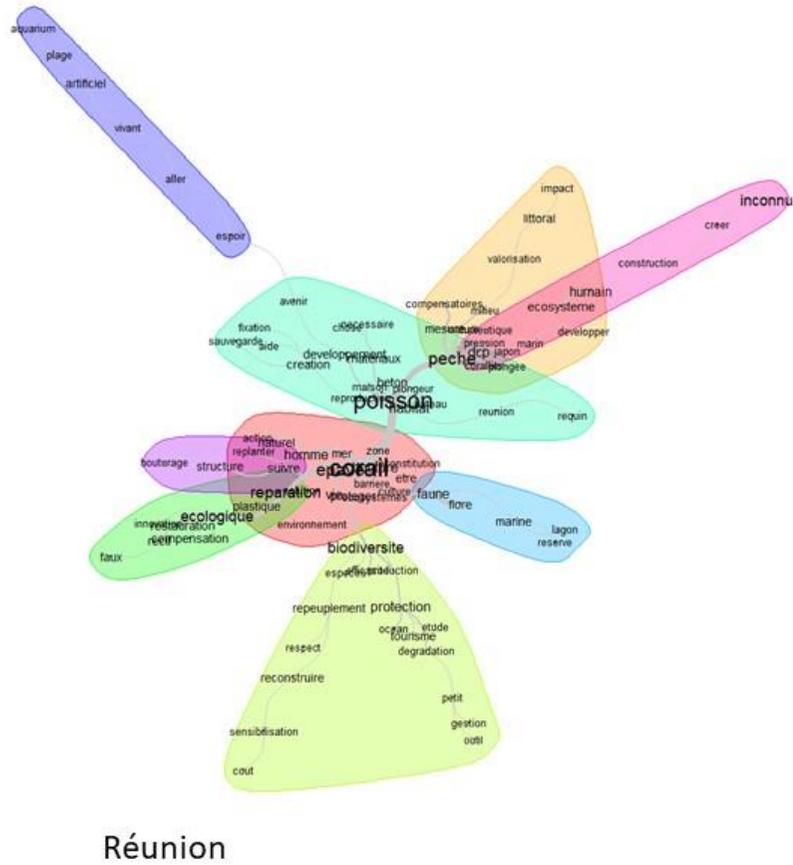


Mayotte

Nb : Utilisez la théorie des graphes ou l'analyse des réseaux

Thématique : Récifs artificiels

Graphe des similarités ou graphe de co-occurrences.



Nb : Utilise la théorie des graphes ou l'analyse des réseaux

Annexe du chapitre III

Annexe 12 : Les projets d'ingénierie écologique réalisés à la Réunion et à Mayotte

Tableau 59 : Listes des projets d'ingénierie écologique récifal réalisés à la Réunion et à Mayotte

Nombre de projets réalisés	Année	Reference	Technique	Territoire
1	2004	Edwards A, Gomez E (2007) Reef restoration concepts and guidelines making sensible management choices in the face of uncertainty. Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Programme, St Lucia, Australia	Transplantation	Mayotte
2	2008	Pioch, S., Saussola, P., Kilfoyle, K., & Spieler, R. (2011). Ecological design of marine construction for socio-economic benefits Ecosystem integration of a pipeline in coral reef area. <i>Procedia Environmental Sciences</i> , 9, 148-152.	RA	Mayotte
3	2021	Tribollet, A., Guilhaumon, F., Stoica, G., Charpentier, P., Urbina-Barreto, I., Chauvin, A., ... & Lelabousse, C. (2022, October). A case study of the application of sustainability science for a better reef conservation, restoration and compensation (Mayotte, WIO). In 12th WIOMSA Scientific Symposium.	RA	Mayotte
3	1998	Chabanet et Naim, 2000 -Restauration d'un platier récifal corallien par le biais de transplantations de coraux scléactiniaires branchus, isolés et/ou associés à leur faune ichtyologique, et de la pose de structures artificielles –Récapitulatif des travaux de recherches et des actions de transferts. Edwards A, Gomez E (2007) Reef restoration concepts and guidelines making sensible management choices in the face of uncertainty. Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Programme, St Lucia, Australia Porcher et al 2003 Restauration récifale, guide pratique à l'usage des décideurs et aménageurs	Transplantation / Mixte	Réunion
4	1998	Chabanet et Naim, 2000 -Restauration d'un platier récifal corallien par le biais de transplantations de coraux scléactiniaires branchus, isolés et/ou associés à leur faune ichtyologique, et de la pose de structures artificielles –Récapitulatif des travaux de recherches et des actions de transferts. Porcher et al 2003 Restauration récifale, guide pratique à l'usage des décideurs et aménageurs	Transplantation	Réunion

		Edwards A, Gomez E (2007) Reef restoration concepts and guidelines making sensible management choices in the face of uncertainty. Coral Reef Targeted Research & Capacity Building for Management Programme, St Lucia, Australia		
		Masse et Martin, 2020. Guide technique, Le bouturage des coraux à la Réunion ; accompagnement des porteurs de projet.		
5	1995	NAIM, O., PRIGENT, W., & BOUCHER, N. (2001). Utilisation de la croissance de transplants du Scleractiniaire Hermatypique Acropora muricata (Linnaeus, 1758) comme bioindicateur (île de la Réunion, Ocean Indien). Revue d'écologie.	Transplantation	Réunion
6	2001	Pothin et al (2001) Suivi de la colonisation des récifs artificiels en baie de st Paul	RA	Réunion
7	2004	CONDUITE D'UNE ACTION PILOTE DE CONSERVATION ET DE REHABILITATION DES RECIFS CORALLIENS « TRANSPLANTATION/BOUTURAGE DE CORAUX ». ARVAM, 2004	Transplantation	Réunion
		Masse et Martin, 2020. Guide technique, Le bouturage des coraux a la Reunion ; accompagnement des porteurs de projet.		
8	2001	Masse et Martin, 2020. Guide technique, Le bouturage des coraux a la Reunion ; accompagnement des porteurs de projet.	Mixte	Réunion
9	2006	Masse et Martin, 2020. Guide technique, Le bouturage des coraux a la Reunion ; accompagnement des porteurs de projet. Pouget A (2006) Conservation et réhabilitation des récifs coralliens de la Réunion Projet pilote de transplantation, au sein du lagon, de colonies coralliennes issues de la concession aquacole de l'ARDA présente en baie de Saint- Paul.	Transplantation	Réunion
10	2014	Extension du port de St Leu	RA	Réunion
11	1996	Detolle, J.P., Tessier, E., Rene, F., Roos, R, Sacchi, J., 1996. Etude en vue d'optimiser le cout et la longévité des Dispositifs de Concentration de Poissons de l'île de La Réunion, approche technico-économique. Rapp. Ifremer DRV 96.14-RH / La Réunion, 73 p.	RA	Réunion
12	2000	Lacour, F.-N., 2000. Mise au point d'un protocole de comptage des peuplements ichtyologiques sur un récif artificiel et suivi de sa recolonisation apres capture des poissons. D.E.A. spec. Biosci. Environn., Chimie et Sante, option Milieu marin. Univ. Mediterr., O.S.U. 38 p.	RA	Réunion
13	1988	Biais, G., Taquet, M., 1990. Dispositifs de Concentration de Poissons autour de la Réunion Rapp. Ifremer RIDRV - 90.05 RH / La Réunion, 34 p.	RA	Réunion

14	2006	<p>Tessier E. 2005, Dynamique des peuplements ichtyologiques associés aux récifs artificiels à l'île de la Réunion (ouest de l'Océan Indien) - Implication dans la gestion des pêcheries côtières.</p> <p>Etude de faisabilité et fabrication de prototypes de récifs artificiels CRPMEM, novembre 2007</p> <p>Pinault M (2013). Évaluation de la fonctionnalité de récifs artificiels à vocation non extractive, dans un contexte d'habitats naturels fragmentés - Côte nord-ouest de l'île de La Réunion</p> <p>Plan de gestion des récifs artificiels à la Réunion, CRPMEM. 2016</p> <p>PARETO (2011) Bilan de 3 ans de suivi, La Possession, Le Port, St Leu. Suivi de la faune ichtyologique, des peuplements benthiques et de l'intégrité structurelle des Récifs Artificiels</p> <p>Données relatives à la demande d'AOT du domaine maritime [080606DonneesAOT]</p>	RA	Réunion
15	202X En projet	<p>(2013) Dérogation de la Région Réunion concernant la construction de la Nouvelle Route du Littoral</p> <p>Lettre d'intention à la Région Réunion</p>	RA	Réunion

Annexe 13 : Les indicateurs sociologiques selon le total enquêté et le degré d'interdépendance

Indicateurs	Variables	Codage	Mesure	Calcul de la variable	Calcul des variables	
Total enquêté	I.1 Perception de l'utilité des récifs artificiels comme outil de l'ingénierie écologique	V1. Opinion sur les objectifs des RA liée à la concentration d'espèces halieutique V2. Opinion sur les objectifs des RA liée à la pratique de la pêche	Faune utile (halieutique) = -1 Faune non utile (non-halieutique) = 1 Valorise la pêche = -1 Valorise la concentration d'espèces à autre usage = 1	Faune utile = -4; Faune non-utile = 96 valorise la pêche = -42; valorise les autres usages = 34	$V1 = (96-4)/100 = +0.92$ $VX = (34-42)/76 = -0.11$	$(V1+VX)/2 = +0.41$
	I.2 Opinion sur la mise en place de projets de RA à la Réunion	V3. Opinion sur la mise en place de projet RA V4. Opinion sur l'efficacité des RA V5. Opinion sur la complexité de la méthode	mauvais + assez Mauvais = -1 Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0 Avis mauvais + assez Mauvais = -1 Avis Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0 Complexe = -1 Simple = 1	M+AM = -30 ; B+AB = +56 ; ? = 5 M+AM = -4 ; B+AB = +6 ; ? = 4 C = 0 ; S = 2	$V2 = (56-30)/91 = +0.29$ $V3 = (6-4)/14 = +0.14$ $V4 = 2/2 = +1$	$(V2+V3+V4)/3 = +0.48$
	I.3 Opinion sur la beauté des RA	V6. Opinion sur l'esthétique des RA	Moins beau = -1 Plus beau = 1	MB = -7 ; PB = 3	$V5 = (3-7)/10 = -0.4$	$V5 = -0.4$
	I.4 Opinion de la réglementation autour des RA	V7. Opinion sur la réglementation	Avis négatif = -1 Avis positif = 1	N = 0 ; P = 3	$V6 = 3/3 = +1$	$V6 = 1$
	I.5 Perception du coût des RA	V8. Opinion sur le coût des RA	Cher = -1 Peu cher = 1	C = -8 ; PC = 2	$V7 = (2-8)/10 = -0.6$	$V7 = -0.6$
Degré1	I.1	V1. V2.	Faune utile (halieutique) = -1 Faune non utile (non-halieutique) = 1 Valorise la pêche = -1 Valorise la concentration d'espèces à autre usage = 1	Faune utile = -1; Faune non-utile = +27 valorise la pêche = -26; valorise les autres usages = 20	$V1 = (27-1)/28 = +0.93$ $VX = (20-26)/46 = -0.13$	$(V1+VX)/2 = +0.4$
	I.2	V3. V4. V5.	mauvais + assez Mauvais = -1 Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0 Avis mauvais + assez Mauvais = -1 Avis Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0 Complexe = -1 Simple = 1	M+AM = -12 ; B+AB = +13 ; ? = 4 M+AM = -2 ; B+AB = 4 ; ? = 2 C = 0 ; S = 2	$V2 = (13-12)/29 = +0.034$ $V3 = (4-2)/8 = +0.25$ $V4 = 2/2 = +1$	$(V2+V3+V4)/3 = +0.43$
	I.3	V6.	Moins beau = -1 Plus beau = 1	MB = 0 ; PB = 2	$V5 = 2/2 = +1$	$V5 = 1$
	I.4	V7.	Avis négatif = -1 Avis positif = 1	N = 0 ; P = 3	$V6 = 3/3 = +1$	$V6 = 1$
	I.5	V8.	Cher = -1 Peu cher = 1	C = -5 ; PC = 0	$V7 = -5/5 = -1$	$V7 = -1$
Degré2	I.1	V1. V2.	Faune utile (halieutique) = -1 Faune non utile (non-halieutique) = 1 Valorise la pêche = -1 Valorise la concentration d'espèces à autre usage = 1	Faune utile = -3; Faune non-utile = 49 valorise la pêche = -16; valorise les autres usages = 10	$V1 = (49-3)/52 = +0.88$ $VX = (10-16)/26 = -0.23$	$(V1+VX)/2 = 0.33$
	I.2	V3. V4. V5.	mauvais + assez Mauvais = -1 Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0 Avis mauvais + assez Mauvais = -1 Avis Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0 Complexe = -1 Simple = 1	M+AM = -10 ; B+AB = +36 ; ? = 2 M+AM = -2 ; B+AB = 0 ; ? = 2 -	$V2 = (36-10)/48 = +0.54$ $V3 = (0-2)/4 = -0.5$ -	$(V2+V3)/2 = +0.02$
	I.3	V6.	Moins beau = -1 Plus beau = 1	MB = -1 ; PB = 1	$V5 = 1-1/2 = 0$	$V5 = 0$
	I.4	V7.	Avis négatif = -1 Avis positif = 1	-	-	-
	I.5	V8.	Cher = -1 Peu cher = 1	C = -1 ; PC = 2	$V7 = 2-1/3 = 0.33$	$V7 = 0.33$
Degré3	I.1	V1. V2.	Faune utile (halieutique) = -1 Faune non utile (non-halieutique) = 1 Valorise la pêche = -1 Valorise la concentration d'espèces à autre usage = 1	Faune utile = 0; Faune non-utile = 20 valorise la pêche = 0; valorise les autres usages = 4	$V1 = 20/20 = +1$ $VX = 4/4 = +1$	$(V1+VX)/2 = +1$
	I.2	V3. V4. V5.	mauvais + assez Mauvais = -1 Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0 Avis mauvais + assez Mauvais = -1 Avis Bon + assez Bon = 1 Avis en questionnaire = 0 Complexe = -1 Simple = 1	M+AM = -7 ; B+AB = +9 ; ? = 0 M+AM = -1 ; B+AB = +1 ; ? = 0 -	$V2 = (9-7)/16 = +0.16$ $V3 = (1-1)/2 = 0$ -	$(V2+V3)/2 = +0.08$
	I.3	V6.	Moins beau = -1 Plus beau = 1	MB = -6 ; PB = 0	$V5 = -6/6 = -1$	$V5 = -1$
	I.4	V7.	Avis négatif = -1 Avis positif = 1	-	-	-
	I.5	V8.	Cher = -1 Peu cher = 1	C = -2 ; PC = 0	$V7 = -2/2 = -1$	$V7 = -1$

Figure 85 : Les différents calculs d'indicateurs sociologiques pour les récifs artificiels selon le panel enquêté et le degré d'interdépendance au récif