

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

CARACTÉRISATION DE L'IMPACT DE L'UTILISATION DES MERS ET DES CÔTES SUR LA QUALITÉ DES
ÉCOSYSTÈMES EN ANALYSE DE CYCLE DE VIE

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN SCIENCE DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

CATHERINE LALONGÉ

JUILLET 2024

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.12-2023). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je voudrais commencer par remercier ma directrice de maîtrise Cécile Bulle, pour sa patience, son ouverture, sa bienveillance, sa compréhension et sa grande disponibilité. Elle a partagé ses connaissances sans restriction et m'a conseillé tout au long du processus de recherche et de rédaction, ce qui a contribué à alimenter mes réflexions.

J'aimerais aussi remercier Valérie Derolez pour son aide dans la réalisation de ce mémoire. Sans son travail et les informations qu'elle m'a fournies, ce projet de recherche ne serait pas ce qu'il est.

Je tiens à remercier l'équipe du projet Cost to Coast pour leurs conseils et les discussions qui ont fait cheminer ce projet. De plus, j'aimerais remercier tout spécialement les autres étudiants du projet : Laura, Jana, Chloé, Jérôme, Katia et Carmen. Votre support et vos encouragements m'ont été d'une grande aide.

Merci à mes parents pour leur soutien constant et de m'avoir transmis votre amour d'apprendre continuellement. Merci Tom pour ton support constant, ta présence, les discussions et pour avoir passé des heures à relire et corriger mon mémoire. Sans toi, ce mémoire n'aurait pas été possible. Merci à mes enfants, Vincent pour m'avoir fait rire avec ses balivernes et Lili pour sa douce présence. Sans oublier Antoine et finalement Moustache pour les petits moments de réconfort.

J'aimerais remercier tous les chercheurs qui ont pris le temps de discuter avec moi et plus particulièrement : Benjamin Halpern et Casey O'Hara de l'université de Californie à Santa-Barbara, Jan-Klass Dajka de l'institut Helmholtz pour la biodiversité marine fonctionnelle à l'université d'Oldenburg, Guillaume Marchessaux au département des sciences de la terre et de la mer de l'université de Palerme pour le partage de ces données GBIF et finalement Élise Lacoste de l'IFREMER pour son aide pour établir la chaîne de cause à effet de la conchyliculture.

Ce projet a été financé par le Fonds de Recherche du Québec – Nature et technologies (FRQNT) et par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), par l'entremise du projet Cost to Coast.

DÉDICACE

Aux gens qui s'émerveillent de la nature et qui
décident de la protéger

Et à Naomi Klein, parce que son livre "This Changes
Everything " a tout changé pour moi.

AVANT-PROPOS

La dégradation des écosystèmes marins par les activités humaines et les problématiques qui en découlent troublent leur fonctionnement et le rendement de leurs services écosystémiques. Dans le but de limiter les répercussions sur ces écosystèmes, il est important de comprendre l'impact de nos gestes et décisions. L'analyse de cycle de vie est toute désignée pour élargir nos connaissances à ce niveau puisqu'elle nous permet une meilleure compréhension des impacts potentiels de ces décisions. Cependant, les écosystèmes marins sont sous-représentés dans les méthodologies existantes d'analyse de cycle de vie.

Dans ce contexte, le projet de recherche qui suit s'inscrit dans le cadre d'un projet franco-qubécois de grande envergure, le projet *Cost-to-Coast : Gestion maritime et côtière durable selon une approche intégrée combinant l'évaluation des services écosystémiques à une échelle territoriale et selon une perspective cycle de vie* (C2C, 2020). Le projet *Cost-to-Coast* a pour but de développer et d'opérationnaliser une approche intégrée et régionale qui incorporera une perspective maritime et les impacts sur les services écosystémiques à l'analyse de cycle de vie.

Ce projet est réparti en plusieurs groupes de travail (en anglais : work packages (WP)) qui se concentrent chacun sur une facette différente du projet. Le schéma des relations entre les différents WP du projet (Figure 0.1) démontre les tâches et connexions entre elles. Les WP1 et WP2 se concentrent sur le cadre et la méthodologie à mettre en place dans la modélisation et l'évaluation des services écosystémiques. Le WP3 se sépare en trois tâches : 3.1) intégrer des indicateurs existants (ex. : eutrophisation, acidification des océans), 3.2) création d'un nouvel indicateur pour l'utilisation des mers et des côtes et 3.3) création d'un nouvel indicateur en lien avec la qualité des écosystèmes biotiques. Ces nouveaux indicateurs devront être intégrés à l'analyse de cycle de vie en lien avec la perte des services écosystémiques. Finalement, le WP 4 est l'application des outils, indicateurs et modèles développés à des cas pratiques.

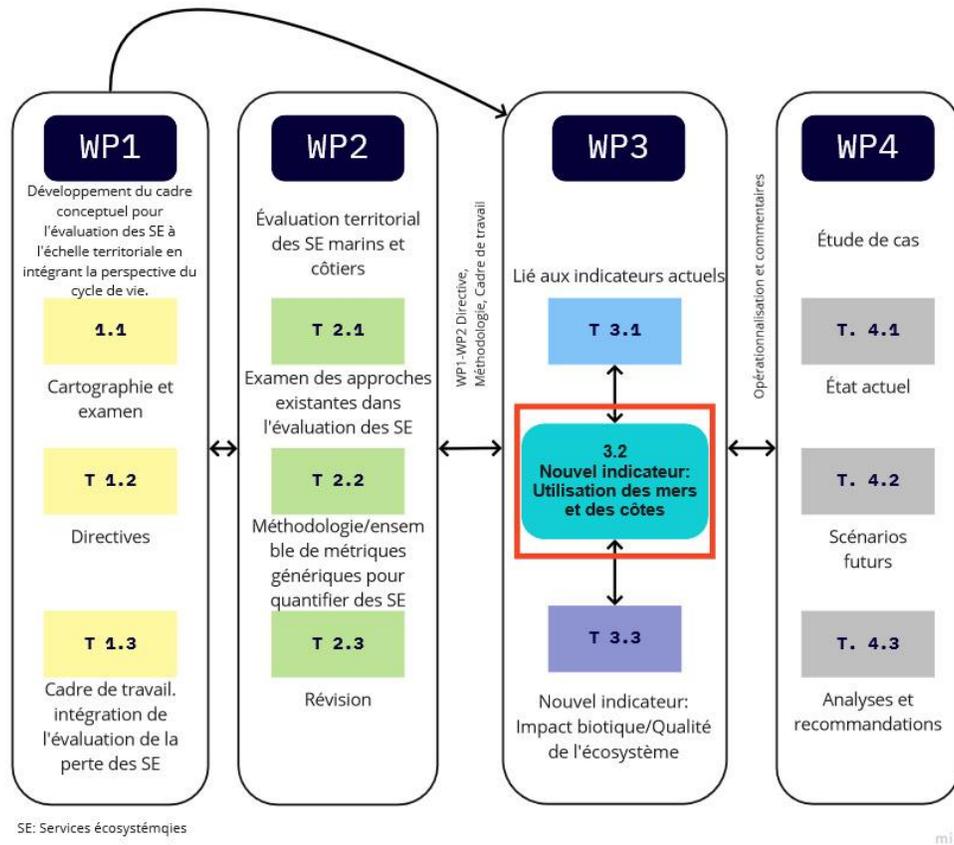


Figure 0.1: Schéma des connexions des différents "work packages" du projet Cost To Coast (Source : fait par l'auteur)

Ce projet se concentre sur la tâche 3.2, encadrée en orange, la création de nouveaux indicateurs pour l'utilisation des mers et des côtes ainsi que son intégration à l'analyse de cycle de vie en lien avec la qualité des écosystèmes. Ce travail ne traite donc pas des services écosystémiques, mais bien de la qualité des écosystèmes.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|------|
| REMERCIEMENTS | ii |
| DÉDICACE | iii |
| AVANT-PROPOS..... | iv |
| TABLE DES MATIÈRES | vi |
| LISTE DES FIGURES..... | ix |
| LISTE DES TABLEAUX | x |
| LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES..... | xi |
| LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS | xiii |
| RÉSUMÉ..... | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| INTRODUCTION | 1 |
| CHAPITRE 1 REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE | 4 |
| 1.1 L'analyse de cycle de vie | 4 |
| 1.1.1 Concept général..... | 4 |
| 1.2 Évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV) | 6 |
| 1.2.1 Concept général..... | 6 |
| 1.2.1.1 Cadre méthodologique de l'ÉICV selon la norme ISO..... | 7 |
| 1.2.1.2 Méthodes d'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV) | 7 |
| 1.2.1.3 Modélisation des impacts du cycle de vie | 8 |
| 1.2.1.4 Aires de protection (AoP) | 11 |
| 1.2.1.5 Facteur de caractérisation (FC)..... | 11 |
| 1.2.2 Prise en compte de la qualité des écosystèmes | 13 |
| 1.2.3 Catégorie d'impact de l'utilisation des terres..... | 15 |
| 1.2.4 Absence de la catégorie d'impact de l'utilisation des mers et des côtes (UMC)..... | 15 |
| 1.3 Utilisation des mers et des côtes | 19 |
| 1.3.1 Concept général..... | 19 |
| 1.3.2 Activités humaines..... | 20 |
| 1.3.2.1 Pressions provenant des océans :..... | 21 |
| 1.3.2.2 Pressions provenant des terres | 23 |
| 1.3.2.3 Pression provenant des changements climatiques | 24 |
| 1.3.2.4 Les habitats et les pressions | 24 |
| 1.4 L'Aquaculture et la conchyliculture | 25 |

| | | |
|--|--|----|
| 1.4.1 | L'aquaculture | 25 |
| 1.4.2 | La conchyliculture | 29 |
| 1.4.3 | L'étang de Thau, France..... | 29 |
| CHAPITRE 2 DÉVELOPPEMENT DU CADRE MÉTHODOLOGIQUE DE L'UTILISATION DES MERS ET DES CÔTES EN ANALYSE DE CYCLE DE VIE | | 31 |
| 2.1 | Le cadre méthodologique | 31 |
| 2.2 | Les facteurs de caractérisation pour la qualité des écosystèmes..... | 33 |
| 2.3 | Identification des enjeux : Particularités liées aux mers et aux côtes | 36 |
| CHAPITRE 3 OPÉRATIONNALISATION DU CADRE MÉTHODOLOGIQUE POUR LE CAS DE LA CONCHYLICULTURE SUR L'ÉTANG DE THAU | | 41 |
| 3.1 | Méthodologie..... | 41 |
| 3.1.1 | Principes généraux de l'approche adoptée | 41 |
| 3.1.2 | Établissement d'une chaîne de cause à effet | 42 |
| 3.1.3 | Sélection des voies d'impact à prendre en considération pour l'UMC | 43 |
| 3.1.4 | Collecte de données sur les espèces de l'écosystème étudié | 43 |
| 3.1.5 | Détermination des espèces potentiellement impactées..... | 44 |
| 3.1.6 | Calculs des facteurs de caractérisation..... | 45 |
| 3.1.7 | Analyse de sensibilité..... | 48 |
| 3.1.8 | Opérationnalisation des facteurs de caractérisation pour déterminer l'impact total de la conchyliculture sur l'étang de Thau | 48 |
| 3.2 | Résultats..... | 49 |
| 3.2.1 | Chaîne de cause à effet..... | 49 |
| 3.2.2 | Voies d'impact considérées pour l'UMC..... | 50 |
| 3.2.3 | Liste des espèces de l'écosystème étudié et de leurs propriétés fonctionnelles..... | 54 |
| 3.2.4 | Espèces potentiellement impactées..... | 55 |
| 3.2.5 | Facteurs de caractérisation..... | 57 |
| 3.2.6 | Analyse de sensibilité..... | 61 |
| 3.2.7 | Opérationnalisation des facteurs de caractérisation pour déterminer l'impact total de la conchyliculture sur l'étang de Thau | 62 |
| CHAPITRE 4 DISCUSSION | | 63 |
| 4.1 | Le cadre méthodologique | 63 |
| 4.1.1 | Incompatibilité de l'approche mécanistique et de l'approche empirique en matière de double comptage..... | 63 |
| 4.1.2 | Les impacts positifs..... | 63 |
| 4.1.3 | Les unités de quantification des impacts sur la qualité des écosystèmes..... | 65 |
| 4.2 | L'opérationnalisation dans le cas d'étude | 66 |
| CONCLUSION | | 68 |
| ANNEXE A LISTE DES ACTIVITÉS ET DES STRESSEURS EN LIEN AVEC LES MERS ET LES OCÉANS..... | | 70 |
| ANNEXE B CALCUL DE LA SUPERFICIE CONCHYLICOLE DE L'ÉTANG DE THAU | | 72 |

ANNEXE C LISTE DE TAXONS PRÉSENTS SUR L'ÉTANG DE THAU.....74

ANNEXE D HYPOTHÈSES POUR ÉTABLIR LES ESPÈCES IMPACTÉES92

ANNEXE E LES ESPÈCES, LEURS TRAITS FONCTIONNELS ET LES DIFFÉRENTS IMPACTS ASSOCIÉS.....95

ANNEXE F CALCULS DU TEMPS DE RESTAURATION DE L'OMBRAGE123

RÉFÉRENCES124

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 0.1:Schéma des connexions des différents "work packages" du projet Cost To Coast (Source : fait par l'auteur)..... | v |
| Figure 1.1: Étape du cycle de vie. Source image: CIRAIG | 5 |
| Figure 1.2: Chaîne de cause à effet de USEtox (Rosenbaum et al., 2008) | 9 |
| Figure 1.3: Cadre méthodologique de la méthode IMPACT World + (Source: Bulle et al. 2019) | 10 |
| Figure 1.4: Cadre méthodologie de l'utilisation des terres, basé sur (Milà i Canals <i>et al.</i> , 2007a et b ; Saad <i>et al.</i> , 2011)..... | 17 |
| Figure 1.5: Grandes catégories de pressions et activités qui impactent les habitats marins. | 21 |
| Figure 1.6: Schéma des types d'aquaculture, données provenant d'Ottinger et al., 2016) | 26 |
| Figure 1.7: Les différentes méthodes d'aquaculture et leur intensité, données provenant d'Ottinger et al., 2016)..... | 27 |
| Figure 1.8: Tables conchylicoles sur l'étang de Thau, France (c) Y.Gueguen, Ifremer, 2022..... | 29 |
| Figure 1.9: Emplacement étang de Thau, France (c) Données cartographiques @ 2023 Google | 29 |
| Figure 1.10:Surface de conchyliculture sur l'étang de Thau (2022), Copyright C. Cordonnier..... | 30 |
| Figure 2.1: Cadre méthodologique de l'utilisation des mers et des côtes | 31 |
| Figure 2.2: Comparaison entre les modèles de l'utilisation des terres et l'utilisation des mers et des côtes, données d'inventaire..... | 33 |
| Figure 2.3: Comparaison entre les modèles de l'utilisation des terres et l'utilisation des mers et des côtes, facteur de caractérisation | 34 |
| Figure 3.1: Cadre méthodologique avec deux temps des restaurations différents..... | 47 |
| Figure 3.2: Chaîne de cause à effet de la conchyliculture sur tables | 49 |
| Figure 3.3: Les différents impacts pris en considération dans le cas d'étude de la conchyliculture | 53 |
| Figure 3.4: Répartition des phylums présents dans la liste des espèces présentes sur l'étang de Thau.... | 61 |
| Figure 4.1: Exemple de cadre de gradation des impacts sur la santé des écosystèmes..... | 66 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1.1 Différentes unités pour quantifier les impacts et les dommages sur la qualité des écosystèmes | 14 |
| Tableau 1.2 : Exemple de variation d'état de l'espace marin ou côtier | 19 |
| Tableau 1.3: Production mondiale de l'aquaculture pour 2019, données de la FAO | 26 |
| Tableau 1.4: Stresseurs généraux de l'aquaculture | 28 |
| Tableau 2.1: Analyse des sources données étudiées à propos de la richesse spécifique des écosystèmes marins et de leur pertinence pour établir des facteurs de caractérisation pour l'UMC | 39 |
| Tableau 3.1: Définitions des environnements marins utilisés dans les hypothèses | 44 |
| Tableau 3.2: Impact de la conchyliculture en lien avec l'utilisation des mers et des côtes | 52 |
| Tableau 3.3: Liste et distribution des taxons | 54 |
| Tableau 3.4: Dénombrement des taxons par phylum dans l'étang de Thau | 54 |
| Tableau 3.5: Traits fonctionnels recherchés en fonction des impacts étudiés | 55 |
| Tableau 3.6: Légende pour lire le tableau des impacts par espèces..... | 57 |
| Tableau 3.7: Facteur de caractérisation pour l'impact d'occupation de la conchyliculture en lien avec l'utilisation des mers et des côtes | 58 |
| Tableau 3.8: Temps de restauration pour la conchyliculture (Borja et al., 2010)..... | 59 |
| Tableau 3.9: Facteur de caractérisation pour l'impact de transformation de la conchyliculture en lien avec l'utilisation des mers et des côtes. | 60 |
| Tableau 3.10: Analyse de sensibilité pour les facteurs de caractérisation d'impact d'occupation | 61 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

- ACV : Analyse de cycle de vie
- AMBI – AZTI’s Marine Biotic Index
- AoP : Aires de protection
- C2C : Projet Cost to Coast
- DALY: Années de vie en bonne santé potentiellement perdues / Disability adjusted life years
- EF : Facteur d’effet / Effect factor
- ÉICV : Évaluation des impacts du cycle de vie (LCIA, en anglais)
- ERF : Facteur de réponse à l’exposition / Exposition response factor
- FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture / Food and Agriculture Organization
- FC : Facteur de caractérisation / CF : Characterization factor
- FF : Facteur de devenir / Fate factor
- GF : Groupe fonctionnel / Functional group
- GLAM: Projet Global Guidance for Life Cycle Impact Assessment
- ISO : International Organization for Standardization
- IUCN: Union internationale pour la conservation de la nature / International Union for Conservation of Nature
- IW+: IMPACT World +
- LU: Utilisation des terres / Land use
- N/A : Non applicable
- PAF: Fraction d’espèce potentiellement affectée / Potentially affected fraction of species
- PDF : Fraction d’espèce potentiellement disparue / Potentially disappeared fraction of species
- SE : Service écosystémique
- SETAC : Société de toxicologie et chimie environnementale
- SF : Facteur de sévérité / Severity factor
- SIG : Geographic information system / GIS: Système d'information géographique
- SNCF : Société nationale des chemins de fer français
- UMC : Utilisation des mers et des côtes / MCU : Marine and coastal use
- UNEP : Nations unies pour l’environnement

WP : Groupe de travail / Work Package

XF : Facteur d'exposition / Exposure factor

WoRMS : World Register of Marine Species

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

| | |
|---------------------------------|---|
| A : | Aire |
| cm : | centimètre |
| ERF : | Facteur de réponse à l'exposition |
| FC : | Facteur de caractérisation |
| FF : | Facteur de devenir |
| ha : | hectare |
| I : | Impact |
| <i>i</i> : | Activité <i>i</i> |
| <i>j</i> : | Région <i>j</i> |
| Kg CO ₂ équivalent : | Kilogramme équivalent de gaz à effet de serre |
| km : | Kilomètre |
| M : | Million |
| m : | mètre |
| m ² : | mètres carrés |
| mm : | millimètre |
| <i>Occ</i> : | Occupation |
| Q : | Quantité du flux élémentaire de l'inventaire |
| <i>rest</i> : | Restauration |
| <i>S_{rel}</i> : | Richesse spécifique |
| <i>S_{ref}</i> : | Richesse spécifique de référence |
| <i>t</i> : | Temps |
| <i>Trans</i> : | Transformation |
| SI : | Score d'impact |
| XF : | Facteur d'exposition |

RÉSUMÉ

Les habitats fournis par les mers et les écosystèmes côtiers sont multiples. L'intensification des activités humaines peut entraîner la perturbation ou la destruction de ces écosystèmes. En effet, la dégradation des écosystèmes marins et côtiers due à l'utilisation de ces milieux par les activités humaines n'est pas encore prise en compte dans l'analyse du cycle de vie (ACV). L'ACV est un outil qui permet d'analyser les impacts environnementaux potentiels d'un produit, service ou procédé et est réglementé par les règles ISO 14040 et 14044. À ce jour, en ACV, seuls quelques travaux exploratoires pour traiter l'utilisation des fonds marins ont été réalisés, mais aucun cadre méthodologique cohérent n'a été proposé. Ce projet développe un modèle exploratoire pour intégrer une nouvelle catégorie d'impact dans l'évaluation de l'impact du cycle de vie, à savoir l'utilisation des mers et des côtes (UMC) et ses impacts sur la qualité des écosystèmes. L'absence d'évaluation de l'impact de l'UMC est un point faible majeur de l'ACV en général. Pour développer mon modèle, j'ai transposé le cadre méthodologique développé par (Milà i Canals *et al.*, 2007a) pour l'utilisation des terres et je l'ai adapté à la catégorie de l'UMC, ce qui permet une cohérence entre les catégories. Ce modèle prend en considération deux types d'impacts : la transformation et l'occupation de l'espace. Pour déterminer les impacts sur la qualité des écosystèmes, je me suis inspiré du modèle élaboré par (de Baan *et al.*, 2013a). Par ailleurs, le cadre méthodologique développé s'inscrit dans la méthode IMPACT World +. Dans le but d'opérationnaliser ce cadre de manière exploratoire, il a été appliqué à l'activité de conchyliculture de l'étang de Thau en France, où j'ai calculé des facteurs de caractérisation pour la conchyliculture sur table, soit le nombre potentiel d'espèces affectées (PAF) par la présence des structures sur l'étang. La méthodologie suivante a été appliquée au cas d'étude. Premièrement, une chaîne de cause à effet a été construite pour déterminer les impacts à prendre en considération. Par la suite, une liste des espèces présentes sur l'étang a été établie. Finalement, d'après les traits fonctionnels de chaque espèce, les espèces affectées ont été établies. Les facteurs de caractérisation (FC) calculés démontrent que 75.59% des taxons présents sur l'étang sont affectés par l'occupation et le FC l'impact de transformation est de 2.18 PAF.m².an/m². Ce travail exploratoire permet d'avancer les connaissances en ACV en ouvrant la voie à une nouvelle catégorie d'impact "Utilisation des mers et des côtes" et permettra une meilleure prise de décisions par les dirigeants.

Mots clés : Analyse de cycle de vie, Évaluation des impacts du cycle de vie, Utilisation des mers, Utilisation des côtes, Écosystème marin, Biodiversité, Qualité des écosystèmes, IMPACT World +

ABSTRACT

Seas and coastal ecosystems provide a wide range of habitats. The intensification of human activities can lead to the disruption or destruction of these ecosystems. Indeed, the degradation of marine and coastal ecosystems due to the use of these environments by human activities is not yet taken into account in Life Cycle Assessment (LCA). LCA is a tool for analyzing the potential environmental impacts of a product, service or process, and is regulated by ISO 14040 and 14044. To date, in LCA, only a few exploratory works to address the use of seabed have been carried out, but no coherent methodological framework has been proposed. This project develops an exploratory model to integrate a new impact category into life cycle impact assessment, namely marine and coastal use (MCU) and its impacts on ecosystem quality. The lack of MCU impact assessment is a major weakness of LCA in general. To develop my model, I transposed the methodological framework developed by (Milà i Canals *et al.*, 2007a) for land use and adapted it to the MCU category, thus ensuring consistency between categories. This model takes into account two types of impact: transformation and occupation of land. To determine impacts on ecosystem quality, I drew on the model developed by (de Baan *et al.*, 2013a). Furthermore, the methodological framework developed is part of the IMPACT World + method. In order to operationalize this framework in an exploratory manner, it was applied to the shellfish farming activity of the Thau lagoon in France, where I calculated characterization factors for tabletop shellfish farming, i.e., the potential fraction of species affected (PAF) by the presence of structures on the lagoon. The following methodology was applied to the case study. Firstly, a cause-effect chain was constructed to determine the impacts to be taken into consideration. Next, a list of the species present on the pond was drawn up. Finally, based on the functional traits of each species, the species affected were established. The characterization factors (CF) calculated show that 75.59% of the taxa present on the pond are affected by occupation, and the CF for transformation impact is 2.18 PAF.m².an/m².. This exploratory work advances knowledge in LCA by opening the way to a new impact category "Marine and coastal use", and will enable better decision-making by managers.

Keywords : Life Cycle Assessment, Life Cycle Impact Assessment, Sea use, Coastal uses, Marine Ecosystem, Biodiversity, Ecosystem Quality, IMPACT World +

INTRODUCTION

Mise en contexte

Les habitats fournis par les mers et les écosystèmes côtiers sont multiples. Ils sont d'une grande importance pour la qualité de vie des humains (Halpern *et al.*, 2008) et la biodiversité. L'intensification des activités humaines comme l'urbanisation près des côtes, l'extraction de sable et autres minerais, perturbe ou anéantit ces écosystèmes (O'Hara *et al.*, 2021). De plus, avec l'augmentation des activités humaines et des impacts des changements climatiques, il ne reste plus aucun espace maritime non affecté par l'humain (Halpern *et al.*, 2008, 2015).

La croissance des activités anthropiques exerce des pressions sans précédent sur les milieux marins (Halpern *et al.*, 2008 ; Langlois *et al.*, 2015 ; Woods *et al.*, 2016), que ce soit par l'utilisation de ces ressources ou de la surface utilisée. On s'attend aussi à ce que la diversification des activités, leur intensité et l'espace qu'elles occupent augmentent encore plus (O'Hara et Halpern, 2022 ; Woods *et al.*, 2016). Il est donc crucial d'avoir une compréhension de l'impact de nos agissements sur le développement des espaces marins et côtiers dans le but d'avoir un développement durable. D'ailleurs, le développement durable des océans est l'objectif 14 des « Objectifs du Développement durable » des Nations Unies : *Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins de développement durable* (Nations Unies, s. d.).

Cependant, l'analyse du cycle de vie, qui est un outil souvent mis en œuvre pour évaluer la performance environnementale dans différents contextes décisionnels, présente d'importantes lacunes en matière de prise en compte des impacts directs des activités humaines qui utilisent les mers et les côtes.

Dans ce contexte, mon projet de recherche, qui s'inscrit dans le cadre du projet franco-québécois de grande envergure *Cost-to-Coast : Gestion maritime et côtière durable selon une approche intégrée combinant l'évaluation des services écosystémiques à une échelle territoriale et selon une perspective cycle de vie* (C2C, 2020), se concentre plus particulièrement sur la prise en compte de l'impact de l'utilisation des mers et des côtes en analyse du cycle de vie.

Problématique

La dégradation des écosystèmes marins due à l'utilisation des mers et des côtes (UMC) par l'humain trouble leur fonctionnement, leur santé et dégrade les habitats qu'ils fournissent à la biodiversité. De plus, les mers recouvrent 71% de la planète Terre et elles fournissent aux humains, entre autres : des habitats côtiers, des ressources en nourriture, des espaces pour des loisirs récréatifs, un attachement culturel et la régulation du climat (IPCC *et al.*, 2019). Dans le but de limiter les répercussions sur ces écosystèmes, il est important de comprendre l'impact de nos gestes et décisions.

L'analyse de cycle de vie (ACV) est toute désignée pour élargir nos connaissances à ce niveau puisqu'elle nous permet une meilleure compréhension des impacts potentiels de ces décisions. Cependant, les écosystèmes marins sont sous-représentés dans les méthodologies existantes d'ACV. Quelques travaux exploratoires, tels que ceux de (Langlois *et al.*, 2015 ; Woods et Verones, 2019), majoritairement concentrés sur les impacts sur les fonds marins, ont été réalisés. Cependant, à ce jour, aucune approche n'a été opérationnalisée. La catégorie d'impacts de l'utilisation des mers et des côtes est donc toujours absente de l'ACV ce qui constitue un angle mort majeur pour l'ACV en général. Il est donc primordial d'intégrer cette catégorie d'impacts à l'ACV.

L'intégration d'une nouvelle catégorie d'impacts doit se faire en cohérence avec les autres catégories préexistantes afin de pouvoir mettre ensuite en perspective la contribution, par exemple, au dommage sur la qualité des écosystèmes de cette nouvelle catégorie d'impact avec celles des autres catégories d'impact déjà prises en compte. Pour ce faire, le processus de création du cadre méthodologique et du modèle d'évaluation des impacts doit être cohérent avec une méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie existante. Le projet Cost-to-Coast (C2C) compte dans son équipe des membres de l'équipe qui a développé la méthode IMPACT World + (IW+) (Bulle *et al.*, 2019) et j'ai donc développé mon cadre méthodologique et mon modèle d'évaluation de l'impact de l'UMC en cohérence avec le cadre méthodologique d'IMPACT World+.

Par ailleurs, dans le cadre du projet C2C, un cas d'étude sur le bassin de l'étang de Thau en France est réalisé afin de mettre en œuvre l'ensemble des approches développées dans le cadre du projet. L'une des activités importantes et emblématiques de cet étang est la conchyliculture, qui consiste en l'élevage des coquillages, tels que les huitres ou les moules. De plus, l'aquaculture, de façon plus générale, est une activité en expansion depuis les années 1970. Elle représentait en 2019 48% de la production mondiale de

poissons, crustacés, mollusques et autres animaux aquatiques en 2019 (*FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2019/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2019, 2021*). Cette expansion s'est faite aux dépens des zones côtières qu'elle a complètement transformées (Ottinger *et al.*, 2016) et il est reconnu que ces habitats peuvent héberger une grande biodiversité (O'Hara *et al.*, 2021 ; Ottinger *et al.*, 2016). Une ACV de la conchyliculture sera établie et permettra de mettre les résultats de ce projet de recherche en valeur. Il est donc très intéressant de développer un cadre méthodologique pour évaluer plus particulièrement les dommages de l'aquaculture et d'opérationnaliser celui-ci de manière exploratoire dans le cas de la conchyliculture sur l'étang de Thau afin de pouvoir constater ses impacts potentiels sur la biodiversité environnante. De plus, puisque plusieurs experts de la région de Thau font parti du projet C2C, l'accès aux données est facilité.

Objectifs

Dans ce contexte, ce projet vise à développer une méthode exploratoire pour intégrer une nouvelle catégorie d'impact en analyse de cycle de vie (ACV), plus spécifiquement à la méthode IMPACT World+, soit l'utilisation des mers et des côtes.

Cet objectif se subdivise en deux sous-objectifs, soit :

- 1) Développer le cadre méthodologique pour la caractérisation de la catégorie d'impact de l'UMC en évaluation des impacts du cycle de vie sous la méthode IW+;
- 2) Opérationnaliser, de manière exploratoire, ce cadre méthodologique pour calculer des facteurs de caractérisation dans le cas spécifique de la conchyliculture dans le bassin de Thau.

CHAPITRE 1

REVUE CRITIQUE DE LA LITTÉRATURE

1.1 L'analyse de cycle de vie

1.1.1 Concept général

L'objectif

L'analyse de cycle de vie (ACV) est une méthode d'évaluation des impacts environnementaux potentiels du cycle de vie d'un produit ou service (Verones *et al.*, 2017). Elle évalue les échanges entre la technosphère et l'écosphère. La technosphère représente l'ensemble des activités humaines et l'écosphère, l'environnement naturel. L'ACV analyse les ressources consommées dans le système étudié et elle quantifie et estime les impacts potentiels depuis l'extraction des matières premières jusqu'à la fin de vie d'un produit, service ou procédé pour les convertir en score d'impact dans différentes catégories d'impacts (Hauschild et Huijbregts, 2015). Cet outil apporte une aide à la décision pour les dirigeants d'entreprises, les gouvernements et pour les citoyens. En outre, l'ACV permet la mise en lumière des impacts potentiels environnementaux. Cette méthode est donc pertinente pour identifier les « zones » d'impacts majeurs dans un système, pour permettre l'écoconception d'un produit, pour comparer les effets de plusieurs produits ou services qui offrent la même fonction, etc.

Historique

L'ACV est une des méthodes d'analyse environnementale les plus utilisées au monde (Alejandro *et al.*, 2019). Elle est apparue dans les années soixante en lien avec le contexte du développement durable et des inquiétudes liées à la pollution et la diminution des ressources (Amahmoud *et al.*, 2022). Les années suivantes (1970-1990) ont permis de travailler sur la conception de l'outil, mais plusieurs méthodologies existaient en parallèle avec des résultats qui pouvaient différer drastiquement. C'est dans la décennie de 1990 que les spécialistes en ACV et la "*Society of Environmental Toxicology and Chemistry*" (SETAC) se sont associés pour standardiser le cadre méthodologique de l'ACV. Par la suite, "*L'International Organization for Standardization*" (ISO) a rendu ces normes officielles (Amahmoud *et al.*, 2022).

Standardisation

Les normes ISO 14040 et 14044 (ISO, 2006a, 2006b) associées à l'ACV lui donnent de la crédibilité, de la transparence et de la robustesse. Les normes ISO ont défini un cadre méthodologique incluant quatre phases :

- 1) Objectifs et champ de l'étude
- 2) L'inventaire
- 3) Évaluation des impacts du cycle de vie
- 4) Interprétation.

Selon les standardisations ISO 14040 et 14044, le cadre méthodologique de l'ACV comporte quatre étapes (ISO, 2006a). Premièrement, la définition des objectifs et du champ de l'étude. On y détermine les frontières et les fonctions du système étudié, ce qui sera inclus ou exclu de l'étude. Deuxièmement, l'inventaire, où il y aura une collecte de données des intrants (ex. : ressources naturelles) et extrants (ex. : émissions dans l'air, l'eau, sol, etc.) du système, représentant les échanges entre la technosphère et l'écosphère à l'intérieur du système prédéfini à l'étape un. C'est ce que l'on appelle les flux élémentaires. Troisièmement, l'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV) permet d'analyser les impacts en fonction de différentes catégories d'impacts, telles que : les changements climatiques, l'eutrophisation, la destruction de la couche d'ozone, l'utilisation des terres, etc. (Hauschild et Huijbregts, 2015). Elle combine ensuite les différents impacts en des aires de protection (AoP) comme la santé humaine, la santé des écosystèmes ou l'épuisement des ressources (Verones *et al.*, 2017). La dernière étape de l'ACV est l'interprétation des résultats dans le but de faire ressortir des conclusions et recommandations en fonction de l'objectif de l'étude.

Le cycle de vie

Le cycle de vie d'un produit se détaille généralement en cinq étapes : l'extraction des ressources ou l'acquisition des matières premières, la production, la distribution, l'utilisation et la fin de vie (CIRAIG, s. d.) (Figure 1.1).

Il est possible de faire ressortir les déplacements d'impacts potentiels en analysant les répercussions d'un système en regardant toutes les étapes du cycle de vie sous plusieurs



Figure 1.1: Étape du cycle de vie.
Source image: CIRAIG

catégories d'impacts environnementaux (de Baan *et al.*, 2013b). Par exemple, la diminution d'un impact au niveau de la production, pourrait augmenter les conséquences environnementales de l'étape de la fin de vie, ou une diminution des effets sur la santé humaine pourrait augmenter la pression sur la santé des écosystèmes.

Limites et incertitudes

L'ACV comporte aussi des limites qui demandent aux analystes d'exercer un jugement constant. Premièrement, elle se base sur une chaîne de cause à effet générale et ne représente pas exactement la réalité. Il serait impossible de modéliser la complexité de chaque situation. De plus, il y a aussi différents types d'incertitudes à plusieurs niveaux : au niveau du modèle, des paramètres, des données et de l'interprétation (Verones *et al.*, 2017). Il est donc important de garder ces limites en tête lors de l'interprétation et de la prise de décision. La mise à jour constante des données, des modèles et des méthodes en fonction de l'avancement de la science permet de garder l'outil qu'est l'ACV le plus à jour possible (Alejandre *et al.*, 2019).

1.2 Évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV)

1.2.1 Concept général

L'évaluation des impacts du cycle de vie est la troisième étape de l'ACV. Elle utilise les données recueillies lors de l'inventaire et fait le lien avec les impacts environnementaux potentiels du système étudié (Hauschild et Huijbregts, 2015). Lors de l'inventaire, on peut avoir plusieurs milliers d'émissions différentes dans l'environnement et chacune d'entre elles peut avoir une importance différente (Hauschild et Huijbregts, 2015). La modélisation des impacts se fait habituellement en suivant une émission ou un stressor, et en utilisant un facteur de caractérisation (FC) (Othoniel *et al.*, 2019). Ce dernier représente le changement d'état en lien avec le stressor (ce qui est expliqué de manière plus détaillée à la section 1.2.1.5). À partir d'une émission ou d'un autre flux élémentaire déterminé lors de l'inventaire, une chaîne de cause à effet est modélisée pour suivre l'effet potentiel de cette substance ou de ce flux élémentaire pour une catégorie d'impact précise en lien avec une aire de protection (AoP) (Othoniel *et al.*, 2019). Une AoP représente quelque chose que l'on veut protéger, comme la santé humaine ou la qualité des écosystèmes (voir section 1.2.1.4 pour plus de détails). La modélisation jusqu'au dommage sur les AoP

permet de mettre en perspective la gravité de la contribution de chaque catégorie d'impact ou de chaque polluant ou stresser à ce dommage par rapport aux autres catégories ou substances ou stresser.

1.2.1.1 Cadre méthodologique de l'ÉICV selon la norme ISO

Le cadre méthodologique de l'ÉICV inclut 5 étapes (Hauschild et Huijbregts, 2015). Le praticien en ACV doit obligatoirement réaliser les trois premières selon les normes ISO 14044, mais les deux dernières sont optionnelles.

- 1) La sélection des catégories d'impacts, des indicateurs de catégories et des modèles de caractérisation : cohérence avec l'objectif et le but de l'étude.
- 2) L'assignation des résultats d'inventaires aux catégories d'impacts
- 3) Modèle de caractérisation : calcul des catégories d'impact selon la méthode choisie.
- 4) Normalisation : pour avoir une meilleure compréhension des résultats, on peut faire une comparaison avec de l'information de référence.
- 5) Pondération et regroupement : Dans le but de faciliter la prise de décision, on peut pondérer les résultats en se basant sur des choix de valeur de ce que l'on désire le plus protéger.

À l'étape 3, le praticien utilise des catégories d'impacts et des modèles de caractérisation qui sont déjà développés pour faire ces analyses, les facteurs de caractérisation sont déjà existants et regroupés au sein d'une méthode d'ÉICV que le praticien ne fait que choisir et appliquer à son cas d'étude. À titre d'exemple, la méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie IMPACT World+, ou encore la méthode ReCiPe peuvent être utilisées. Chacune de ces méthodes d'ÉICV représente un ensemble de modèles d'ÉICV qui permet de caractériser tout un ensemble de catégories d'impact.

Mon projet s'inscrit au niveau du développement d'une nouvelle catégorie d'impact pour la méthode IMPACT World+ et des nouveaux FC qui y sont associés. Ce travail doit donc être réalisé pour permettre aux praticiens en ACV d'utiliser cette catégorie d'impact dans le futur lorsqu'ils utiliseront IMPACT World+.

1.2.1.2 Méthodes d'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV)

Le développement à l'international de l'ÉICV a mené à la création de différentes méthodes au fil des années dans différentes régions du monde. On peut penser à TRACI aux États-Unis (Bare, 2011),

à LIME au Japon (Itsubo et Inaba, 2012), à LUCAS au Canada (Toffoletto *et al.*, 2007) et à ReCiPe (Goedkoop *et al.*, 2009) ou à IMPACT2002+ en Europe (Jolliet *et al.*, 2003). Avant 2019, la modélisation des impacts du cycle de vie avait tendance à être faite de façon générique, avec une hypothèse implicite que les conséquences des émissions étaient les mêmes peu importe où elles avaient lieu dans le monde. Cependant, pour certaines catégories d'impacts (par exemple : l'utilisation de l'eau), l'endroit où l'interaction avec l'écosphère se fait peut avoir une grande importance. Calculer des impacts avec une différenciation spatiale est donc pertinent lorsque l'information est disponible (Hauschild et Huijbregts, 2015 ; Verones *et al.*, 2017).

La catégorie d'impact développée dans ce projet de recherche sera intégrée à la méthode IMPACT World + (IW+) développée par (Bulle *et al.*, 2019). Cette méthode a été développée conjointement par les équipes qui avaient développé les méthodes suivantes : Impact 2002+ (Jolliet *et al.*, 2003), EDIP (Hauschild et Wenzel, 1998) et LUCAS (Toffoletto *et al.*, 2007). IW+ est une méthode régionalisée avec des FC disponibles à quatre niveaux géographiques : le niveau de résolution natif (auquel les modèles de caractérisation régionalisée ont été créés) et des niveaux agrégés à l'échelle globale, continentale et nationale plus simples à opérationnaliser lors de la réalisation d'analyses du cycle de vie (Bulle *et al.*, 2019).

1.2.1.3 Modélisation des impacts du cycle de vie

L'ÉICV fait le pont entre les émissions calculées (flux élémentaires) lors de la phase d'inventaire et les résultats des impacts potentiels dans une unité commune selon l'AoP regardée. Pour s'y rendre, une chaîne de cause à effet est modélisée. À titre d'exemple, si on regarde la chaîne de cause à effet du modèle d'évaluation des impacts toxiques et écotoxicologiques USEtox (Figure 1.2) en partant de l'inventaire des émissions de diverses substances toxiques dans l'eau, le sol et l'air, on analyse le devenir environnemental de ces substances jusqu'à des compartiments récepteurs, puis l'exposition des humains et des écosystèmes à ces substances, puis l'effet de cette exposition sur la santé humaine ou sur la qualité des écosystèmes. Un modèle est développé sur la base de cette chaîne de cause à effet pour calculer une quantité d'impact par quantité d'émission. C'est ce que l'on appelle un facteur de caractérisation (FC) (voir détail section 1.2.1.5.).

Il est ensuite possible de calculer un score d'impact pour la substance émise en multipliant la quantité émise (au niveau de l'inventaire du cycle de vie) par ce facteur de caractérisation (Éq. #1).

Équation 1: Calcul des scores d'impact (Hauschild et Huijbregts, 2015)

$$SI = Q \times FC$$

Où :

SI = score d'impact;

Q = la quantité du flux élémentaire de l'inventaire;

FC = facteur de caractérisation.

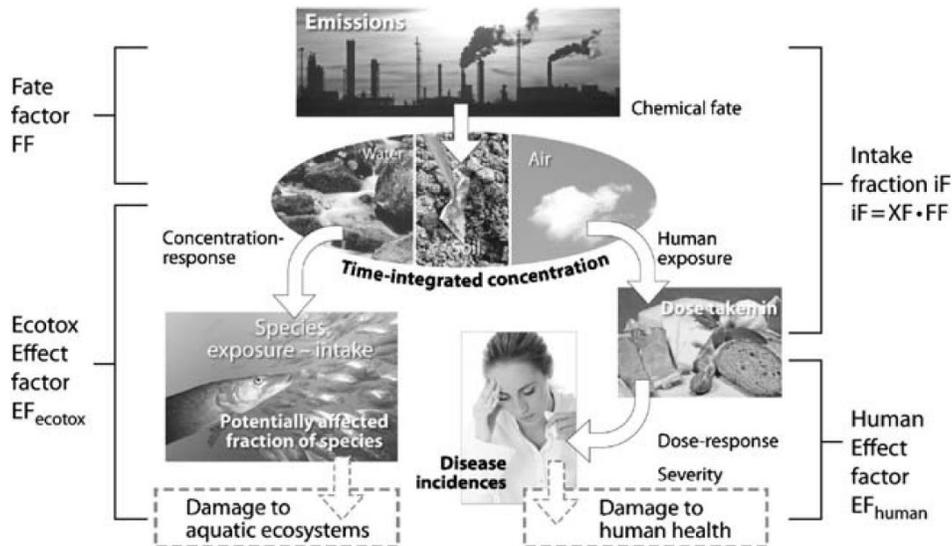


Figure 1.2: Chaîne de cause à effet de USEtox (Rosenbaum et al., 2008)

Les impacts peuvent être modélisés au niveau problème, ou "midpoint", c'est-à-dire en choisissant de s'arrêter au niveau d'un point au milieu de la chaîne de cause à effet (par exemple en modélisant le forçage radiatif dans le cas du changement climatique) ou au niveau dommage, ou "endpoint", c'est-à-dire en représentant l'ensemble de la chaîne de cause à effet. Le choix d'adopter une approche au niveau problème ou au niveau dommage appartient généralement au praticien et dépendra souvent des objectifs et du champ de son étude. Certains préfèrent adopter une approche problème, car comme il y a moins d'étapes de la chaîne de cause à effet qui sont modélisées, il y a moins d'incertitude sur le modèle de caractérisation. Certains préfèrent adopter une approche dommage, car d'une part elle a plus de pertinence environnementale (avoir un modèle très robuste au problème qui ne modélise pas les conséquences sur ce que l'on souhaite protéger est également une forme d'incertitude) et d'autre part elle permet de mettre en perspective les conséquences de chacune des catégories d'impacts les unes par rapport aux autres.

IMPACT World+ fait partie des méthodes d'ÉICV qui permettent de choisir entre un niveau d'interprétation problème ou un niveau dommage. On peut observer dans la Figure 1.3, qui présente le cadre méthodologique d'IMPACT World+, ces deux niveaux d'interprétation : "midpoint" (ou problème) et "damage" (ou dommage). Chaque AoP sera impactée par plusieurs catégories d'impact modélisées au niveau dommage. Par exemple, le forçage radiatif est l'un des indicateurs au niveau problème pour la catégorie d'impact des changements climatiques et il a pour unité le kg CO₂ équivalent (Bulle *et al.*, 2019). Au niveau dommage, on analyse les conséquences du forçage radiatif sur la santé humaine (épisodes climatiques extrêmes, augmentation de la malaria, diarrhées dues au manque d'accès à de l'eau potable, etc.) ou sur la qualité des écosystèmes (Bulle *et al.*, 2019). L'unité commune permettant de quantifier un impact sur l'AoP est la même pour toutes les catégories d'impact, le DALY par exemple si on regarde la santé humaine.

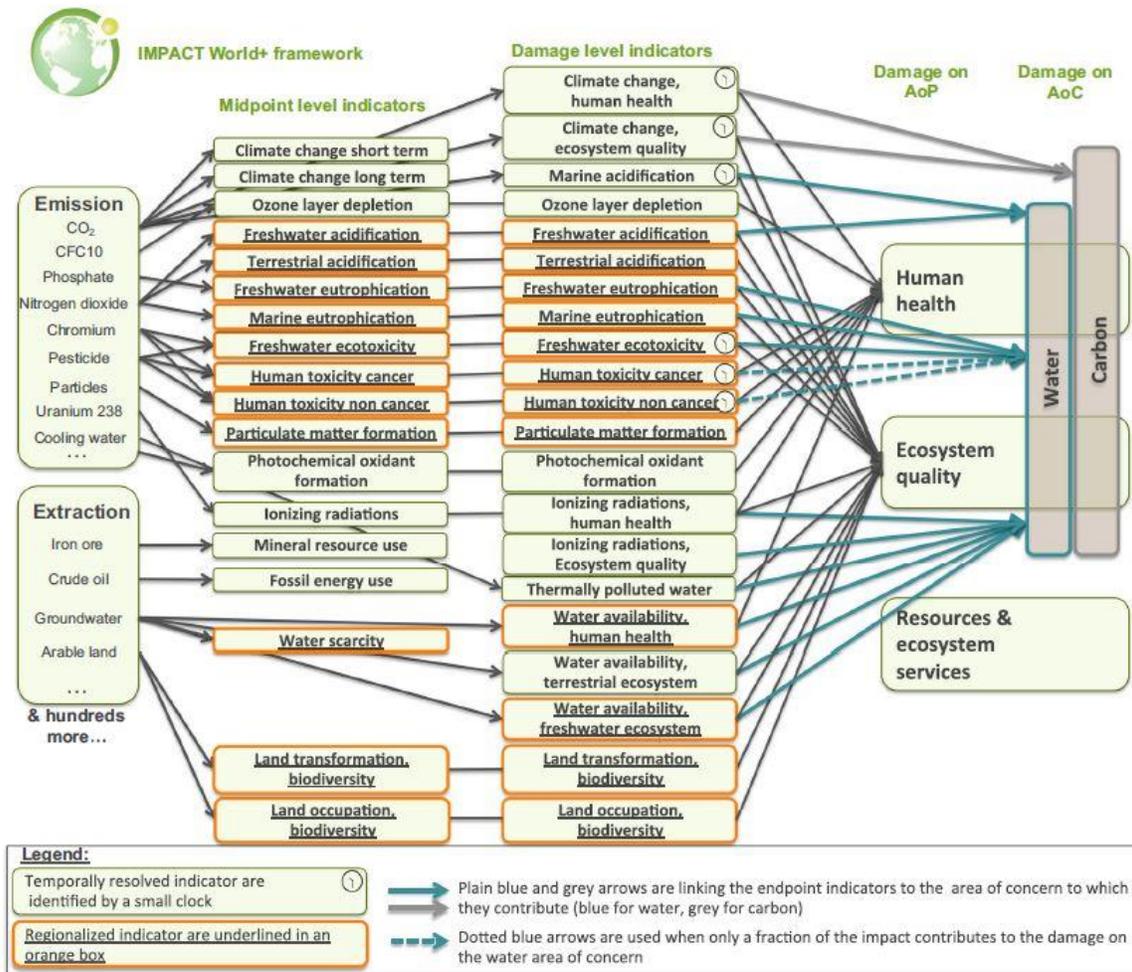


Figure 1.3: Cadre méthodologique de la méthode IMPACT World + (Source: Bulle et al. 2019)

1.2.1.4 Aires de protection (AoP)

Les aires de protection (AoP) représentent ce que l'on souhaite protéger, des choses qui sont importantes et dont on veut faire ressortir les impacts que le système étudié pourrait avoir à leur rencontre (Hauschild et Huijbregts, 2015). Selon le cadre méthodologique de l'ÉICV établi par l'initiative sur le cycle de vie de l'UNEP, les différentes AoP représentent des concepts qui ont une valeur intrinsèque ou instrumentale. Premièrement, certaines AoP ont une valeur intrinsèque et sont importantes en tant que telles. C'est le cas de la santé humaine et de la qualité des écosystèmes. Deuxièmement, d'autres AoP ont une valeur instrumentale, telle que les ressources ou les services écosystémiques, que l'on veut protéger pour les services rendus aux humains (Verones *et al.*, 2017). Les AoP prises en compte et leur définition peuvent différer d'une méthode ÉICV à l'autre. Voici la définition de chacune des AoP utilisées dans IW+ (Bulle *et al.*, 2019):

- La santé humaine correspond à la valeur intrinsèque de la vie humaine et les dommages sur celle-ci sont quantifiés en DALY (*Disability-adjusted life years*). Les DALY sont des années de vie en bonne santé potentiellement perdues suite aux conséquences des impacts environnementaux pris en compte par la méthode.
- La qualité des écosystèmes correspond à la richesse des écosystèmes (représentant la valeur intrinsèque des écosystèmes). Les dommages sur la qualité des écosystèmes sont quantifiés en PDF.m².an (PDF pour *Potentially disappeared fraction of species*). Les PDF.m².an représentent la fraction de l'écosystème disparue temporairement sous l'effet des impacts environnementaux considérés intégrée dans l'espace et dans le temps.
- Les services rendus par les ressources et les écosystèmes correspondent à la valeur instrumentale des ressources et des écosystèmes. Cette AoP n'est opérationnelle que dans la version intérimaire de la méthode où la perte de ces services est exprimée en valeur monétaire (coûts d'adaptation à la perte de service).

1.2.1.5 Facteur de caractérisation (FC)

Les facteurs de caractérisation utilisés lors de la phase d'ÉICV expriment la variation des impacts due à l'émission en lien avec l'intervention humaine mesurée en suivant la chaîne de cause à effet (Cao *et al.*, 2015 ; Dorber *et al.*, 2020 ; Othoniel *et al.*, 2019).

Le FC est composé de plusieurs variables et il est modélisé selon un cadre méthodologique souvent inspiré de celui fourni par Udo de Haes en 2002 (Hauschild et Huijbregts, 2015). Ce cadre méthodologique a évolué avec quelques variantes et il a été adopté dans IW+ avec l'équation #2 :

Équation 2: Facteur de caractérisation (selon le cadre méthodologique générique proposé par (Bulle *et al.*, 2019)

$$FC = FF \times XF \times ERF \times SF$$

Où :

- FC = facteur de caractérisation;
- FF = facteur de devenir (fate factor) : concept de devenir environnemental d'un flux élémentaire et période pendant lequel l'effet subsiste;
- XF = facteur d'exposition : variation de l'exposition au flux élémentaire;
- ERF = facteur de réponse à l'exposition;
- SF = facteur de sévérité;

Ce cadre est adapté en fonction de la catégorie d'impact et de ses besoins (Hauschild et Huijbregts, 2015). Il est possible d'observer parfois des FC avec des facteurs intermédiaires qui sont "combinés" : par exemple la catégorie d'impacts "transformation des terres" dans IMPACT World+ est basée sur le modèle de (de Baan *et al.*, 2013a) qui utilise des données empiriques qui mesurent la disparition d'espèces en fonction du type de transformation qui a eu lieu. Ces données empiriques sont la résultante du devenir (l'impact a lieu sur place - FF), de l'exposition (aux différents stress dus au changement d'utilisation des terres - XF), de l'effet dû à cette exposition sur les écosystèmes (ERF) et de la sévérité de cet effet en termes de disparition d'espèces (SF) sans qu'il soit possible de départager la contribution de chacun de ces facteurs par rapport aux dommages résultants sur les écosystèmes (Bulle *et al.*, 2019).

Le FC représente un changement d'état en lien avec une activité humaine. Il inclut une comparaison entre l'état affecté par le flux élémentaire caractérisé et un état de référence (Verones *et al.*, 2017). Cet état de référence peut varier : il peut être basé sur des valeurs historiques, sur un état futur hypothétique après récupération, sur une situation "pristine" (ie avant tout impact humain) ou sur la situation actuelle avant le début de l'activité analysée (Verones *et al.*, 2017). Puisque le choix d'état de référence peut influencer grandement le FC, il est important d'être transparent dans le choix de l'état de référence choisi.

Le cadre méthodologique d'IW+ est d'utiliser l'état actuel comme état de référence (Bulle *et al.*, 2019). Le score d'impact tient donc seulement compte de la variation entre l'état actuel et l'état en lien avec l'activité analysée. C'est ce que l'on appelle l'approche marginale (qui considère les conséquences "à la marge" d'une nouvelle activité ou émission qui s'ajoute à un état actuel déjà perturbé par l'ensemble des autres activités ambiantes).

1.2.2 Prise en compte de la qualité des écosystèmes

L'AoP de la qualité des écosystèmes représente la valeur intrinsèque de tout ce qui vit. C'est une AoP importante puisqu'elle met de l'avant la valeur d'existence des animaux et végétaux. À ce jour, les dommages sur la qualité des écosystèmes sont calculés à partir de la perte de richesse spécifique d'un milieu, la fraction d'espèces présentes disparues. Cet indicateur tente de représenter la perte de biodiversité du milieu, mais la biodiversité est difficile à évaluer. Elle comporte plusieurs facettes : diversité écologique, spécifique (espèces) et génétique (Primack *et al.*, 2008). De plus, le laps de temps et l'espace qui délimite la région étudiée l'influencent grandement (de Baan *et al.*, 2013a). Pour représenter l'AoP de la qualité des écosystèmes, il y a différentes unités qui sont utilisées et elles expriment de différentes manières les impacts sur la richesse.

Indicateurs d'impact et de dommage sur la qualité des écosystèmes

Le PDF, "potentially disappeared fraction of species" ou en français la fraction d'espèces potentiellement disparues, correspond à une mesure de la variation de la richesse spécifique des espèces dans un endroit donné. Différentes unités, telles que le PDF.m².an ou le PDF, peuvent être utilisées selon la méthode d'ACV. Le PDF.m².an, utilisé par les méthodes IMPACT 2002+ et IMPACT World+, représente le nombre d'espèces temporairement disparues intégré dans l'espace (sur toute la surface affectée) et dans le temps (pendant toute la durée de l'effet) (Bulle *et al.*, 2019 ; Callesen, 2016). Le PDF qui, lui, représente le nombre d'espèces éteintes de façon permanente dans l'approche proposée par Chaudhary *et al.* (2015) pour la méthode LC IMPACT (Bulle *et al.*, 2019 ; Chaudhary *et al.*, 2015).

Dans plusieurs modèles (notamment la version du modèle USEtox mise en œuvre dans IMPACT World+), le PDF.m².an est déterminé en multipliant par un facteur de sévérité un midpoint exprimé en PAF.m².an, le PAF étant la fraction d'espèces potentiellement affectées par l'impact environnemental, sans nécessairement en disparaître. Le PAF.m².an est généralement considéré comme une unité de score d'impact au niveau problème seulement (auquel il faut ajouter un facteur de sévérité pour se rendre au

niveau dommage). Ça reste néanmoins quelque chose qui mérite d’être questionné : en adoptant cette approche de ne considérer qu’il y a un dommage sur la qualité des écosystèmes que lorsqu’il y a une disparition d’espèce, on est en train de considérer, de manière implicite, que toute activité qui ne fait pas disparaître d’espèces (de manière temporaire ou permanente) n’affecte pas la qualité des écosystèmes. Or il y a bien d’autres effets néfastes sur les écosystèmes, hormis la disparition, qui sont tout simplement occultés en adoptant cette unité au niveau dommage.

En réalité, les approches et les unités devraient être considérées de manière complémentaire comme représentant différents niveaux d’atteinte et de dommages sur la qualité des écosystèmes :

- Le PDF permet de tenir compte des conséquences les plus graves en matière de biodiversité : le risque d’extinction permanente d’une fraction de l’écosystème
- Le PDF.m².an quant à lui permet de mettre en lumière la disparition temporaire d’espèces, intégrée dans l’espace et dans le temps, qui est moins “grave” que l’extinction permanente, mais représente néanmoins un impact sur la qualité des écosystèmes
- Le PAF.m².an finalement permet de tenir compte de manière exhaustive de l’ensemble des conséquences mineures sur la qualité des écosystèmes, qui ne mènent pas toutes à la disparition, même temporaire, d’espèces, mais représentent néanmoins un dommage sur cette aire de protection.

La prise en compte conjointe de ces trois métriques (Tableau 1.1) complémentaires permettrait en réalité une évaluation plus exhaustive des dommages sur l’AoP qualité des écosystèmes.

Tableau 1.1 Différentes unités pour quantifier les impacts et les dommages sur la qualité des écosystèmes

| Unités | Ce qu’elle représente | Modèle en lien avec l’utilisation des terres |
|------------------------|--|---|
| PDF | Extinction de l’espèce | (Chaudhary <i>et al.</i> , 2015) |
| PDF.m ² .an | Calcule la disparition temporaire d’espèces intégrée dans l’espace et dans le temps. | (de Baan <i>et al.</i> , 2013a) |
| PAF.m ² .an | Fraction d’espèces potentiellement affectée de façon temporaire intégrée dans l’espace et dans le temps. | Aucun modèle en lien avec l’utilisation des terres, mais c’est l’unité utilisée au niveau |

| | | |
|--|--|--|
| | | problème par USEtox (Rosenbaum <i>et al.</i> , 2008). |
|--|--|--|

1.2.3 Absence de la catégorie d'impact de l'utilisation des mers et des côtes (UMC)

À ce jour, aucune catégorie d'impact ne rend compte de l'utilisation des mers et des côtes en ACV. On peut retrouver quelques travaux exploratoires et méthodologies pour traiter l'utilisation des fonds marins comme une variante de l'utilisation des terres (Milà i Canals *et al.*, 2007a) (qui elle est bien présente en ACV), notamment les travaux de (Langlois *et al.*, 2015 ; Woods et Verones, 2019).

Ce travail a pour but de développer une méthodologie pour commencer à prendre en considération l'utilisation des mers et des côtes et ses impacts sur la qualité de l'écosystème.

1.2.4 Catégorie d'impact de l'utilisation des terres

L'utilisation des terres est une catégorie d'impact en ACV qui représente les conséquences de l'utilisation que les humains font d'une surface terrestre pour leurs activités. Puisque la surface est occupée, elle est moins disponible pour les services écosystémiques, la biodiversité, etc. (de Baan *et al.*, 2013a). Lorsqu'on pense aux activités humaines, on peut songer par exemple à l'agriculture, l'urbanisation ou la foresterie. L'activité peut soit transformer l'espace, comme faire une coupe à blanc dans une forêt, soit occuper l'espace pour une période de temps, comme de l'agriculture, ou bien elle peut faire les deux (Milà i Canals *et al.*, 2007b).

Cadre méthodologique

Le cadre méthodologique de base pour l'évaluation de l'impact de l'utilisation des terres en ACV a été développé par l'Initiative du cycle de vie de l'UNEP-SETAC (Brandão et i Canals, 2013 ; Milà i Canals *et al.*, 2007b ; Saad *et al.*, 2011) et par la suite (de Baan *et al.*, 2013a) a travaillé à appliquer ce cadre méthodologique pour développer un indicateur d'impact de l'utilisation des terres sur l'AoP qualité des écosystèmes. Le cadre méthodologique permet de tenir compte de trois types d'impacts : l'occupation, la transformation et les impacts permanents.

Impact dû à l'occupation : l'occupation du sol prévient le retour de la terre à son état de référence et la maintient donc dans un état artificiel durant la période d'occupation (Milà i Canals *et al.*, 2007a ; Saad *et al.*, 2011). L'impact représente l'impact réversible dû à l'occupation d'une surface par un type d'activité

pour un certain temps. L'impact est donc mesuré en multipliant la surface impactée par le temps d'occupation et par la variation du niveau de propriété biophysique du sol (de Baan *et al.*, 2013b ; Milà i Canals *et al.*, 2007b), impact rectangulaire bleu sur la Figure 1.4. L'occupation des terres tient donc compte de la surface de sol utilisée pour l'activité. Pour calculer le score d'impact pour la catégorie "occupation des terres", nous avons besoin de regarder la surface occupée et le temps d'occupation. Ces informations proviennent de l'inventaire du cycle de vie et sont aussi appelées: flux élémentaire, pour l'occupation des terres il est exprimé en $m^2.an$ occupés par un usage donné (Milà i Canals *et al.*, 2007b). Nous avons aussi besoin de connaître la variation de certains paramètres biophysiques qui sont affectés par l'occupation (par exemple la perte de richesse de l'écosystème, ou la perte de capacité de recharge des nappes, selon le type de dommages que l'on cherche à analyser). Celle-ci sera incluse dans le facteur de caractérisation (Milà i Canals *et al.*, 2007b). De plus, le sol est considéré comme une ressource non renouvelable puisque sa régénération est très longue (Saad *et al.*, 2011).

Une classification du type d'activité et des différents types d'usages des terres a été développée par (Koellner *et al.*, 2013a). Pour déterminer les facteurs de caractérisation pour chaque type d'usage et d'activité, le cadre méthodologique de (Milà i Canals *et al.*, 2007b) a été utilisé en déterminant pour chacun des couverts/activités la perte de qualité par rapport à une terre non utilisée. Le facteur de caractérisation correspond donc à un delta par rapport à un état de référence (par exemple une fraction d'espèce potentiellement disparue en PDF). Ces différents FC multipliés par le flux élémentaire de l'inventaire (exprimé par exemple en $m^2.an$ d'occupation pour un usage / couvert donné dans le cas de l'occupation des terres) permettent de calculer des scores d'impacts (par exemple en $PDF.m^2.an$).

Impact dû à la transformation : la transformation des terres fait varier les propriétés du sol en modifiant le type de couvert (Milà i Canals *et al.*, 2007b ; Saad *et al.*, 2011). Une fois la transformation terminée, la terre pourra retourner à son état de référence selon un temps de restauration dépendant de l'intensité de l'activité (Milà i Canals *et al.*, 2007b). L'impact de transformation est représenté par la forme triangulaire orangée sur la Figure 1.4.

Ces scores peuvent être positifs ou négatifs, comme le démontrent les deux exemples suivants.

Exemple 1 : Si l'on décide de faire des coupes intensives sur une forêt naturelle non utilisée par les humains, il y a un impact négatif sur le couvert du sol et ses propriétés biophysiques.

Exemple 2 : Si l'on décide de déminéraliser un stationnement, donc une zone urbanisée de façon continue, après plusieurs années pour en faire une zone agricole, les impacts sur les propriétés biophysiques des terres pourraient être bénéfiques.

Impact permanent : représente les changements qui sont irréversibles puisque l'écosystème en place ne peut récupérer même lors de l'arrêt de son utilisation, par exemple extinction permanent d'une espèce (de Baan *et al.*, 2013b). Cet impact est ce qui est modélisé dans le modèle de (Chaudhary *et al.*, 2015).

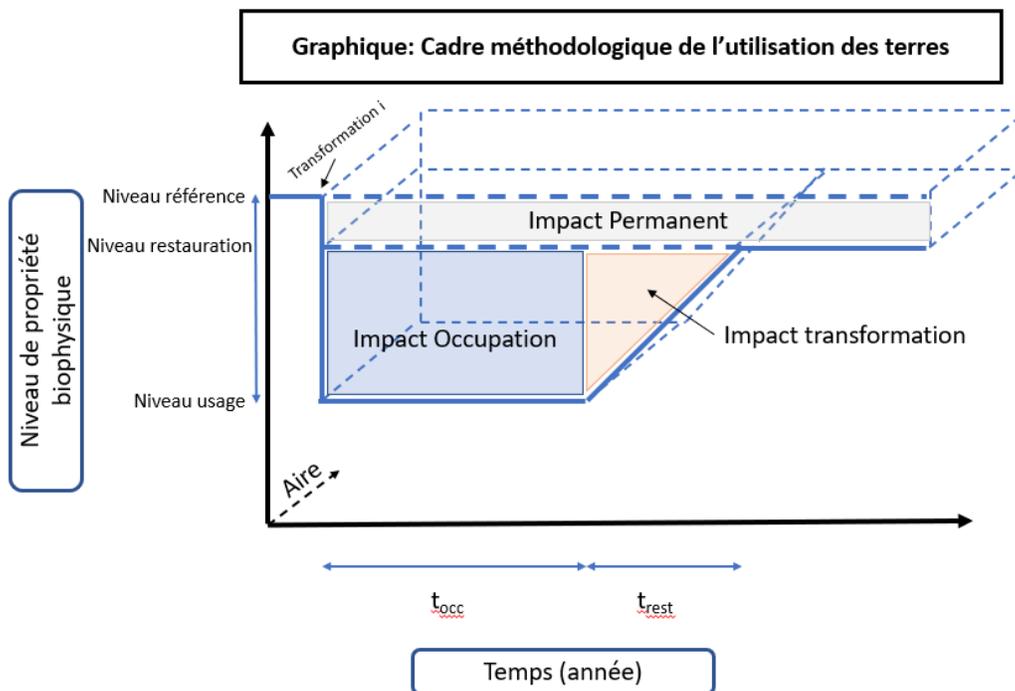


Figure 1.4: Cadre méthodologique de l'utilisation des terres, basé sur (Milà i Canals *et al.*, 2007a et b ; Saad *et al.*, 2011)

La méthodologie utilisée pour IW+ est basée sur le cadre méthodologique de (Milà i Canals *et al.*, 2007a) et prend en considération les impacts de la transformation et de l'occupation des terres. L'approche de (Chaudhary *et al.*, 2015) consistant à prendre en considération l'extinction des espèces dans une région donnée (PDF) est recommandée par l'Initiative du cycle de vie de l'UNEP-SETAC (UNEP, SETAC, Life Cycle Initiative, 2019). Cependant, la méthode IW+ utilise plutôt le modèle développé par (de Baan *et al.*, 2013a) pour la catégorie d'impact utilisation des terres, en raison de sa cohérence avec les autres catégories d'impact d'IW+ qui sont exprimés en $PDF.m^2.an$ (Bulle *et al.*, 2019).

Le cadre développé par (de Baan *et al.*, 2013a) propose une approche avec des données empiriques au niveau de la biodiversité. La méthode utilise la richesse d'espèces (S_{rel}) avant la transformation comme état de référence et celle après la transformation et l'occupation pour calculer l'impact (Éq. #3) de l'utilisation des terres (LU) pour l'activité i et la région j .

Équation 3: Facteur de caractérisation de l'impact d'occupation de l'utilisation des terres (Baan *et al.*, 2013a)

$$FC_{Occ,LU,i,j} = S_{rel,ref,j} - S_{rel,LU,i,j} = 1 - S_{rel,LU,i,j}$$

L'impact d'occupation est calculé en multipliant le flux élémentaire (exprimé en surface occupée pendant une certaine durée) par le facteur de caractérisation (exprimé en perte de richesse) (Éq. #4).

Équation 4: Impact d'occupation selon la méthodologie de (Baan *et al.*, 2013a)

$$I_{Occ} = (A_{Occ} \times t_{Occ}) \times FC_{Occ}$$

Où :

I_{Occ} = Impact d'occupation

A_{Occ} = Aire occupée, exprimée en hectare ou mètre

t_{Occ} = Temps d'occupation, exprimé en année

Remarque : dans les faits, le flux élémentaire pour l'occupation des terres que l'on retrouve dans l'inventaire du cycle de vie est exprimé en $m^2.an$ et il est la résultante d'une surface occupée et d'un temps d'occupation.

Pour ce qui est de l'impact de la transformation (Éq. #5), on reprend le FC d'occupation (Éq. #3) multiplié par le temps de restauration jusqu'à l'état de référence et multiplié par 0.5 (ce qui correspond à l'aire du triangle sur la, Figure 1.4) pour avoir le FC de transformation (Éq. #6). Les flux élémentaires correspondant à la transformation des terres sont des surfaces transformées d'un état à un autre état. Les facteurs de caractérisation sont donnés pour chaque état par rapport à un état de référence. Quand la transformation a lieu d'un état A à un état B, il faut deux flux élémentaires pour être en mesure de le caractériser (flux élémentaires " m^2 transformed from A", " m^2 transformed to B"). Dans ce cas, le score d'impact est obtenu en multipliant chacun des deux flux élémentaires par le FC correspondant avec un signe négatif pour l'état d'origine (from) et un signe positif pour l'état d'arrivée (to).

Équation 5: Impact de transformation pour l'utilisation des terres selon (Baan *et al.*, 2013a)

$$I_{Trans\ from\ A\ to\ B} = (A_{Trans\ to\ B} \times FC_{Trans\ B}) - (A_{Trans\ from\ A} \times FC_{Trans\ A})$$

Où :

I_{Trans} = Impact de transformation

A_{Trans} = Aire transformée, exprimée en ha² ou m²

t_{reg} = Temps de régénération (restauration), exprimé en année

Équation 6: Facteur de caractérisation de l'impact de transformation de l'utilisation des terres (Baan *et al.*, 2013a)

$$FC_{Trans,LU,i,j} = 0.5 \times FC_{Occ,LU,i,j} \times t_{reg,LU,i,j}$$

1.3 Utilisation des mers et des côtes

1.3.1 Concept général

La catégorie d'impact de l'utilisation des mers et des côtes cherche à faire ressortir les impacts liés à l'utilisation de l'espace marin pour des activités humaines. Ces impacts sont souvent liés à la transformation d'un espace marin d'un état à un autre et à son occupation pour cette activité. Le Tableau 1.2 présente quelques exemples.

Tableau 1.2 : Exemple de variation d'état de l'espace marin ou côtier

| Types d'activités | Type d'impact | État initial | État après la transformation |
|--------------------------------------|----------------|--|------------------------------|
| Installation de culture de crevettes | Transformation | Mangrove vierge | Culture de crevettes |
| Installation de culture de crevettes | Occupation | Culture de crevette sur XX hectare pendant xx années | |
| Extraction de pétrole | Transformation | Surface marine vierge | Plate-forme flottante |
| Extraction de pétrole | Occupation | Plate-forme flottante sur xx hectare pendant xx années | |
| Production d'énergie éolienne | Transformation | Plate-forme flottante | Éolienne en mer |

1.3.2 Activités humaines

Le monde marin est immense. Notre compréhension de ce milieu est limitée, mais nous savons que nos agissements créent des impacts majeurs sur cet écosystème (Armoškaitė *et al.*, 2020 ; Halpern *et al.*, 2008). La moitié de la population mondiale habite à moins de 100km des côtes (Ottinger *et al.*, 2016) et les impacts sur les écosystèmes marins continuent de s'intensifier (O'Hara *et al.*, 2021). D'ailleurs, plus de 97.7% de l'océan est affecté par de multiples stressseurs (Halpern *et al.*, 2015).

Cette revue de littérature présente une analyse des différentes activités humaines présentes sur les mers et les côtes et les pressions que les écosystèmes marins subissent. La section suivante présentera les différentes activités, les stressseurs et les habitats les plus touchés. Le tableau complet des activités est présenté en annexe A.

Définition des termes

Dans ce travail, j'adopte les définitions utilisées par (O'Hara *et al.*, 2021) pour les termes activité, stressseur et impact. Une **activité** est provoquée par des humains (ex. : pêche) et a un impact sur l'écosystème. Un **stressseur** provoque une pression sur l'écosystème. Il peut provenir d'une activité humaine directement (ex. : pêche où l'on tue des poissons) ou de façon indirecte (le réchauffement des eaux dû à la production de gaz à effet de serre créé lors de l'utilisation de combustible fossile). Un **impact** est une détérioration de l'écosystème ou des services écosystémiques qu'il rend.

Les différentes activités et les stressseurs

Plusieurs activités humaines et stressseurs affectent les mers et les côtes. Ils sont regroupés en trois catégories : pressions provenant des changements climatiques, des continents ou des océans (Figure 1.5).

Il est important de comprendre que ces activités et stressseurs ne sont pas indépendants les uns des autres et que la majorité des écosystèmes subissent des impacts cumulatifs de plusieurs stressseurs (Boeuf, 2020 ; Halpern *et al.*, 2019 ; Langlois *et al.*, 2014 ; O'Hara *et al.*, 2021). Cependant, plusieurs pressions n'entrent pas dans la catégorie de l'UMC, telle que les pressions en lien avec les changements climatiques et les pollutions provenant des côtes.

Grandes catégories de pressions et activités qui impactent les habitats marins

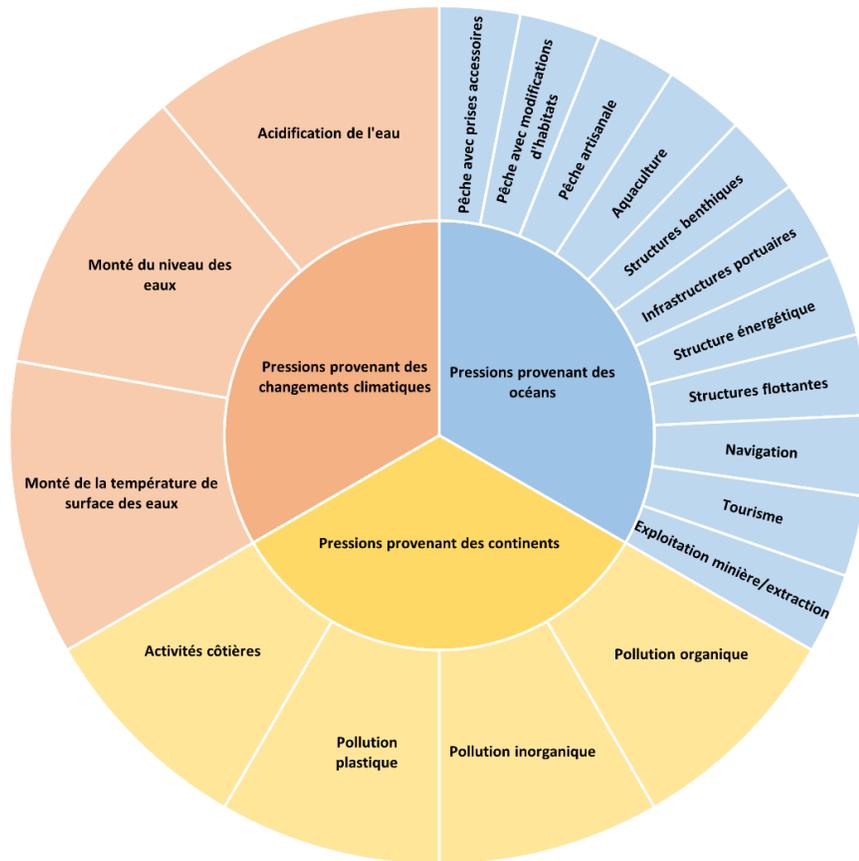


Figure 1.5: Grandes catégories de pressions et activités qui impactent les habitats marins.

1.3.2.1 Pressions provenant des océans :

Les pêcheries

Les pêcheries se séparent en deux catégories importantes. La pêche artisanale (à petite échelle et faible technologie) et la pêche commerciale. Les techniques de pêche commerciale sont multiples, mais on peut les séparer en grandes familles (Halpern *et al.*, 2019) selon différents critères. Premièrement, l'endroit où le poisson est prélevé: les pêches pélagiques (dans la colonne d'eau) ou démersales (de fond).

Deuxièmement, le fait d'avoir de faibles prises accessoires ou au contraire, élevées. Dernièrement, le fait de modifier ou non l'habitat, avec du dragage par exemple. La destruction des fonds marins sur le plateau continental par diverses techniques de dragage est estimée à 75% annuellement (Langlois *et al.*, 2014) et est un de stressseurs majeurs au niveau de la perte de la biodiversité (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005).

De plus, les pêcheries se concentrent habituellement sur des espèces marines précises et déstabilisent la biostructure de l'écosystème (O'Hara *et al.*, 2021). Ceci peut provoquer des baisses de biomasse pour certaines espèces, l'effondrement du réseau trophique et une perte de résilience de l'écosystème (O'Hara *et al.*, 2021).

L'aquaculture

Les installations d'aquaculture peuvent se retrouver sur terre, mais aussi dans des estuaires, sur les côtes et même dans les milieux marins (Ottinger *et al.*, 2016). D'ailleurs, la conversion d'espaces côtiers, des habitats fragiles avec des rôles écologiques importants, tels que les mangroves, est importante. 50% des mangroves seraient détruites et l'expansion de l'aquaculture en serait grandement responsable (Ottinger *et al.*, 2016).

Structures marines

Différentes structures peuvent prendre place dans les mers et sur les côtes : des structures flottantes ou avec un ancrage minimum et d'autres qui doivent se poser sur les fonds marins. On peut penser au port, au barrage, à des systèmes de mitigation pour contrer les inondations (ex. : digues), à toutes les structures qui permettent la communication, etc. (Halpern *et al.*, 2015). De plus, l'avancée des technologies apporte de nouvelles utilisations comme des installations énergétiques (ex. : éoliennes), des installations permettant de faire des développements miniers en profondeur, etc. (Halpern *et al.*, 2019 ; IPCC *et al.*, 2019).

Ces structures engendrent la destruction d'habitats qui déstabilise l'écosystème actuel, en créant de l'ombre, en détruisant les fonds marins (Langlois *et al.*, 2014). Cependant, la construction de ces structures amène aussi une création d'habitats et il est important de comprendre les impacts de ces nouveaux habitats, qui peuvent être positifs (Langlois *et al.*, 2014).

Navigation

La navigation pour le transport de marchandises et les bateaux de croisières ont augmenté en nombre de voyages et en taille. Le dragage pour permettre le passage de bateau de plus en plus gros est une problématique importante (Watson *et al.*, 2022). De plus, l'ouverture des eaux arctiques dans les dernières années rend accessibles de nouvelles régions jusqu'alors préservées (IPCC *et al.*, 2019). La navigation augmente la pollution locale et le risque d'introduire des espèces invasives par les eaux de ballastes (Boeuf, 2020 ; IPCC *et al.*, 2019 ; Langlois *et al.*, 2014). De plus, dans le cas des pétroliers, le risque de marée noire en cas d'accident n'est pas négligeable (Halpern *et al.*, 2019).

Autres activités et stressseurs

D'autres activités avec des impacts significatifs sont à souligner, telles que l'ingénierie des côtes, l'altération des habitats, l'exploitation minière en profondeur et le tourisme (Halpern *et al.*, 2008, 2019 ; O'Hara *et al.*, 2021).

Des stressseurs en lien avec des activités marines en général engendrent aussi des pressions sur le milieu. On peut penser aux bruits, à la lumière, à la turbidité et à la sédimentation par exemple (Halpern *et al.*, 2019 ; Langlois *et al.*, 2014).

1.3.2.2 Pressions provenant des terres

Le monde terrestre n'est pas séparé du monde marin lorsqu'on pense au stress que ce dernier peut subir. Les zones côtières sont très impactées, en plus de subir les pressions des activités marines côtières, elles reçoivent les ruissèlements provenant des terres. Ces ruissèlements peuvent contenir des nutriments, de la pollution organique et inorganique (Halpern *et al.*, 2008, 2019 ; Hoel *et al.*, 2022, p. 2). De plus, la pollution, les bruits et la lumière créés par la population qui habite ces régions ne sont pas à négliger.

La pollution par le plastique dans les milieux marins est préoccupante (Halpern *et al.*, 2019). Ces plastiques sont habituellement consommés sur un territoire terrestre avant de se retrouver dans l'océan.

1.3.2.3 Pression provenant des changements climatiques

Pour la catégorie changement climatique, on ne parle pas d'activité anthropique sur les milieux marins directement, mais plutôt des effets généraux de ces activités. Ces effets viennent stresser l'environnement marin de façon générale.

Température des eaux de surface

Les émissions mondiales de gaz à effet de serre provoquent le réchauffement de l'océan (IPCC *et al.*, 2019). Le changement de la température de la surface des eaux vient modifier les écosystèmes marins, la structure des communautés et fait varier la biomasse globale des animaux marins (IPCC *et al.*, 2019).

Montée du niveau des eaux

Le réchauffement des eaux et la fonte des glaces provoquent la montée des eaux (IPCC *et al.*, 2019). Ceci contribue à l'érosion des côtes et à la turbidité des eaux en provoquant des inondations plus fréquentes et des vagues avec des hauteurs extrêmes (IPCC *et al.*, 2019). La montée des eaux vient aussi modifier les habitats côtiers et les écosystèmes présents.

Acidification

Le réchauffement des océans et la variation d'oxygène et de carbone dans l'eau provoquent l'acidification des eaux, son pH aurait diminué de 0.017 – 0.027 unité de pH (IPCC *et al.*, 2019). Ceci affecte la formation des coraux (IPCC *et al.*, 2019) et les récifs coralliens sont des habitats riches en biodiversité.

1.3.2.4 Les habitats et les pressions

Selon plusieurs analyses, il ne resterait plus aucune zone sur la planète qui ne serait pas affectée par les humains, même les endroits où ils ne sont pas présents (Boeuf, 2020 ; Halpern *et al.*, 2008, 2015). Sur une période de 11 ans (2003-2013), les impacts cumulatifs ont augmenté sur 59% des océans (Halpern *et al.*, 2019). L'effet des impacts cumulatifs est difficile à prévoir pour le moment puisque lorsqu'il y a plusieurs stressseurs en même temps et au même endroit, les habitats et les différentes espèces peuvent réagir de façon différente aux stressseurs (O'Hara *et al.*, 2021).

Plusieurs habitats sont touchés par ces pressions cumulatives, mais les habitats côtiers ont les plus hauts taux d'impacts cumulatifs et les plus grandes intensifications de ces impacts, puisqu'ils sont touchés par les pressions provenant des océans et des terres (Halpern *et al.*, 2008, 2019). D'ailleurs, 99% des coraux

et 89% des mangroves ressentent ces impacts (O'Hara *et al.*, 2021). Ces habitats sont particulièrement importants. Ils hébergent une grande variété de biodiversité, ils sont des endroits de prédilection pour la reproduction et ils sont de plus en plus rares (O'Hara *et al.*, 2021 ; Ottinger *et al.*, 2016). Ces caractéristiques en font des habitats critiques.

De façon générale, de 2003 à 2013, les pressions provenant des changements climatiques sont les plus fortes, tous habitats confondus (Halpern *et al.*, 2019). Les pressions liées à la navigation ont augmenté pour 92% des pays et celles provenant des pressions liées à la terre ont augmenté pour 56% des pays en lien avec le ruissèlement de nutriments et pour 65% des pays pour la pollution organique (Halpern *et al.*, 2019). Les pressions en lien avec les pêcheries commerciales ont globalement diminué pour 53% des pays, et ce surtout pour les activités de pêches les plus dommageables (Halpern *et al.*, 2019). Plusieurs activités ou stressors ne sont pas pris en compte lors de ces analyses par manque de données : elles sont nommées, mais non quantifiées.

Dans le cadre de ce projet, étant donné que l'un des cas d'étude du projet C2C est l'étang de Thau, je vais étudier davantage les conséquences de l'aquaculture, et plus précisément de la conchyliculture, en termes d'utilisation des mers et des côtes. La prochaine section de cette revue de littérature va donc y être consacrée.

1.4 L'aquaculture et la conchyliculture

1.4.1 L'aquaculture

Selon la définition de la FAO, l'aquaculture est la culture d'organismes aquatiques. Ces organismes sont variés et peuvent être des poissons, des crustacés, des mollusques et des algues (Ottinger *et al.*, 2016). En 2019, l'aquaculture mondiale (Tableau 1.3) était dominée par la culture des poissons avec 47% de la production, les plantes représentaient 29% et les mollusques et crustacés 24% (FAO *Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2019/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2019*, 2021). De plus, 62% des poissons, mollusques et crustacés sont cultivés dans les eaux continentales contre 38% en zones marines (FAO *Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2019/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2019*, 2021).

Tableau 1.3: Production mondiale de l'aquaculture pour 2019, données de la FAO

| Aquaculture mondiale 2019: | | | |
|--|-------------|----------------|--------------------|
| Poissons d'eau douce | 84% | 47.2 | M de tonnes |
| Poissons-diadrome (eau douce et salée) | 10% | 5.9 | M de tonnes |
| Poissons marins (eau salée) | 6% | 3.2 | M de tonnes |
| Sous-total poisson | 47% | 56.3 | M de tonnes |
| Mollusques | 15% | 17.6 | M de tonnes |
| Crustacé | 9% | 10.5 | M de tonnes |
| Divers | 1% | 0.977 | M de tonnes |
| Plantes aquatiques | 29% | 34.7 | M de tonnes |
| Total aquaculture | 100% | 120.077 | M de tonnes |

Techniques d'aquaculture

L'aquaculture se divise en trois types selon l'habitat initial de l'organisme que l'on veut cultiver : l'élevage en eau douce, en eau saumâtre et en eau salée ou eau de mer (aussi connue sous le nom de mariculture) (Ottinger *et al.*, 2016). Les différents types se pratiquent dans les endroits appropriés selon la salinité de l'eau nécessaire (Figure 1.6).

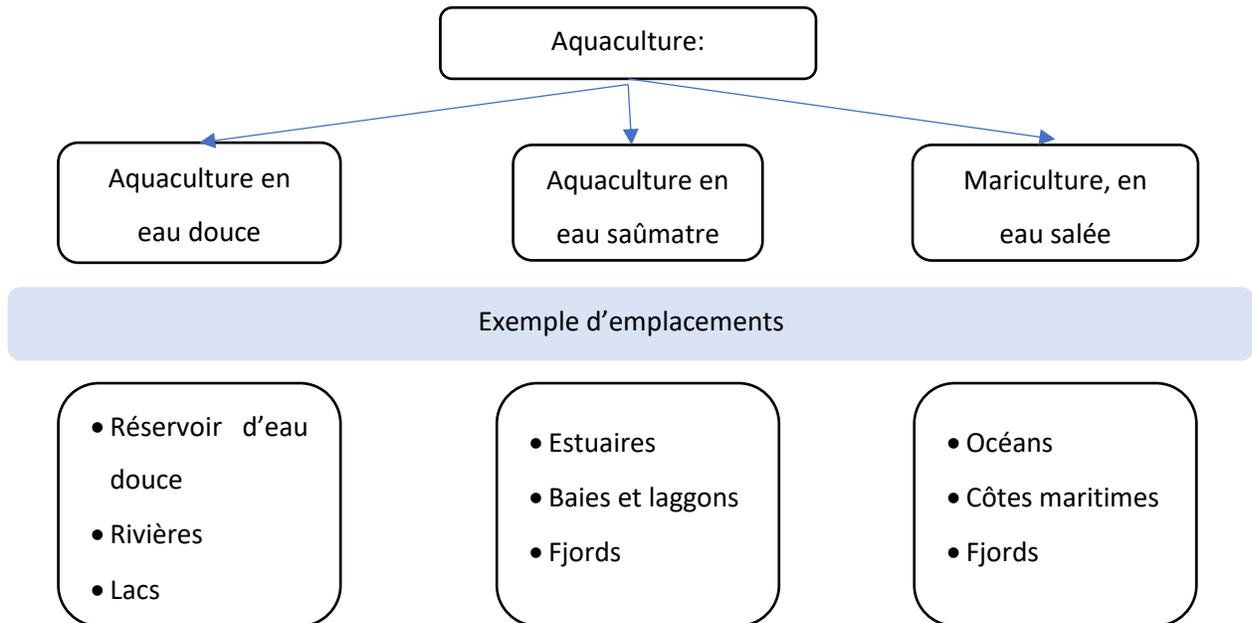


Figure 1.6: Schéma des types d'aquaculture, données provenant d'Ottinger et al., 2016)

L'aquaculture peut se pratiquer selon différentes méthodes qui varient en intensité (Figure 1.7). Un système situé dans un milieu naturel et/ou qui requiert une quantité restreinte d'apports externes, comme des huîtres sur des tables conchylicoles dans un lagon naturel, sera de niveau extensif. Au contraire, un élevage de saumon dans des bassins de types "raceways" avec un système de recyclage de l'eau sera intensif puisqu'il requiert beaucoup de nourriture pour alimenter une grande quantité de saumons, et il y a plusieurs matériaux et technologies nécessaires pour permettre l'exploitation de ce type de structure.

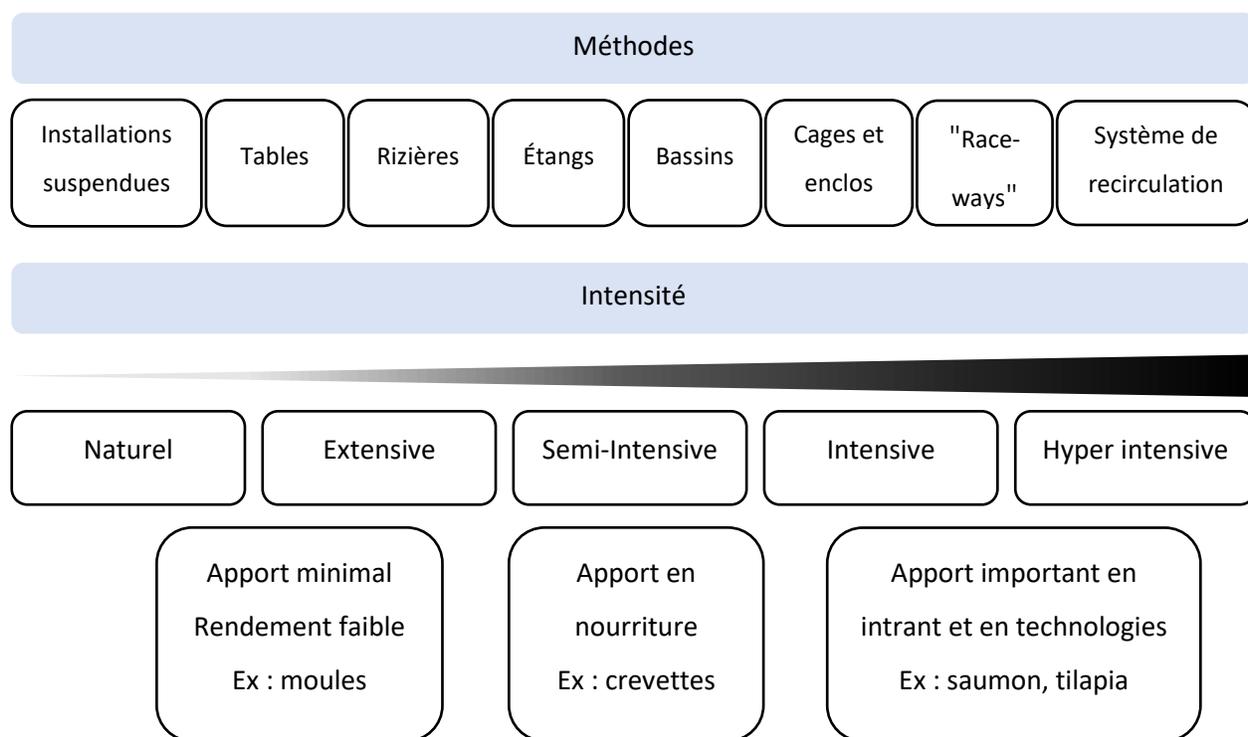


Figure 1.7: Les différentes méthodes d'aquaculture et leur intensité, données provenant d'Ottinger et al., 2016)

Stresseurs généraux de l'aquaculture

L'activité d'aquaculture exerce plusieurs pressions sur l'environnement, qui varient en intensité selon les méthodes. Le Tableau 1.4 présente une liste non exhaustive des stresseurs généraux causés par l'aquaculture, sans égard à la méthode ou à l'intensité de l'activité.

Tableau 1.4: Stresseurs généraux de l'aquaculture

| Stresseurs | Explication/exemple | Références |
|-----------------------------------|--|--|
| Utilisation des terres | Destruction de différents habitats pour la construction de bassins, d'étangs artificiels, etc. | (Gephart <i>et al.</i> , 2021 ; Ottinger <i>et al.</i> , 2016) |
| Utilisation/modification des mers | Modification de l'habitat marin pour installer des systèmes marins : cages, tables | (Ottinger <i>et al.</i> , 2016) |
| Destruction des fonds marins | Construction d'infrastructure | (Gephart <i>et al.</i> , 2021) |
| Utilisation d'eau douce | Utilisation de l'eau douce pour l'irrigation de la nourriture des poissons et évaporation de l'eau des bassins. Pressions sur les zones déjà arides. | (Gephart <i>et al.</i> , 2021 ; Ottinger <i>et al.</i> , 2016) |
| Pollution de l'eau | Rejet d'eau contenant de grandes quantités de nutriments, de solides, de matières organiques, des bactéries, virus, composés toxiques, des antibiotiques, etc. | (Ottinger <i>et al.</i> , 2016) |
| Émission d'azote et phosphore | Libération de grandes quantités d'azote et de phosphore dans les déjections des poissons, éventuelle anoxie du milieu. | (Gephart <i>et al.</i> , 2021 ; Ottinger <i>et al.</i> , 2016) |
| Dispersion de maladies | Risque que des animaux malades contaminent des animaux sauvages et déclenchent des pandémies | (Gephart <i>et al.</i> , 2021) |
| Résistance aux antibiotiques | Utilisation récurrente d'antibiotiques pour éviter la propagation de maladies dans des populations très concentrées | (Gephart <i>et al.</i> , 2021 ; Ottinger <i>et al.</i> , 2016) |
| Émissions toxiques | Utilisation de pesticides | (Gephart <i>et al.</i> , 2021 ; Ottinger <i>et al.</i> , 2016) |
| Pollution génétique | Risque que des animaux OGM s'évadent dans l'écosystème et s'accouplent avec des animaux sauvages | (Gephart <i>et al.</i> , 2021) |
| Introduction d'espèces invasives | Risque que des animaux non endémiques s'évadent dans l'écosystème | (Gephart <i>et al.</i> , 2021 ; Ottinger <i>et al.</i> , 2016) |
| Émission de gaz à effet de serre | Lors de l'utilisation des bateaux ou pour se procurer la nourriture des poissons. | (Gephart <i>et al.</i> , 2021) |
| Consommation d'énergie | Énergie nécessaire pour faire rouler les systèmes intensifs, hyperintensifs | (Gephart <i>et al.</i> , 2021) |

1.4.2 La conchyliculture

La conchyliculture consiste en l'élevage de coquillages, par exemple les huitres et les moules. Dans le lagon de Thau, en Occitanie en France, la méthode d'élevage est faite à l'aide de tables conchylicoles (Figure 1.8).



Figure 1.8: Tables conchylicoles sur l'étang de Thau, France (c) Y.Gueguen, Ifremer, 2022.

1.4.3 L'étang de Thau, France

L'étang de Thau est situé en France, sur la côte de la mer Méditerranée (Figure 1.9), il est le plus grand de la région du Languedoc avec 19 km de longueur et 5 km de large (*L'étang de Thau*, s. d.) pour une surface totale de 6900 hectares (Cordonnier, 2022). La profondeur moyenne de l'étang est de 4.5 m et sa

profondeur maximum est de 30 m (*L'étang de Thau*, s. d.). L'eau de l'étang varie entre 0°C et 24°C et c'est une eau saumâtre, car il est lié à la mer par deux canaux



Figure 1.9: Emplacement étang de Thau, France (c) Données cartographiques @ 2023 Google

(Cordonnier, 2022); de plus, sa salinité évolue au courant de l'année (*L'étang de Thau*, s. d.). L'étang de Thau est administré par huit communes qui partagent son rivage.

La conchyliculture est très présente sur l'étang de Thau, sur une superficie de 1368 hectares, soit environ 20% de la surface totale, tel que permis par la réglementation en vigueur (Figure 1.10). Les deux principales espèces cultivées sur l'étang sont l'huître *Magallana gigas* et la moule *Mytilus galloprovincialis*. Sur l'étang, la conchyliculture se pratique avec des tables conchylicoles (2816 tables) (Cordonnier, 2022). Ces tables sont composées de poteaux et de madriers où des cordes sont accrochées et les coquillages y sont en suspension. Les tables mesurent 50 m de long et 10 m de large et sont sous-divisées en 20 carrés (Gangnery, 1999). Une table comporte 22 poteaux, ceux-ci sont d'anciens rails de chemin de fer de la SNCF. Ils mesurent 2.6 m de long et 25 cm de large et 15 cm de haut.

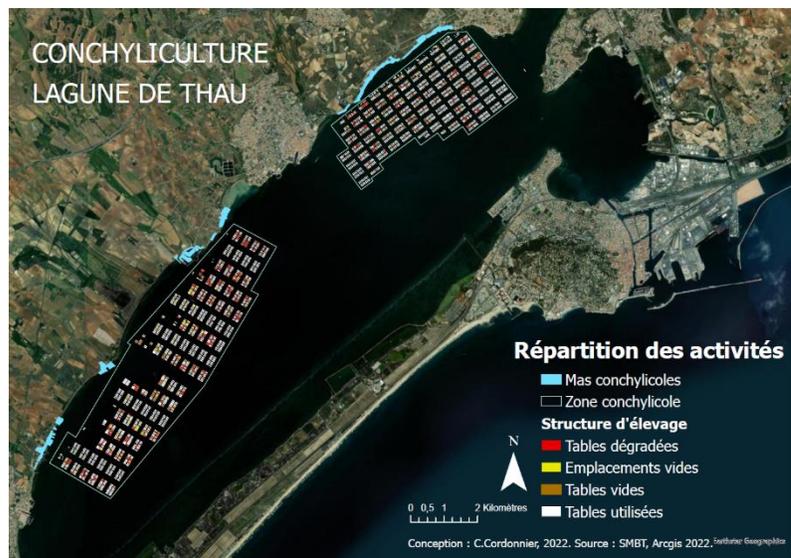


Figure 1.10: Surface de conchyliculture sur l'étang de Thau (2022), Copyright C. Cordonnier

CHAPITRE 2

DÉVELOPPEMENT DU CADRE MÉTHODOLOGIQUE DE L'UTILISATION DES MERS ET DES CÔTES EN ANALYSE DE CYCLE DE VIE

2.1 Le cadre méthodologique

Ce cadre méthodologique exploratoire pour la catégorie d'utilisation des mers et des côtes (UMC) s'intègre au modèle IMPACT World + et dans le but de garder une cohérence entre les catégories d'impact, le cadre méthodologique est basé sur le modèle de l'utilisation des terres développé par (Milà i Canals *et al.*, 2007a). À noter que ce cadre méthodologique peut aussi s'appliquer à n'importe quelle perte de service écosystémique (au lieu d'une perte de biodiversité) et pourrait donc servir pour l'AoP ressources et services écosystémiques qui est en développement.

Tout comme le cadre méthodologique de l'utilisation des terres de (Milà i Canals *et al.*, 2007a) le cadre méthodologique proposé pour l'UMC permet de caractériser deux catégories d'impacts : l'impact de l'occupation (carré bleu) et l'impact de la transformation (triangle orange). Ces impacts, que l'on peut observer dans la Figure 2.1, varient en fonction de la variation de la richesse d'espèce, du temps (d'occupation ou de restauration, respectivement) et de la surface.

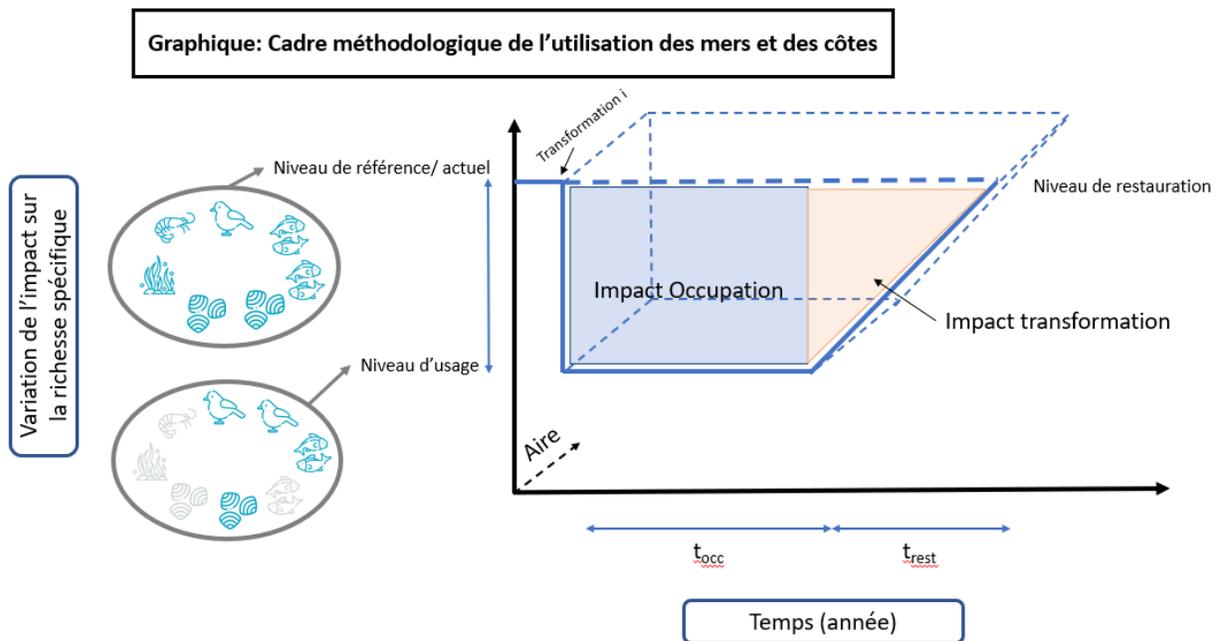


Figure 2.1: Cadre méthodologique de l'utilisation des mers et des côtes

Impact dû à la transformation : la transformation des mers et des côtes consiste à modifier un espace marin en faisant varier son état. Nous avons un état initial (ex. : un récif corallien) et nous arrivons à un état transformé (ex. : ajout de quai flottant pour permettre la plongée). Ceci fait varier la qualité des mers en modifiant ou en détruisant l'espace ponctuellement. Cet impact est réversible, puisque lorsque la transformation est terminée, les mers pourront revenir à leur état de référence en un temps de restauration qui varie en fonction de l'activité. Dans ce cadre méthodologique, l'état de référence équivaut à l'état auquel l'écosystème revient une fois qu'il a récupéré. Ce choix méthodologique est cohérent avec le cadre méthodologique d'IW+ (Bulle *et al.*, 2019). Pour calculer l'impact de transformation, nous avons besoin de l'aire transformée en m^2 (ou hectares). De plus, comme il s'agit ici d'évaluer une transformation, nous avons besoin de connaître deux flux : la surface transformée depuis un type de couverture (ou d'usage de l'espace) et la surface transformée vers un type de couverture (ou d'usage de l'espace). Par exemple, nous partons d'un étang à l'état naturel ($x m^2$ transformed from natural pound) et nous aurons une table conchylicole après la transformation ($x m^2$ transformed to shellfish farming table). Ce sont les flux élémentaires dont il faudra disposer dans l'inventaire pour être en mesure de calculer l'impact de la transformation. Ensuite, on doit multiplier chacun de ces flux élémentaires par le FC de transformation correspondant. Le FC de transformation correspond sur la Figure 2.1 à la surface du triangle orangé: il correspond à la différence de richesse spécifique entre un état de référence et le type de couverture (ou d'usage de l'espace) caractérisé, multiplié par le temps de restauration de l'écosystème et multiplié par 0,5 (pour obtenir l'aire du triangle). En multipliant ce FC_{trans} (l'aire du triangle orangé), exprimé en $PDF.an$, par l'aire transformée, en m^2 , on obtient le score d'impact de la transformation en $PDF.m^2.an$.

Remarque : sur la figure, la transformation a lieu entre un état de référence et un état transformé, mais dans la plupart des inventaires du cycle de vie, la transformation se fait entre un type d'usage (from) vers un autre type d'usage (to). Dans ce cas-là, on considère un impact positif en multipliant la surface transformée "from" par son FC et un impact négatif en multipliant la surface transformée "to" par son FC..

Impact dû à l'occupation : l'occupation d'un espace marin pour une activité ou une structure pendant un certain temps prévient ou retarde son retour à son état de référence. Pour calculer l'impact d'occupation, nous avons besoin des données d'inventaire suivantes : le type d'occupation, le temps d'occupation et la surface occupée. Ces informations sont rassemblées en un seul flux élémentaire exprimé en m^2 (ou hectares).an d'un type d'occupation. Dans ce cas, le facteur de caractérisation correspond à la différence de richesse spécifique entre le type d'usage ou de couverture pendant

l'occupation et l'état de référence (ça correspond à la hauteur du rectangle bleu sur la Figure 2.1). Ensuite, on doit multiplier le flux élémentaire en $m^2.an$ par le FC d'occupation en PDF pour obtenir le score d'impact en $PDF.m^2 .an$.

On peut observer en parallèle les deux catégories d'impacts, l'utilisation des terres et l'UMC dans la Figure 2.2 et les deux impacts, de transformation et d'occupation, qui sont présents pour les deux catégories. La transformation est représentée par la pelle mécanique pour démontrer le changement d'état et l'occupation par un icône d'une activité qui occupe l'espace (agriculture ou des structures d'aquaculture). Pour calculer les différents impacts, il est nécessaire d'obtenir des données d'inventaire listé plus haut. En observant la Figure 2.2, on peut remarquer que ces données sont très semblables pour les deux catégories d'impact.

| Impacts: | | <u>Transformation</u> | <u>Occupation</u> |
|-----------------------------|--|--|--|
| Utilisation des terres |  Données d'inventaire: |  <ul style="list-style-type: none"> • Type de couverture du sol « from » & « to » • Aire |  <ul style="list-style-type: none"> • Type de couverture du sol • Temps d'occupation • Aire |
| Utilisation et des côtes |  Données d'inventaire: |  <ul style="list-style-type: none"> • Type de couverture des mers « from » & « to » • Aire |  <ul style="list-style-type: none"> • Type de couverture des mers • Temps d'occupation • Aire |

Figure 2.2: Comparaison entre les modèles de l'utilisation des terres et l'utilisation des mers et des côtes, données d'inventaire

2.2 Les facteurs de caractérisation pour la qualité des écosystèmes

J'ai développé le cadre méthodologique de l'UMC sur la qualité des écosystèmes en me collant à la méthodologie de (de Baan *et al.*, 2013a). Elle utilise la richesse spécifique pour calculer un impact en $PDF.m^2.an$. C'est la méthodologie qui a été adoptée pour la catégorie d'impact de l'utilisation des terres dans IW+ (Bulle *et al.*, 2019). Le tout dans le but d'obtenir des scores d'impacts cohérents pour l'AoP de la santé des écosystèmes.

Le facteur de caractérisation développé pour l'impact d'occupation est basé sur la variation de la biodiversité des mers (Figure 2.3). Cependant pour l'impact de transformation, on doit combiner la variation de la biodiversité au temps de restauration pour obtenir le facteur de caractérisation. Dans ce cadre méthodologique, la biodiversité est représentée par la richesse spécifique. On peut observer une richesse d'espèces initiale et par la suite, il y a une variation du nombre d'espèces présentes en fonction des impacts de transformation et d'occupation. Cette variation peut être négative ou positive (par exemple, en créant de nouveaux habitats). Lorsque les activités cessent, les espèces temporairement absentes ou impactées retourneront dans le milieu après un temps de restauration. Pour modéliser cette variation d'espèces, je prends l'hypothèse que la qualité de l'écosystème n'a pas été affectée autrement que par l'activité étudiée.

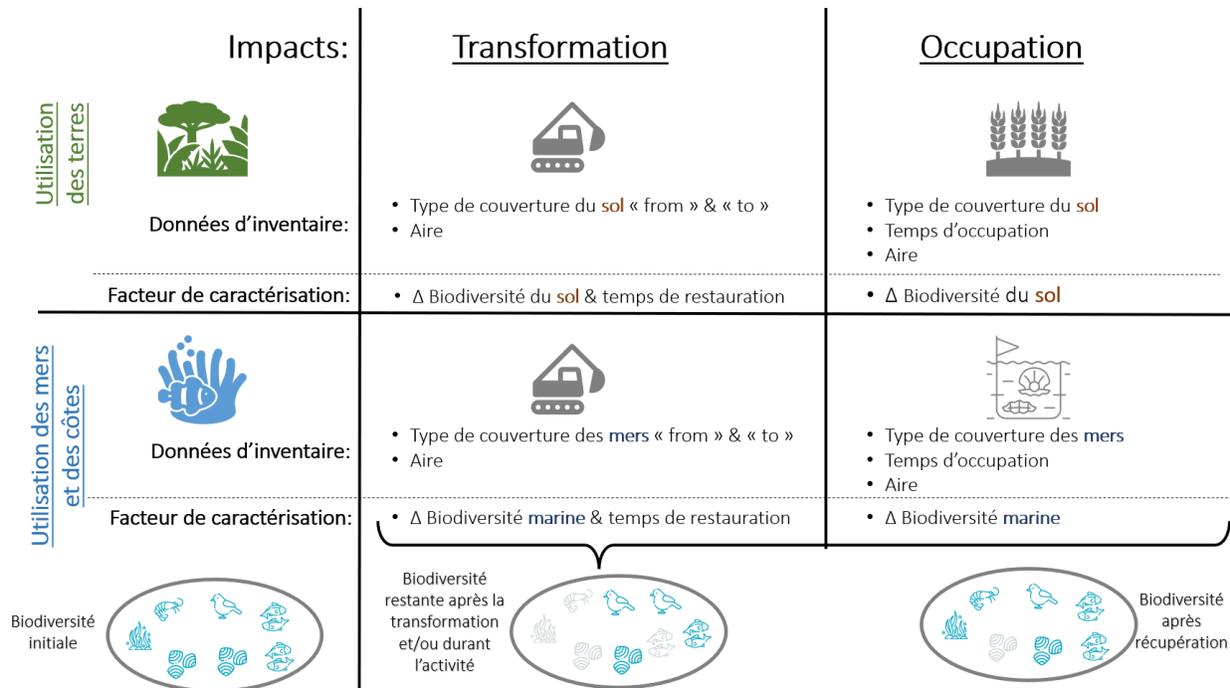


Figure 2.3: Comparaison entre les modèles de l'utilisation des terres et l'utilisation des mers et des côtes, facteur de caractérisation

Il y aura différent FC en lien avec l'occupation, selon les différentes activités. Le FC d'occupation est calculé par la variation de la richesse spécifique causée par l'occupation de l'activité i dans la région j , (Éq. #7). Il est possible d'obtenir une valeur négative, ce qui démontrerait un impact positif. Le calcul du score d'impact se fait en multipliant le FC, la superficie occupée et le temps d'occupation (Éq. #8).

Équation 7: Calcul du facteur de caractérisation de l'UMC pour l'impact d'occupation i

$$FC_{Occ,UMC_{i,j}} = S_{rel,ref,j} - S_{rel,UMC,i,j}$$

Équation 8: Calcul du score d'impact de l'utilisation des mers et des côtes pour l'activité i

$$I_{Occ,UMC_{i,j}} = (A_{Occ,i,j} \times t_{Occ,i,j}) \times FC_{Occ,UMC_{i,j}}$$

Où:

S_{rel} : richesse spécifique

$S_{rel,ref}$: richesse spécifique de référence

t = temps

A = aire / superficie (m² ou ha²)

Occ = occupation (an)

i = impact i

UMC = Utilisation des mers et des côtes

j = Région j

I = Impact (m² an ou ha² an)

Pour obtenir le FC de transformation, on doit réutiliser le FC d'occupation en lien avec l'activité i dans la région j , on le multiplie par le temps de restauration déterminé pour l'activité i et par 0.5 pour obtenir la surface d'un triangle (Éq. #9) tel qu'on peut l'observer dans la Figure 2.1 plus haut.

Remarque : la restauration du milieu est supposée linéaire à des fins de simplification.

Équation 9: Calcul du pourcentage d'espèce potentiellement affectée par la transformation i

$$FC_{Trans,UMC_{i,j}} = 0.5 \times FC_{Occ,UMC_{i,j}} \times t_{Rest,i,j}$$

Où:

$Trans$ = transformation

t_{Rest} = temps de restauration

Le calcul du score d'impact se fait en multipliant le FC de transformation et la superficie transformée (Éq. #10).

Équation 10: Impact de transformation pour l'utilisation des mers et des côtes

$$I_{Trans,UMC_{i,j,from A to B}} = (A_{Trans,i to B} \times FC_{TransUMC,i,j B}) - (A_{Trans,i from A} \times FC_{Trans,UMC,i,j A})$$

Même si, pour être cohérents avec les unités d'IMPACT World+, il faudrait déterminer un impact en PDF.m².an, ce cadre méthodologique pourrait parfaitement être utilisé pour calculer des facteurs de caractérisation en PDF (impact permanent si l'écosystème ne revient pas au même niveau de richesse après l'arrêt de l'activité qu'avant son commencement – non représenté sur la Figure 2.1 où l'on a considéré un retour au niveau originel de biodiversité) ou en PAF.m².an si, au lieu de considérer la richesse spécifique de la biodiversité sur l'axe des ordonnées on considère la fraction d'espèces affectées.

Ces trois approches apportent une information complémentaire. Certaines activités peuvent avoir des effets plus légers et seulement affecter les espèces présentes, contrairement à d'autres activités plus intensives qui peuvent faire disparaître les espèces de manière temporaire ou permanente.

2.3 Identification des enjeux : Particularités liées aux mers et aux côtes

La profondeur

Les mers et les côtes ont un aspect tridimensionnel qui est non négligeable. En plus de la surface, la profondeur y joue un grand rôle. La biodiversité présente varie selon la profondeur. Pour le moment, il est difficile de prendre en considération la profondeur dans le cadre méthodologique. En considérant un espace tridimensionnel à l'aide des PDF.m².an c'est un peu comme si on "aplatissait" l'ensemble de l'écosystème d'une tranche de mer en donnant le même poids à une espèce, peu importe qu'elle se trouve au niveau du fond marin (espèce benthique), de la colonne d'eau, de la surface ou même au-dessus de l'eau (oiseaux marins). Le cadre méthodologique ne permet donc pas de savoir à quelle hauteur la fraction d'espèce a été affectée et considère comme un tout (un seul écosystème) l'ensemble des écosystèmes étagés sur cette "tranche de mer". Le fond marin est considéré comme étant au même niveau que la surface : tant que l'espèce se trouve dans l'espace délimité par la superficie, elle sera prise en considération, même si nous ne calculons pas de profondeur.

L'empreinte des structures

Les structures présentes dans les mers et les côtes modifient les écosystèmes en fragmentant les habitats, en modifiant leur qualité, en modifiant les courants, etc. (Bugnot *et al.*, 2020). Pour prendre en

considération l'impact réel des structures, il est important de ne pas seulement considérer l'espace occupé par la structure, mais l'espace occupé par son empreinte (c'est-à-dire la zone affectée par sa présence). L'équipe de (Bugnot *et al.*, 2020) a recensé et analysé l'empreinte de plusieurs activités telle que des pipelines, des champs d'éoliennes, des ports, l'aquaculture, etc. Il serait important de tenir compte de l'empreinte des structures lors des calculs de la superficie par le praticien.

Analyse préliminaire des données de richesse spécifique disponibles pour les milieux marins et côtiers

Le modèle de (de Baan *et al.*, 2013a) pour l'utilisation des terres et la qualité des écosystèmes utilise des données empiriques basées sur des métaanalyses et ils ont été capables d'établir des données de richesse spécifique de base par biome et par type d'activités qui leur permettent de calculer leurs facteurs de caractérisation en comparant la richesse spécifique selon les types d'usages des terres et de couverts.

Idéalement, il faudrait disposer de données empiriques similaires à propos de la richesse spécifique de base par écorégion marine et côtière et par type d'activité pour être en mesure d'opérationnaliser mon cadre méthodologique de manière cohérente à ce qui a été fait par (de Baan *et al.*, 2013a) et opérationnalisé dans IW+. Une analyse systématique des données disponibles a donc été réalisée. Les critères utilisés pour analyser la pertinence de ces données sont les suivants :

- Données marines : est-ce qu'il y a des données marines disponibles dans la source de données? Sans cette information, la base de données n'est pas pertinente pour étudier des espaces marins.
- Richesse spécifique : si des données marines sont disponibles, est-ce qu'il y a des données sur la richesse spécifique? Sans la richesse spécifique, il est impossible de calculer les impacts en PDF ni en PDF.m².an sur la santé des écosystèmes.
- Données GIS disponibles : est-ce que les données sont disponibles sous forme géolocalisée ? Sinon, est-ce tout de même possible de pouvoir les traiter avec un système SIG? Avoir accès des données GIS permettrait de faire une cartographie qui combinerait les différents types de couverts ou activités et la richesse spécifique.
- Résolution : est-ce que la résolution spatiale est pertinente pour le traitement des données? Si la résolution des données est trop grande, les informations recueillies ne sont pas pertinentes, on ne peut pas les corrélérer avec les activités ou les types de couverts.

- Données globales : est-ce que la source de données est régionalisée ou internationale? Si on peut avoir accès à des données globales, on peut donc calculer des FC pour plusieurs régions dans le monde.
- Activités humaines : est-il possible de corrélérer les informations sur la richesse spécifique avec des activités anthropiques ou différents types de couverts des mers et des côtes? Sans les informations sur les activités humaines, on ne peut pas associer la variation de la richesse spécifique à chacune des activités humaines et on ne peut donc pas calculer de FC.

Les sources de données potentielles que j'ai identifiées sont les suivantes :

- GLOBIO 3 (Schipper *et al.*, 2016) : La base de données utilisées par (de Baan *et al.*, 2013a) ne comporte pas de données marines.
- Living Atlas of the World: (ArcGIS Living Atlas of the World, s. d.): il y a des données sur la richesse spécifique marine dans le Living Atlas of the world basée sur des données de The Nature Conservancy publiée dans The Atlas of Global Conservation (Hoekstra *et al.*, 2010). Cependant, les écorégions considérées sont tellement grandes que ça ne nous permet pas de comprendre l'impact des diverses activités humaines au sein de l'écorégion.
- Analyse de (Halpern *et al.*, 2019) sur les impacts des humains sur les océans : Les analyses comportent beaucoup de données sur les activités humaines au niveau international, mais sans cartographie accessible. De plus, il n'y a aucune donnée en lien avec les impacts sur la biodiversité.
- The IUCN Red List (*The IUCN Red List of Threatened Species*, s. d.) : il y a beaucoup d'informations sur les espèces en danger, mais pas spécifiquement sur la richesse spécifique.

Il m'a été impossible de trouver des données internationales sur la richesse spécifique au niveau marin avec une résolution GIS pertinente. Pour le moment, ceci n'est pas possible pour l'utilisation des mers et des côtes. Le Tableau 2.1 liste les sources de données que j'ai étudiées et résume les raisons pour lesquelles elles n'étaient malheureusement pas utilisables dans le contexte de mon projet.

Tableau 2.1: Analyse des sources données étudiées à propos de la richesse spécifique des écosystèmes marins et de leur pertinence pour établir des facteurs de caractérisation pour l'UMC

| Nom | Données marines | Résolutions | Données GIS | Données globales | Activités humaines | Richesse spécifique |
|--------------------------------|-----------------|-------------|-------------|------------------|--------------------|---------------------|
| GLOBIO 3 | ✗ | | | | | |
| Living Atlas of the World | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ |
| (Halpern <i>et al.</i> , 2019) | ✓ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ |
| IUCN Red List | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ |

Une solution alternative pour opérationnaliser mon cadre méthodologique dans le cas de l'aquaculture ou de la conchyliculture aurait été d'utiliser des données spécifiques à propos des conséquences des activités d'aquaculture/mariculture en général sur la richesse spécifique des écosystèmes marins et côtiers, mais j'ai encore été confronté à un manque de données globales. Il n'existe aucune méta-analyse et les guides d'analyse d'évaluation telles que le Seafood Watch (Seafood Watch, s. d.), l'Ocean Health Index (Ocean Health Index, 2022) ou le World Ocean Assessment (United Nations, 2021) ne donnent pas l'information dont j'avais besoin.

- Seafood Watch : l'organisme émet un guide de standards à respecter pour les entreprises d'aquaculture. Au sujet de la biodiversité, elle donne des conseils pour choisir le site et prévenir des impacts pour la population présente, mais ce sans nommer ou chiffrer des impacts particuliers.
- Ocean Health Index : l'index de la biodiversité est calculé à partir de deux sous index, les habitats et les espèces. Ils analysent la qualité des habitats et s'il est critique (rare ou un "biodiversity hotspot". Pour les espèces, ils vérifient si les espèces sont menacées ou non sur la liste du IUCN.
- World Ocean Assessment : Le rapport énumère certains animaux marins et leurs tendances dans le temps et il présente aussi une analyse de l'aquaculture. Cependant, nous n'avons pas de richesse spécifique par habitat, ni les impacts de l'activité d'aquaculture sur la richesse.

Puisque les données n'existaient pas pour appliquer de manière simple l'approche empirique de (de Baan *et al.*, 2013a), j'ai bâti une approche mécanistique afin de pouvoir développer tout de même des facteurs de caractérisation.

CHAPITRE 3

OPÉRATIONNALISATION DU CADRE MÉTHODOLOGIQUE POUR LE CAS DE LA CONCHYLICULTURE SUR L'ÉTANG DE THAU

Dans le but d'opérationnaliser le cadre méthodologique de l'UMC pour l'activité de conchyliculture de l'étang de Thau dans une analyse du cycle de vie qui sera faite dans le cadre du projet C2C, j'ai développé les facteurs de caractérisation spécifiques à la conchyliculture de l'étang de Thau. Il s'agit d'une validation de principe ("proof of concept") du cadre méthodologique proposé au chapitre précédent. Cette section représente l'objectif 2 de ce projet de maîtrise. Cependant, la même méthode pourrait être appliquée à d'autres activités ou d'autres régions pour établir des FC propre à chacun. Par exemple, si nous avons accès à des données, nous pourrions établir la même méthodologie à la mariculture sur corde présente au Québec.

3.1 Méthodologie

3.1.1 Principes généraux de l'approche adoptée

Afin d'être en mesure de déterminer l'impact de l'utilisation des mers et des côtes selon une approche mécanistique, j'ai dans un premier temps déterminé, avec le soutien d'experts en écologie lagunaire et côtière, une chaîne de cause à effet afin d'identifier l'ensemble des conséquences dû à l'UMC étudiée sur l'écosystème (la conchyliculture dans l'étang de Thau). Dans cette chaîne de causes à effet, j'ai ensuite identifié les voies d'impact déjà prises en compte en évaluation des impacts du cycle de vie afin de concentrer ma modélisation sur les voies d'impact spécifiques à la catégorie d'impact UMC.

Par la suite, pour les voies d'impact restantes, j'ai identifié les mécanismes à l'oeuvre afin de comprendre quels traits fonctionnels des espèces les rendaient potentiellement vulnérables via cette voie d'impact spécifique.

J'ai ensuite réalisé une liste aussi exhaustive que possible des espèces présentes sur le territoire analysé en spécifiant pour chacune d'entre elles l'ensemble des traits fonctionnels identifiés à l'étape précédente. À la lumière des traits fonctionnels de chaque espèce, j'ai ensuite identifié si elle pourrait être potentiellement affectée par les différentes voies d'impact de la chaîne de cause à effet.

J'ai ainsi obtenu un nombre d'espèces potentiellement affectées et un nombre d'espèces totales présentes dans la zone étudiée, ce qui m'a permis de calculer une fraction d'espèces potentiellement affectée par l'activité analysée. Ce PAF correspond au facteur de caractérisation de l'occupation des mers pour une activité conchylicole à Thau.

En tenant compte du temps de restauration spécifique à chacune des voies d'impact analysées, il a également été possible de générer un facteur de caractérisation pour la transformation de l'étang de Thau d'un état "naturel" à un état "conchyliculture", exprimé en PAF.an.

Remarque importante : L'approche proposée est bien entendu bien trop spécifique à l'étang de Thau et à la conchyliculture pour que les facteurs de caractérisation ainsi générés puissent être utilisés pour d'autres activités utilisant les mers et les côtes ou pour d'autres régions marines ou côtières. Il s'agit d'une validation de principe (proof of concept) de la démarche de modélisation dont la généralisation devra faire l'objet par la suite de recherches plus approfondies. Le cas de la conchyliculture à Thau permet simplement de démontrer la faisabilité de l'approche, de l'illustrer et de l'opérationnaliser.

3.1.2 Établissement d'une chaîne de cause à effet

Une chaîne de cause à effet de la conchyliculture a été établie pour bien identifier les mécanismes qui interviennent selon lesquels la conchyliculture affecte l'écosystème. J'ai reçu l'aide pour cela de deux spécialistes de l'IFREMER et de l'UMR MARBEC, à Sète, qui étudient tout deux l'étang de Thau : Valérie Derolez, chercheuse en écologie lagunaire et côtière, et Élise Lacoste, docteure en océanologie biologique, pour compléter la chaîne de cause à effet.

Nous avons établi la chaîne pour bien comprendre les interactions entre les structures et l'utilisation de l'espace et la biodiversité présente sur le lieu. La conchyliculture sur l'étang de Thau est faite à l'aide de tables. Ces tables doivent être construites (impact de transformation) et ensuite, elles occupent l'espace pendant un certain nombre d'années (impact d'occupation). À cette étape-ci, l'ensemble des mécanismes à l'œuvre ont été listés de manière aussi exhaustive que possible.

3.1.3 Sélection des voies d'impact à prendre en considération pour l'UMC

Une fois la liste d'impacts établie, j'ai identifié ce qui est déjà pris en compte en ACV dans d'autres catégories d'ÉICV (des catégories déjà existantes ou à développer) et ce qui devrait être pris en compte spécifiquement dans la catégorie d'impact UMC, ce qui est détaillé dans le Tableau 3.2 (Section 3.2.2).

Remarque : si on fait un parallèle avec l'utilisation des terres, on peut s'interroger à propos de la question du double comptage entre certaines catégories d'impact prises en compte par ailleurs en ÉICV et les catégories d'impact occupation des terres et transformation des terres. En effet, en utilisant des données empiriques comme c'est le cas dans les modèles de (Chaudhary et al., 2015) ou de (de Baan et al., 2013a), la richesse spécifique d'espèces quantifiée en fonction des types d'usages des terres est la résultante de l'ensemble des conséquences de l'activité, y compris via d'autres catégories d'impact déjà prises en compte en ÉICV. Par exemple l'écotoxicité des pesticides est l'un des paramètres qui va contribuer à faire disparaître certaines espèces d'une parcelle occupée par un champ agricole. Il est donc discutable, en termes de cohérence avec l'approche de (de Baan et al., 2013a), d'exclure, comme je suis en train de le faire ici, certaines voies d'impact parce qu'elles sont déjà prises en compte en ÉICV par ailleurs. Cependant, en l'absence d'une telle exclusion, il y a un double comptage de certaines voies d'impact. Un tel double comptage est inévitable quand on adopte une approche empirique, mais l'approche mécanistique permet de l'éviter, ce que j'ai choisi de faire ici.

3.1.4 Collecte de données sur les espèces de l'écosystème étudié

À l'aide de la littérature disponible et de celle fournie par Valérie Derolez, j'ai élaboré une liste des taxons présents dans l'étang étudié. J'ai récupéré les informations suivantes : genre, phylum, sous-phylum, classe, ordre et nom commun, de la base de données World Register of Marine Species (WoRMS Editorial Board, 2023). J'ai aussi créé un groupe d'espèces pour organiser les taxons dans des catégories plus cohérentes : faune benthique, macrophytes, zooplancton, phytoplancton, oiseaux et poissons.

Remarque : Quand les informations n'étaient pas disponibles au niveau de l'espèce, le taxon a tout de même été pris en compte si des informations à son sujet étaient disponibles au niveau du genre et même de l'ordre ou du phylum.

Je me suis questionné sur la pertinence d'incorporer à la liste les espèces de culture : *magallana gigas* (huitre creuse), *mytilus galloprovincialis* (moule de Provence) et *ostrea edulis* (huitre plate). En

étudiant le fonctionnement du modèle Globio 3, je n’ai pas observé de distinction précise à ce sujet, ils traitent de façon identique chaque espèce présente, peu importe leur provenance (Schipper *et al.*, 2016). J’ai donc fait le choix méthodologique de les prendre en considération dans la liste des espèces.

3.1.5 Détermination des espèces potentiellement impactées

Pour chacune des voies d’impact prises en compte dans la chaîne de cause à effet, j’ai fait ressortir les traits fonctionnels (lieu et habitude d’habitation et de reproduction, régime trophique, etc.) dont une espèce doit disposer pour pouvoir potentiellement être affectée par cette voie d’impact. Chacun des impacts identifiés dans la chaîne de cause à effet et intégré à la catégorie de l’UMC a été analysé en lien avec les traits fonctionnels. Individuellement, pour chaque taxon, j’ai pris en considération les informations disponibles et déterminé s’il y avait un impact, même minime, sur l’espèce ou le taxon. Lorsqu’aucune information n’était disponible au niveau des traits fonctionnels pour justifier cette détermination, j’ai émis des hypothèses en fonction du reste du groupe fonctionnel. Ces groupes fonctionnels ont été établis à l’aide de la classification de WoRMS (WoRMS Editorial Board, 2023). Pour chaque espèce, à partir de l’onglet « attributs » de l’espèce, j’ai relevé le groupe fonctionnel (functional group) en lien avec la taille (body size) au stade adulte.

Pour établir mes hypothèses sur l’utilisation des fonds marins et l’impact des structures, j’ai fréquemment utilisé l’information en lien avec l’environnement marin dans lequel on trouve l’espèce. Cette information provient de Sea Life Base dans la section environnement (Palomares et Pauly, 2023). Plusieurs types d’environnements existent et selon leurs caractéristiques, l’espèce qui y est présente pourrait être impactée ou non. Voici une liste des environnements et leur définition (Tableau 3.1).

Tableau 3.1: Définitions des environnements marins utilisés dans les hypothèses

| Environnement | Définition | Référence de la définition |
|-----------------|---|---|
| Benthique | Organismes fixés ou près du sol, dépend des fonds | (Ifremer, 2022) |
| Pélagique | Dans la colonne d’eau ou près de la surface | (Ifremer, 2022) |
| Benthopélagique | Organisme qui vit ou se nourrit dans la colonne d’eau et près des fonds | (Palomares et Pauly, 2023; Ifremer, 2022) |

| | | |
|-------------|--|--------------------------------|
| Démersal | Au-dessus du fond marin, espèce dépendante des fonds | Ifremer, 2022) |
| Sessile | Organisme qui vit attaché, fixé à un substrat | (« Larousse en ligne », s. d.) |
| Épiphytique | Organisme végétal qui pousse sur un autre organisme | (« Larousse en ligne », s. d.) |
| Épilithique | Organisme qui pousse sur des roches/ substrats durs | |
| Néritique | Entre la marée basse et le bord du plateau continental | (« Larousse en ligne », s. d.) |

Par la suite, j'ai listé l'ensemble des traits fonctionnels identifiés pour les espèces de l'étang de Thau listées précédemment. Pour trouver les informations concernant le lieu ou les habitudes de reproduction, le type d'environnement, l'utilisation des fonds marins ou des herbiers, le régime trophique ou toute autre information pertinente, je me suis servi soit de publications scientifiques fournies par Valérie Derolez par l'entremise de l'IFREMER ou de bases de données disponibles sur internet tel que : World Register of Marine Species (WoRMS Editorial Board, 2023), Sealife Base (Palomares et Pauly, 2023), Fish Base (Froses et Pauly, 2023) et Avibase (Lepage, s. d.). Les hypothèses me permettant de lier un trait fonctionnel avec un impact potentiel via l'une des voies d'impact ont été validées par Valérie Derolez.

3.1.6 Calculs des facteurs de caractérisation

Les données recueillies pour calculer les impacts sont basées sur les mécanismes mis en lumière avec la chaîne de cause à effet. On ne parle pas ici de données empiriques ou quantitatives, mais plutôt de données qualitatives. En fonction des informations recueillies, il est impossible de déterminer si les espèces présentes seront disparues ou non. Il semblait donc plus cohérent d'utiliser un indicateur qui représente une intensité moindre et de représenter les espèces affectées, j'ai donc fait le choix méthodologique d'utiliser l'indicateur PAF.m².an. Comme stipulé dans la section 2.2, le cadre méthodologique permet de calculer des facteurs de caractérisation qui peuvent s'appliquer à tous les types d'indicateurs pour la qualité des écosystèmes. Il est possible selon certaines méthodologies de transformer un PAF en PDF, mais il est impossible de le faire ici puisque les PAF calculés ici sont basés sur des données qualitatives et non quantitatives.

Occupation des mers et des côtes

Dans le but de calculer le FC de l'impact d'occupation, j'ai dû obtenir le nombre de taxons impactés. Premièrement, j'ai fait l'hypothèse que bien que les taxons ne soient pas tous au niveau de l'espèce, mais au niveau du genre et même de l'ordre ou du phylum, chaque entrée aurait un poids de un (1) dans mon calcul. Comme il n'y avait aucun moyen de dénombrer ces genres, ordres ou phylums jusqu'au niveau de l'espèce, j'ai fait ce choix méthodologique pour rester conservatrice.

Le calcul des fractions d'espèces potentiellement affectées (PAF) pour l'occupation des mers et des côtes peut se faire de plusieurs manières :

- Option 1 : On ne tient compte que des taxons affectés négativement;
- Option 2 : On tient compte de toutes les espèces affectées, peu importe que ce soit positivement ou négativement. Un « effet » est tout ce qui nous éloigne de l'équilibre initial et une conséquence positive pour une espèce est alors considérée également comme un impact sur l'écosystème;
- Option 3 : On considère que les conséquences positives pour certaines espèces « compensent » pour les conséquences négatives pour d'autres espèces et réduisent l'impact sur l'écosystème.

Dans le cadre de mon projet, je vais présenter les résultats obtenus à l'aide de ces trois options et la signification des différents indicateurs obtenus fera l'objet d'un point dans ma section discussion.

Si un taxon est affecté à la fois par un impact négatif et par un impact positif via deux voies d'impact différentes, j'ai donné une priorité à l'impact négatif sur le positif, donc dès qu'un taxon a un impact négatif, il sera compté comme tel, même s'il a un impact positif dans un autre impact.

De plus, le taxon affecté compte toujours pour un (1), même s'il est touché par plusieurs voies d'impacts, puisqu'on cherche le nombre d'espèces potentiellement affectées.

Le FC d'occupation, sous forme de PAF est calculé par le nombre de taxons impactés par l'occupation en lien avec l'activité i de conchyliculture dans la région j de l'étang de Thau, sur le nombre total de taxons présents dans la région j (Éq. #11). Le résultat de cette équation sera un pourcentage d'espèces potentiellement affectées par l'activité d'occupation. Le calcul du score d'impact se fait en multipliant le FC, la superficie occupée et le temps d'occupation (Éq. #8).

Équation 11: Calcul du facteur de caractérisation d'occupation sous forme de PAF pour la conchyliculture à Thau

$$FC_{Occ,UMC_{i,j}} = PAF\%_{Occ,UMC_{i,j}} = \frac{\sum taxon_{Occ,UMC_{i,j}}}{\sum taxon_j}$$

Transformation des mers et des côtes

Le principe pour calculer l'impact de transformation est semblable à celui pour l'impact d'occupation. J'ai gardé la même méthodologie pour le poids des taxons et les impacts positifs. Pour chacune des voies d'impact considérées, il a fallu établir le temps de restauration. Un sous facteur de caractérisation a été pris en compte pour chacune des voies d'impact et les sous-facteurs de caractérisation ont ensuite été sommés pour obtenir le facteur de caractérisation total (Éq. #12). Les équations pour ces sous-facteurs sont basés sur l'équation #6 à la section 2.2. Pour les taxons qui seraient touchés par plusieurs voies d'impacts, ils seront pris en considération dans l'impact dont le temps de restauration est le plus long. La Figure 3.1 permet d'illustrer ce concept :

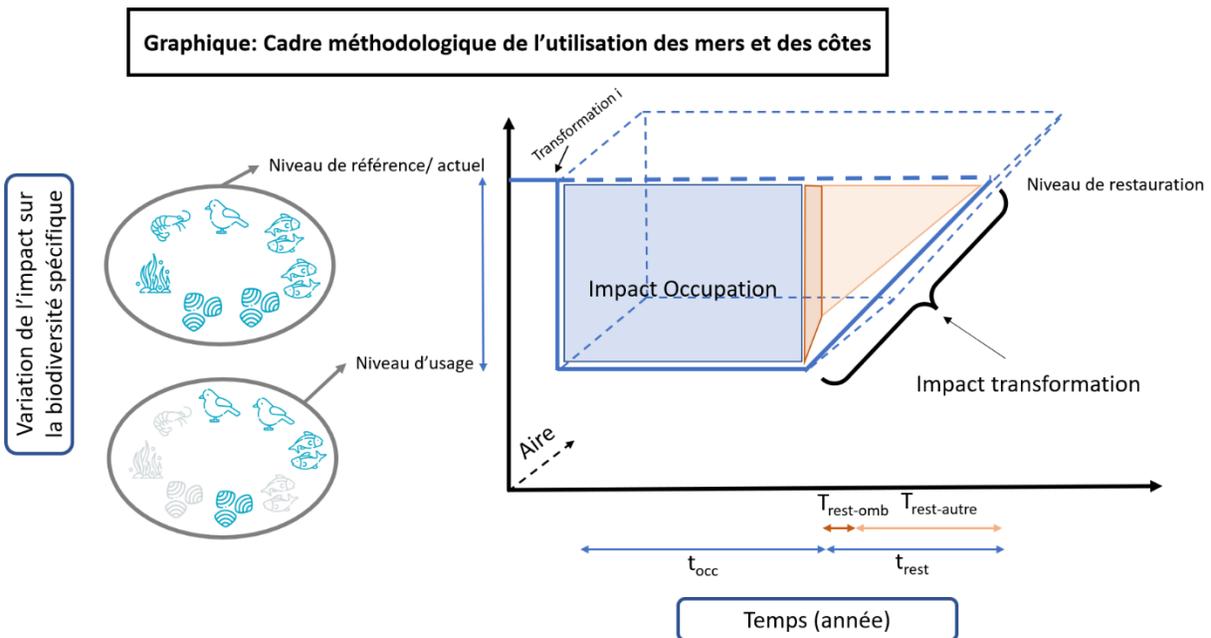


Figure 3.1: Cadre méthodologique avec deux temps des restaurations différents

Équation 12: : Calcul du facteur de caractérisation de la transformation sous forme de PAF pour la conchyliculture à Thau

$$FC_{Trans,UMC_{i,j}} = \left(0.5 \times PAF\%_{Occ-omb,UMC_{i,j}} \times t_{Rest-omb,i,j} \right) + \left(0.5 \times PAF\%_{Occ-autre,UMC_{i,j}} \times t_{Rest-autre,i,j} \right)$$

Remarque : Lorsqu'un organisme sessile subit un impact positif en lien avec la création d'un habitat, il subira un impact négatif lorsque cet habitat sera démoli ou retiré. Si l'organisme est mobile, il sera affecté par la modification, mais s'il est accroché aux matières qui seront retirées il mourra probablement. Ces impacts ne sont pas pris en considération en ACV à ce jour et ne le seront pas non plus dans cette étude. Cependant, il serait pertinent de se questionner sur le sujet.

3.1.7 Analyse de sensibilité

Certains phylums peuvent être plus sensible, mais être sous représentés. Ceci amène un questionnement au niveau du poids de chaque phylum dans le calcul du PAF et justifie une analyse de sensibilité. Les FC sont calculés en faisant la moyenne de tous les impacts pour les taxons. Pour l'analyse de sensibilité, j'ai fait une moyenne par phylum, et ensuite calculé le PAF à partir des moyennes de phylums.

3.1.8 Opérationnalisation des facteurs de caractérisation pour déterminer l'impact total de la conchyliculture sur l'étang de Thau

Afin d'opérationnaliser les facteurs de caractérisation pour déterminer l'impact annuel de la conchyliculture à l'étang de Thau, il faut déterminer les flux élémentaires associés aux activités conchyloles pour une année de production d'huîtres.

Surface occupée/transférée

Pour calculer la surface occupée/transférée j'ai utilisé la cartographie réalisée par (Cordonnier, 2022) et les mesures fournies par l' (Institut des pêches maritimes, 1966) sur le schéma de la zone conchylole, le tout présenté dans l'annexe B. J'ai découpé en sections rectangulaires les différentes zones pour faciliter le calcul de la surface. De plus, pour prendre en considération l'empreinte des structures physiques sur son environnement et non seulement l'espace occupé par les tables, j'ai inclus les couloirs et passages entre les structures et une bordure extérieure. La grandeur de la bordure est basée sur l'étude de (Bugnot et al., 2020). J'ai utilisé l'empreinte de l'activité d'aquaculture.

Impact de transformation

En matière de transformation, les tables sont là depuis plus de 20 ans (elles ont été installées dans les années 1970) et il n’y a pas de nouveau développement de zone conchylicole, donc on ne considère pas les impacts de la transformation (par convention, les impacts de la transformation sont alloués en général aux 20 premières années d’exploitation de la zone transformée lors du calcul de l’inventaire) (Koellner *et al.*, 2013b).

3.2 Résultats

3.2.1 Chaîne de cause à effet

On peut observer la chaîne de cause à effet de la conchyliculture à la Figure 3.2. J’y présente les processus d’avant-plan, les impacts directs et secondaires et ensuite les groupes d’espèces impactés. Les impacts directs et secondaires sont reliés par des flèches de différentes couleurs, selon si l’impact sera pris en considération ou non. Voici leur signification :

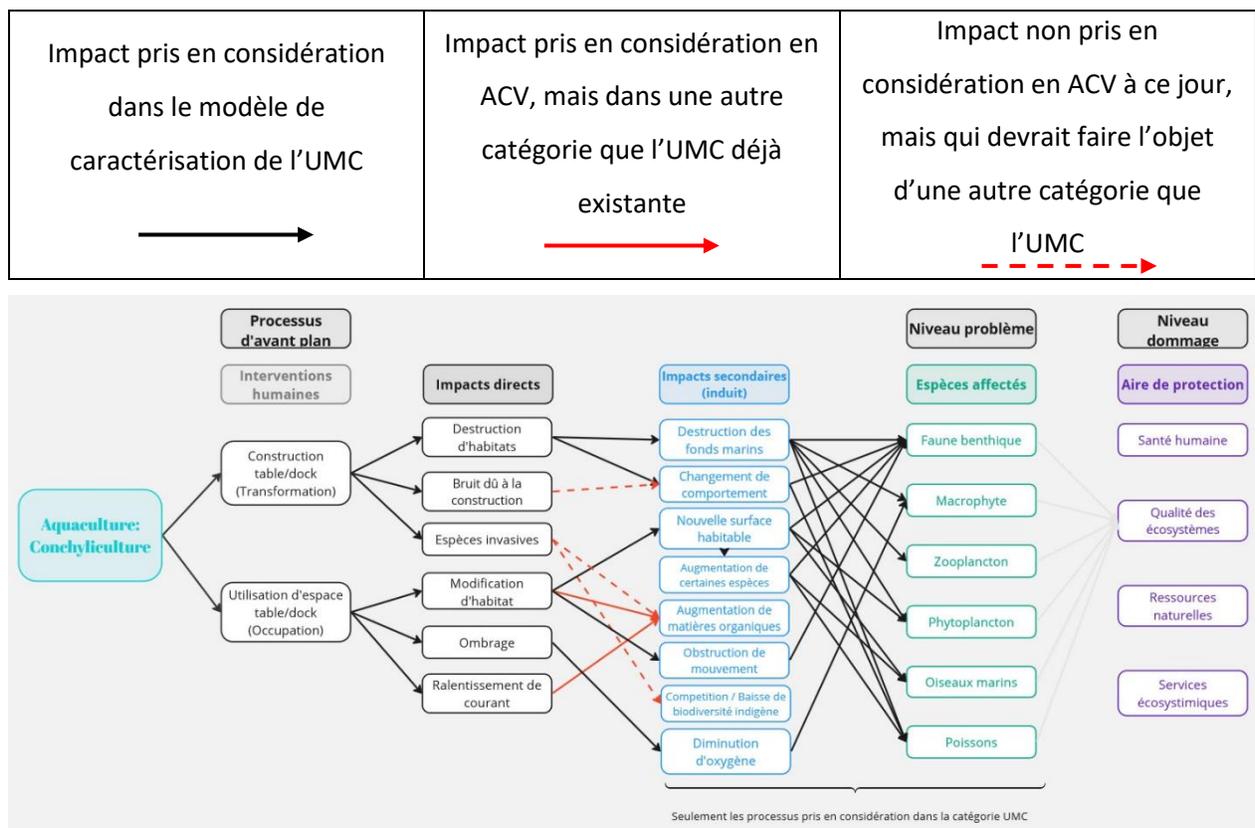


Figure 3.2: Chaîne de cause à effet de la conchyliculture sur tables

Impact de transformation :

Lors de la construction des tables, on doit détruire une partie des fonds marins pour planter les piliers, qui sont d'anciens rails de la SNCF. Il n'y a pas de dragage pour préparer le fond, mais la section utilisée par les piliers détruit cet habitat et impacte la faune qui utilise les fonds marins et la végétation qui y est ancrée. Cette destruction perturbe le comportement des organismes qui perdent une partie de leur habitat : les fonds marins ou les herbiers arrachés.

La construction de ces tables implique d'utiliser des matériaux extérieurs à l'écosystème et apporte donc un risque d'introduire des espèces non indigènes à l'étang qui pourraient devenir des espèces invasives. Les espèces invasives risquent de faire compétition à la biodiversité indigène et la faire diminuer. Enfin, les bruits lors de la construction peuvent perturber les comportements de la faune.

Impact d'occupation :

Lors de l'occupation de l'espace par les tables, plusieurs impacts sont observés. Premièrement, il y a une modification de l'espace par de nouvelles structures. Ces dernières peuvent empêcher les organismes d'une certaine taille (par exemple des méduses) de bouger librement ou même d'accéder à cet espace (Bugnot *et al.*, 2020). À l'inverse, les structures peuvent aussi avoir des impacts positifs et créer de nouvelles surfaces pour des organismes sessiles qui aiment s'accrocher à des substrats durs ou même créer des repositoires pour les oiseaux marins. Ceci peut amener une augmentation de l'abondance de certaines espèces et par le fait même augmenter la matière organique présente dans le milieu. De plus, ceci favorise la présence de prédateurs pour les espèces concernées.

Les structures créent aussi de l'ombrage qui nuit aux végétaux en diminuant leur capacité de photosynthèse. Elles ralentissent aussi le courant et encouragent l'accumulation de matières organiques dans les fonds marins.

3.2.2 Voies d'impact considérées pour l'UMC

On peut observer dans le Tableau 3.2 que les impacts en lien avec le bruit et les espèces invasives ne seront pas pris en considération même s'ils ne sont pas encore pris en compte ailleurs en ÉICV. Ce sont des impacts qui sortent du cadre méthodologique développé qui se concentre sur l'UMC. Par exemple, les impacts liés aux espèces invasives ne tendront pas à disparaître à la fin de l'occupation lorsque les

structures ne seront plus en place, mais perdureront dans le temps. Ce sont des catégories d'impacts en elle-même qui devront être développées en ÉICV par ailleurs.

De plus, tout ce qui est en lien avec l'eutrophisation devrait être inclus dans la catégorie d'impact "eutrophisation marine", déjà opérationnel dans IW+. Par contre il faudrait éventuellement réfléchir à la manière de relier de nouveaux flux élémentaires reliés aux activités de conchyliculture à cette catégorie d'impact. Par exemple la manière dont les structures conchylicoles modifient les courants marins influence l'accumulation de matière organique, ce qui contribue à l'eutrophisation marine, mais n'est pas du tout pris en compte dans les inventaires du cycle de vie actuel. Cependant cette voie d'impact sort du cadre de mon projet de maîtrise.

J'ai aussi retiré les impacts liés avec l'activité elle-même, mais qui ne sont pas en lien avec les structures, pour éviter un problème de double comptage. Par exemple, les impacts liés à la filtration faite par les huîtres en culture ne seront pas pris en considération (il existe déjà des flux élémentaires négatifs des substances contribuant à l'eutrophisation pris en compte dans les inventaires des activités conchylicoles).

Les voies d'impact restantes qui seront prises en considération dans la suite de la méthodologie sont les suivantes :

- Transformation :
 - Destruction des fonds marins
 - Perturbation des comportements associés
- Occupation :
 - Construction de structures :
 - Obstruction de mouvements
 - Création d'ombrage par les structures
 - Nouveaux habitats
 - Augmentation de nourriture (poissons et invertébrés) en lien avec la création de nouveaux habitats

Tableau 3.2: Impact de la conchyliculture en lien avec l'utilisation des mers et des côtes

| Impact: Aquaculture conchylicole - Qualité des écosystèmes - Utilisation des mers et des côtes | | | | | | | |
|--|----------------|--|--|---------------------|---|--|---|
| Processus d'avant-plan | Type d'impact | Flux élémentaire / Impacts directs | Impacts secondaires / Induits | Catégorie d'impact | | | |
| | | | | À prendre en compte | Pris en compte dans une autre catégorie (existante) | À prendre en compte dans une autre catégorie | |
| Construction des tables / pontons | Transformation | Destruction d'habitats (Modification) | Fond marins | X | | | |
| | | | Perturbation des comportements | X | | | |
| | | Bruits construction | Perturbation des comportements | | | X | |
| | | Espèces Invasives | Compétition / Nouvelles espèces / Baisse biomasse | | | X | |
| Utilisations des tables / pontons | Occupation | Ombrage | Diminution O | X | | | |
| | | Structures conchylicoles (Modification d'habitats) | Nouvel habitat | | X | | |
| | | | Hause de l'abondance de certaines espèces | | X | | |
| | | | Hausse m.organique dû à la hausse de la biodiversité | | | X | |
| | | | Obstruction de mouvement | | X | | |
| | | | Ralentissement du courant | Eutrophisation | | | X |

Voici la description des voies d'impact prises en considération pour établir les hypothèses des espèces impactées (voir illustration en Figure 3.3).

- 1) Impact en lien avec la destruction ou l'obstruction des fonds marins :
 - a. La faune qui a pour habitat, qui utilise pour se cacher ou se reproduire les fonds marins, les fonds sablonneux, boueux, etc. est directement impactée.
 - b. Les végétaux qui sont enracinés dans les fonds marins disparaissent de la surface utilisée.
- 2) Perte des herbiers : Si la faune utilise des herbiers qui sont susceptibles d'être éliminés par la destruction des fonds marins, comme habitat ou lieu de reproduction, etc., ils seront jugés avoir encouru un impact.
- 3) Nouvelles structures :
 - a. La création de nouveaux habitats apporte des impacts positifs à certaines espèces. Par exemple, les oiseaux qui ont de nouveaux reposoirs ou bien les espèces sessiles qui viennent se coller aux nouvelles structures

b. À l'inverse, les structures peuvent obstruer le mouvement des organismes présents dans la colonne d'eau, (par exemple des animaux plus gros ou avec des « membres » qui prennent de l'espace (e.g. flagelles des méduse), en restreignant leur mouvement puisque les animaux peuvent rester coincés ou ne pas avoir assez d'espace pour circuler.

4) Ombrage : Les nouvelles structures créent de l'ombrage qui diminue la capacité de photosynthèse des organismes autotrophes (Dajka *et al.*, 2021) et causent donc une diminution du couvert végétal.

5) Augmentation de nourriture : La création de nouveaux habitats pour les organismes sessiles bénéficie à leurs prédateurs et constitue donc un impact positif pour ces derniers. De plus, l'augmentation de ces prédateurs, en particulier les poissons, amène aussi un impact positif pour les oiseaux carnivores.

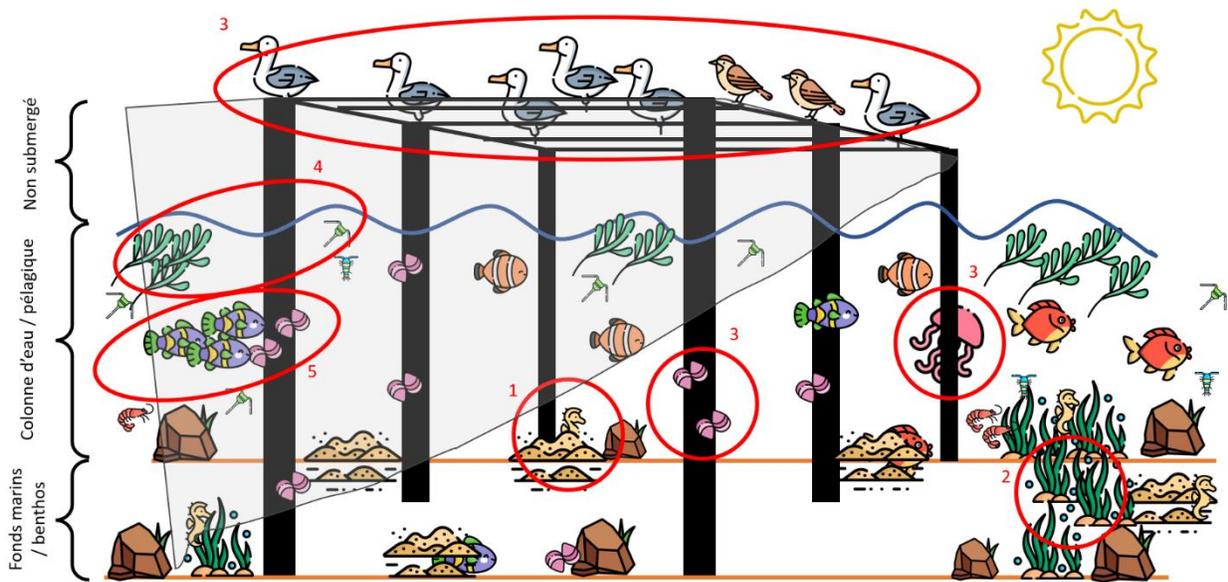


Figure 3.3: Les différents impacts pris en considération dans le cas d'étude de la conchyliculture

3.2.3 Liste des espèces de l'écosystème étudié et de leurs propriétés fonctionnelles

La liste des espèces identifiées (ou plus précisément des taxons) comme étant présentes dans l'écosystème marin de l'étang de Thau est disponible à l'annexe C. La liste des taxons qui représentent les espèces sur l'étang de Thau n'est pas exhaustive, mais compte 426 taxons au total. La majorité est au niveau de l'espèce (337, incluant les trois taxons de culture), et ensuite au niveau du genre (86). Trois taxons sont dénombrés au niveau du phylum ou de l'ordre. On peut observer dans le Tableau 3.3, la répartition exacte des types des taxons et le nombre de taxons par groupe d'espèces. De façon générale, les taxons au niveau du genre sont des phytoplanctons et des zooplanctons. De plus, la faune benthique et les macrophytes sont les plus représentés.

Tableau 3.3: Liste et distribution des taxons

| Liste des types de taxon | |
|--------------------------------------|------------|
| Nombre de taxons total | 426 |
| Espèce | 334 |
| Genre | 86 |
| Phylum/Ordre | 3 |
| Taxon de culture | 3 |
| Nombre de taxon par groupe d'espèces | |
| Faune benthique | 151 |
| Zooplancton | 72 |
| Macrophytes | 123 |
| Phytoplancton | 39 |
| Oiseaux | 18 |
| Poissons | 23 |

En résumé 426 taxons ont été identifiés qui se répartissent sur 18 phylums (voir Tableau 3.4). Le nombre de taxons par phylum est assez variable, mais à l'exception de quatre d'entre eux, ils sont chacun représenté par plus de trois taxons.

Tableau 3.4: Dénombrement des taxons par phylum dans l'étang de Thau

| Phylum | Nombre de taxons |
|-----------------|------------------|
| Annelida | 27 |
| Arthropoda | 56 |
| Bacillariophyta | 26 |
| Bryozoa | 3 |
| Chaetognatha | 1 |
| Charophyta | 2 |
| Chlorophyta | 29 |
| Chordata | 45 |
| Ciliophora | 36 |
| Cnidaria | 9 |
| Echinodermata | 3 |
| Mollusca | 81 |
| Myozoa | 13 |
| Ochrophyta | 24 |
| Phoronida | 2 |
| Rhodophyta | 64 |
| Rotifera | 1 |
| Tracheophyta | 4 |

Dans le Tableau 3.5, j'ai fait ressortir les traits fonctionnels en lien avec les impacts identifiés au point 3.2.2.

Tableau 3.5: Traits fonctionnels recherchés en fonction des impacts étudiés

| Transformation | Occupation | Traits fonctionnels |
|---|--|---|
| - Destruction des fonds marins | | - Lieu/habitude de reproduction - Utilisation des fonds marins - Type d'environnement |
| - Perturbation des comportements associés | | - Utilisation des herbiers - Lieu/habitude de reproduction |
| | - Obstruction de mouvements - Nouveaux habitats | - Type d'environnement |
| | - Création d'ombrage par les structures | - Régime trophique |
| | - Augmentation de nourriture en lien avec la création de nouveaux habitats | - Régime trophique |

L'annexe D détaille l'ensemble des hypothèses qui nous ont permis d'établir si une espèce était impactée par chacune des voies d'impact étudiées.

L'annexe E présente pour chacune de ces espèces la liste des traits fonctionnels qui vont permettre de déterminer si elle est potentiellement affectée par l'une des voies d'impact de l'UMC.

3.2.4 Espèces potentiellement impactées

Dans l'annexe E, les traits fonctionnels des espèces ont permis d'identifier si chaque espèce était potentiellement affectée par chacune des voies d'impact.

Chaque taxon a été analysé pour chacun des cinq impacts en fonction de ses traits fonctionnels. L'annexe E présente le tableau des espèces avec les traits fonctionnels et les différents impacts qui y sont associés. Le Tableau 3.7 présente la légende pour lire l'annexe E. Certaines informations dans l'annexe sont en anglais pour éviter une perte de compréhension lors de la traduction. Voici quelques exemples d'information que l'on peut trouver dans l'annexe E (Tableau 3.6). Pour le ver *capitella capitata* (2), on

peut voir dans les traits fonctionnels qu'il se trouvent dans un environnement benthique et qu'on peut le retrouver dans les sédiments et les herbiers. C'est pourquoi on peut observer des impacts négatifs pour l'impact 1 (en lien avec la destruction ou l'obstruction des fonds marins) et le 2 (en lien avec la perte des herbiers). Pour sa part, le macrophyte *bryopsis plumosa* (150) est de type épiphytique, est fixé sur un substrat solide et il est autotrophe. Il a donc des impacts en lien avec les fonds marins (impact 1) puisqu'il n'a plus accès au sol pour se fixer et puisqu'il produit son énergie par photosynthèse (autotrophe) il subit des impacts en lien avec l'ombrage (impact 4). L'oiseau *anthus campestris* (348) se nourrit d'invertébrés, et certains invertébrés peuvent avoir une présence accrue de par leur caractère sessile, la présence des structures peut faciliter leur présence. C'est pourquoi cet oiseau a un impact positif pour l'impact 5 (en lien avec l'augmentation de nourriture). De plus, il peut profiter de la présence des repositoires créés par la présence des structures (impact 3). Cet oiseau n'a aucun impact négatif, que des impacts positifs. Finalement, le poisson *atherina boyeri* (405) se trouve dans un environnement démersal, mais il utilise certaines algues pour déposer ces œufs. Il ne subit donc pas d'impact en lien avec les fonds marins (1), mais il peut en subir à cause de la perte des herbiers (2). De plus, il se nourrit de petits crustacés et mollusques dont la présence peut être accrue et a donc un impact positif pour l'impact 5. Ce poisson a un impact négatif et un impact positif, puisque c'est l'impact négatif qui prime, il compte donc pour une espèce impactée négativement.

Tableau 3.6: Exemples de l'annexe E

| Taxons | | Traits fonctionnels | | | | Impacts | | | | |
|---------|--------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|---------|---|----|---|----|
| Num-éro | Taxons | Type d'environnement | Utilisation des fonds marins | Utilisation des herbiers | Régime trophique | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | Capitella capitata | Benthique | Found in sediments | Found in seagrass beds | Carnivor to detritus feeder | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 150 | Bryopsis plumosa | Épiphytique | Fixée sur substrat solides | | Autotrophe | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 348 | Anthus campestris | N/A | Non | Non | Invertivore | 0 | 0 | -1 | 0 | -1 |
| 405 | Atherina boyeri | Démersal | Eggs are demersal | Eggs attach to algae | Feed on small Crustacea and mollusks | 0 | 1 | 0 | 0 | -1 |

Tableau 3.7: Légende pour lire le tableau des impacts par espèces

| Numéro de l'impact | Description |
|--------------------|--|
| 1 | En lien avec la destruction ou l'obstruction des fonds marins |
| 2 | En lien avec la perte des herbiers |
| 3 | En lien avec les nouvelles structures (nouveaux habitats ou obstruction) |
| 4 | En lien avec les nouvelles structures (ombrage) |
| 5 | En lien avec l'augmentation de nourriture |
| Type d'impact | Description |
| 1 | Impact négatif |
| 0 | Aucun impact |
| -1 | Impact positif |

3.2.5 Facteurs de caractérisation

Occupation des mers et des côtes

Les facteurs de caractérisation démontrent qu'une grande partie des organismes présents dans l'étang de Thau sont touchés par l'installation des structures, 75.59% des espèces présentes ressentent potentiellement un impact négatif (Tableau 3.8, option 1 : résultat excluant les impacts positifs). Cependant, en raison de l'utilisation de données qualitative, il est impossible de quantifier l'intensité de l'impact sur l'organisme.

La majorité des organismes (61%) subissent des impacts en lien avec l'occupation des fonds marins, c'est-à-dire la perte directe d'espace des fonds marins ou des impacts liés à la perte des herbiers. La faune benthique et les poissons qui utilisent les fonds marins sont les plus touchés.

Si l'on regarde les impacts négatifs en lien avec les nouvelles structures (ombrage et obstruction), c'est 39% des organismes qui subissent des impacts. La majeure partie des organismes impactés sont les macrophytes et les phytoplanctons à cause de la baisse de luminosité.

Tableau 3.8: Facteur de caractérisation pour l'impact d'occupation de la conchyliculture en lien avec l'utilisation des mers et des côtes

| Impact d'occupation | Option 1 | Option 2 | Option 3 |
|------------------------------------|----------|----------|----------|
| Impacté par les deux | 103 | 103 | 103 |
| Nouvelles structures | 63 | 93 | 33 |
| Destruction des fonds marins | 156 | 156 | 156 |
| Taxons totaux impactés | 322 | 352 | 292 |
| Nombre de taxons total | 426 | 426 | 426 |
| PAF % | 75.59% | 82.63% | 68.54% |
| PAF % par groupes d'espèces | | | |
| Faune benthique | 87% | 95% | 79% |
| Zooplanctons | 11% | 11% | 11% |
| Macrophytes | 100% | 100% | 100% |
| Phytoplanctons | 95% | 95% | 95% |
| Oiseaux | 0% | 100% | -100% |
| Poissons | 96% | 96% | 96% |

Lorsqu'on inclut les impacts positifs comme étant des impacts additionnels sur les écosystèmes, on observe que les espèces impactées augmentent de 7% pour un total de 82.63% (option 2), Lorsqu'on les inclut comme compensant des impacts négatifs (option 3), ça entraîne une diminution de 7% des espèces impactées pour un total de 68,54%.

Les oiseaux qui profitent des reposoirs créés par les tables conchylicoles constituent la plus grande variation entre les deux résultats. Pour la faune benthique, sur les 151 taxons représentés, 58 ont des impacts positifs, mais seulement 12 ne sont pas touchés par des impacts négatifs et font donc varier le pourcentage d'espèces impactées. Tous les poissons subissent des impacts négatifs et sont donc considérés comme impactés négativement même si, par ailleurs, certains d'entre eux bénéficient d'impacts positifs (par exemple dus à l'augmentation de la nourriture disponible). Ces impacts positifs ne sont donc pas pris en compte dans l'indicateur car quand les deux types d'impacts (positif et négatif) coexistent pour une même espèce, j'ai considéré que c'est l'impact négatif qui prime.

Le facteur de caractérisation pour l'occupation des mers et des côtes par la conchyliculture à l'étang de Thau est donc :

- Option 1 : 0,7559 PAF.m².an / m².an
- Option 2 : 0,8263 PAF.m².an / m².an
- Option 3 : 0,6854 PAF.m².an/m².an

Transformation des mers et des côtes

Les recherches de l'équipe de (Dajka *et al.*, 2021) m'ont permis d'établir un temps de restauration pour les impacts dus à l'ombrage. Ils ont installé des voiles par-dessus des lits de macrophytes et ont observé que les voiles diminuent la capacité des algues à faire de la photosynthèse. En fonction des données sur la récupération des macrophytes lorsque les voiles sont retirées, j'ai calculé la pente de la fonction et évalué un temps de restauration de 3.48 mois ou 0.29 an (annexe F).

Pour élaborer le temps de restauration en lien avec le retrait des structures, je me suis basé sur les recherches de (Borja *et al.*, 2010) qui analyse les différents temps de restauration pour les estuaires et les côtes selon différentes pressions anthropiques. Pour les impacts liés à l'activité de conchyliculture, j'ai pu relever différentes pressions et les temps de restauration associés (Tableau 3.9). J'ai inclus le temps de restauration en lien avec la perturbation physique puisque ça représente directement la transformation de l'environnement liée à l'ajout des structures puis à leur retrait. Ceci vient modifier le paysage aquatique, l'écosystème et les habitats. La pression en lien avec l'aquaculture des poissons n'était pas tout à fait représentative de l'activité de conchyliculture et n'est donc pas prise en considération.

Tableau 3.9: Temps de restauration pour la conchyliculture (Borja *et al.*, 2010)

| Pressions | Temps de restauration |
|------------------------|-----------------------|
| Aquaculture (poissons) | 2 à 7 ans |
| Perturbation physique | 3 à 7 ans |

Au niveau de l'impact de transformation, on doit calculer le facteur de caractérisation en deux étapes à cause des différents temps des restaurations. Les pressions dues à l'ombrage s'estompent en 0.29 an et affectent 59 organismes, près de 14% des organismes (Tableau 3.10). Le facteur de caractérisation partiel pour cette voie d'impact est donc de $0.02 \text{ PAF.m}^2.\text{an/m}^2$, il est le même, peu importe si on inclut, ou exclut les impacts positifs.

Les taxons qui sont impactés par les autres types d'impacts et qui demandent un temps de restauration de sept ans représentent 61.74% des taxons présents (Tableau 3.10, option 1 ne comptant que les impacts négatifs). On obtient un FC partiel pour ces voies d'impact de $2.16 \text{ PAF.m}^2.\text{an/m}^2$. Le FC total pour l'impact de transformation est donc de $2.18 \text{ PAF.m}^2.\text{an/m}^2$.

Si on tient compte des impacts positifs selon l'option 2, on parvient à un impact partiel de 2.41 PAF.m².an/m² pour les voies d'impact qui ont un temps de restauration de 7 ans et une valeur de 2.43 PAF.m².an/m² comme FC total.

Si on tient compte des impacts positifs selon l'option 3, on parvient à un impact partiel de 1.91 PAF.m².an/m² pour les voies d'impact qui ont un temps de restauration de 7 ans et une valeur de 1.93 PAF.m².an/m² comme FC total.

Tableau 3.10: Facteur de caractérisation pour l'impact de transformation de la conchyliculture en lien avec l'utilisation des mers et des côtes.

| Impact de transformation | Option 1 | Option 2 | Option 3 |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Nombre de taxons total | 426 | 426 | 426 |
| Impact d'ombrage | | | |
| Taxons impactés | 59 | 59 | 59 |
| PAF % | 13.85% | 13.85% | 13.85% |
| Temps de restauration | 0.29 | 0.29 | 0.29 |
| FC (0.5 x PAF% x t_{rest}) | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Autres impacts | | | |
| Taxons impactés | 160 | 190 | 130 |
| Taxons impactés par les 2 types d'impacts | 103 | 103 | 103 |
| Taxons totaux impactés | 263 | 293 | 233 |
| PAF % | 61.74% | 68.78% | 54.69% |
| Temps de restauration | 7 | 7 | 7 |
| FC (0.5 x PAF% x t_{rest}) | 2.16 | 2.41 | 1.91 |
| FC impact de transformation | 2.18 | 2.43 | 1.93 |

Le facteur de caractérisation pour la transformation des mers et des côtes par la conchyliculture à l'étang de Thau est donc :

- Option 1 : 2.18 PAF.m².an /m²
- Option 2 : 2.43 PAF.m².an /m²
- Option 3 : 1.93 PAF.m².an/m²

3.2.6 Analyse de sensibilité

Les différents taxons sont subdivisés en 18 phylums et l'on peut observer dans la Figure 3.5, que la répartition des phylums n'est pas équitable. Par exemple, les mollusques (la grande pointe verte) sont beaucoup plus représentés que les bryozoaires (petite pointe en jaune à droite). Certains phylums peuvent être plus sensible, mais être sous représentés. Pour l'analyse de sensibilité, j'ai fait une moyenne par phylum, et ensuite calculé le PAF à partir des moyennes des 18 phylums. On peut observer que la variation entre les deux techniques de calcul démontre une variation entre 3% à 7% dans tous les cas (Tableau 3.11). Les facteurs de caractérisation restent dans le même ordre de grandeur et l'incertitude reste négligeable par rapport aux incertitudes constatées lors de la modélisation en ACV (Rosenbaum *et al.*, 2008).

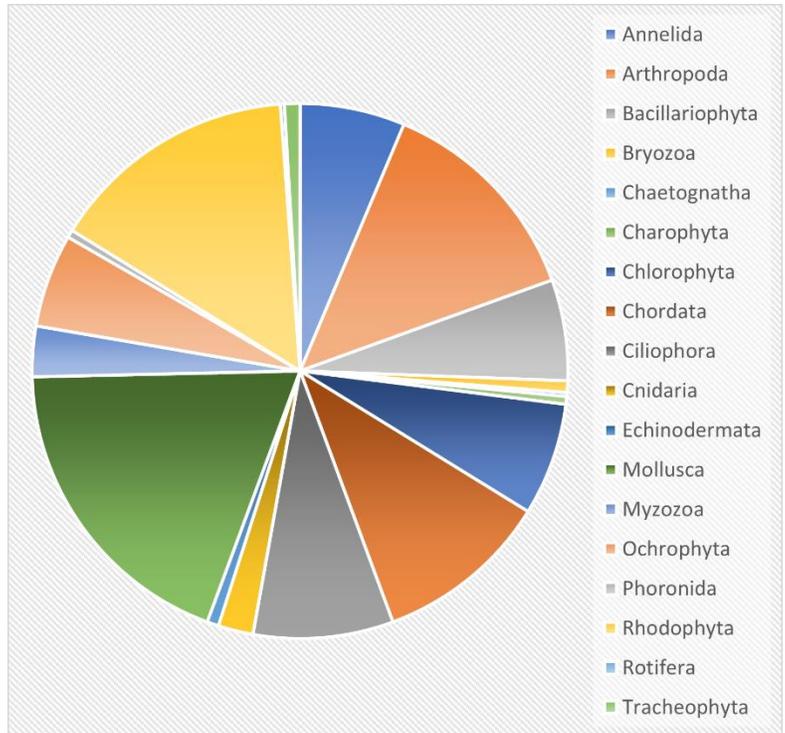


Figure 3.4: Répartition des phylums présents dans la liste des espèces présentes sur l'étang de Thau

Tableau 3.11: Analyse de sensibilité pour les facteurs de caractérisation d'impact d'occupation

| Facteur de caractérisation | Moyenne par taxon | Moyenne par phylum | Variation |
|----------------------------|-------------------|--------------------|-----------|
| FC Option 1 | 75.59% | 70.43% | 5.15% |
| FC Option 2 | 82.63% | 75.51% | 7.12% |
| FC Option 3 | 68.54% | 65.36% | 3.19% |

3.2.7 Opérationnalisation des facteurs de caractérisation pour déterminer l'impact total de la conchyliculture sur l'étang de Thau

L'annexe B détaille les calculs de la superficie conchylicole de l'étang de Thau. L'empreinte de 71 ± 36 m est basé sur les impacts écologiques de l'aquaculture sur les communautés benthiques et provient de l'étude de (Bugnot *et al.*, 2020). La superficie totale avec empreinte est de 1374 ha (13 744 243 m²).

L'impact total de l'UMC pour une année de conchyliculture est donc de $1.04E+07$ PAF.m².an si on utilise l'option 1 pour le FC d'occupation.

CHAPITRE 4

DISCUSSION

4.1 Le cadre méthodologique

Le cadre méthodologique exploratoire développé dans ce projet fournit la base pour l'intégration de la catégorie d'impact de l'utilisation des mers et des côtes. L'application du cadre a fait ressortir certains points chauds qui nécessitent une plus grande réflexion.

4.1.1 Incompatibilité de l'approche mécanistique et de l'approche empirique en matière de double comptage

Le double comptage est pris en considération dans la manière dont le cadre méthodologique de l'UMC a été opérationnalisé. A contrario, le modèle utilisé dans IMPACT World+ pour l'utilisation des terres (de Baan *et al.*, 2013a), basé sur un cadre méthodologique similaire, ne tient pas compte de ce double comptage. Le fait d'employer des données empiriques primaires sur la biodiversité présente à l'état de référence et ensuite une fois l'activité installée ne permet pas de différencier ce qui fait varier individuellement la richesse, comme ça a été mis en lumière par (Rosenbaum *et al.*, 2015). Par exemple, si nous prenons les données de biodiversité pour une forêt et ensuite celle d'un champ agricole géré de façon intensive, en plus des impacts liés à l'utilisation des terres pour le champ, nous aurons aussi les impacts en lien avec l'activité elle-même, le bruit, l'utilisation de produit chimique, etc.

J'ai utilisé une approche mécanistique différente de cette approche empirique pour mon modèle. Le fait d'analyser la chaîne de cause à effet m'a permis d'écarter les impacts ou pressions qui ne devaient pas être pris en compte, car déjà considérés par ailleurs, comme l'eutrophisation, ce qui me permet d'éviter un double comptage. Cependant, cette divergence d'approche fait en sorte que mes résultats ne sont pas comparables à ce qui serait évalué avec la méthode de (de Baan *et al.*, 2013b) qui est utilisé dans IW+.

4.1.2 Les impacts positifs

Devons-nous dénombrer les espèces que nous avons-nous même introduit dans le milieu ou compter comme un bénéfice pour l'environnement le fait de favoriser une espèce? Parfois, l'utilisation des mers et des côtes (tout comme l'utilisation des terres) peut avoir des effets bénéfiques pour certaines espèces. Nous avons pu le constater dans l'étude de cas sur l'étang de Thau : l'installation de tables

conchylicoles a créé un nouvel habitat et augmente le nombre d'oiseaux présent sur l'étang. Mais, est-ce que cette augmentation est positive pour l'environnement?

Des travaux, comme ceux de la thèse de Chloe Stanford-Clark (présentés aux assemblées générales du projet C2C), analysent justement ce sujet. Dans le cadre de cette thèse, les impacts de la pêche sur l'ensemble de l'écosystème marin (en tenant compte des chaînes trophiques) est modélisé. Dans ce modèle, si certaines espèces sont affectées négativement par la pêche, d'autres sont favorisées au point que ça peut devenir problématique (par exemple des méduses peuvent se mettre à pulluler faute de prédateur bien au-delà de leur équilibre naturel).

Il a été suggéré dans le cadre de nos échanges autour du projet C2C qu'un modèle qui évalue les impacts sur les écosystèmes devrait considérer qu'il y a un « impact » autant quand une espèce est affectée négativement que quand elle est affectée positivement si cette variation éloigne l'écosystème d'un certain état de référence (ou d'équilibre) souhaitable. L'augmentation d'une espèce dans un écosystème peut donc être bénéfique si on se rapproche de l'équilibre ou avoir des impacts négatifs passé un certain seuil.

Cependant pour mettre en œuvre et permettre ce type d'analyse, il est nécessaire d'avoir des données concernant l'abondance « souhaitable » de laquelle on ne devrait pas s'éloigner pour préserver l'équilibre de l'écosystème, ce qui n'est pas chose facile pour toutes les espèces. Par ailleurs, pour le moment, il est même difficile d'acquérir des données sur la richesse spécifique au niveau marin, comme j'ai pu le constater dans ce projet. Des données qualitatives comme celles que j'ai développées sur un effet potentiel ne permettent pas d'analyser les impacts sur l'abondance des espèces affectées.

La création de nouveaux habitats amène aussi un questionnement au sujet des impacts lorsque nous devons retirer ces habitats. Les organismes qui sont accrochés à ces structures sont retirés avec elles lorsqu'elles sont enlevées ou perdront un habitat qui leur était propice et disparaîtront probablement. Devons-nous prendre ces impacts en considération comme une dégradation de l'écosystème, étant donné que c'est l'être humain qui a intégré ces structures et par le fait même favorisé la présence de ces organismes ? Cependant, les impacts sur ces organismes sont réels. Enfin, quelles seraient les lignes directrices qui devraient être suivies pour la mise en place d'un tel cadre méthodologique, par exemple :

- Quel est le laps de temps nécessaire pour créer un habitat et que celui-ci soit considéré comme faisant partie à part entière de l'écosystème?
- Est-ce un habitat unique dans l'écosystème?

Ces questionnements sont pertinents et il sera important de statuer sur leur inclusion ou non à l'analyse du cycle de vie.

En attendant, il est difficile de statuer sur la pertinence ou non d'inclure les impacts favorables à certaines espèces et, si on en tient compte, de statuer sur la manière d'en tenir compte comme un impact additionnel sur l'écosystème (option 2) ou comme une réduction de l'impact environnemental (option 3).

4.1.3 Les unités de quantification des impacts sur la qualité des écosystèmes

À ce jour, selon la méthode d'ACV choisie, la qualité des écosystèmes est mesurée à l'aide d'un des différents indicateurs énumérés à la section 1.2.2, soit principalement le PDF.m².an ou le PDF. Le fait de n'utiliser qu'un seul de ces indicateurs ne permet pas de bien démontrer l'éventail d'effets que la biodiversité spécifique d'un écosystème peut ressentir. En utilisant un indicateur dérivé du PDF on ne démontre que les impacts extrêmes : la perte d'une espèce. On fait l'hypothèse que la disparition d'une espèce est la seule façon d'affecter un écosystème. Or, ce n'est pas le cas, et cette approche doit être remise en question. Développer une démarche qui incorporerait de façon complémentaire les indicateurs pour permettre de prendre en considération une gradation des effets brosserait un portrait plus fidèle à la réalité. Cette gradation pourrait être Figure 4.1 :

- L'ensemble des impacts (y compris les impacts plus mineurs qui ne mènent pas à la disparition d'espèces) : PAF : espèces affectées,
- La disparition temporaire : PDF.m².an – espèces disparues temporairement,
- L'extinction : PDF – espèces éteintes définitivement.



Figure 4.1: Exemple de cadre de gradation des impacts sur la santé des écosystèmes

La combinaison de ces trois mesures engendrerait un indicateur commun plus complet et représentatif. Les travaux de (Hélias *et al.*, 2023) sur la pêche proposent comme alternative une représentation pondérée de l'épuisement fractionnel des stocks individuels à l'échelle de l'écosystème en remplacement du PDF traditionnel qui ne représente pas adéquatement la santé des stocks. Cette approche tend à vouloir intégrer une notion d'espèce affectée, semblable au PAF (Hélias *et al.*, 2023). Il est important de continuer à travailler sur le meilleur indicateur pour représenter plus justement les impacts sur la santé des écosystèmes.

4.2 L'opérationnalisation dans le cas d'étude

Les facteurs de caractérisation élaborés dans ce projet de recherche pour la conchyliculture donneront des scores d'impacts qui ne sont pas comparables aux autres catégories d'impact. Le PAF, que j'ai utilisé comme indicateur, et le PDF.m².an (utilisé dans IW+) démontrent deux niveaux d'impacts et ne représentent donc pas la même chose. Par ailleurs, le PAF permet tout de même de faire ressortir que, malgré le fait que la conchyliculture est une forme d'aquaculture à faible intensité, la majorité des espèces présentes sur le bassin de Thau est potentiellement affectée d'une façon quelconque par les structures conchyliques. Ces résultats nous forcent à nous questionner sur les impacts des activités plus intensives et démontrent l'importance de l'ajout de la catégorie d'impact de l'utilisation des mers et des côtes à l'ACV.

426 taxons différents, sous 18 phylums, montrant une variété d'organismes de tailles et de niveaux trophiques différents ont été répertoriés dans cette étude, ce qui constitue une bonne représentation de l'écosystème étudié. Cependant, il est important de noter que des groupes d'espèces sont absents, par exemple les microbes, par manque de données.

CONCLUSION

L'analyse de cycle de vie est un outil pertinent pour évaluer les impacts potentiels d'un produit, service ou procédé et permettre aux dirigeants de prendre de meilleures décisions au niveau environnemental. Il s'agit d'un outil qui évolue constamment et l'ajout d'une nouvelle catégorie d'impacts lui permet d'être un peu plus complet. L'intensification des activités anthropiques sur les mers et les côtes exerce de grandes pressions sur ces écosystèmes. Pour limiter les conséquences sur ces écosystèmes marins, il est impératif de comprendre l'impact de nos gestes et décisions. Pourtant, à ce jour, l'ACV ne tient pas compte de l'utilisation des mers et des côtes, d'où l'importance d'avoir développé un cadre méthodologique pour la catégorie d'impact de l'UMC en évaluation des impacts du cycle de vie sous la méthode IW+ dans ce projet de recherche. De plus, c'est aussi une étape importante pour la réalisation du projet C2C.

Le cadre méthodologique proposé dans ce projet de recherche permet de poser les premières pierres pour réfléchir à l'opérationnalisation de cette catégorie d'impact dans IW+. Lorsque j'ai appliqué le cadre à une étude de cas, j'ai pu constater une absence de données sur la variation de la biodiversité marine en fonction des activités pratiquées sur les mers et les côtes. Pour avancer la mise en place de la catégorie de l'UMC, il est donc recommandé de procéder aux étapes suivantes :

- Développer une classification des types d'activités et des différents usages des mers et des côtes, comme celle proposée par (Koellner *et al.*, 2013a) pour les types d'usages des terres.
- Créer une base de données empiriques sur la richesse spécifique des mers et des côtes, avec des informations régionalisées, soit à l'aide de nouvelles données ou en faisant une méta-analyse avec les études disponibles.
- Créer une cartographie des activités anthropiques sur les mers et les côtes
- Analyser comment des activités qui utilisent les mers de façon transitoire, comme la navigation, pourront être intégrées dans le cadre méthodologique.

De plus, dans le cadre de l'ACV en général, ce mémoire questionne l'utilisation du PDF ou du PDF.m².an comme indicateur, puisque les écosystèmes ne sont pas seulement affectés lorsqu'il y a une disparition d'espèce. Il est aussi intéressant de se questionner sur l'impact du retrait des structures artificielles sur les communautés qui y ont élu domicile.

Finalement, ce mémoire permet d'amorcer l'intégration de la nouvelle catégorie qu'est l'utilisation des mers et de côtes en proposant ce cadre méthodologique et donne lieu à l'avancement des connaissances en ACV.

ANNEXE A

LISTE DES ACTIVITÉS ET DES STRESSEURS EN LIEN AVEC LES MERS ET LES OCÉANS

| Catégorie dans le texte | Descriptions de l'activité ou du stresser | Activité ou Stresser | Déjà pris en compte en ACV ou à venir | Références |
|---------------------------------------|--|----------------------|---|---|
| Pressions provenant des océans | | | | |
| Les pêcheries | Pêche commerciale: | Activité | (Hélias <i>et al.</i> , 2023), Travaux exploratoires de la thèse de Chloe Stanford-Clark | Halpern et al., 2008, Halpern et al., 2015, Halpern et al., 2019, Langlois et al., 2014, Millennium Ecosystem Assessment, 2005) |
| | - Pélagique, faible prise accessoire | Activité | | |
| | - Pélagique, haute prise accessoire | Activité | | |
| | - Démersal avec modification d'habitat | Activité | | |
| | - Démersal sans modification d'habitats avec faible prise accessoire | Activité | | |
| | - Démersal sans modification d'habitats avec haute prise accessoire | Activité | | |
| | Pêché artisanal | Activité | | |
| L'aquaculture | Aquaculture | Activité | Pas pris en compte | Halpern et al., 2019, Langlois et al., 2014, O'Hara et al., 2021 |
| Structures marines | Structures benthiques | Activité | | Halpern et al., 2008, Halpern et al., 2015, Halpern et al., 2019, IPCC et al., 2019, Langlois et al., 2014, O'Hara et al., 2021 |
| | Infrastructures portuaires | Activité | | |
| | Système de production d'énergie (ex.:Windfarm) | Activité | | |
| | Constructions sur les fonds marins | Activité | | |
| | Constructions flottantes | Activité | | |
| | Structure de mitigation contre les inondations | Activité | | |
| Navigation | Lignes de navigation commerciales | Activité | | Halpern et al., 2008, Halpern et al., 2015, Halpern et al., 2019, IPCC et al., 2019, Langlois et al., 2014, O'Hara et al., 2021 |
| | Marée noire | Stresseurs | | |
| | Tourisme (bateau de croisière) | Activité | | |
| Autres | Ingénierie des côtes | Activité | | Halpern et al., 2008, Halpern et al., 2015, Halpern et al., 2019, O'Hara et al., 2021 |
| | Altération des habitats | Activité | | |
| | Exploitation minière en profondeur | Activité | | |
| | Tourisme | Activité | | |

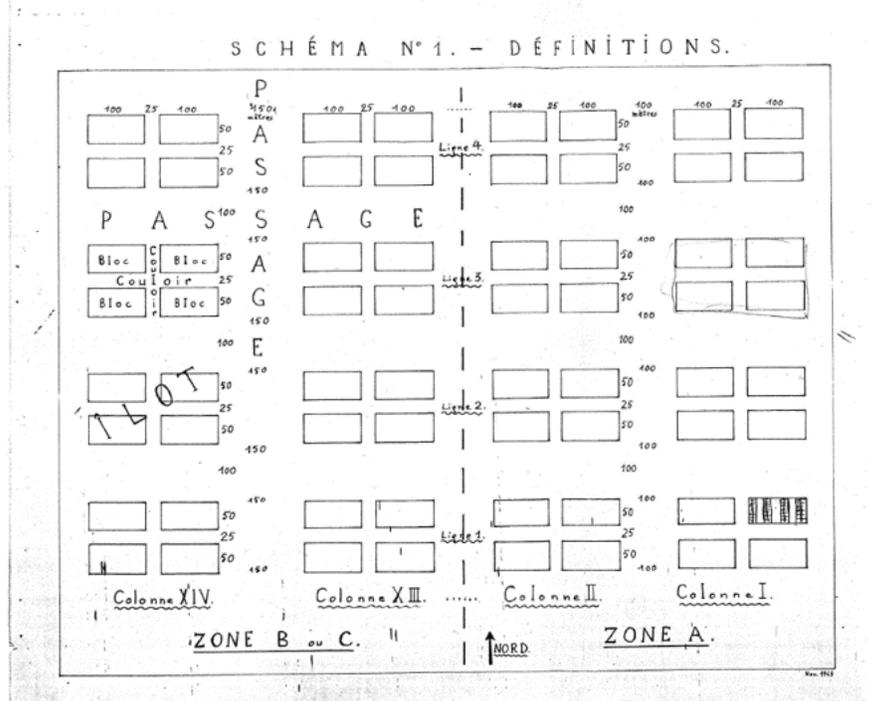
| | | | | |
|--|--|------------|---|--|
| | Pollution par le bruit | Stresseurs | | Halpern et al., 2015, Halpern et al., 2019, Langlois et al., 2014 |
| | Pollution par la lumière | Stresseurs | | |
| | Turbidité/ Sédimentation | Stresseurs | | |
| Pressions provenant des terres | | | | |
| Pression provenant des terres | Ruissèlements | Stresseurs | | Halpern et al., 2008, Halpern et al., 2015, Halpern et al., 2019, Hoel et al., 2022 |
| | - Nutriments | Stresseurs | Eutrophisation | |
| | - Pollution organique | Stresseurs | Eutrophisation | |
| | - Pollution inorganique | Stresseurs | | |
| | Activités des régions côtières (bruits, lumières, pollutions) | Stresseurs | | |
| | Pollution plastique | Stresseurs | Travaux Projet MariLCA | Halpern et al., 2015, Halpern et al., 2019 |
| Pressions provenant des changements climatiques | | | | |
| Température des eaux de surface | Monté de la température des eaux de surface | Stresseurs | | Halpern et al., 2008, Halpern et al., 2015, Halpern et al., 2019, IPCC et al., 2019 |
| Monté du niveau des eaux | Monté du niveau des eaux | Stresseurs | Travaux exploratoires de la thèse de Laura Debarre | |
| Acidification | Acidification de l'eau | Stresseurs | | |

ANNEXE B

CALCUL DE LA SUPERFICIE CONCHYLICOLE DE L'ÉTANG DE THAU

| Données selon schéma | | | | |
|--------------------------|--------------|-------------|-------|--------|
| | Longueur (m) | Largeur (m) | m2 | ha2 |
| Ilot | 225 | 125 | 28125 | 2.8125 |
| Juste en table | 50 | 10 | 500 | 0.05 |
| Bloc | 100 | 50 | | |
| Table dans un ilot (4*4) | | | 2000 | 0.2 |
| Couloir | | 25 | | |
| Passage colonne A | | 100 | | |
| Passage colonne B&C | | 150 | | |
| Passage ligne A&B&C | | 100 | | |
| Footprint (71 +/- 36m) | 71 | 35 | 107 | |

| Calculs de la superficie des différentes sections | | | | | | | |
|---|------------|----------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------------|
| Numéro de section | # Colonnes | # Lignes | Avec empreinte | | Sans empreinte | | Notes |
| | | | m | ha | m | ha | |
| Zone A | | | | | | | |
| Section 1 | 4 | 9 | 2,773,914 | 277 | 2,310,000 | 231 | 4 empreintes |
| Section 2 | 2 | 8 | 1,099,791 | 110 | 935,000 | 94 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 3 | 1 | 7 | 457,616 | 46 | 331,875 | 33 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 4 | 3 | 6 | 1,249,666 | 125 | 1,093,750 | 109 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 5 | 1 | 7 | 457,616 | 46 | 331,875 | 33 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 6 | 1 | 4 | 257,816 | 26 | 180,000 | 18 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Zone B&C | | | | | | | |
| Section 7 | 2 | 7 | 1,199,814 | 120 | 885,000 | 89 | 4 empreintes |
| Section 8 | 2 | 4 | 584,441 | 58 | 480,000 | 48 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 9 | 3 | 6 | 1,381,766 | 138 | 1,218,750 | 122 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 10 | 1 | 3 | 191,216 | 19 | 129,375 | 13 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 11 | 1 | 8 | 676,014 | 68 | 382,500 | 38 | 4 empreintes |
| Section 12 | 3 | 7 | 1,617,116 | 162 | 1,438,125 | 144 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 13 | 2 | 6 | 886,391 | 89 | 750,000 | 75 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Section 14 | 3 | 4 | 911,066 | 91 | 780,000 | 78 | 2 en haut et 1 à gauche |
| Total des 3 zones | | | 13,744,243 | 1,374 | 11,246,250 | 1,125 | |
| Total des 3 zones minimum | | | | 1,261 | | | |
| Total des 3 zones maximum | | | | 1,693 | | | |



Zone A



Zone B & C



ANNEXE C

LISTE DE TAXONS PRÉSENTS SUR L'ÉTANG DE THAU

| Légende pour la couleur des taxons : | | | |
|--------------------------------------|-------|-----------------|-------------------|
| Espèce | Genre | Ordre ou phylum | Espèce de culture |

| Nu m-éro | Taxon | Genre | Phylum | Sous-phylum | Classe | Ordre | Référence | Groupe d'espèces | Notes / Nom commun (en français ou en anglais) |
|----------|--------------------------------|---------------------|----------|-------------|------------|--------------|---------------------------------|----------------------|---|
| 1 | <i>Amphictene auricoma</i> | <i>Amphictene</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Terebellida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Golden trumpet worm (ancien nom: Pectinaria (<i>Amphictene</i>) auricoma) |
| 2 | <i>Capitella capitata</i> | <i>Capitella</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | N/A | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Gallery Worm |
| 3 | <i>Chaetozone caputesocis</i> | <i>Chaetozone</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Terebellida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 4 | <i>Cirrophorus furcatus</i> | <i>Cirrophorus</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | N/A | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 5 | <i>Eunice vittata</i> | <i>Eunice</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Eunicida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 6 | <i>Exogone</i> | <i>Exogone</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 7 | <i>Glycera alba</i> | <i>Glycera</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Glycère |
| 8 | <i>Glycera lapidum</i> | <i>Glycera</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 9 | <i>Glycera unicornis</i> | <i>Glycera</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 10 | <i>Heteromastus filiformis</i> | <i>Heteromastus</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | N/A | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Red Thread worm |
| 11 | <i>Hilbigneris gracilis</i> | <i>Hilbigneris</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Eunicida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 12 | <i>Hydroides norvegica</i> | <i>Hydroides</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Sabellida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 13 | <i>Lumbrineris latreilli</i> | <i>Lumbrineris</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Eunicida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 14 | <i>Mediomastus</i> | <i>Mediomastus</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | N/A | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 15 | <i>Neanthes acuminata</i> | <i>Neanthes</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 16 | <i>Nephtys kersivalensis</i> | <i>Nephtys</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |

| | | | | | | | | | |
|----|------------------------------------|----------------------------|------------|-----------|--------------|--------------|---------------------------------|----------------------|---|
| 17 | <i>Nereiphylla rubiginosa</i> | <i>Nereiphylla</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 18 | <i>Oxydromus flexuosus</i> | <i>Oxydromus</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Sous: <i>Ophiidromus flexuosus</i> |
| 19 | <i>Pilargis verrucosa</i> | <i>Pilargis</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 20 | <i>Pista mediterranea</i> | <i>Pista</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Terebellida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 21 | <i>Platynereis dumerilii</i> | <i>Platynereis</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Phyllodocida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Dumerel's clam worm / comb-toothed nereid |
| 22 | <i>Pseudoleiocyathella fauveli</i> | <i>Pseudoleiocyathella</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | N/A | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 23 | <i>Pseudomastus deltaicus</i> | <i>Pseudomastus</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | N/A | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Nom accepté: <i>Leiochrides deltaicus</i> |
| 24 | <i>Schistomeringos rudolphi</i> | <i>Schistomeringos</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Eunicida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 25 | <i>Serpula concharum</i> | <i>Serpula</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Sabellida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 26 | <i>Spiochaetopterus costarum</i> | <i>Spiochaetopterus</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | N/A | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Glassy Tubeworm |
| 27 | <i>Vermiliopsis</i> | <i>Vermiliopsis</i> | Annelida | N/A | Polychaeta | Sabellida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 28 | <i>Astacilla longicornis</i> | <i>Astacilla</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Isopoda | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Isopode |
| 29 | <i>Athanas nitescens</i> | <i>Athanas</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Crevette à capuchon |
| 30 | <i>Callinectes sapidus</i> | <i>Callinectes</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Labrune, 2019) | Macrofaune benthique | Crabe bleu, espèce invasive |
| 31 | <i>Carcinus aestuarii</i> | <i>Carcinus</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | Mediterranean green crab |
| 32 | <i>Chondrochelia savignyi</i> | <i>Chondrochelia</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Tanaidacea | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Tanaidacea |
| 33 | <i>Crangon crangon</i> | <i>Crangon</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | Crevette grise |
| 34 | <i>Cymodoce truncata</i> | <i>Cymodoce</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Isopoda | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 35 | <i>Dynamene bidentata</i> | <i>Dynamene</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Isopoda | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 36 | <i>Lysianassa costae</i> | <i>Lysianassa</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Amphipoda | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 37 | <i>Lysianassina longicornis</i> | <i>Lysianassina</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Amphipoda | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 38 | <i>Microdeutopus versiculatus</i> | <i>Microdeutopus</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Amphipoda | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 39 | <i>Mysidium sp</i> | <i>Mysidia</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Mysida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 40 | <i>Palaemon adspersus</i> | <i>Palaemon</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | Bouquet balte / Crevette |

| | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|------------------------|---------------|-----------|--------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|--|
| 41 | <i>Palaemon elegans</i> | <i>Palaemon</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | Crevette rose |
| 42 | <i>Palaemon serratus</i> | <i>Palaemon</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | Crevette rose |
| 43 | <i>Palaemon varians</i> | <i>Palaemon</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | |
| 44 | <i>Philocheras trispinosus</i> | <i>Philocheras</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | |
| 45 | <i>Phtisia marina</i> | <i>Phtisia</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Amphipoda | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Least skeleton shrimp |
| 46 | <i>Portunus pelagicus</i> | <i>Portunus</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Sand Crab |
| 47 | <i>Processa</i> | <i>Processa</i> | Arthropoda | Crustacea | Malacostraca | Decapoda | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | Processa Leach |
| 48 | <i>Cirripedia (subclass)</i> | | Arthropoda | Crustacea | Thecostraca | N/A | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Barnacles |
| 49 | <i>Amathia verticillata</i> | <i>Amathia</i> | Bryozoa | N/A | Gymnolaemata | Ctenostomatida | (GBIF, 2023) | Macrofaune benthique | . |
| 50 | <i>Schizoporella errata</i> | <i>Schizoporella</i> | Bryozoa | N/A | Gymnolaemata | Cheilostomatida | (GBIF, 2023) | Macrofaune benthique | Branching bryozoan |
| 51 | <i>Tubulipora sp</i> | <i>Tubulipora</i> | Bryozoa | N/A | Stenolaemata | Cyclostomatida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Obelia sp (nom non accepté) |
| 52 | <i>Ciona sp</i> | <i>Ciona</i> | Chordata | Tunicata | Ascidacea | Phlebobranchia | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 53 | <i>Phallusia sp</i> | <i>Phallusia</i> | Chordata | Tunicata | Ascidacea | Phlebobranchia | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 54 | <i>Eucodonium sp</i> | <i>Eucodonium</i> | Cnidaria | N/A | Hydrozoa | Anthoathecata | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 55 | <i>Lensia sp</i> | <i>Lensia</i> | Cnidaria | N/A | Hydrozoa | Siphonophorae | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 56 | <i>Podocoryna sp</i> | <i>Podocoryna</i> | Cnidaria | N/A | Hydrozoa | Anthoathecata | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 57 | <i>Stauridiosarsia gemmifera</i> | <i>Stauridiosarsia</i> | Cnidaria | N/A | Hydrozoa | Anthoathecata | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Sous Sarsia gemmifera |
| 58 | <i>Aurelia coerulea</i> | <i>Aurelia</i> | Cnidaria | N/A | Scyphozoa | Semaeostomeae | (Marques <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 59 | <i>Asterina gibbosa</i> | <i>Asterina</i> | Echinodermata | Asterozoa | Asteroidea | Valvatida | (GBIF, 2023) | Macrofaune benthique | Astérie bossue |
| 60 | <i>Paracentrotus lividus</i> | <i>Paracentrotus</i> | Echinodermata | Echinozoa | Echinoidea | Camarodonta | (GBIF, 2023) | Macrofaune benthique | Oursin-pierre / Châtaigne de mer |
| 61 | <i>Ophiopsila aranea</i> | <i>Ophiopsila</i> | Echinodermata | Asterozoa | Ophiuroidea | Amphilepidida | (GBIF, 2023) | Macrofaune benthique | |
| 62 | <i>Abra alba</i> | <i>Abra</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Cardiida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Telline blanche |
| 63 | <i>Abra nitida</i> | <i>Abra</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Cardiida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Shiny abra / Glossy furrow-shell |
| 64 | <i>Corbula gibba</i> | <i>Corbula</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Myida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Nom accepté: <i>Varicorbula gibba</i> / Common basket clam |

| | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|--------------------|----------|-----|-------------|-----------------|---------------------------------|----------------------|---|
| 65 | <i>Limaria hians</i> | <i>Limaria</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Limida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Lime / Clam |
| 66 | <i>Loripes orbiculatus</i> | <i>Loripes</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Lucinida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Loripes lacteus |
| 67 | <i>Loripinus fragilis</i> | <i>Loripinus</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Lucinida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 68 | <i>Magallana gigas</i> | <i>Magallana</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Ostreida | (Lacoste <i>et al.</i> , 2023) | Macrofaune benthique | Culture huîtres /Huitre creuse (japonaise) / peu aussi être retrouvé à l'état naturel |
| 69 | <i>Modiolus barbatus</i> | <i>Modiolus</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Mytilida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Bearded mussel |
| 70 | <i>Moerella donacina</i> | <i>Moerella</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Cardiida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 71 | <i>Musculus subpictus</i> | <i>Musculus</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Mytilida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Spotted mussel / Musculus Marmoratus |
| 72 | <i>Mytilaster solidus</i> | <i>Mytilaster</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Mytilida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | |
| 73 | <i>Mytilus galloprovincialis</i> | <i>Mytilus</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Mytilida | (Lacoste <i>et al.</i> , 2023) | Macrofaune benthique | Culture moules / Méditerranéenne / Provence |
| 74 | <i>Ostrea edulis</i> | <i>Ostrea</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Ostreida | (Chaboud <i>et al.</i> , 2015) | Macrofaune benthique | Huitre plate (espèce élevée) |
| 75 | <i>Pinna nobilis</i> | <i>Pinna</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Ostreida | (Foulquié <i>et al.</i> , 2020) | Macrofaune benthique | Grand nacre / jambon de mer |
| 76 | <i>Polititapes aureus</i> | <i>Polititapes</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Venerida | (Pelaprat <i>et al.</i> , 2016) | Macrofaune benthique | Palourde jaune |
| 77 | <i>Ruditapes decussatus</i> | <i>Ruditapes</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Venerida | (Cordonnier, 2022) | Macrofaune benthique | Palourde européenne |
| 78 | <i>Ruditapes philippinarum</i> | <i>Ruditapes</i> | Mollusca | N/A | Bivalvia | Venerida | (Mahé <i>et al.</i> , 2022) | Macrofaune benthique | Palourde japonaise |
| 79 | <i>Sepia officinalis</i> | <i>Sepia</i> | Mollusca | N/A | Cephalopoda | Sepiida | (Chaboud <i>et al.</i> , 2015) | Macrofaune benthique | Seiche (espèce pêchée) |
| 80 | <i>Aeolidiella alderi</i> | <i>Aeolidiella</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 81 | <i>Aeolidiella sanguinea</i> | <i>Aeolidiella</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 82 | <i>Akera bullata</i> | <i>Akera</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Aplysiida | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Common bubble snail |
| 83 | <i>Amphorina andra</i> | <i>Amphorina</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 84 | <i>Antiopella cristata</i> | <i>Antiopella</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Antiopelle |
| 85 | <i>Aplysia depilans</i> | <i>Aplysia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Aplysiida | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Spotted sea hare |
| 86 | <i>Aplysia punctata</i> | <i>Aplysia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Aplysiida | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Lièvre de mer taché |
| 87 | <i>Berghia verrucicomis</i> | <i>Berghia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Berghia azurée |
| 88 | <i>Berthella perforata</i> | <i>Berthella</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Pleurobranchida | (Rufay <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------|--------------------|----------|-----|------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 89 | <i>Caloria quatrefagesi</i> | <i>Caloria</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 90 | <i>Capellinia doriae</i> | <i>Capellinia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 91 | <i>Cerberilla bernadettae</i> | <i>Cerberilla</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 92 | <i>Condonella sp</i> | <i>Condonella</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Stylommatophora | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 93 | <i>Cratena peregrina</i> | <i>Cratena</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 94 | <i>Dendrodoris limbata</i> | <i>Dendrodoris</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 95 | <i>Doris ocelligera</i> | <i>Doris</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 96 | <i>Doris verrucosa</i> | <i>Doris</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Warty dorid, Sponge slug |
| 97 | <i>Doto cervicenigra</i> | <i>Doto</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 98 | <i>Doto coronata</i> | <i>Doto</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Crowned doto |
| 99 | <i>Doto eireana</i> | <i>Doto</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 100 | <i>Edmundsella pedata</i> | <i>Edmundsella</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Coryphelle mauve |
| 101 | <i>Elysia viridis</i> | <i>Elysia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Sacoglossa(SO) | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Elysie verte |
| 102 | <i>Ercolania viridis</i> | <i>Ercolania</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Sacoglossa(SO) | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 103 | <i>Eubran-chus exiguus</i> | <i>Eubran-chus</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Dwarf balloon aeolis |
| 104 | <i>Facelina annulicomis</i> | <i>Facelina</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 105 | <i>Facelina auriculata</i> | <i>Facelina</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Grande facéline |
| 106 | <i>Facelina dubia</i> | <i>Facelina</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 107 | <i>Facelina vicina</i> | <i>Facelina</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 108 | <i>Favorinus branchialis</i> | <i>Favorinus</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 109 | <i>Felimare villafranca</i> | <i>Felimare</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Doris de Villefranche |
| 110 | <i>Felimida krohni</i> | <i>Felimida</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Doris de Krohn |
| 111 | <i>Flabellina affinis</i> | <i>Flabellina</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Flabelline mauve |
| 112 | <i>Flabellina cavolini</i> | <i>Flabellina</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Nom accepté: Calmella cavolini |

| | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|-----------------------|----------|-----|------------|-----------------|--------------------------------|----------------------|--|
| 113 | <i>Godiva quadricolor</i> | <i>Godiva</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Four color nudibranch |
| 114 | <i>Goniodoris castanea</i> | <i>Goniodoris</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Nom accepté: <i>Pelagella castanea</i> |
| 115 | <i>Haloa japonica</i> | <i>Haloa</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Cephalaspidea | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 116 | <i>Haminoea exigua</i> | <i>Haminoea</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Cephalaspidea | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 117 | <i>Haminoea hydatis</i> | <i>Haminoea</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Cephalaspidea | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 118 | <i>Haminoea navicula</i> | <i>Haminoea</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Cephalaspidea | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 119 | <i>Haminoea ortei</i> | <i>Haminoea</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Cephalaspidea | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 120 | <i>Hermaea bifida</i> | <i>Hermaea</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Sacoglossa(SO) | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 121 | <i>Hermaea variopecta</i> | <i>Hermaea</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Sacoglossa(SO) | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Hermès arlequin |
| 122 | <i>Hexaplex trunculus</i> | <i>Hexaplex</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Neogastropoda | (Chaboud <i>et al.</i> , 2015) | Macrofaune benthique | Murex, rocher (espèce pêchée) |
| 123 | <i>Janolus hyalinus</i> | <i>Janolus</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 124 | <i>Jorunna tomentosa</i> | <i>Jorunna</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | White Jounna, Grey Sea Slug |
| 125 | <i>Limapontia capitata</i> | <i>Limapontia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Sacoglossa(SO) | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Broad headed lanceolate sea slug |
| 126 | <i>Nemesignis banyulensis</i> | <i>Nemesignis</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Godive orange |
| 127 | <i>Okenia elegans</i> | <i>Okenia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Yellow Skirt Slug |
| 128 | <i>Okenia longiductis</i> | <i>Okenia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 129 | <i>Paradoris indecora</i> | <i>Paradoris</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 130 | <i>Philine quadripartita</i> | <i>Philine</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Cephalaspidea | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Sand slug |
| 131 | <i>Philinopsis depicta</i> | <i>Philinopsis</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Cephalaspidea | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 132 | <i>Piseinotecus sphaeriferus</i> | <i>Piseinotecus</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 133 | <i>Placida dendritica</i> | <i>Placida</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Sacoglossa(SO) | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Dendritic sea slug |
| 134 | <i>Placida tardyi</i> | <i>Placida</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Sacoglossa(SO) | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 135 | <i>Placida viridis</i> | <i>Placida</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Sacoglossa(SO) | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 136 | <i>Pleurobranchus membranaceus</i> | <i>Pleurobranchus</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Pleurobranchida | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |

| | | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------|-----------------------|------------|---------------|------------------|---------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|
| 137 | <i>Polycera hedgpethi</i> | <i>Polycera</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 138 | <i>Polycera quadrilineata</i> | <i>Polycera</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Limace à quatre lignes |
| 139 | <i>Spurilla neapolitana</i> | <i>Spurilla</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Limace à bigoudis |
| 140 | <i>Tergipes tergipes</i> | <i>Tergipes</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Johnston's balloon eolis |
| 141 | <i>Thecacera pennigera</i> | <i>Thecacera</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | Thécacère |
| 142 | <i>Trinchesia cuanensis</i> | <i>Trinchesia</i> | Mollusca | N/A | Gastropoda | Nudibranchia | (Ruf-ray <i>et al.</i> , 2021) | Macrofaune benthique | |
| 143 | <i>Phoronis psammophila</i> | <i>Phoronis</i> | Phoronida | N/A | N/A | N/A | (GBIF, 2023) | Macrofaune benthique | Espèce de vers |
| 144 | <i>Aurelia aurita</i> | <i>Aurelia</i> | Cnidaria | N/A | Scyphozoa | Semaeostomeae | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mégaplancton | Méduse commune |
| 145 | <i>Lamprothamnium papulosum</i> | <i>Lamprothamnium</i> | Charophyta | N/A | Charophyceae | Charales | (GBIF, 2023) | Macrophytes | Foxtail Stonewort |
| 146 | <i>Spirogyra</i> | <i>Spirogyra</i> | Charophyta | N/A | Conjugatophyceae | Zygnematales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 147 | <i>Acetabularia acetabulum</i> | <i>Acetabularia</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Dasycladales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Mermaid's wine glass |
| 148 | <i>Bryopsis hypnoides</i> | <i>Bryopsis</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Bryopsidales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 149 | <i>Bryopsis muscosa</i> | <i>Bryopsis</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Bryopsidales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 150 | <i>Bryopsis plumosa</i> | <i>Bryopsis</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Bryopsidales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 151 | <i>Chaetomorpha aerea</i> | <i>Chaetomorpha</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 152 | <i>Chaetomorpha linum</i> | <i>Chaetomorpha</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 153 | <i>Cladophora albida</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 154 | <i>Cladophora battersii</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 155 | <i>Cladophora coelothrix</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 156 | <i>Cladophora glomerata</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 157 | <i>Cladophora lehmanniana</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 158 | <i>Cladophora liniformis</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 159 | <i>Cladophora pellucida</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 160 | <i>Cladophora socialis</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|---------------------|------------|---------------|--------------|----------------|-------------------------------|-------------|---|
| 161 | <i>Cladophora vadorum</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 162 | <i>Cladophora vagabunda</i> | <i>Cladophora</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 163 | <i>Codium fragile</i> | <i>Codium</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Bryopsidales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Algues feutrée |
| 164 | <i>Codium tomentosum</i> | <i>Codium</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Bryopsidales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Algues feutrée dichotome |
| 165 | <i>Monostroma grevillei</i> | <i>Monostroma</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulotrichales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 166 | <i>Ulva clathrata</i> | <i>Ulva</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulvales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 167 | <i>Ulva compressa</i> | <i>Ulva</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulvales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 168 | <i>Ulva intestinalis</i> | <i>Ulva</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulvales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 169 | <i>Ulva lactuca</i> | <i>Ulva</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulvales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Ulve / Salade / Laitue de mer |
| 170 | <i>Ulva linza</i> | <i>Ulva</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulvales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 171 | <i>Ulva rigida</i> | <i>Ulva</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulvales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Laitue de mer |
| 172 | <i>Ulva rotundata</i> | <i>Ulva</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulvales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 173 | <i>Ulvaria obscura</i> | <i>Ulvaria</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Ulvales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 174 | <i>Valonia aegagropila</i> | <i>Valonia</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 175 | <i>Valonia utricularis</i> | <i>Valonia</i> | Charophyta | Chlorophytina | Ulvophyceae | Cladophorales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Valonie tubuleuse |
| 176 | <i>Aglaozonia melanoidea</i> | <i>Aglaozonia</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Tilopteridales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Cutleria adpersa</i> |
| 177 | <i>Aglaozonia parvula</i> | <i>Aglaozonia</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Tilopteridales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Cutleria multifida</i> |
| 178 | <i>Chorda filum</i> | <i>Chorda</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Chordales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Dead man's rope / Mermaids tresses |
| 179 | <i>Cladosiphon mediterraneus</i> | <i>Cladosiphon</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Ectocarpates | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 180 | <i>Cladostephus spongiosus</i> | <i>Cladostephus</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Sphacelariales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 181 | <i>Colpomenia peregrina</i> | <i>Colpomenia</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Ectocarpates | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | (même que <i>Colpomenia sinuosa</i>) Voleuse d'huître / Oysterthief |
| 182 | <i>Colpomenia sinuosa</i> | <i>Colpomenia</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Ectocarpates | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Voir <i>Colpomenia peregrina</i> |
| 183 | <i>Cutleria adpersa</i> | <i>Cutleria</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Tilopteridales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 184 | <i>Cutleria multifida</i> | <i>Cutleria</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Tilopteridales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |

| | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------------|-----------------------|------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| 185 | <i>Cystoseira barbata</i> | <i>Cystoseira</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Fucales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 186 | <i>Cystoseira compressa</i> | <i>Cystoseira</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Fucales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 187 | <i>Desmarestia viridis</i> | <i>Desmarestia</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Desmarestiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 188 | <i>Dictyota dichotoma</i> | <i>Dictyota</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Dictyotales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Dictyote / Forkweed |
| 189 | <i>Dictyota spiralis</i> | <i>Dictyota</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Dictyotales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 190 | <i>Feldmannia irregularis</i> | <i>Feldmannia</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Ectocarpates | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 191 | <i>Halopteris filicina</i> | <i>Halopteris</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Sphacelariales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 192 | <i>Padina pavonica</i> | <i>Padina</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Dictyotales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Peacock's tail |
| 193 | <i>Sargassum muticum</i> | <i>Sargassum</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Fucales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Sargasse Japonaise / Strangleweed |
| 194 | <i>Scytosiphon lomentaria</i> | <i>Scytosiphon</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Ectocarpates | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Beanweed |
| 195 | <i>Sphacelaria</i> | <i>Sphacelaria</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Sphacelariales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 196 | <i>Sphaerotrichia divaricata</i> | <i>Sphaerotrichia</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Ectocarpates | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 197 | <i>Stictyosiphon adriaticus</i> | <i>Stictyosiphon</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Ectocarpates | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 198 | <i>Taonia atomaria</i> | <i>Taonia</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Dictyotales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 199 | <i>Vaucheria</i> | <i>Vaucheria</i> | Ochrophyta | N/A | Phaeophyceae | Vaucheriales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 200 | <i>Acrochaetium</i> | <i>Acrochaetium</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Acrochaetiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 201 | <i>Agardhiella subulata</i> | <i>Agardhiella</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 202 | <i>Aglaothamnion pseudobyssoides</i> | <i>Aglaothamnion</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 203 | <i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> | <i>Ahnfeltiopsis</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 204 | <i>Alsidium corallinum</i> | <i>Alsidium</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 205 | <i>Antithamnion cruciatum</i> | <i>Antithamnion</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 206 | <i>Callithamnion corymbosum</i> | <i>Callithamnion</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 207 | <i>Callithamnion tetragonum</i> | <i>Callithamnion</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 208 | <i>Centroceras clavulatum</i> | <i>Centroceras</i> | Rhodophyta | Eurhodophytina | Florideophyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|------------------|----------------------------------|-------------|---|
| 209 | <i>Ceramium codii</i> | <i>Ceramium</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 210 | <i>Ceramium comptum</i> | <i>Ceramium</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 211 | <i>Ceramium diaphanum</i> | <i>Ceramium</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 212 | <i>Ceramium strictum</i> | <i>Ceramium</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Ceramium deslongchampsii</i> |
| 213 | <i>Ceramium tenerrimum</i> | <i>Ceramium</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 214 | <i>Ceramium tenuissimum</i> | <i>Ceramium</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Ceramium diaphanum</i> |
| 215 | <i>Ceramium virgatum</i> | <i>Ceramium</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Red seaweed ou Hornweed |
| 216 | <i>Chondracanthus acicularis</i> | <i>Chondracan- thus</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 217 | <i>Chondria capillaris</i> | <i>Chondria</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 218 | <i>Chondria simpliciuscula</i> | <i>Chondria</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 219 | <i>Chondrus giganteus</i> | <i>Chondrus</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 220 | <i>Chrysomenia wrightii</i> | <i>Chrysomenia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Rhodymeniales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Botryocladia wrightii</i> |
| 221 | <i>Chylocladia verticillata</i> | <i>Chylocladia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Rhodymeniales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 222 | <i>Corallina elongata</i> | <i>Corallina</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Corallinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Ellisolandia elongata</i> |
| 223 | <i>Dasya hutchinsiae</i> | <i>Dasya</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 224 | <i>Dasya pedicellata</i> | <i>Dasya</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Dasya baillouviana</i> |
| 225 | <i>Dasya sessilis</i> | <i>Dasya</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 226 | <i>Falkenbergia rufolanosa</i> | <i>Falkenbergia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Bonnemaisoniales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Asparagopsis armata</i> / Harpoon weed |
| 227 | <i>Gelidium crinale</i> | <i>Gelidium</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gelidiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 228 | <i>Gracilaria bursa-pastoris</i> | <i>Gracilaria</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gracilariales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 229 | <i>Gracilaria dura</i> | <i>Gracilaria</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gracilariales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 230 | <i>Gracilaria gracilis</i> | <i>Gracilaria</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gracilariales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 231 | <i>Gracilariopsis longissima</i> | <i>Gracilariopsis</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gracilariales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 232 | <i>Grateloupia doryphora</i> | <i>Grateloupia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Halymeniales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |

| | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|---------------|----------------------------------|-------------|--|
| 233 | <i>Grateloupia filicina</i> | <i>Grateloupia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Halymeniales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 234 | <i>Griffithsia corallinoides</i> | <i>Griffithsia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 235 | <i>Gymnogongrus griffithsiae</i> | <i>Gymnogon- grus</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 236 | <i>Halopithys incurva</i> | <i>Halopithys</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 237 | <i>Halymenia floresii</i> | <i>Halymenia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Halymeniales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 238 | <i>Holotrichia sp</i> | <i>Holotrichia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrophytes | |
| 239 | <i>Hypnea valentiae</i> | <i>Hypnea</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 240 | <i>Laurencia coronopus</i> | <i>Laurencia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 241 | <i>Laurencia microcladia</i> | <i>Laurencia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 242 | <i>Laurencia obtusa</i> | <i>Laurencia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 243 | <i>Lomentaria clavellosa</i> | <i>Lomentaria</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Rhodymeniales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 244 | <i>Lophosiphonia obscura</i> | <i>Lophosiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 245 | <i>Lophosiphonia subadunca</i> | <i>Lophosiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Lophosiphonia obscura</i> |
| 246 | <i>Nitophyllum punctatum</i> | <i>Nitophyllum</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 247 | <i>Osmundea hybrida</i> | <i>Osmundea</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 248 | <i>Osmundea pinnatifida</i> | <i>Osmundea</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Pepper Dulse |
| 249 | <i>Polysiphonia denudata</i> | <i>Polysiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Carradoriella denudata</i> |
| 250 | <i>Polysiphonia elongata</i> | <i>Polysiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Carradoriella elongata</i> |
| 251 | <i>Polysiphonia mottei</i> | <i>Polysiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 252 | <i>Polysiphonia opaca</i> | <i>Polysiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 253 | <i>Polysiphonia scopulorum</i> | <i>Polysiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 254 | <i>Polysiphonia sertularioides</i> | <i>Polysiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 255 | <i>Polysiphonia setigera</i> | <i>Polysiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 256 | <i>Pterosiphonia parasitica</i> | <i>Pterosiphonia</i> | Rhodo- phyta | Eurhodo- phytina | Florideo- phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Deltalsia parasitica</i> /Parasitic Winged Weed |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------------|----------------------|---------------|------------------|------------------|---------------|-------------------------------|-------------------|---|
| 257 | <i>Pterosiphonia pennata</i> | <i>Pterosiphonia</i> | Rhodo-phyta | Eurhodo-phytina | Florideo-phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Xiphosiphonia pennat</i> |
| 258 | <i>Radicilingua thysanorhizans</i> | <i>Radicilingua</i> | Rhodo-phyta | Eurhodo-phytina | Florideo-phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 259 | <i>Rytiphlaea tinctoria</i> | <i>Rytiphlaea</i> | Rhodo-phyta | Eurhodo-phytina | Florideo-phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 260 | <i>Solieria chordalis</i> | <i>Solieria</i> | Rhodo-phyta | Eurhodo-phytina | Florideo-phyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 261 | <i>Solieria filiformis</i> | <i>Solieria</i> | Rhodo-phyta | Eurhodo-phytina | Florideo-phyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 262 | <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> | <i>Sphaerococcus</i> | Rhodo-phyta | Eurhodo-phytina | Florideo-phyceae | Gigartinales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Fausse gorgone |
| 263 | <i>Spyridia filamentosa</i> | <i>Spyridia</i> | Rhodo-phyta | Eurhodo-phytina | Florideo-phyceae | Ceramiales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | |
| 264 | <i>Ruppia cirrhosa</i> | <i>Ruppia</i> | Tracheo-phyta | Spermato-phytina | Magnoliop-sida | Alismatales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Spiral tasselweed |
| 265 | <i>Ruppia maritima</i> | <i>Ruppia</i> | Tracheo-phyta | Spermato-phytina | Magnoliop-sida | Alismatales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Widgeon grass / Beaked tasselweed |
| 266 | <i>Zostera marina</i> | <i>Zostera</i> | Tracheo-phyta | Spermato-phytina | Magnoliop-sida | Alismatales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Nom accepté: <i>Zostera</i> subg. <i>Zostera marina</i> /Zostère / Eel grasse / narrow-leaved eelgrass |
| 267 | <i>Zostera noltei</i> | <i>Zostera</i> | Tracheo-phyta | Spermato-phytina | Magnoliop-sida | Alismatales | (Le Fur <i>et al.</i> , 2018) | Macrophytes | Dwarf eelgrass |
| 268 | <i>Eucalanus sp</i> | <i>Eucalanus</i> | Arthro-poda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrozoo-plancton | |
| 269 | <i>Euchaeta sp</i> | <i>Euchaeta</i> | Arthro-poda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrozoo-plancton | |
| 270 | <i>Sapphirina sp</i> | <i>Sapphirina</i> | Arthro-poda | Crustacea | Copepoda | Cyclopoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrozoo-plancton | |
| 271 | <i>Mesosagitta minima</i> | <i>Mesosagitta</i> | Chaeto-gnatha | N/A | Sagittoidea | Aphragmophora | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrozoo-plancton | |
| 272 | <i>Muggiaea atlantica</i> | <i>Muggiaea</i> | Cnidaria | N/A | Hydrozoa | Siphonophorae | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrozoo-plancton | |
| 273 | <i>Muggiaea kochii</i> | <i>Muggiaea</i> | Cnidaria | N/A | Hydrozoa | Siphonophorae | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Macrozoo-plancton | |
| 274 | <i>Tisbe sp</i> | <i>Tisbe</i> | Arthro-poda | Crustacea | Copepoda | Harpaticoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Meiobenthos | |
| 275 | <i>Penilia avirostris</i> | <i>Penilia</i> | Arthro-poda | Crustacea | Branchiopoda | Ctenopoda | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozoo-plancton | |
| 276 | <i>Podon sp</i> | <i>Podon</i> | Arthro-poda | Crustacea | Branchiopoda | Onychopoda | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozoo-plancton | |
| 277 | <i>Acartia clausi</i> | <i>Acartia</i> | Arthro-poda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozoo-plancton | |
| 278 | <i>Acartia discaudata</i> | <i>Acartia</i> | Arthro-poda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozoo-plancton | |
| 279 | <i>Acartia margalefi</i> | <i>Acartia</i> | Arthro-poda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozoo-plancton | |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------------|--------------------------|------------|-----------|----------|--------------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| 280 | <i>Calanoida nauplii</i> (ordre) | | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 281 | <i>Calanus helgolandicus</i> | <i>Calanus</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 282 | <i>Candacia armata</i> | <i>Candacia</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 283 | <i>Centropages hamatus</i> | <i>Centropages</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 284 | <i>Centropages typicus</i> | <i>Centropages</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 285 | <i>Clausocalanus furcatus</i> | <i>Clausocalanus</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 286 | <i>Clytemnestra sp</i> | <i>Clytemnestra</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Harpaticoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 287 | <i>Corycaeus sp</i> | <i>Corycaeus</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Cyclopoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 288 | <i>Ctenocalanus sp</i> | <i>Ctenocalanus</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 289 | <i>Ditrichocorycaeus brehmi</i> | <i>Ditrichocorycaeus</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Cyclopoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | Corycaeus Brehmi |
| 290 | <i>Eurytemora affinis</i> | <i>Eurytemora</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 291 | <i>Eurytemora velox</i> | <i>Eurytemora</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 292 | <i>Euterpina acutifrons</i> | <i>Euterpina</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Harpaticoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 293 | <i>Farranula carinata</i> | <i>Farranula</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Cyclopoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 294 | <i>Isias clavipes</i> | <i>Isias</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Harpaticoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 295 | <i>Microsetella norvegica</i> | <i>Microsetella</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Harpaticoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 296 | <i>Microsetella rosea</i> | <i>Microsetella</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Harpaticoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 297 | <i>Oithona nana</i> | <i>Oithona</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Cyclopoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 298 | <i>Oithona plumifera</i> | <i>Oithona</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Cyclopoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 299 | <i>Oithona similis</i> | <i>Oithona</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Cyclopoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 300 | <i>Oncaea venusta</i> | <i>Oncaea</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Cyclopoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 301 | <i>Paracalanus parvus</i> | <i>Paracalanus</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 302 | <i>Paracartia grani</i> | <i>Paracartia</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 303 | <i>Pseudocalanus elongatus</i> | <i>Pseudocalanus</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |

| | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|---------------------------|------------|---------------------|-------------------|----------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 304 | <i>Temora stylifera</i> | <i>Temora</i> | Arthropoda | Crustacea | Copepoda | Calanoida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 305 | <i>Oikopleura dioica</i> | <i>Oikopleura</i> | Chordata | Tunicata | Appendicularia | Copelata | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 306 | <i>Doliolum denticulatum</i> | <i>Doliolum</i> | Chordata | Tunicata | Thaliacea | Doliolida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 307 | <i>Rathkea sp</i> | <i>Rathkea</i> | Cnidaria | N/A | Hydrozoa | Anthoathecata | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | |
| 308 | <i>Actinotrocha sp</i> | <i>Actinotrocha</i> | Phoronida | N/A | N/A | N/A | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mésozooplancton | Nom accepté: Phoronis |
| 309 | <i>Didinium sp</i> | <i>Didinium</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Litostomatea | Haptorida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microfaune benthique | |
| 310 | <i>Rhabdoaskenasia sp</i> | <i>Rhabdoaskenasia</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Litostomatea | Cyclotrichiida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microfaune benthique | |
| 311 | <i>Uronema sp</i> | <i>Uronema</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligohymenophorea | Philasterida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microfaune benthique | |
| 312 | <i>Balanion sp</i> | <i>Balanion</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Prostomatea | Prorodontida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microfaune benthique | |
| 313 | <i>Coleps sp</i> | <i>Coleps</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Prostomatea | Prorodontida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microfaune benthique | |
| 314 | <i>Urotricha sp</i> | <i>Urotricha</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Prostomatea | Prorodontida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microfaune benthique | |
| 315 | <i>Euplotes</i> | <i>Euplotes</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Spirotrichea | Euplotida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microfaune benthique | |
| 316 | <i>Evadne sp</i> | <i>Evadne</i> | Arthropoda | Crustacea | Branchiopoda | Onychopoda | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 317 | <i>Acanthostomella sp</i> | <i>Acanthostomella</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 318 | <i>Amphorides sp</i> | <i>Amphorides</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 319 | <i>Codonellopsis</i> | <i>Codonellopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 320 | <i>Eutintinnus lususundae</i> | <i>Eutintinnus</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | Nom accepté: Eutintinnus lusus-undae |
| 321 | <i>Favella ehrenbergii</i> | <i>Favella</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 322 | <i>Helicostomella subulata</i> | <i>Helicostomella</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 323 | <i>Laboea sp</i> | <i>Laboea</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Oligotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 324 | <i>Leegaardiella sp</i> | <i>Leegaardiella</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 325 | <i>Lohmanniella sp</i> | <i>Lohmanniella</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 326 | <i>Pelagostrobilidium neptuni</i> | <i>Pelagostrobilidium</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 327 | <i>Rhizodorus tagatzi</i> | <i>Rhizodorus</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------------|-------------------------|------------|---------------------|--------------|-----------------|-------------------------------|------------------|---|
| 328 | <i>Salpingella sp</i> | <i>Salpingella</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 329 | <i>stenosemella ventricosa</i> | <i>Stenosemella</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 330 | <i>Strobilidium sp</i> | <i>Strobilidium</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 331 | <i>Strombidinopsis sp</i> | <i>Strombidinopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 332 | <i>Strombidium sp</i> | <i>Strombidium</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Oligotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 333 | <i>Tintinnidium sp</i> | <i>Tintinnidium</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 334 | <i>Tintinnopsis angulata</i> | <i>Tintinnopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 335 | <i>Tintinnopsis baltica</i> | <i>Tintinnopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 336 | <i>Tintinnopsis beroidea</i> | <i>Tintinnopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 337 | <i>Tintinnopsis campanula</i> | <i>Tintinnopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 338 | <i>Tintinnopsis cylindrica</i> | <i>Tintinnopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 339 | <i>Tintinnopsis kofoidi</i> | <i>Tintinnopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | Nom accepté: <i>Tintinnopsis cylindrica</i> |
| 340 | <i>Tintinnopsis radix</i> | <i>Tintinnopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 341 | <i>Tintinnopsis rapa/parva/nana</i> | <i>Tintinnopsis</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Choreotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 342 | <i>Tontonia sp</i> | <i>Tontonia</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Oligotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 343 | <i>Tiarina fusus</i> | <i>Tiarina</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Prostomatea | Prorodontida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 344 | <i>Rotifera (Phylum)</i> | | Rotifera | | Rotifera | | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Microzooplancton | |
| 345 | <i>Mesodinium rubrum</i> | <i>Mesodinium</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Litostomatea | Cyclotrichiida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mixozooplancton | |
| 346 | <i>Cyrtostrombidium longisomum</i> | <i>Cyrtostrombidium</i> | Ciliophora | Intramacro-nucleata | Oligotrichea | Oligotrichida | (Bonnet <i>et al.</i> , 2021) | Mixozooplancton | |
| 347 | <i>Acrocephalus melanopogon</i> | <i>Acrocephalus</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Passeriformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Lusciniole à moustaches |
| 348 | <i>Anthus campestris</i> | <i>Anthus</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Passeriformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Pipit rousseline |
| 349 | <i>Charadrius alexandrinus</i> | <i>Charadriidae</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Charadriiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Gravelot à collier interrompu |
| 350 | <i>Coracias garrulus</i> | <i>Coracias</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Coraciiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Rollier d'Europe |
| 351 | <i>Egretta garzetta</i> | <i>Egretta</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Ciconiiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Aigrette garzette |
| 352 | <i>Gavia arctica</i> | <i>Gavia</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Gaviiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Plongeon arctique |

| | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|------------------------|---------------|-----------------------|
| 353 | <i>Himantopus himantopus</i> | <i>Himantopus</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Charadriiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Échasse blanche |
| 354 | <i>Ixobrychus minutus</i> | <i>Ixobrychus</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Ciconiiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Blongios nain |
| 355 | <i>Larus melanocephalus</i> | <i>Larus</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Charadriiformes | (Derolez et al., 2009) | Oiseaux | Mouette mélanocéphale |
| 356 | <i>Larus michahellis</i> | <i>Larus</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Charadriiformes | (Derolez et al., 2009) | Oiseaux | Goéland leucopnée |
| 357 | <i>Milvus migrans</i> | <i>Milvus</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Falconiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Milan noir |
| 358 | <i>Phalacrocorax Carbo</i> | <i>Phalacrocorax</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Pelecaniformes | (Derolez et al., 2009) | Oiseaux | Grand cormoran |
| 359 | <i>Phoenicopterus ruber roseus</i> | <i>Phoenicopterus</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Phoenicopteriformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Greater flamingo |
| 360 | <i>Podiceps nigricollis</i> | <i>Podiceps</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Podicipediformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Grèbe à cou noir |
| 361 | <i>Recurvirostra avosetta</i> | <i>Recurvirostra</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Charadriiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Avocette élégante |
| 362 | <i>Sterna albifrons</i> | <i>Sterna</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Charadriiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Sterne naine |
| 363 | <i>Sterna hirundo</i> | <i>Sterna</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Charadriiformes | (SMBT, 2011) | Oiseaux | Sterne pierregarin |
| 364 | <i>Sterna Sandvicensis</i> | <i>Sterna</i> | Chordata | Vertebrata | Aves | Charadriiformes | (Derolez et al., 2009) | Oiseaux | Sterne Caugek |
| 365 | <i>Cerataulina spp.</i> | <i>Cerataulina</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Hemiaulales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 366 | <i>Chaetoceros spp.</i> | <i>Chaetoceros</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Chaetocerotanae incertae sedis | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 367 | <i>Cocconeis spp.</i> | <i>Cocconeis</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Achnanthes | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 368 | <i>Cylindrotheca spp.</i> | <i>Cylindrotheca</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Bacillariales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 369 | <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> | <i>Dactyliosolen</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Rhizosoleniales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 370 | <i>Fallacia spp.</i> | <i>Fallacia</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Naviculales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 371 | <i>Grammatophora spp.</i> | <i>Grammatophora</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Striatellales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 372 | <i>Guinardia spp.</i> | <i>Guinardia</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Rhizosoleniales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 373 | <i>Gyrosigma spp.</i> | <i>Gyrosigma</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Naviculales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 374 | <i>Hantzschia spp.</i> | <i>Hantzschia</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Bacillariales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 375 | <i>Haslea spp.</i> | <i>Haslea</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Naviculales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 376 | <i>Leptocylindrus spp.</i> | <i>Leptocylindrus</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Leptocylindrales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 377 | <i>Licmophora spp.</i> | <i>Licmophora</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Licmophorales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |
| 378 | <i>Lioloma spp.</i> | <i>Lioloma</i> | Bacillariophyta | Baccilariophytina | Bacillariophyceae | Thalassionematales | (Derolez et al., 2020) | Phytoplankton | |

| | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------|--|
| 379 | <i>Lyrella</i> spp. | <i>Lyrella</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Lyrellales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 380 | <i>Navicula</i> spp. | <i>Navicula</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Naviculales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 381 | <i>Nitzschia</i> spp. | <i>Nitzschia</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Bacillariales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 382 | <i>Petroneis</i> spp. | <i>Petroneis</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Lyrellales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 383 | <i>Pleurosigma</i> spp. | <i>Pleurosigma</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Naviculales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 384 | <i>Porosira</i> spp. | <i>Porosira</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Thalassiosirales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 385 | <i>Pseudo-Nitzschia</i> spp. | <i>Pseudo- nitzschia</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Bacillariales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 386 | <i>Rhizosolenia</i> spp. | <i>Rhizosolenia</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Rhizosoleniales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 387 | <i>Skeletonema</i> spp. | <i>Skeletonema</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Thalassiosirales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 388 | <i>Thalassionema</i> spp. | <i>Thalassio- nema</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Thalassionematales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 389 | <i>Thalassiosira</i> spp. | <i>Thalassiosira</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Thalassiosirales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 390 | <i>Thalassiothrix</i> spp. | <i>Thalassiothrix</i> | Bacillario- phyta | Baccario- phytina | Bacillario- phyceae | Thalassiothrix | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 391 | <i>Alexandrium</i> spp. | <i>Alexandrium</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Gonyaulacales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 392 | <i>Bysmatrum</i> spp. | <i>Bysmatrum</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Peridinales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 393 | <i>Dinophysis</i> spp. | <i>Dinophysis</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Dinophysiales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 394 | <i>Ensiculifera</i> spp. | <i>Ensiculifera</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Peridinales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 395 | <i>Gonyaulax</i> spp. | <i>Gonyaulax</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Gonyaulacales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 396 | <i>Gymnodinium</i> spp. | <i>Gymnodinium</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Gymnodiniales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 397 | <i>Gyrodinium</i> spp. | <i>Gyrodinium</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Gymnodiniales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 398 | <i>Heterocapsa</i> spp. | <i>Heterocapsa</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Peridinales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 399 | <i>Pentaparsodinium</i> spp. | <i>Pentaparsod- inium</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Peridinales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 400 | <i>Peridinium</i> spp. | <i>Peridinium</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Peridinales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 401 | <i>Prorocentrum</i> spp. | <i>Prorocentrum</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Prorocentrales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 402 | <i>Protoperidinium</i> spp. | <i>Protoperidi- nium</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Peridinales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |

| | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|-----------------------|----------|------------|-------------|---------------------------|--------------------------------|---------------|--|
| 403 | <i>Scrippsiella spp.</i> | <i>Scrippsiella</i> | Myzozoa | Dinozoa | Dinophyceae | Peridinales | (Derolez <i>et al.</i> , 2020) | Phytoplankton | |
| 404 | <i>Anguilla anguilla</i> | <i>Anguilla</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Anguilliformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Anguille d'Europe |
| 405 | <i>Atherina boyeri</i> | <i>Atherina</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Atheriniformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Joël / Atherina |
| 406 | <i>Dicentrarchus labrax</i> | <i>Dicentrarchus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Eupercaria incertae sedis | (Chaboud <i>et al.</i> , 2015) | Poissons | Loup (bar) (espèce pêchée) |
| 407 | <i>Diplodus vulgaris</i> | <i>Diplodus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Eupercaria incertae sedis | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Sar doré / sare à tête noire |
| 408 | <i>Engraulis maeoticus</i> | <i>Engraulis</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Clupeiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | |
| 409 | <i>Gobius niger</i> | <i>Gobius</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Gobiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Gobie noir |
| 410 | <i>Hippocampus guttulatus</i> | <i>Hippocampus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Syngnathiformes | (Cordonnier, 2022) | Poissons | Hippocampe moucheté |
| 411 | <i>Liza ramada</i> | <i>Liza</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Mugiliformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Mulet porc/ mulet calusse |
| 412 | <i>Mugil cephalus</i> | <i>Mugil</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Mugiliformes | (Chaboud <i>et al.</i> , 2015) | Poissons | Mulet (muge) (espèce pêchée) |
| 413 | <i>Nerophis ophidion</i> | <i>Nerophis</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Syngnathiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Nérophys ophidion |
| 414 | <i>Pomatoschistus marmoratus</i> | <i>Pomatoschistus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Gobiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | |
| 415 | <i>Pomatoschistus microps</i> | <i>Pomatoschistus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Gobiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Petit gobie de sable / gobie tacheté |
| 416 | <i>Pomatoschistus minutus</i> | <i>Pomatoschistus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Gobiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Petit gobie du sable |
| 417 | <i>Salaria pavo</i> | <i>Salaria</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Blenniiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | |
| 418 | <i>Solea solea</i> | <i>Solea</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Pleuronectiformes | (Chaboud <i>et al.</i> , 2015) | Poissons | Sole (espèce pêchée) |
| 419 | <i>Sparus aurata</i> | <i>Sparus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Eupercaria incertae sedis | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Dorade royale |
| 420 | <i>Symphodus cinereus</i> | <i>Symphodus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Eupercaria incertae sedis | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | |
| 421 | <i>Symphodus melops</i> | <i>Symphodus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Eupercaria incertae sedis | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Crénilabre mélops |
| 422 | <i>Syngnathus abaster</i> | <i>Syngnathus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Syngnathiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Black-striped pipefish |
| 423 | <i>Syngnathus acus</i> | <i>Syngnathus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Syngnathiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Grande anguille de mer / grand tuyau de pipe |
| 424 | <i>Syngnathus taenionotus</i> | <i>Syngnathus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Syngnathiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | |
| 425 | <i>Syngnathus typhle</i> | <i>Syngnathus</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Syngnathiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Syngnathe à museau large / anguille vésarde |
| 426 | <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | <i>Zosterisessor</i> | Chordata | Vertebrata | Teleostei | Gobiformes | (Motte <i>et al.</i> , 2022) | Poissons | Grass gobi |

ANNEXE D

HYPOTHÈSES POUR ÉTABLIR LES ESPÈCES IMPACTÉES

| Groupe d'espèces | Classe | Destruction des fonds marins (1) | Destruction des herbiers (2) | Impact structure: nouveaux habitats et obstruction (3) | New habitat creation: Impacted by shading (4) | Impacted by more food on new habitat (5) |
|-----------------------------|--------------|---|--|---|--|--|
| Macrofaune benthique | Ascidiacea | <p>- Basé sur info environnement ou utilisation des fonds marins</p> <p>Si pas d'information:</p> <p>- si env. benthique ou benthopélagique: impact négatif</p> <p>- si env. pélagique, pas d'impact</p> <p>- si env. démersal, impact négatif</p> <p>dépendant des fonds pour nourriture</p> <p>- si aucune info: comme c'est le groupe fonctionnel benthique, j'ai pris pour acquis qu'il y a un impact</p> | <p>- Basé sur l'info</p> <p>- si aucune info: comme c'est le groupe fonctionnel benthique, j'ai pris pour acquis qu'il n'y a pas d'impact,</p> <p>- pour Gastropoda: si l'espèce est liée à un macrophyte en particulier et que ce dernier avait un impact, l'espèce de gastropode aussi subissait un impact</p> | <p>- Basé sur l'info</p> <p>- si env. pélagique, impact négatif</p> <p>- si env. sessile, piliers, épaves ou substrats solides, impact positif</p> <p>- si env. benthique, pas d'impact</p> | <p>- Pas d'impact, ils ne sont pas autotrophes</p> | <p>- Basé sur le régime trophique,</p> <p>- si mange des invertébrés, impact positif</p> <p>- si aucune info: Malacostra/ Crustacé supérieur, impact positif parce que la plupart mangent de petits invertébrés / si non, aucun impact</p> |
| | Asteroida | | | | | |
| | Bivalvia | | | | | |
| | Echinoida | | | | | |
| | Gymnolaemata | | | | | |
| | Hydrozoa | | | | | |
| | Malacostraca | | | | | |
| | Ophirozoa | | | | | |
| | Phoronida | | | | | |
| | Polychaeta | | | | | |
| | Scyphozoa | | | | | |
| | Stenolaemata | | | | | |
| | Thecostraca | | | | | |
| Gastropoda | | | | | | |
| Cephalopoda | | | | | | |
| Méiobenthos | Copepoda | Aucune info: comme c'est le groupe fonctionnel benthique, j'ai tenu pour acquis qu'il y a un impact | Aucune info: comme c'est le groupe fonctionnel benthique, j'ai tenu pour acquis qu'il n'y a pas d'impact | Pas d'impact | Pas d'impact | Pas d'impact en lien au régime trophique |

| | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|--|--|---|------------------------------|--|
| Microfaune benthique | Litostomatea | Aucune info: comme c'est le groupe fonctionnel benthique, j'ai tenu pour acquis qu'il y a un impact | Aucune info: comme c'est le groupe fonctionnel benthique, j'ai tenu pour acquis qu'il n'y a pas d'impact | Pas d'impact | Pas d'impact | Pas d'impact en lien au régime trophique |
| | Oligohymenophorea | | | | | |
| | Prostomatea | | | | | |
| | Spirotrichea | | | | | |
| Macrophytes | Conjugatophyceae | <ul style="list-style-type: none"> - Dérivante: pas d'impact - fixé substrat solide: impact négatif - plante épilithique: impact négatif, se fixe aux roches Si pas ces infos: <ul style="list-style-type: none"> - env. benthique: impact négatif - env. sessile: impact négatif - env. épiphytique: pas d'impact | Pas d'impact, puisqu'elles sont originellement impactées par la destruction des fonds marins | - env. sessile ou épilithique, impact positif | Impacté par l'ombrage | Pas d'impact en lien au régime trophique |
| | Florideophyceae | | | | | |
| | Magnoliopsida | | | | | |
| | Phaeophyceae | | | | | |
| | Ulvophyceae | | | | | |
| | Xanthophyceae | | | | | |
| Macro-zooplancton | Hydrozoa | Pas d'information, et ce n'est pas dans le groupe fonctionnel benthique, pas d'impact | Pas d'impact | Pas d'impact, trop petit | Pas d'impact, pas autotrophe | Pas d'impact en lien au régime trophique |
| | Sagittoidea | | | | | |
| | Copepoda | | | | | |
| Mésozooplancton | Appendicularia | <ul style="list-style-type: none"> - Basé sur info environnement: - si env. benthique: impact négatif - si env. pélagique, pas d'impact - si env. démersal, impact négatif dépendant des fonds marins | Pas d'impact | Pas d'impact, trop petit | Pas d'impact, pas autotrophe | Pas d'impact en lien au régime trophique |
| | Branchiopoda | | | | | |
| | Copepoda | | | | | |
| | Hydrozoa | | | | | |
| | Phoronida | | | | | |
| | Thaliacea | | | | | |

| | | | | | | |
|----------------------|-------------------|--|--|---|--------------------------------------|--|
| Microplancton | Branchiopoda | Pas d'information, et ce n'est pas dans le groupe fonctionnel benthique, pas d'impact | Pas d'impact | Pas d'impact, trop petit | Pas d'impact, pas autotrophe | Pas d'impact en lien au régime trophique |
| | Oligotrichea | | | | | |
| | Prostomatea | | | | | |
| | Rotifera | | | | | |
| Mixoplancton | Litostomatea | Basé sur environnement, ou pas d'impact | Pas d'impact | Pas d'impact, trop petit | Impact négatif, car mixotrophe | Pas d'impact en lien au régime trophique |
| | Oligotrichea | | | | | |
| Mégaplancton | Scyphozoa | Pas d'impact, dans la colonne d'eau | Pas d'impact | Impact sur l'obstruction | Pas d'impact, pas autotrophe | Pas d'impact en lien au régime trophique |
| Oiseaux | Aves | Pas d'impact: ne va pas dans le fond de l'eau | Pas d'impact: ne reste pas dans l'eau | Impact positif, reposoir | Pas d'impact, pas autotrophe | Selon la niche trophique |
| Phytoplancton | Bacillariophyceae | Type de plancton: - Épiphyte: aucun impact - Épipelique: impact négatif - Haptobenthique: impact négatif - Planctonique: aucun impact - Tychoplanctonique: impact négatif | Si épiphyte, impact négatif | - Pas d'impact, trop petit - Haptobenthique: impact positif, adhère aux surfaces | Impact négatif, sauf si hétérotrophe | Pas d'impact en lien au régime trophique |
| | Dinophyceae | | | | | |
| Poissons | Teleostei | Selon les données de Fishbase sur l'habitat. Si pas d'info: basé sur l'environnement - env. démersal: impact négatif - env. néritique ou pélagique: aucun impact | Selon les données de Fishbase sur l'habitat et la reproduction | Pas d'impact, trop petit | Pas d'impact, pas autotrophe | Selon la niche trophique |

ANNEXE E

LES ESPÈCES, LEURS TRAITS FONCTIONNELS ET LES DIFFÉRENTS IMPACTS ASSOCIÉS

| Numéro de l'impact | Description | |
|--|--|--|
| 1 | En lien avec la destruction ou l'obstruction des fonds marins | |
| 2 | En lien avec la perte des herbiers | |
| 3 | En lien avec les nouvelles structures (nouveaux habitats ou obstruction) | |
| 4 | En lien avec les nouvelles structures (ombrage) | |
| 5 | En lien avec l'augmentation de nourriture | |
| Type d'impact | Description | |
| 1 | Impact négatif | |
| 0 | Aucun impact | |
| -1 | Impact positif | |
| Code de couleurs pour les références | | |
| Information selon références scientifiques | Voir sous la colonne : Références | |
| Proviens de WoRMS | (WoRMS Editorial Board, 2023) | |
| Proviens de MarLIN | (Tyler-Walters <i>et al.</i> , 2023) | |
| Proviens de Sealife base | (Palomares et Pauly, 2023) | |
| Basée sur Valérie Derolez | | |
| Basés sur une autre espèce du même genre | | |
| Hypothèses, pas de référence | | |
| Pas d'information | | |

Les informations des traits fonctionnels peuvent être en anglais, pour éviter de perdre les nuances dans la traduction.

| Taxons | | Traits fonctionnels | | | | | | | Impacts | | | | |
|----------|--------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--|-----------------------|---------|---|---|---|---|
| Nu m-éro | Taxons | Type de reproduc tion | Type d'environne ment | Utilisation des fonds marins | Utilisation des herbiers | Régime trophique | Autres informations | Références | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | <i>Amphictene auricoma</i> | | Env. Benthique | In muddy bottoms | Non | Deposit feeder | AMBI: Very Sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | <i>Capitella capitata</i> | Plankton Lecito Direct | Env. Benthique | Found in sediments | Found in seagrass beds | Carnivor to detritus feeder | AMBI: First order opportunistic Pollution indicating species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | <i>Chaetozone caputesocis</i> | Asexué Lecito Direct | Env. Benthique | Oui | Pas d'information | Deposit feeder | AMBI: Second order opportunistic Opportunistic species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | <i>Cirrophorus furcatus</i> | Lecito Direct | Env. Benthique | Oui | Non | Pas d'information | AMBI: Indifferent to disturbance Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | <i>Eunice vittata</i> | Plankton | Env. Benthique | Oui | Non | Pas d'information | AMBI: Indifferent to disturbance Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | <i>Exogone</i> | Asexué Direct | | Oui | Non | Pas d'information | Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | <i>Glycera alba</i> | Plankton | Env. Benthique | Sandy Bottoms | Non | Carnivore | AMBI: Second order opportunistic Opportunistic species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | <i>Glycera lapidum</i> | Plankton | Env. Benthique | Sandbank s, muddy bottoms | Non | Carnivore Scavenger | AMBI: Indifferent to disturbance Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | <i>Glycera unicornis</i> | Plankton | Env. Benthique | Muddy bottoms | Non | Deposit feeder & macro carnivor | AMBI: Indifferent to disturbance Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | <i>Heteromastus filiformis</i> | Plankton Lecito | Env. Benthique | Upper layer, muddy sandy substrate | Non | Detrivore feeder | AMBI: Second order opportunistic Opportunistic species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | <i>Hilbigneris gracilis</i> | Plankton Lecito Direct | Env. Benthique | In sandbanks and muddy bottom | Non | Carnivore Scavenger | AMBI: Indifferent to disturbance / Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|--|-----------------------|---|---|--------|---|--------|
| 12 | <i>Hydroides norvegica</i> | Plankton | Env. Sessile | Very fine sand & under rocks | Non | Filter feeder / Filter feeder | AMBI: Tolerant to disturbance | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | <i>Lumbrineris latreilli</i> | Direct | Env. Benthique | | Pas d'information | Carnivore or omnivore | AMBI: Indifferent to disturbance / Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | <i>Mediomastus</i> | Plankton | | Oui | Non | Pas d'information | Tolerant species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | <i>Neanthes acuminata</i> | Direct | Env. Benthique | | Pas d'information | Pas d'information | AMBI: Tolerant to disturbance / Tolerant species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | <i>Nephtys kersivalensis</i> | Plankton | Env. Benthique | | Pas d'information | Feeds on small invertebrates | AMBI: Indifferent to disturbance / Tolerant species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | - 1 |
| 17 | <i>Nereiphylla rubiginosa</i> | ? | Env. Benthique | | Pas d'information | Pas d'information | AMBI: Indifferent to disturbance / Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | <i>Oxydromus flexuosus</i> | Plankton Lecito | Env. Pélagique | Env Plutôt benthique | Pas d'information | Pas d'information | AMBI: Indifferent to disturbance / Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | <i>Pilargis verrucosa</i> | | Env. Benthique | Sandy Bottoms | Non | Pas d'information | AMBI: Very Sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | <i>Pista mediterranea</i> | Lecito Direct | | Rocky bottoms | Non | Pas d'information | Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | <i>Platynereis dumerilii</i> | Plankton Lecito | Env. Benthique | Rocky bottoms | Non | Deposit feeder | AMBI: Tolerant to disturbance / Tolerant species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | <i>Pseudoleiocypris fauveli</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | AMBI: First order opportunistic | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23 | <i>Pseudomastus deltaicus</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | AMBI: First order opportunistic | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | <i>Schistomeringos rudolphi</i> | Lecito | Env. Benthique | Muddy bottoms | Non | Invertebrates and green algae | AMBI: Second order opportunistic / Opportunistic species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | - 1 |
| 25 | <i>Serpula concharum</i> | Plankton | Env. Sessile | | Pas d'information | Filter feeder | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 0 | 0 | - 1 | 0 | 0 |
| 26 | <i>Spiochaetopterus costarum</i> | Plankton | Env. Sessile | Epipelagic & subtidal species | Non | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance / Tolerant species | (Ouisse et al., 2022) | 0 | 0 | - 1 | 0 | 0 |
| 27 | <i>Vermiliopsis</i> | Plankton | | Oui | Non | Filter feeder | Indifferent species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------------------|----------|----------------------|--|-----------------------|---|---|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| 28 | <i>Astacilla longicornis</i> | | Env. Benthique | Free-living | Non | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 29 | <i>Athanas nitescens</i> | | Env. Benthique | Beneath stone, gravelly substrat Soft bottom | Found under Algae | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 30 | <i>Callinectes sapidus</i> | | Env. Benthopélagique | | | Epibenthic Omnivore | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 31 | <i>Carcinus aestuarii</i> | Plankton | Env. Benthique | | | Feeds on bivalve | AMBI: Tolerant to disturbance / Tolerant species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 32 | <i>Chondrochelia savignyi</i> | | Env. Benthique | Soft Bottoms | Non | Pas d'information | AMBI: Tolerant to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 33 | <i>Crangon crangon</i> | Plankton | Env. Benthique | On sandy and muddy bottom (Same) | Non | Small crustaceans, annelids, mollusks, and fishery discards | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 34 | <i>Cymodoce truncata</i> | Direct | Env. Benthique | | Pas d'information | | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 35 | <i>Dynamene bidentata</i> | | Env. Benthique | Shallow waters | Non | Pas d'information | AMBI: Indifferent to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 36 | <i>Lysianassa costae</i> | Direct | | Oui | Non | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 37 | <i>Lysianassina longicornis</i> | Direct | | Oui | Non | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 38 | <i>Microdeutopus versiculatus</i> | Direct | Env. Benthique | | Pas d'information | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 39 | <i>Mysidium sp</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 40 | <i>Palaemon adspersus</i> | | Env. Benthique | | Area with algal cover | Omnivore | | | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 41 | <i>Palaemon elegans</i> | | Env. Benthique | In rocky shores Rocky, | Sea Grass meadows | Feeds on invertebrates, macroalgae | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------|--------|-----------------|--|-------------------------------|--|--|-----------------------|--|---|---|---|---|---|---|--|--|
| | | | | muddy bottoms | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | <i>Palaemon serratus</i> | | Env. Benthique | In crevices & under stones / rocky and muddy bottoms | Found in seagrass bed | Feeds on seaweeds, small crustaceans | AMBI: Very sensitive to disturbance | | | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 | | |
| 43 | <i>Palaemon varians</i> | | Env. Benthique | Associate with <i>Palaemon elegans</i> | | Opportunist feeding | AMBI: Very sensitive to disturbance | | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 | | |
| 44 | <i>Philocheras trispinosus</i> | | Env. Benthique | | Pas d'information | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance | | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 | | |
| 45 | <i>Phtisica marina</i> | Direct | Env. Pélagique | Epibenthic species | Pas d'information | Feeds on detritus, microalgae, and crustaceans | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 | | |
| 46 | <i>Portunus pelagicus</i> | | Reef Associated | Sandy to muddy substrate | Near sea grass and algal beds | carnivorous and voracious predator | | | | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 | | |
| 47 | <i>Processa</i> | | | Oui | Non | No info | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 | | |
| 48 | <i>Cirripedia (sub class)</i> | | | Under rocky /rocky shore | Rien | Filter feeder | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 49 | <i>Amathia verticillata</i> | | Env. Sessile | | | | AMBI: Indifferent to disturbance | | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 50 | <i>Schizoporella errata</i> | | Env. Sessile | | | | | | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 51 | <i>Tubulipora sp</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Organisme fixé | | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 52 | <i>Ciona sp</i> | | | Grows on boulder, bedrock, artificial surface | Can grow on algae | Pas d'information | Based on <i>Ciona intestinalis</i> Common in man-made environment | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| 53 | <i>Phallusia sp</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Organisme se fixe aux structures d'élevage | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|---------------------|----------------|--|------------------------|------------------------|--|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| 54 | <i>Eucodonium sp</i> | | | Non | Oui | Invertébré | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 55 | <i>Lensia sp</i> | | | Non | Oui | Invertébré | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 56 | <i>Podocoryna sp</i> | | | Non | Oui | Invertébré | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 57 | <i>Stauridiosarsia gemmifera</i> | | Env. Pélagique | Netitic | | Invertébré | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 58 | <i>Aurelia coerulea</i> | | Env. Pélagique | | | Pas d'information | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 59 | <i>Asterina gibbosa</i> | | Env. Benthique | Under boulder & stones | | | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | <i>Paracentrotus lividus</i> | Eggs drop to ground | Env. Benthique | Lower rocky shore, | | | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 61 | <i>Ophiopsila aranea</i> | | Env. Benthique | Hard substrat | | | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 62 | <i>Abra alba</i> | Plankton | Env. Benthique | Mud substrat - Infaunal / Sand banks, buried deep in sediments | Non | Deposit feeder | AMBI: Tolerant to disturbance / Tolerant species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 63 | <i>Abra nitida</i> | | Env. Benthique | Self-made burrow in mud, sandy & muddy gravel / muddy sediment fine sand | Non | Deposit feeder | AMBI: Tolerant to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 64 | <i>Corbula gibba</i> | Plankton | Env. Benthique | In muddy sand and gravel - Infaunal / sandbanks & sediment, muddy | Non | Surface deposit feeder | AMBI: Second order opportunistic / Opportunistic species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 65 | <i>Limaria hians</i> | | Env. Benthique | In coarse sand, gravel, stones / gravel, | Found on kelp holdfast | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------------------------|----------|-------------------|--|----------------------|---|---|-----------------------|---|---|---|---|---|---|
| | | | | sand, muddy maerl | | | | | | | | | | |
| 66 | <i>Loripes orbiculatus</i> | Plankton | Env. Benthique | Upper muddy sand | Non | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 67 | <i>Loripinus fragilis</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 68 | <i>Magallana gigas</i> | | Env. Benthique | Shallow sublittoral, Sessile | Non | | AMBI: Tolerant to disturbance | | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 69 | <i>Modiolus barbatus</i> | Plankton | Env. Benthique | Rocks & stone on lower shore | Rien | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 70 | <i>Moerella donacina</i> | | | Oui | Non | Deposit feeder | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 71 | <i>Musculus subpictus</i> | | Env. Benthique | Under rocks and stone | In kelp | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 72 | <i>Mytilaster solidus</i> | Plankton | Env. Benthique | | Pas d'information | Pas d'information | | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 73 | <i>Mytilus galloprovincialis</i> | Plankton | Env. Benthique | Rocky shores, rock surfaces, crevices, harbors | Rien | | AMBI: Tolerant to disturbance / Tolerant species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 74 | <i>Ostrea edulis</i> | | Env. Benthique | | | | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 75 | <i>Pinna nobilis</i> | | Env. Benthique | | | | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 76 | <i>Polititapes aureus</i> | Plankton | Env. Benthique | | Pas d'information | Pas d'information | AMBI: Very sensitive to disturbance / Sensitive species | (Ouisse et al., 2022) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 77 | <i>Ruditapes decussatus</i> | | Env. Benthique | Tends to bury in sand, muddy gravel, clay | | Feeds on phytoplankton and detritus | AMBI: Very sensitive to disturbance | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 78 | <i>Ruditapes philippinarum</i> | | Env. Benthique | Burrowing into the ground | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 79 | <i>Sepia officinalis</i> | | Env. Benthique | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------------------------------|--|----------------|--|-----------------------------------|---|---------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 80 | <i>Aeolidiella alderi</i> | | Env. Benthique | Parfois piliers et épaves | Herbier de zostères, champ d'ulve | | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 1 | 1 | - | 1 | 0 | 0 |
| 81 | <i>Aeolidiella sanguinea</i> | | Env. Démersal | | Prés d'anémone rouge | | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 82 | <i>Akera bullata</i> | | Env. Benthique | Plaines vaseuses, vit enterrée sauf au moment de la reproduction | Dans les herbiers de zostères | | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 83 | <i>Amphorina andra</i> | | | Structure sous-marine | | | Branches d'hydraire | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 84 | <i>Antipella cristata</i> | | | Sur substrat dur | Colonie de bryozoaires | | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 0 | 1 | - | 1 | 0 | 0 |
| 85 | <i>Aplysia depilans</i> | | Env. Benthique | | | Herbivore, broutent les champs d'algues | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 86 | <i>Aplysia punctata</i> | | Env. Benthique | | | Herbivore, broutent les champs d'algues | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 87 | <i>Berghia verrucicornis</i> | | Env. Pélagique | | | Anémone | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 88 | <i>Berthella perforata</i> | | | Sur vase et substrat durs, rocher et pilier | Lits d'algues | | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 1 | 1 | - | 1 | 0 | 0 |
| 89 | <i>Caloria quatrefagesi</i> | | | Épaves, enrochements avec hydraire | | | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 90 | <i>Capellinia Doriae</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 91 | <i>Cerberilla bernadettae</i> | | Env. Démersal | Terrier, sur fond sableux, vaseux | Champs d'ulves | | | (Rufroy <i>et al.</i> , 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 92 | <i>Condonella sp</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------|-------------------------|----------------|---|---|----------|---|------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 93 | <i>Cratena peregrina</i> | | Env. Benthique | Épaves, enrochements, piliers | | Hydraire | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 94 | <i>Dendrodoris limbata</i> | | Env. Démersal | Pilier, épaves. enrochement | Algues brunes | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | - | 1 | 0 | 0 |
| 95 | <i>Doris ocelligera</i> | | Env. Démersal | | Éponges et ascidies | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 96 | <i>Doris verrucosa</i> | | Env. Benthique | Piliers et épaves | Herbier de zostères, algues brunes | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | - | 1 | 0 | 0 |
| 97 | <i>Doto cervicenigra</i> | | Env. Démersal | | | | Branches d'hydraire | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 98 | <i>Doto coronata</i> | | Env. Benthique | | | | Sur des moules recouvertes de Sertelarella mediterranea | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 99 | <i>Doto eireana</i> | | Env. Démersal | Que sur hydraire | Sur hydraire, pas ailleurs | | Communautés d'hydraire Seturella | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 100 | <i>Edmundsella pedata</i> | | Env. Benthique | Substrat durs | | | Sur les hydraires | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 101 | <i>Elysia viridis</i> | | Env. Benthique | Parfois substrat dur | Sur les feuilles de zostère, algue ulves, codium, | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | - | 1 | 0 | 0 |
| 102 | <i>Ercolania viridis</i> | Ponte sur algues vertes | Env. Benthique | | Sur les algues Chaetomorpha alinum | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 103 | <i>Eubranchus exiguus</i> | | Env. Benthique | Piliers, rochers ou épaves près des hydraires | | | Sur les hydraires, sur les Codium | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 104 | <i>Facelina annulicornis</i> | | Env. Benthique | Algues des enrochements | | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 105 | <i>Facelina auriculata</i> | | Env. Benthique | Piliers, enrochements couverts d'algues | Sur les ulves | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------|--|----------------|---|-------------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 106 | <i>Facelina dubia</i> | | Env. Démersal | Fonds vaseux e sableux | Herbiers | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 107 | <i>Facelina vicina</i> | | | Piliers, épaves | | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 108 | <i>Favorinus branchialis</i> | | Env. Benthique | | | Bryozoaire et œuf de nudibranche | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 109 | <i>Felimare villafranca</i> | | | Piliers, épaves | | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 110 | <i>Felimida krohni</i> | | | Substrats durs | | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 111 | <i>Flabellina affinis</i> | | Env. Benthique | Substrat dur | | Hydriaires | Sur les hydriaires | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 112 | <i>Flabellina cavolini</i> | | | Substrats durs | | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 113 | <i>Godiva quadricolor</i> | | Env. Benthique | Piliers, épaves | | Hydraire, bryozoaires et cannibale | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 | 0 |
| 114 | <i>Goniodoris castanea</i> | | Env. Démersal | | | Tuniciers | Près de tuniciers | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 115 | <i>Haloa japonica</i> | | | Vase et substrat durs, rocher et pilier | Lits d'algues | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | - | 1 | 0 | 0 |
| 116 | <i>Haminoea exigua</i> | | Env. Benthique | Vase et substrat durs, rocher et pilier | Lits d'algues | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | - | 1 | 0 | 0 |
| 117 | <i>Haminoea hydatis</i> | | Env. Démersal | | Lit d'algues rouges et brunes | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 118 | <i>Haminoea navicula</i> | | Env. Benthique | Sur la vase | Sur les lits d'algues | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 119 | <i>Haminoea ortei</i> | | Env. Démersal | | Lit d'algues rouges | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 120 | <i>Hermaea bifida</i> | | Env. Démersal | | Sur les algues Rhodophyta | Rhodophyta | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|----------------|---------------------------------|---|------------------------------------|----------------------------------|------------------------|---|---|---|---|---|
| 121 | <i>Hermaea variopicta</i> | | | | Près des algues, comme Plocanium cartilagineum | Algues | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 122 | <i>Hexaplex trunculus</i> | | Env. Benthique | | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 123 | <i>Janolus hyalinus</i> | | Env. Benthique | Sur substrat dur | Colonie de bryozoaires | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | - | 0 | 0 |
| 124 | <i>Jorunna tomentosa</i> | | Env. Benthique | | Champs d'ulves, herbier de zostère | Éponges Haliclona ou Halicohondria | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 125 | <i>Limapontia capitata</i> | | Env. Benthique | | Grand champs d'ulves | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 126 | <i>Nemesignis banyulensis</i> | | | | | | Sur ou près d'hydraire | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 127 | <i>Okenia elegans</i> | | Env. Démersal | | | Tuniciers | Habitat classique avec tuniciers | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 128 | <i>Okenia longiductis</i> | | | Fixé aux épaves et piliers | Sur bryozoaire spaghetti (Amathia verticillata) | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 129 | <i>Paradoris indecora</i> | | Env. Démersal | | | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 130 | <i>Philine quadripartita</i> | | Env. Benthique | Sable, espèce fouisseuse | | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 131 | <i>Philinopsis depicta</i> | | Env. Benthique | Rampant sur le fond sablo-vaseu | | Carnivores, petits invertébrés | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 132 | <i>Piseinotecus sphaeriferus</i> | | Env. Démersal | | | | Communautés d'hydraire | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 133 | <i>Placida dendritica</i> | | Env. Benthique | | Sur des algues comme Codium Bursa | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 134 | <i>Placida tardyi</i> | | Env. Démersal | | Sur les algues Bryopsis | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 135 | <i>Placida viridis</i> | | | À faible profondeur | Sur les algues Bryopsis | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|--|------------------|--|------------------------------------|--------------------|---|------------------------|---|---|---|---|---|
| 136 | <i>Pleurobranchus membranaceus</i> | | Env. Démersal | | Champs d'Ulves | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 137 | <i>Polycera hedgpethi</i> | | Env. Benthique | Pilier et épaves | Herbier de zostère | Bryozoaires | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 138 | <i>Polycera quadrilineata</i> | | Env. Benthique | Épaves, recouvert de faune fixée | | | | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 139 | <i>Spurilla neapolitana</i> | | Env. Pélagique | | Étendue d'algues, petites anémones | Anémones | | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 140 | <i>Tergipes tergipes</i> | | Env. Benthique | Fixé sur les piliers, rochers, ou épaves | | | Sur branches d'hydraire | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 141 | <i>Thecacera pennigera</i> | | Env. Benthique | | | Bryozoaires | Près de table conchylicole | (Ruf-ray et al., 2021) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 142 | <i>Trinchesia cuanensis</i> | | | | | | Communautés d'hydraire Seturella | (Ruf-ray et al., 2021) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 143 | <i>Phoronis psammophila</i> | | Env. Sessile | | | | AMBI: Indifferent to disturbance | | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 144 | <i>Aurelia aurita</i> | | Env. Pélagique | Neritic, Free living | Non | Suspension feeding | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 145 | <i>Lamprothamnium papulosum</i> | | Env. Sessile | | | | | | 1 | 0 | - | 1 | 1 |
| 146 | <i>Spirogyra</i> | | | Sessile | | | | | 1 | 0 | - | 1 | 1 |
| 147 | <i>Acetabularia acetabulum</i> | | Env. Sessile | Substrat solide | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 148 | <i>Bryopsis hypnoides</i> | | Env. Sessile | Substrat solide | | | Sensible à l'eutrophisation Aime se fixé sur poteau de table | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 1 |
| 149 | <i>Bryopsis muscosa</i> | | | Substrat solide | | | Sensible à l'eutrophisation Aime se fixé sur poteau de table | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 1 |
| 150 | <i>Bryopsis plumosa</i> | | Env. Épiphytique | Substrat solide | | | Sensible à l'eutrophisation Aime se fixé sur poteau de table | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------|--|------------------|-----------------|--|--|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| 151 | <i>Chaetomorpha aerea</i> | | Env. Épiphytique | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 152 | <i>Chaetomorpha linum</i> | | Env. Épiphytique | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 153 | <i>Cladophora albida</i> | | Env. Épiphytique | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 154 | <i>Cladophora battersii</i> | | | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 155 | <i>Cladophora coelothrix</i> | | Env. Épiphytique | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 156 | <i>Cladophora glomerata</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 157 | <i>Cladophora lehmanniana</i> | | | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 158 | <i>Cladophora liniformis</i> | | | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 159 | <i>Cladophora pellucida</i> | | Env. Épiphytique | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 160 | <i>Cladophora socialis</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 161 | <i>Cladophora vadorum</i> | | | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 162 | <i>Cladophora vagabunda</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 163 | <i>Codium fragile</i> | | Env. Sessile | Substrat solide | | | Aime se fixé sur poteau de table | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 164 | <i>Codium tomentosum</i> | | Env. Benthique | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste Aime se fixé sur poteau de table | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 165 | <i>Monostroma grevillei</i> | | | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 166 | <i>Ulva clathrata</i> | | Env. Épiphytique | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 167 | <i>Ulva compressa</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 168 | <i>Ulva intestinalis</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|------------------|-----------------------------------|--|--|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| 169 | <i>Ulva lactuca</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 170 | <i>Ulva linza</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 171 | <i>Ulva rigida</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 172 | <i>Ulva rotundata</i> | | | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 173 | <i>Ulvaria obscura</i> | | | Dérivante | | | Opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 174 | <i>Valonia aegagropila</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 175 | <i>Valonia utricularis</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 176 | <i>Aglaozonia melanoidea</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 177 | <i>Aglaozonia parvula</i> | | | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 178 | <i>Chorda filum</i> | | Env. Sessile | Epilithic & epizoic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 179 | <i>Cladosiphon mediterraneus</i> | | Env. Sessile | Epiphytic, unattaché d, epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 180 | <i>Cladostephus spongiosus</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 181 | <i>Colpomenia peregrina</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste Aime se fixé sur poteau de table | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 182 | <i>Colpomenia sinuosa</i> | | Env. Épiphytique | Substrat solide ou végétal | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste Aime se fixé sur poteau de table | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 183 | <i>Cutleria adspersa</i> | | | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 184 | <i>Cutleria multifida</i> | | | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 185 | <i>Cystoseira barbata</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation Autre: aime se fixé sur poteau de table | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|------------------|----------------------------|--|--|---|-----------------------|---|---|---|---|---|
| 186 | <i>Cystoseira compressa</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation Autre: aime se fixé sur poteau de table | (Lauret et al., 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 187 | <i>Desmarestia viridis</i> | | Env. Sessile | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 188 | <i>Dictyota dichotoma</i> | | Env. Épiphytique | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation Autre: aime se fixé sur poteau de table | (Lauret et al., 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 189 | <i>Dictyota spiralis</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation Autre: aime se fixé sur poteau de table | (Lauret et al., 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 190 | <i>Feldmannia irregularis</i> | | Env. Sessile | Epiphytic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 191 | <i>Halopteris filicina</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 192 | <i>Padina pavonica</i> | | Env. Sessile | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 193 | <i>Sargassum muticum</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste Aime se fixé sur poteau de table | (Lauret et al., 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 194 | <i>Scytosiphon lomentaria</i> | | Env. Sessile | Epiphytic, epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 195 | <i>Sphacelaria</i> | | | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 196 | <i>Sphaerotrichia divaricata</i> | | | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 197 | <i>Stictyosiphon adriaticus</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 198 | <i>Taonia atomaria</i> | | | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret et al., 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 199 | <i>Vaucheria</i> | | | Epilithic, unattache d | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--|---------------------|----------------------------------|--|--|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| 200 | <i>Acrochaetium</i> | | | Endophyti c; Épiphyte | | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 201 | <i>Agardhiella subulata</i> | | Env. Sessile | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 202 | <i>Aglaothamnion pseudobyssoides</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 203 | <i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> | | | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 204 | <i>Alsidium corallinum</i> | | Env. Sessile | Epilithic | | | | | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 205 | <i>Antithamnion cruciatum</i> | | Env. Épiphytique | Epiphyte | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 206 | <i>Callithamnion corymbosum</i> | | | Substrat solide ou végétal | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 207 | <i>Callithamnion tetragonum</i> | | | Substrat solide ou végétal | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 208 | <i>Centroceras clavulatum</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 209 | <i>Ceramium codii</i> | | Env. Épiphytique | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 210 | <i>Ceramium comptum</i> | | | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 211 | <i>Ceramium diaphanum</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 212 | <i>Ceramium strictum</i> | | Env. Épiphytique | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 213 | <i>Ceramium tenerrimum</i> | | | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 214 | <i>Ceramium tenuissimum</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|------------------|-----------------------------------|--|--|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| 215 | <i>Ceramium virgatum</i> | | Env. Sessile | Substrat solide | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 216 | <i>Chondracanthus acicularis</i> | | Env. Épiphytique | Dérivante | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 217 | <i>Chondria capillaris</i> | | Env. Épiphytique | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 218 | <i>Chondria simpliciuscula</i> | | | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 219 | <i>Chondrus giganteus</i> | | Env. Benthique | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 220 | <i>Chrysomenia wrightii</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 221 | <i>Chylocladia verticillata</i> | | | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 222 | <i>Corallina elongata</i> | | | Épizoïc, Epilithic, | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 223 | <i>Dasya hutchinsiae</i> | | | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 224 | <i>Dasya pedicellata</i> | | Env. Sessile | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 225 | <i>Dasya sessilis</i> | | | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 226 | <i>Falkenbergia rufolanosa</i> | | Env. Sessile | Épiphytic, unattaché d, epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 227 | <i>Gelidium crinale</i> | | Env. Épiphytique | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 228 | <i>Gracilaria bursa-pastoris</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 229 | <i>Gracilaria dura</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 230 | <i>Gracilaria gracilis</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|------------------|--------------------------------|--|--|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| 231 | <i>Gracilariopsis longissima</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 232 | <i>Grateloupia doryphora</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 233 | <i>Grateloupia filicina</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 234 | <i>Griffithsia corallinoides</i> | | | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 235 | <i>Gymnogongrus griffithsiae</i> | | | Epilithic | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 236 | <i>Halopithys incurva</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 237 | <i>Halymenia flosesi</i> | | Env. Benthique | Epizoic, Epiphytic, endophytic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 238 | <i>Holotrichia sp</i> | | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 |
| 239 | <i>Hypnea valentiae</i> | | Env. Sessile | Epiphytic, epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 240 | <i>Laurencia coronopus</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 241 | <i>Laurencia microcladia</i> | | Env. Sessile | Epiphytic, epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 242 | <i>Laurencia obtusa</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic, Epiphytic | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 243 | <i>Lomentaria clavellosa</i> | | | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 244 | <i>Lophosiphonia obscura</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 245 | <i>Lophosiphonia subadunca</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 246 | <i>Nitophyllum punctatum</i> | | | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 247 | <i>Osmundea hybrida</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------------|--|------------------|----------------------------|--|--|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| 248 | <i>Osmundea pinnatifida</i> | | | Substrat solide ou végétal | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 249 | <i>Polysiphonia denudata</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 250 | <i>Polysiphonia elongata</i> | | | Epiphyte & epizoic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 251 | <i>Polysiphonia mottei</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 252 | <i>Polysiphonia opaca</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 253 | <i>Polysiphonia scopulorum</i> | | Env. Sessile | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 254 | <i>Polysiphonia sertularioides</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic, Epiphytic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 255 | <i>Polysiphonia setigera</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 256 | <i>Pterosiphonia parasitica</i> | | | Epiphyte | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 257 | <i>Pterosiphonia pennata</i> | | | Epiphyte & Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 258 | <i>Radicilingua thysanorhizans</i> | | | Epilithic & epizoic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 259 | <i>Rytiphlaea tinctoria</i> | | Env. Sessile | Epilithic | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 260 | <i>Solieria chordalis</i> | | Env. Sessile | Dérivante | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 261 | <i>Solieria filiformis</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic, Unattache d | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |
| 262 | <i>Sphaerococcus coronopifolius</i> | | Env. Sessile | Substrat solide ou végétal | | | Pas sensible à l'eutrophisation, ne sait pas si espèce opportuniste | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | - | 1 | 0 |
| 263 | <i>Spyridia filamentosa</i> | | Env. Épiphytique | Epilithic, Epiphytic | | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 0 | - | 1 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|----------------|-------------------|-------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|
| 264 | <i>Ruppia cirrhosa</i> | | Env. Sessile | Oui fixé, racines | C'est un herbier | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 265 | <i>Ruppia maritima</i> | | Env. Sessile | Oui fixé, racines | C'est un herbier | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 266 | <i>Zostera marina</i> | | Env. Sessile | Oui fixé, racines | C'est un herbier | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 267 | <i>Zostera noltei</i> | | Env. Sessile | Oui fixé, racines | C'est un herbier | | Sensible à l'eutrophisation | (Lauret <i>et al.</i> , 2011) | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 268 | <i>Eucalanus sp</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 269 | <i>Euchaeta sp</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 270 | <i>Sapphirina sp</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 271 | <i>Mesosagitta minima</i> | | Env. Pélagique | Epipelagic | Pas d'information | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 272 | <i>Muggiaea atlantica</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 273 | <i>Muggiaea kochii</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 274 | <i>Tisbe sp</i> | | | Oui | Non | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 275 | <i>Penilia avirostris</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 276 | <i>Podon sp</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 277 | <i>Acartia clausi</i> | | Env. Démersal | | Pas d'information | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 278 | <i>Acartia discaudata</i> | | Env. Démersal | | Pas d'information | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 279 | <i>Acartia margalefi</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 280 | <i>Calanoida nauplii (ordre)</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 281 | <i>Calanus helgolandicus</i> | | Env. Benthique | | Pas d'information | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 282 | <i>Candacia armata</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 283 | <i>Centropages hamatus</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 284 | <i>Centropages typicus</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 285 | <i>Clausocalanus furcatus</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 286 | <i>Clytemnestra sp</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 287 | <i>Corycaeus sp</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------------------|--|----------------------|-----------|-------------------|--|--|--|--|---|---|---|---|---|
| 288 | <i>Ctenocalanus sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 289 | <i>Ditrichocorycaeus brehmi</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 290 | <i>Eurytemora affinis</i> | | Env. Benthique | | Pas d'information | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 291 | <i>Eurytemora velox</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 292 | <i>Euterpina acutifrons</i> | | Env. Benthopélagique | | Pas d'information | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 293 | <i>Farranula carinata</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 294 | <i>Isias clavipes</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 295 | <i>Microsetella norvegica</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 296 | <i>Microsetella rosea</i> | | Env. Pélagique | Néritique | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 297 | <i>Oithona nana</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 298 | <i>Oithona plumifera</i> | | Env. Pélagique | Néritique | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 299 | <i>Oithona similis</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 300 | <i>Oncaea venusta</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 301 | <i>Paracalanus parvus</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 302 | <i>Paracartia grani</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 303 | <i>Pseudocalanus elongatus</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 304 | <i>Temora stylifera</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 305 | <i>Oikopleura dioica</i> | | Env. Pélagique | Néritique | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 306 | <i>Doliolum denticulatum</i> | | Env. Pélagique | | Pas d'information | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 307 | <i>Rathkea sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 308 | <i>Actinotrocha sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 309 | <i>Didinium sp</i> | | | Oui | Non | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 310 | <i>Rhabdoaske-</i> | | | Oui | Non | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|--|--|-----|-----|--|--|--|--|---|---|---|---|---|
| | <i>nasia sp</i> | | | | | | | | | | | | | |
| 311 | <i>Uronema sp</i> | | | Oui | Non | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 312 | <i>Balanion sp</i> | | | Oui | Non | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 313 | <i>Coleps sp</i> | | | Oui | Non | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 314 | <i>Urotricha sp</i> | | | Oui | Non | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 315 | <i>Euplotes</i> | | | Oui | Non | | | | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 316 | <i>Evadne sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 317 | <i>Acanthostomella sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 318 | <i>Amphorides sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 319 | <i>Codonellopsis</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 320 | <i>Eutintinnus lususundae</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 321 | <i>Favella ehrenbergii</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 322 | <i>Helicostomella subulata</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 323 | <i>Laboea sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 324 | <i>Leegaardiella sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 325 | <i>Lohmanniella sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 326 | <i>Pelagostrobilidium neptuni</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 327 | <i>Rhizodoms tagatzi</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 328 | <i>Salpingella sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 329 | <i>Stenosemella ventricosa</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 330 | <i>Strobilidium sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 331 | <i>Strombidinopsis sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 332 | <i>Strombidium sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 333 | <i>Tintinnidium sp</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 334 | <i>Tintinnopsis angulata</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 335 | <i>Tintinnopsis baltica</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 336 | <i>Tintinnopsis beroidea</i> | | | Non | Non | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------------|--|----------------|-----|-------------------|---|--|--------------------------|---|---|---|---|---|
| 337 | <i>Tintinnopsis campanula</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 338 | <i>Tintinnopsis cylindrica</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 339 | <i>Tintinnopsis kofoidi</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 340 | <i>Tintinnopsis radix</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 341 | <i>Tintinnopsis rapa/parva/nana</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 342 | <i>Tontonia sp</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 343 | <i>Tiarina fusus</i> | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 344 | Rotifera (Phylum) | | | Non | Non | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 345 | <i>Mesodinium Rubrum</i> | | | Non | Non | Mixotrophe | | | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 346 | <i>Cyrtostrombidium longisomum</i> | | Env. Benthique | | Pas d'information | | | | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 347 | <i>Acrocephalus melanopogon</i> | | | Non | Non | Invertivore / Food: Invertébré | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 348 | <i>Anthus campestris</i> | | | Non | Non | Invertivore / Food: Invertébré | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 349 | <i>Charadrius alexandrinus</i> | | | Non | Non | Pas d'information | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 350 | <i>Coracias garrulus</i> | | | Non | Non | Invertivore / Food: Invertébré | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 351 | <i>Egretta garzetta</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Invertébré | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 352 | <i>Gavia arctica</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Vertébré, Poisson, Scavanger | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 353 | <i>Himantopus himantopus</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Invertébré | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 354 | <i>Ixobrychus minutus</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Invertébré | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |
| 355 | <i>Larus melanocephalus</i> | | | Non | Non | Omnivore Food: Vertébré, Poisson, Scavanger | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 0 | - |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|--|-------------------|--------------------------|----------------------|--|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 356 | <i>Larus michahellis</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Vertébré, Poisson, Scavanger | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 357 | <i>Milvus migrans</i> | | | Non | Non | Omnivore Food: Vertébré, Poisson, Scavanger | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 358 | <i>Phalacrocorax Carbo</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Vertébré, Poisson, Scavanger | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 359 | <i>Phoenicopterus ruber roseus</i> | | | Non | Non | Omnivore Food: Omnivore | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 360 | <i>Podiceps nigricollis</i> | | | Non | Non | Carnivore , Aquatic predator | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 361 | <i>Recurvirostra avosetta</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Invertébré | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 362 | <i>Sterna albifrons</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Vertébré, Poisson, Scavanger | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 363 | <i>Sterna hirundo</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Vertébré, Poisson, Scavanger | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 364 | <i>Sterna Sandvicensis</i> | | | Non | Non | Aquatic predator Food: Vertébré, Poisson, Scavanger | | Avibase: (Lepage, s. d.) | 0 | 0 | - | 1 | 0 | - | 1 |
| 365 | <i>Cerataulina spp.</i> | | | Non | Non | Pas d'information | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 366 | <i>Chaetoceros spp.</i> | | | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 367 | <i>Cocconeis spp.</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Haptobenthique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | - | 1 | 1 | 0 | |
| 368 | <i>Cylindrotheca spp.</i> | | | Pas d'informati on | Pas d'information | Pas d'information | Pas d'information | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 369 | <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> | | Env. Pélagique | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------|--|--|-----|-----|-------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|
| 370 | <i>Fallacia spp.</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 371 | <i>Grammatophora spp.</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Haptobenthique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 372 | <i>Guinardia spp.</i> | | | Non | Non | Pas d'information | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 373 | <i>Gyrosigma spp.</i> | | | Oui | Non | Autotrophe | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 374 | <i>Hantzschia spp.</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 375 | <i>Haslea spp.</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 376 | <i>Leptocylin-drus spp.</i> | | | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 377 | <i>Licmophora spp.</i> | | | Non | Oui | Autotrophe | Épiphyte | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 378 | <i>Lioloma spp.</i> | | | Non | Non | Pas d'information | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 379 | <i>Lyrella spp.</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 380 | <i>Navicula spp.</i> | | | Oui | Non | Autotrophe | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 381 | <i>Nitzschia spp.</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 382 | <i>Petronis spp.</i> | | | Oui | Non | Pas d'information | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 383 | <i>Pleurosigma spp.</i> | | | Oui | Non | Autotrophe | Épipelique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 384 | <i>Porosira spp.</i> | | | Oui | Non | Autotrophe | Tychoplanctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 385 | <i>Pseudo-Nitzschia spp.</i> | | | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 386 | <i>Rhizosolenia spp.</i> | | | Non | Non | Pas d'information | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 387 | <i>Skeletonema spp.</i> | | | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 388 | <i>Thalassionema spp.</i> | | | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 389 | <i>Thalassiosira spp.</i> | | | Oui | Non | Autotrophe | Tychoplanctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 390 | <i>Thalassiothrix spp.</i> | | | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

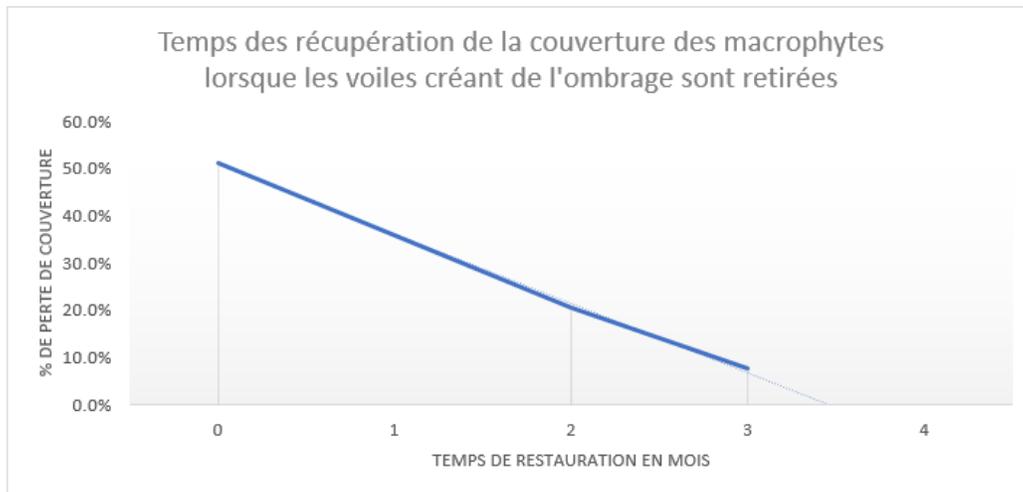
| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|
| 391 | <i>Alexandrium spp.</i> | | | Non | Non | Mixotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 392 | <i>Bysmatrum spp.</i> | | | Non | Non | Pas d'information | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 393 | <i>Dinophysis spp.</i> | | | Non | Non | Pas d'information | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 394 | <i>Ensiculifera spp.</i> | | | Non | Non | Pas d'information | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 395 | <i>Gonyaulax spp.</i> | | | Non | Non | Mixotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 396 | <i>Gymnodinium spp.</i> | | | Non | Non | Mixotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 397 | <i>Gyrodinium spp.</i> | | | Non | Non | Mixotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 398 | <i>Heterocapsa spp.</i> | | | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 399 | <i>Pentaparthodinium spp.</i> | | | Non | Non | Pas d'information | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 400 | <i>Peridinium spp.</i> | | | Non | Non | Heterotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 401 | <i>Prorocentrum spp.</i> | | | Non | Non | Autotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 402 | <i>Protoperidinium spp.</i> | | | Non | Non | Heterotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 403 | <i>Scrippsiella spp.</i> | | | Non | Non | Mixotrophe | Planctonique | (Hernandez Farinas et al., 2017 ; Lefran, 2022) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 404 | <i>Anguilla anguilla</i> | | Env. Démersal | Burries in mud | | Mange de tout | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 0 | 0 | 0 | - |
| 405 | <i>Atherina boyeri</i> | Egg are Demersal , attach to algae | Env. Démersal | | | Feed on small crustacean and mollusc | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - |
| 406 | <i>Dicentrarchus labrax</i> | Eggs are pelagic | Env. Démersal | | | Shrimps, mollusk, fish | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 0 | 0 | 0 | - |
| 407 | <i>Diplodus vulgaris</i> | | Env. Benthopélagique | Sometime sandy | Sea grass beds for young | Feed on small crustacean and mollusc | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - |
| 408 | <i>Engraulis maeoticus</i> | In brackish water | Env. Pélagique-neritic | Pas d'information | Pas d'information | Pas d'information | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----------------------------------|--|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|--|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 409 | <i>Gobius niger</i> | | Env. Démersal | Found in sand / mud | Found in seagrass | Feed on crustacé, bivalve, etc | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 410 | <i>Hippocampus guttulatus</i> | | Env. Démersal | In rocks and gravel | Found in algae and eel grass | Hunting macrofauna (predator) | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 411 | <i>Liza ramada</i> | | Env. Pélagique-neritic | | Eat plants but other things also | Plants/détritus+animals (troph. 2.2-2.79) | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 412 | <i>Mugil cephalus</i> | | Env. Benthopélagique | Sand or mud bottom | | Mainly plants/détritus (troph. 2-2.19) | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 413 | <i>Nerophis ophidion</i> | | Env. Démersal | | Habitat algal and eel-grass | Feed on small crustacé | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 414 | <i>Pomatoschistus marmoratus</i> | Dans des coquilles de bivalve | Env. Démersal | Found in sand | | Feeds on crustacé | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 415 | <i>Pomatoschistus microps</i> | Eggs can be deposited in aquatic plant | Env. Démersal | Found in sand / mud | | Feed on small crustacé | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 416 | <i>Pomatoschistus minutus</i> | Dans des coquilles de bivalve | Env. Démersal | Found in sand / mud | | Hunting macrofauna (predator) | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 417 | <i>Salaria pavo</i> | Egg are Demersal | Env. Démersal | | | Feed on mollusque | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 418 | <i>Solea solea</i> | | Env. Démersal | Burrow into sandy & muddy bottoms | | Hunting macrofauna (predator) | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| 419 | <i>Sparus aurata</i> | | Env. Démersal | Found in sand | Found in seagrass | Feed on shellfish, moules et huitres | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 420 | <i>Symphodus cinereus</i> | | Env. Démersal | In soft bottom | Found in eel-grass beds | Feed on bivalve | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 421 | <i>Symphodus melops</i> | Seaweed nest | | | Near eel-grass beds | Feed on crustacé and mollusc | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 0 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 422 | <i>Syngnathus abaster</i> | | Env. Démersal | in sand / mud | | Selective plankton feeding | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------------------------------------|--|---------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 423 | <i>Syngnathus acus</i> | | Env. Démersal | In sand and mud | Habitat algal and eel-grass | Feed on small crustacé | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |
| 424 | <i>Syngnathus taenionotus</i> | | Env. Démersal | In mud | or in vegetation | | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 425 | <i>Syngnathus typhle</i> | | Env. Démersal | | Associated with Zostera | Selective plankton feeding | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 426 | <i>Zosterisessor ophiocephalus</i> | | Env. Démersal | In mud | Found in eel-grass beds | Hunting macrofauna (predator) | | Fishbase: (Froses et Pauly, 2023) | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 1 |

ANNEXE F

CALCULS DU TEMPS DE RESTAURATION DE L'OMBRAGE



| Données de (Dajka et al., 2020) pour une superficie de 9m ² | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|------|---------|--------|---|
| Mois | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Pente | Nombre de mois pour arriver à une réduction de couverture de 0% |
| Temps des restauration en mois | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Réduction de la couverture | 51.2% | | 20.4% | 7.6% | | -14.7% | |
| * Ombrage commencé en janvier, réduction de la couverture par les macrophytes de 51.2% sur la période de janvier à mars | | | | | | | |

RÉFÉRENCES

- Alejandre, E. M., van Bodegom, P. M. et Guinée, J. B. (2019). Towards an optimal coverage of ecosystem services in LCA. *Journal of Cleaner Production*, 231, 714-722.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.284>
- Amahmoud, A., El Attar, M. M. et Meleishy, A. (2022). The Evolution of Life Cycle Assessment Approach: A Review of Past and Future Prospects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 992(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/992/1/012002>
- ArcGIS Living Atlas of the World. (s. d.). *ArcGIS Living Atlas of the World*. Récupéré le 13 janvier 2024 de <https://livingatlas.arcgis.com/>
- Armoškaitė, A., Puriņa, I., Aigars, J., Strāķe, S., Pakalniete, K., Frederiksen, P., Schrøder, L. et Hansen, H. S. (2020). Establishing the links between marine ecosystem components, functions and services: An ecosystem service assessment tool. *Ocean & Coastal Management*, 193, 105229.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105229>
- Bare, J. (2011). TRACI 2.0: the tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts 2.0. *Clean Technol Environ*, (13), 687-696.
- Boeuf, G. (2020). Quelle biodiversité dans l'océan ? : *Futuribles*, N° 440(1), 21-34.
<https://doi.org/10.3917/futur.440.0021>
- Bonnet, D., Crochemore, S., Roques, C., Hatey, É., Got, P., Carré, C., Fabre, J. et Lobry, O. (2021). *Plankton communities long term dynamics in Thau lagoon*. OSU OREME.
<https://doi.org/10.15148/762D02EB-82DC-46F4-B231-B67F3819A8AD>
- Borja, Á., Dauer, D. M., Elliott, M. et Simenstad, C. A. (2010). Medium- and Long-term Recovery of Estuarine and Coastal Ecosystems: Patterns, Rates and Restoration Effectiveness. *Estuaries and Coasts*, 33(6), 1249-1260. <https://doi.org/10.1007/s12237-010-9347-5>
- Brandão, M. et i Canals, L. M. (2013). Global characterisation factors to assess land use impacts on biotic production. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(6), 1243-1252.
<https://doi.org/10.1007/s11367-012-0381-3>
- Bugnot, A. B., Mayer-Pinto, M., Airoidi, L., Heery, E. C., Johnston, E. L., Critchley, L. P., Strain, E. M. A., Morris, R. L., Loke, L. H. L., Bishop, M. J., Sheehan, E. V., Coleman, R. A. et Dafforn, K. A. (2020). Current and projected global extent of marine built structures. *Nature Sustainability*, 4(1), 33-41.
<https://doi.org/10.1038/s41893-020-00595-1>
- Bulle, C., Margni, M., Patouillard, L., Boulay, A.-M., Bourgault, G., De Bruille, V., Cao, V., Hauschild, M., Henderson, A., Humbert, S., Kashef-Haghighi, S., Kounina, A., Laurent, A., Levasseur, A., Liard, G., Rosenbaum, R. K., Roy, P.-O., Shaked, S., Fantke, P. et Jolliet, O. (2019). IMPACT World+: a globally regionalized life cycle impact assessment method. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(9), 1653-1674. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01583-0>
- C2C. (2020). *Projet Cost to Coast*. C2Cproject. <https://c2cproject2020.wixsite.com/c2cproject?lang=fr>

- Callesen, I. (2016). Biodiversity and ecosystem services in life cycle impact assessment – Inventory objects or impact categories? *Ecosystem Services*, 22, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.021>
- Cao, V., Margni, M., Favis, B. D. et Deschênes, L. (2015). Aggregated indicator to assess land use impacts in life cycle assessment (LCA) based on the economic value of ecosystem services. *Journal of Cleaner Production*, 94, 56-66. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.041>
- Chaboud, C., Cazalet, B., Reyes, N. et Rubin, A. (2015, mars). *Enquête sur les petits métiers de la pêche en Languedoc-Roussillon*. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-06/010064510.pdf
- Chaudhary, A., Verones, F., de Baan, L. et Hellweg, S. (2015). Quantifying Land Use Impacts on Biodiversity: Combining Species–Area Models and Vulnerability Indicators. *Environmental Science & Technology*, 49(16), 9987-9995. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02507>
- CIRAIG. (s. d.). Analyse du cycle de vie (ACV). CIRAIG. <https://ciraig.org/index.php/fr/analyse-du-cycle-de-vie/>
- Cordonnier, C. (2022, 9 juin). *Rapport de stage: Étude de cas de la lagune de Thau - Caractéristiques de la capacité de fourniture des services écosystémiques (volet écologie), dans un cadre d'analyse de cycle de vie et à travers des scénarios de prospective*. [Rapport de stage]. Université Paul Valéry Montpellier 3.
- Dajka, J., Beasley, V., Gendron, G., Barlow, J. et Graham, N. A. J. (2021). Weakening macroalgal feedbacks through shading on degraded coral reefs. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 31(7), 1660-1669. <https://doi.org/10.1002/aqc.3546>
- de Baan, L., Alkemade, R. et Koellner, T. (2013a). Land use impacts on biodiversity in LCA: a global approach. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(6), 1216-1230. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0412-0>
- de Baan, L., Mutel, C. L., Curran, M., Hellweg, S. et Koellner, T. (2013b). Land Use in Life Cycle Assessment: Global Characterization Factors Based on Regional and Global Potential Species Extinction. *Environmental Science & Technology*, 47(16), 9281-9290. <https://doi.org/10.1021/es400592q>
- Derolez, V., Serais, O., Caprais, M.-P., Le Saux, J.-C. et Messiaen, G. (2009). *Investigating an avian source of shellfish faecal contamination in the Thau lagoon (the Mediterranean, France)*.
- Derolez, V., Soudant, D., Malet, N., Chiantella, C., Richard, M., Abadie, E., Aliaume, C. et Bec, B. (2020). Two decades of oligotrophication: Evidence for a phytoplankton community shift in the coastal lagoon of Thau (Mediterranean Sea, France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 241, 106810. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106810>
- Dorber, M., Kuipers, K. et Verones, F. (2020). Global characterization factors for terrestrial biodiversity impacts of future land inundation in Life Cycle Assessment. *Science of The Total Environment*, 712, 134582. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134582>

- FAO Yearbook. *Fishery and Aquaculture Statistics 2019/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2019/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2019.* (2021). FAO. <https://doi.org/10.4060/cb7874t>
- Foulquié, M., Dupuy de la Grandrive, R., Dalias, N. et Vicente, N. (2020). Inventaire et état de santé des populations de *Pinna nobilis* (L.1758) dans l'étang de Thau (Hérault, France). *Marine Life Revue*, 1(25). https://www.institut-paul-ricard.org/wp-content/uploads/2020/07/marine_life_19_foulquie_v2.pdf
- Froses, R. et Pauly, D., (editors). (2023). *FishBase* [World Wide Web electronic publication]. <https://www.fishbase.org>
- Gangnery, A. (1999). *Estimation des stocks de bivalves en élevage et des épibiontes dans l'alga Thau et modélisation de la dynamique des populations d'huîtres ceuses* [Université Pierre et Marie Curie]. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00443/55478/57008.pdf>
- GBIF. (2023, août). *GBIF Occurance Download (0372876-210914110416597)*. GBIF.org
- Gephart, J. A., Henriksson, P. J. G., Parker, R. W. R., Shepon, A., Gorospe, K. D., Bergman, K., Eshel, G., Golden, C. D., Halpern, B. S., Hornborg, S., Jonell, M., Metian, M., Mifflin, K., Newton, R., Tyedmers, P., Zhang, W., Ziegler, F. et Troell, M. (2021). Environmental performance of blue foods. *Nature*, 597(7876), 360-365. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03889-2>
- Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., De Schryver, A., Struijs, J. et Van Zelm, R. (2009). *ReCiPe 2008, a life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level (1)*. Ministry of Housing, Spatial Planning and Environnement.
- Halpern, B. S., Frazier, M., Afflerbach, J., Lowndes, J. S., Micheli, F., O'Hara, C., Scarborough, C. et Selkoe, K. A. (2019). Recent pace of change in human impact on the world's ocean. *Scientific Reports*, 9(1), 11609. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47201-9>
- Halpern, B. S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K. S., Koenig, K., Longo, C., Lowndes, J. S., Rockwood, R. C., Selig, E. R., Selkoe, K. A. et Walbridge, S. (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, 6(1), 7615. <https://doi.org/10.1038/ncomms8615>
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, E. M. P., Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M., Steneck, R. et Watson, R. (2008). A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. *Science*, 319(5865), 948-952. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>
- Hauschild, M. Z. et Huijbregts, M. A. J. (dir.). (2015). *Life Cycle Impact Assessment*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9744-3>
- Hauschild, M. Z. et Wenzel, H. (1998). Environmental assessment of products. Dans *Scientific background* (vol. 2). Kluwer Academic Publishers.

- Hélias, A., Stanford-Clark, C. et Bach, V. (2023). A new impact pathway towards ecosystem quality in life cycle assessment: characterisation factors for fisheries. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 28(4), 367-379. <https://doi.org/10.1007/s11367-023-02136-2>
- Hernandez Farinas, T., Ribeiro, L., Soudant, D., Belin, C., Bacher, C., Lampert, L. et Barillé Laurent. (2017, 20 juin). *Contribution of benthic microalgae to the temporal variation in phytoplankton assemblages in a macrotidal system. Supplementary Data S1*. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/50025>
- Hoekstra, J. M., Molnar, J. L., Jennings, M., Revenga, C., Spalding, M. D., Boucher, T. M., Robertson, J. C., Heibel, T. J. et Ellison, K. (2010). *The Atlas of Global Conservation: Changes, Challenges, and Opportunities to Make a Difference* (J. L. Molnar). University of California Press.
- Hoel, P., Fredston, A. et Halpern, B. S. (2022). An Evaluation Framework for Risk of Coastal Marine Ecological Diversity Loss From Land-Based Impacts. *Frontiers in Marine Science*, 9, 796050. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.796050>
- Ifremer. (2022, 4 décembre). *À quelle profondeur évoluent les espèces marines*. Pour une pêche durable. <https://peche.ifremer.fr/Le-monde-de-la-peche/Les-ressources/ou/Les-profondeurs>
- Institut des pêches maritimes. (1966, décembre). *Réorganisation de la conchyliculture dans le bassin de Thau* c. 5754 NMP.2 Ministère des transports.
- IPCC, Pörtner, H.-O., Roberts, D.C., Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegria, A., Nicolai, M., Okem, A., Petzold, J., Rama, B. et Weyer, N. W. (2019). *The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>
- ISO. (2006a). *ISO 14040:2006*. ISO. <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/03/74/37456.html>
- ISO. (2006b). *ISO 14044:2006*. ISO. <https://www.iso.org/cms/render/live/en/sites/isoorg/contents/data/standard/03/84/38498.html>
- Itsubo, N. et Inaba, A. (2012). LIME2 life-cycle impact assessment method based on endpoint modeling. *JLCA news - life cycle assessment society of Japan*, (12), 2-21.
- Jolliet, O., Margni, M., Charles, R., Humbert, S., Payet, J., Rebitzer, G. et Rosenbaum, R. (2003). IMPACT 2002+: a new life cycle impact assessment methodology. *Int. J Life Cycle Assess*, 8, 324-330.
- Koellner, T., de Baan, L., Beck, T., Brandão, M., Civit, B., Goedkoop, M., Margni, M., i Canals, L. M., Müller-Wenk, R., Weidema, B. et Wittstock, B. (2013a). Principles for life cycle inventories of land use on a global scale. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(6), 1203-1215. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0392-0>

- Koellner, T., de Baan, L., Beck, T., Brandão, M., Civit, B., Margni, M., i Canals, L. M., Saad, R., de Souza, D. M. et Müller-Wenk, R. (2013b). UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(6), 1188-1202. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0579-z>
- Labrune, C. (2019). The arrival of the American blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda: Brachyura: Portunidae), in the Gulf of Lions (Mediterranean Sea). *BioInvasions Records*, 8(4), 876-881. <https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.4.16>
- Lacoste, É., Jones, A., Callier, M., Klein, J., Lagarde, F. et Derolez, V. (2023). A Review of Knowledge on the Impacts of Multiple Anthropogenic Pressures on the Soft-Bottom Benthic Ecosystem in Mediterranean Coastal Lagoons. *Estuaries and Coasts*. <https://doi.org/10.1007/s12237-023-01188-9>
- Langlois, J., Fréon, P., Steyer, J.-P., Delgenès, J.-P. et Hélias, A. (2014). Sea-use impact category in life cycle assessment: state of the art and perspectives. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(5), 994-1006. <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0700-y>
- Langlois, J., Fréon, P., Steyer, J.-P., Delgenès, J.-P. et Hélias, A. (2015). Sea use impact category in life cycle assessment: characterization factors for life support functions. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(7), 970-981. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0886-7>
- Larousse en ligne. (s. d.). Dans *Larousse* (Éditions Larousse). <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>
- Lauret, M., Oheix, J., Derolez, V. et Laugier, T. Guide de reconnaissance et de suivi des macrophytes des lagunes de Languedoc-Roussillon. Réseau de Suivi Lagunaire. 2011.
- Le Fur, I., De Wit, R., Plus, M., Oheix, J., Simier, M. et Ouisse, V. (2018). Submerged benthic macrophytes in Mediterranean lagoons: distribution patterns in relation to water chemistry and depth. *Hydrobiologia*, 808(1), 175-200. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3421-y>
- Lefran, A. (2022). *Impact des changements environnementaux sur le phytoplancton: intégration des approches par niche écologique et traits fonctionnels à l'étude des communautés phytoplanctoniques en Baie de Seine* [Biologie végétale, Normandie Université]. <https://theses.hal.science/tel-03827509>
- Lepage, D. (Creator). (s. d.). *Avibase - The World Bird Database*. Récupéré le de <https://avibase.bsc-eoc.org/avibase.jsp>
- L'étang de Thau*. (s. d.). Ville de Mèze. Récupéré le 1 novembre 2023 de <https://www.ville-meze.fr/letang-de-thau/>
- Mahé, M., Aurelle, D., Poggiale, J. C. et Mayot, N. (2022). Assessment of the distribution of *Ruditapes* spp. in northern Mediterranean sites using morphological and genetic data. *Journal of Molluscan Studies*, 88(4), eyac029. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyac029>

- Marques, R., Rufino, M., Darnaude, A. M., Carcaillet, F., Meffre, M. et Bonnet, D. (2021). Jellyfish degradation in a shallow coastal Mediterranean lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 261, 107527. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107527>
- Milà i Canals, L., Bauer, C., Depestele, J., Dubreuil, A., Freiermuth Knuchel, R., Gaillard, G., Michelsen, O., Müller-Wenk, R. et Rydgren, B. (2007a). Key Elements in a Framework for Land Use Impact Assessment Within LCA (11 pp). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(1), 5-15. <https://doi.org/10.1065/lca2006.05.250>
- Milà i Canals, L., Bauer, C., Depestele, J., Dubreuil, A., Freiermuth Knuchel, R., Gaillard, G., Michelsen, O., Müller-Wenk, R. et Rydgren, B. (2007b). Key Elements in a Framework for Land Use Impact Assessment Within LCA (11 pp). *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 12(1), 5-15. <https://doi.org/10.1065/lca2006.05.250>
- Millennium Ecosystem Assessment (Program) (dir.). (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press.
- Motte, M., Certain, G., Vaz, S., Amilhat, E., Bellamy, E., Bourdeix, J.-H., Cheret, I., Cimiterra, N., Contournet, P., Darnaude, A., Derolez, V., Faliex, E., Gianaroli, C., Iotti, M., Jadaud, A., Orozco, L., Metral, L., Nicolas, D., Simon, G., ... Ouisse, V. (2022). *Fish catches from French Mediterranean lagoons INPOLAG surveys (2019-2021)*. SEANOE. <https://doi.org/10.17882/91950>
- Nations Unies. (s. d.). *Objectif 14 | Department of Economic and Social Affairs*. Récupéré le 18 juillet 2022 de <https://sdgs.un.org/fr/goals/goal14>
- Ocean Health Index. (2022). *Ocean Health Index 2023: Methods*. Ocean Health Index 2023: Methods. https://oceanhealthindex.org/images/htmls/Supplement.html#62_Biodiversity
- O'Hara, C. C., Frazier, M. et Halpern, B. S. (2021). At-risk marine biodiversity faces extensive, expanding, and intensifying human impacts. *Science*, 372(6537), 84-87. <https://doi.org/10.1126/science.abe6731>
- O'Hara, C. C. et Halpern, B. S. (2022). Anticipating the Future of the World's Ocean. *Annual Review of Environment and Resources*, 47(1), 291-315. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-120120-053645>
- Othoniel, B., Rugani, B., Heijungs, R., Beyer, M., Machwitz, M. et Post, P. (2019). An improved life cycle impact assessment principle for assessing the impact of land use on ecosystem services. *Science of The Total Environment*, 693, 133374. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.180>
- Ottinger, M., Clauss, K. et Kuenzer, C. (2016). Aquaculture: Relevance, distribution, impacts and spatial assessments – A review. *Ocean & Coastal Management*, 119, 244-266. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.10.015>
- Ouisse, V., Jones, A., Creemers, M., Derolez, V., Desroy, N., Fiandrino, A., Simier, M. et Schaal, G. (2022). *Effet de l'eutrophisation sur la macrofaune benthique des lagunes méditerranéennes*, 150.
- Palomares, M. L. D. et Pauly, D., (editors). (2023). *SeaLifeBase* [World Wide Web electronic publication]. Récupéré le le 14 septembre 2023 de www.sealifebase.org

- Pelaprat, C., Donnay, A., Frejefond, C., Chevrau, M. et Lejeune, P. (2016). *Mise en oeuvre du contrôle de surveillance au titre de la directive cadre eau pour l'indicateur benthos de substrat meuble pour les eaux de transition Année 2015 - Convention STARESO*. Agence de l'eau 2014 2297.
- Primack, R. B., Sarrzin, F. et Lecompte, J. (2008). Qu'est-ce que la biodiversité? Dans *Biologie de la conservation* (4th éd., p. 360). DUNOD.
- Rosenbaum, R. K., Anton, A., Bengoa, X., Bjørn, A., Brain, R., Bulle, C., Cosme, N., Dijkman, T. J., Fantke, P., Felix, M., Geoghegan, T. S., Gottesbüren, B., Hammer, C., Humbert, S., Jolliet, O., Juraske, R., Lewis, F., Maxime, D., Nemecek, T., ... Wallman, M. (2015). The Glasgow consensus on the delineation between pesticide emission inventory and impact assessment for LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(6), 765-776. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0871-1>
- Rosenbaum, R. K., Bachmann, T. M., Gold, L. S., Huijbregts, M. A. J., Jolliet, O., Juraske, R., Koehler, A., Larsen, H. F., MacLeod, M., Margni, M., McKone, T. E., Payet, J., Schuhmacher, M., Van De Meent, D. et Hauschild, M. Z. (2008). USEtox—the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(7), 532-546. <https://doi.org/10.1007/s11367-008-0038-4>
- Rufay, X., Girard, P., Bris, S. L., Menut, T. et Santarelli, C. (2021). *Liste commentée des limaces de mer de la lagune de Thau, Hérault* (36). <https://opistobranquis.info/en/nova-guia-de-llimacs-marins-de-la-llacuna-de-thau-franca/>
- Saad, R., Margni, M., Koellner, T., Wittstock, B. et Deschênes, L. (2011). Assessment of land use impacts on soil ecological functions: development of spatially differentiated characterization factors within a Canadian context. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(3), 198-211. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0258-x>
- Schipper, A., Bakkenes, M., Meijer, J., Alkemade, R. et Huijbregts, M. (2016, 3 janvier). *The Globio Model: Globio 3 technical sheet pbl_publication_2369.pdf*.
- Seafood Watch. (s. d.). *Standard for aquaculture | Our standards | Seafood Watch*. Récupéré le 16 janvier 2024 de <https://www.seafoodwatch.org/recommendations/our-standards/standard-for-aquaculture>
- SMBT. (2011). *Document d'Objectifs des sites Natura 2000 de Thau* (Tome 1). DREAL Languedoc-Roussillon, Syndicat mixte du bassin de Thau.
- The IUCN Red List of Threatened Species*. (s. d.). IUCN Red List of Threatened Species. Récupéré le 16 janvier 2024 de <https://www.iucnredlist.org/fr>
- Toffoletto, L., Bulle, C., Godin, J., Reid, C. et Deschênes, L. (2007). LUCAS - a new LCIA method used for a Canadian-specific context. *Int J Life Cycle Assess*, (12), 93-102.
- Tyler-Walters, H., Hiscock, K. (eds), Tillin, H. M., Stamp, T., Readman, J. A. J., Perry, F., Ashley, M., De Bastos, E. S. R., D'Avack, E. A. S., Jasper, C., Gibb, N., Mainwaring, K., McQuillan, R. M., Wilson, C. M., Gibson Hall, E., Last, E. K., Robson, L. M., Garrard, S. L., Williams, E., ... Lear, D. B. (2023).

Marine Life Information Network: Biology and Sensitivity Key Information Review Database [online]. <https://www.marlin.ac.uk/>

UNEP, SETAC, Life Cycle Initiative. Global Guidance on Environmental Life Cycle Impact Assessment Indicators Volume 2. United Nations Environment Programme.
<https://www.lifecycleinitiative.org/library/global-guidance-for-life-cycle-impact-assessment-indicators-volume-2/> 2019.

United Nations. (2021). *Second World Ocean Assessment vol 1.pdf*. United Nations Publication.
<https://www.un.org/regularprocess/woa2launch>

Verones, F., Bare, J., Bulle, C., Frischknecht, R., Hauschild, M., Hellweg, S., Henderson, A., Jolliet, O., Laurent, A., Liao, X., Lindner, J. P., Maia de Souza, D., Michelsen, O., Patouillard, L., Pfister, S., Posthuma, L., Prado, V., Ridoutt, B., Rosenbaum, R. K., ... Fantke, P. (2017). LCIA framework and cross-cutting issues guidance within the UNEP-SETAC Life Cycle Initiative. *Journal of Cleaner Production*, 161, 957-967. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.206>

Watson, S. J., Ribó, M., Seabrook, S., Strachan, L. J., Hale, R. et Lamarche, G. (2022). The footprint of ship anchoring on the seafloor. *Scientific Reports*, 12(1), 7500. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11627-5>

Woods, J. S., Veltman, K., Huijbregts, M. A. J., Verones, F. et Hertwich, E. G. (2016). Towards a meaningful assessment of marine ecological impacts in life cycle assessment (LCA). *Environment International*, 89-90, 48-61. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.033>

Woods, J. S. et Verones, F. (2019). Ecosystem damage from anthropogenic seabed disturbance: A life cycle impact assessment characterisation model. *Science of The Total Environment*, 649, 1481-1490. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.304>

WoRMS Editorial Board. (2023). *WoRMS - World Register of Marine Species*.
<https://doi.org/10.14284/170>