



# Quelles sont les externalités négatives dues à l'impacts des pratiques aquacoles et de pêche sur la biodiversité et les services écosystémiques ?



Une revue rapide de la littérature scientifique

## REFERENCE

Dupuis L., Langridge J., Jacques C., et Soubelet H. (2025) Quelles sont les externalités négatives dues à l'impacts des pratiques aquacoles et de pêche sur la biodiversité et les services écosystémiques ? Une revue rapide de la littérature scientifique. Synthèse de connaissances. Paris, France : Fondation pour la recherche sur la biodiversité. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19235923>

# SOMMAIRE

<i>Introduction</i> .....	5
<i>Présentation de la question de recherche</i> .....	6
Contexte .....	6
Éléments de la question de recherche .....	6
<i>Synthèse narrative des résultats</i> .....	8
Les externalités liées à l'impact de la capture et des rejets .....	8
Les externalités liées à l'impact des engins de pêche .....	8
Sur le service de cycle de vie et de maintien de la biodiversité .....	8
Sur le service d'approvisionnement alimentaire.....	9
Sur une combinaison de services .....	10
Sur le service de régulation de la qualité de l'eau.....	10
Les externalités liées à l'impact de la surpêche.....	11
Sur le service de loisirs et d'écotourisme .....	11
Sur une combinaison de services .....	11
Les externalités liées à l'impact de l'expansion de l'aquaculture.....	12
Sur le service de régulation biologique.....	12
Sur le service de maintien de la biodiversité .....	12
Sur une combinaison de services .....	13
Les externalités liées à l'impact de pratiques multiples.....	13
<i>Discussion</i> .....	14
Un corpus dominé par l'analyse des stocks de populations cibles et le constat des prises accessoires.....	14
Conclusions et opportunités de recherche .....	15
<i>Références</i> .....	17
Articles retenus dans le corpus.....	17
Autres références.....	18
<i>Annexe 1</i> .....	19
<i>Présentation de la méthodologie de recherche</i> .....	19
Objectif et question de recherche .....	20
Sources de littérature.....	20
Équations de recherche.....	21
Sélections des articles et critère d'éligibilité des études .....	22
Extraction des données .....	23
<i>Annexe 2</i> .....	25

<i>Analyse du corpus</i> .....	25
Population : biodiversité, écosystèmes et services écosystémiques étudiés .....	25
Intervention : pratiques de pêche et d'aquaculture .....	27
Externalités .....	28
Chaines de causalité étudiées.....	31
Quels sont les couples « population x intervention » les plus étudiés ? .....	31
Quels sont les couples « intervention x externalité » les plus étudiés ? .....	32
Les chaines de causalité « intervention x population x externalité » les plus étudiées .....	33

## INTRODUCTION

Ce projet est un exemple de collaboration réussie entre un acteur privé, la Fondation Crédit Mutuel Alliance Fédérale, et la FRB, pour co-construire un programme de recherche ambitieux et exploratoire afin de mieux comprendre comment l'érosion de la biodiversité qui entraîne la perte de nombreux services écosystémiques présente des risques pour les humains. La question posée est l'une des plus complexes et des plus cruciales : peut-on avoir une idée des risques que nous, nos activités, notre économie, notre bien-être, encourons en raison de la perte des bénéfices gratuits, invisibles, que nous retirons de la biodiversité ? Commencer à identifier et quantifier ces risques liés au déclin des contributions de la nature est donc un enjeu majeur pour la recherche comme pour notre société.

En effet, les scientifiques documentent la décroissance inquiétante de la fertilité des sols, la diminution de la capacité des écosystèmes à réguler les pathogènes, la perte des pollinisateurs, la simplification de nos paysages qui détruisent des habitats naturels, mais aussi des identités culturelles. Mais nous manquons d'une vision globale : qu'est-ce qui diminue, en quelle quantité, quelles en sont les conséquences à court ou moyen termes ? Ce programme de trois ans prend la forme de plusieurs revues rapides de la littérature scientifique pour tenter de répondre à ces questions.

En posant une question précise, la méthode utilisée permet de capter dans les bases de données de publications scientifiques la majorité des preuves scientifiques déjà publiées qui répondent totalement ou partiellement à la question et de les sélectionner par une démarche rigoureuse. Le sujet est traité de manière diffuse : il fait appel à de nombreuses disciplines scientifiques – écologie, économie, sociologie, géographie, agronomie – qui ne publient pas nécessairement ensemble.

Le programme traitera plusieurs sous-questions centrées sur les activités connues pour être les plus impactantes (agriculture, pêche, foresterie). Le présent rapport concerne **la pêche et l'aquaculture**.

Des changements s'imposent, encore faut-il savoir lesquels en portant une attention particulière aux solutions qui peuvent s'avérer délétères. Ce programme devrait permettre de dégager, au travers des exemples issus de la littérature, les mécanismes, en particulier les « fausses bonnes idées », qui ralentissent le développement d'alternatives durables, conduisent à une destruction du vivant et, in fine, d'un environnement favorable à une bonne qualité de vie sur Terre.

La force de ce programme est la co-construction de la question de recherche dans une démarche de transdisciplinarité, le financement pluriannuel qui donne du temps à la synthèse de connaissances et, enfin, le partage de rôles et la confiance réciproque entre les deux fondations pour un travail concerté et fructueux ainsi qu'une large diffusion au sein de nos sphères respectives. Il illustre parfaitement d'une part le dialogue et la collaboration science-société portés par la FRB, et d'autre part la prise de conscience de la responsabilité sociale et environnementale d'un acteur économique, ces deux axes étant essentiels pour notre avenir et celui des générations futures.

# PRESENTATION DE LA QUESTION DE RECHERCHE

## CONTEXTE

Dans les systèmes marins, la pêche est définie par l'Ipbes (la Plateforme intergouvernementale science-société sur les services écosystémiques) comme étant l'activité ayant eu l'impact direct le plus important sur la biodiversité (espèces ciblées, espèces non ciblées, et habitats) au cours des cinquante dernières années (Ipbes, 2019). Les prises mondiales de poissons, de crustacés, de coquillages, se maintiennent du fait de l'expansion géographique importante de la pêche et de l'augmentation de l'effort de pêche par le biais d'allocations de ressources de plus en plus importantes (y compris *via* des subventions) et de technologies de plus en plus efficaces, mais coûteuses (Ipbes, 2019), ce qui met en cause l'utilisation durable de cette ressource mondiale vitale sur le long terme. De plus, l'expansion de l'aquaculture aggrave une pression déjà importante sur la biodiversité : cette activité nécessite des poissons sauvages pour nourrir les élevages, augmente la transmission de maladies, aggrave le changement d'usage des terres et des mers.

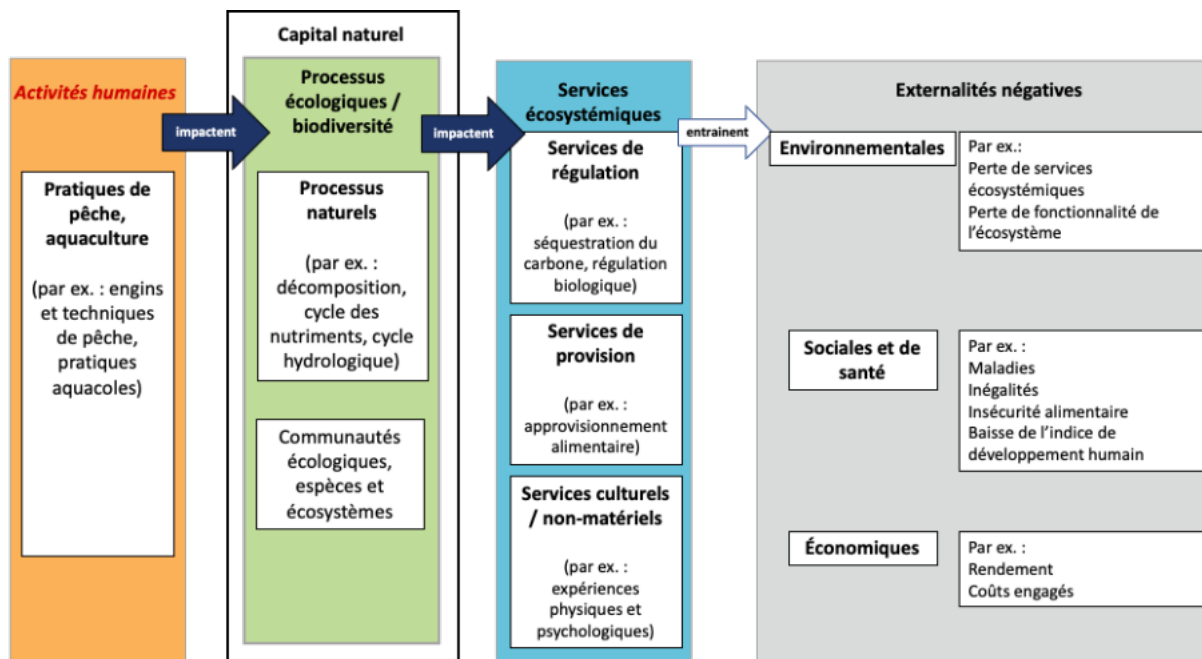
L'objectif de cette revue est donc d'établir, à l'aide de la littérature scientifique existante, un état des connaissances sur les liens entre la pêche et l'aquaculture, la perte de biodiversité et des services écosystémiques associés ainsi que les externalités négatives pour les humains qui en découlent (la [Figure 1](#) détaille cette chaîne de causalité). Cette revue a été réalisée conformément aux lignes directrices sur la conduite et les standards de « *rapid review* » de la [Collaboration for Environmental Evidence](#) (CEE). L'ensemble de la méthode utilisée pour réaliser cette revue est présentée en Annexe de ce document.

## ÉLÉMENTS DE LA QUESTION DE RECHERCHE

La principale question de recherche définie à partir de cet objectif est la suivante : **quelles sont les externalités négatives liées au déclin de la biodiversité terrestre et de ses services écosystémiques, dues aux pratiques de pêche et aquacoles ?**

Elle repose sur la construction d'une chaîne de causalité : activité des pêcheries et/ou de l'aquaculture -> perte de biodiversité et de service(s) écosystémique(s) associé(s) -> externalités négatives induites par la perte de biodiversité et service(s) écosystémique(s) (cf. [Figure 1](#)). Les publications ne s'intéressant qu'à deux des « maillons » de cette chaîne, par exemple l'impact d'une pratique de pêche sur la biodiversité, n'ont pas été retenues.

Pour matérialiser les externalités négatives, des indicateurs sociologiques (sociaux et sanitaires : espérance de vie, inégalités, maladies), économiques (rendement agricole, produit intérieur brut) ou environnementaux (pertes de services écosystémiques, comme la perte de stockage de carbone) ont été recherchés.



*Figure 1. D'après Dupuis et al. 2024, une présentation de la question de recherche : les facteurs directs ou pressions qui s'exercent sur la biodiversité résultent d'un ensemble de pratiques qui, lorsqu'elles impactent négativement les processus écosystémiques et la biodiversité, provoquent un déclin de celle-ci et des services, entraînant des impacts environnementaux et socioéconomiques, autrement appelés « externalités négatives ».*

Pour chacun des trois éléments constituant notre question de recherche :

- La population, comprise comme les composantes de biodiversité affectées par les pratiques de pêche et aquacoles : nous distinguons ici l'échelle des écosystèmes, celle d'une ou de plusieurs espèces, et celle des services écosystémiques ;
- L'intervention désigne tout ce qui participe de l'intervention humaine pour la pêche et l'aquaculture : nous distinguons l'échelle de l'intervention au sens large, comprise ici comme la pêche ou l'aquaculture, l'échelle de systèmes alimentaires au sens de l'objectif ou du contexte des pratiques (industriel, artisanal, de subsistance...), ou d'interventions précises (matériel utilisé lors de la pêche, intrants utilisés pour l'aquaculture...) ;
- Les externalités (ou outcomes), comprises comme les impacts, effets ressentis, conséquences négatives sur l'environnement (par exemple la perte d'autres services écosystémiques) et sur les populations humaines (par exemple les externalités économiques, sanitaires).

## SYNTHESE NARRATIVE DES RESULTATS

Nous présentons ici un résumé des résultats des articles retenus dans le corpus. Pour une étude de la constitution du corpus, notamment la distribution par pratiques, populations et externalités étudiées, se référer à l'annexe.

### LES EXTERNALITES LIEES A L'IMPACT DE LA CAPTURE ET DES REJETS

Une étude de Pranovi *et al.* s'est intéressée à l'impact du dragage mécanique des palourdes de Manille (*Ruditapes philippinarum*) sur les communautés biologiques du lagon de Venise, en Italie (Pranovi *et al.*, 2013). Cette synthèse de données compare les rejets de la récolte mécanique (pêche semi-industrielle), basée sur une seule espèce cible, avec ceux de la pêche artisanale, ciblant une vingtaine d'espèces différentes. Les données indiquent que les rejets de la pêche mécanique atteignent 195 % de la biomasse des captures commerciales, contre 14 % pour la pêche artisanale. Cela représente, pour chaque kilogramme de palourdes débarquées, presque 2 kilogrammes d'invertébrés capturés puis rejetés en mer, contre 140 grammes pour la pêche artisanale, principalement des poissons. En traduisant ces rejets en externalités négatives pour les communautés biologiques, par le biais de la considération du niveau trophique des espèces, les auteurs indiquent qu'en cas de mortalité de 50 % des espèces rejetées, les externalités exprimées en termes de perte de capital naturel s'élèvent à 1,51 euros par euro de prise commerciale, et à 3,19 euros en termes de perte fonctionnelle des espèces rejetées par euro de prise commerciale.

### LES EXTERNALITES LIEES A L'IMPACT DES ENGINS DE PECHE

#### Sur le service de cycle de vie et de maintien de la biodiversité

Coll *et al.* ont exploré l'impact de la pêche, et plus particulièrement du chalutage de fond, sur la population de raies étoilées (espèce non-cible) en mer des Baléares, Espagne (Coll *et al.*, 2013). La raie étoilée étant un prédateur important des écosystèmes démersaux méditerranéens, elle est un bon indicateur de l'état de santé de son écosystème (espèce sentinelle), puisqu'elle joue un rôle essentiel dans la régulation des organismes du niveau trophique inférieur. Les auteurs ont modélisé des scénarios de variation de l'intensité de l'effort de pêche (*statu quo*, augmentation, diminution et exclusion) à l'année de référence 1978, jusqu'en 2028, afin de regarder comme cela impactait les populations de raies étoilées, espèces victimes des prises accessoires : scénario 1) augmentation de l'effort de chalutage de fond de 25 % à partir de 2010, scénario 2) diminution de l'effort de chalutage de fond de 25 % à partir de 2010, scénario 3) diminution de l'effort de chalutage de fond au niveau de référence de 1978 à partir de 2010, scénario 4) exclusion de l'effort de chalutage de fond à partir de 2010. Les résultats indiquent qu'en cas d'augmentation de l'effort de chalutage (scénario 1), la population de raies étoilées continuerait à diminuer, voire pourrait ne pas se reconstituer. Le fait que les proies de cette espèce soient de plus en plus pêchées entraînerait en parallèle une compétition de la raie pour se nourrir avec d'autres espèces prédatrices tels que les rougets. Le scénario 2 ne suffirait pas à l'espèce pour se reconstituer à son niveau de 1978. Le scénario 3 permettrait de débiter la reconstitution de la population – qui ne serait toujours pas au niveau de 1978, mais ce n'est qu'en cas d'exclusion du chalutage de fond (scénario 4) que la population se reconstituerait vraiment.

Griffith *et al.* ont étudié l'impact conjoint de l'exploitation croissante des pêcheries et de l'acidification dans l'écosystème marin du Sud-Est de l'Australie (Griffith *et al.*, 2011). Ils ont développé six scénarios, présentant les effets isolés de l'acidification, de la pêche, et les effets conjoints de ces deux facteurs, jusqu'en 2050. Les scénarios nous intéressant sont le scénario A0F0 (de référence, sans pêche et sans

acidification), le scénario A0F1 (absence d'acidification mais pêche), le scénario A1F1 (acidification modérée et pêche) et le scénario A2F1 (forte acidification et pêche), puisqu'ils nous permettent de voir les impacts isolés de la pêche, ainsi que ses impacts en cas d'acidification, donc dans un contexte dynamique. Ces scénarios concernent treize types de pêcheries, incluant le chalutage de fond, le chalutage pélagique, la drague, la pêche à la ligne démersale et pélagique, la pêche récréative, les filets maillants. Les résultats de cette modélisation indiquent que l'impact individuel de la pêche entraînera une réduction de la biomasse relative de 10 à 50 % pour les groupes pêchés commercialement : thon rouge, thon tacheté, poissons démersaux profonds et peu profonds. 15 % des groupes fonctionnels de cet écosystème marin seront impactés négativement (grands poissons planctoniques, mésopélagiques et grenadier bleu), 17 % seront impactés positivement par la poursuite de la pêche (notamment les oiseaux marins) et 58 % ne seront pas impactés. La combinaison des effets de la pêche et de l'acidification indique des changements rapides de la biomasse et des rapports de biomasse entre les groupes pélagiques et démersaux (effondrement de la composante démersale du réseau trophique). La conséquence d'une forte acidification, en présence de pêche, sur les invertébrés benthiques est importante, avec une augmentation du risque d'extinction de ces espèces. Cette étude alerte, dans un contexte dynamique, sur les effets de la pêche sur l'ensemble des groupes fonctionnels d'un écosystème, en particulier si cette activité est couplée à un phénomène d'acidification.

Bundy *et al.* se sont intéressés à l'impact des chaluts, et notamment de la répartition de l'effort de pêche sur l'ensemble des réseaux trophiques, sur l'écosystème du plateau néo-écossais au Canada (Bundy *et al.*, 2005). Les auteurs ont développé un modèle simulant la variation de l'effort de pêche sur différents niveaux du réseau trophique de l'écosystème, afin d'identifier l'impact de la pêche sur l'ensemble des espèces, notamment celles non-cibles. Ils proposent de présenter les résultats grâce à un indice d'exploitation de l'écosystème, intégrant quatre mesures de l'état de l'écosystème : l'équilibre trophique de l'exploitation, l'intensité de l'exploitation, la richesse des espèces et la perturbation de la structure trophique. Trois scénarios sont modélisés : une exploitation plus importante du niveau trophique supérieur, une exploitation plus importante du niveau trophique inférieur, et une égale exploitation de l'ensemble des niveaux trophiques. Les résultats tendent à démontrer qu'une exploitation intensive et déséquilibrée du niveau trophique supérieur entraîne une plus grande perturbation de l'écosystème en comparaison à une exploitation similaire sur l'ensemble des niveaux. À l'inverse, une exploitation intensive et déséquilibrée du niveau trophique inférieur perturbe moins l'écosystème qu'une exploitation similaire sur l'ensemble des niveaux trophiques.

### Sur le service d'approvisionnement alimentaire

Hiddink *et al.* ont analysé l'impact du chalutage de fond sur la disponibilité en proies de trois espèces cibles de la pêche au Royaume-Uni, la plie *Pleuronectes platessa*, la limande *Limanda limanda*, et le merlan gadidé *Merlangius merlangius*, qui représentent 97 % des captures effectuées dans la zone de l'étude (Hiddink *et al.*, 2011). Ces espèces se nourrissent d'invertébrés benthiques pendant tout ou partie de leur cycle de vie. Les auteurs ont testé l'hypothèse que le chalutage de fond impacte directement la taille des populations de poissons cibles, mais qu'il impacte indirectement l'abondance de leurs proies, pouvant donc entraîner une baisse de rendement supplémentaire pour la pêche. Les résultats de cette étude indiquent que les zones fortement chalutées ont une production significativement plus faible d'invertébrés constituant une nourriture potentielle pour les trois espèces commerciales de l'étude. En parallèle, ils indiquent que la longueur et l'abondance de la plie sont positivement liées à la production d'invertébrés et que la fréquence du chalutage de fond a un impact négatif significatif sur le bon état des plies démontré par leur poids qui peut être jusqu'à 6 % moindre dans les zones de fort chalutage. La situation est différente pour les limandes et le merlan, car ni leur poids ni leurs longueurs ne sont significativement impactés par l'abondance d'invertébrés ou à la fréquence du chalutage. Néanmoins, l'abondance de la limande est plus élevée dans les stations ayant une plus forte production d'invertébrés. Les auteurs mettent ainsi en évidence que le chalutage de

fond peut affecter négativement l'abondance ou la condition physique de certains poissons benthivores en réduisant leur disponibilité en nourriture.

Maynou, en 2022, s'est intéressé à l'impact des mesures de conservation des pêcheries sur les revenus des pêcheries industrielles (chalutage de fond) en Catalogne, Espagne (Maynou, 2022). Il regarde plus précisément deux espèces pêchées, le merlu (*Merluccius merluccius*) et la crevette rouge (*Aristeus antennatus*). La proportion de ces espèces pêchées faisant partie du calibre le plus petit pêchable est de plus en plus important. En scénarisant les intensités de pêche, et par conséquent les variations des débarquements, il indique que la réduction des débarquements de crevettes rouges de 67 % diminuerait la valeur des débarquements de 28,47 % par rapport à la situation de référence (2019). Cette même baisse avec moins de prise pour la plus petite catégorie de taille conduirait à une diminution de la valeur des débarquements de l'ordre de 26,68 %. A l'inverse, l'augmentation des débarquements de 20 % pour l'ensemble des catégories de taille entraînerait une hausse de la valeur des débarquements de 11,87 %, tandis qu'une hausse de 20 % avec moins de prises pour la plus petite catégorie de taille conduirait à une diminution de la valeur des débarquements de 11,14 %. Pour les merlus, la baisse des débarquements entrainerait une perte de valeur des débarquements de 31,94 % à 36,61 %, tandis que la hausse de 20 % avec moins de prises des deux plus faibles catégories conduirait à une diminution de la valeur des débarquements de l'ordre de 72,23 %. Cette analyse indique que la réduction des captures ne réduirait pas de manière proportionnelle les revenus issus de la pêche, et que l'augmentation des captures pourrait également réduire les revenus de la pêche, en raison de la flexibilité des prix. L'auteur insiste donc sur la prise en considération de cette variable dans la prise de décision de gestion des pêcheries, car les prix sont habituellement considérés comme étant constant, ce qui pourrait empêcher de prendre des décisions en faveur de la conservation des pêcheries.

### Sur une combinaison de services

Coll *et al.* ont exploré les effets des pratiques de pêche sur la dynamique des ressources marines en mer de Catalogne du Sud, notamment dans le delta de l'Ebre, en Espagne, ainsi que les différents changements structurels et fonctionnels de l'écosystème au cours de la période 1978-2003 (Coll *et al.*, 2008). Les auteurs s'intéressent à l'impact de plusieurs engins de pêche, utilisés pour la pêche de différentes espèces : des flottes de chalutage, de senne coulissante, de palangre et de traîne. Les services écosystémiques impactés étudiés sont le service de maintien de la biodiversité, ainsi que le service d'approvisionnement alimentaire. Les résultats du modèle développé par les auteurs indiquent que la pêche explique 14 % de la variabilité des ressources marines, et qu'elle a un impact plus important sur les espèces démersales. L'étude indique une dégradation de l'écosystème au fil du temps (diminution du niveau trophique moyen de la communauté), ainsi qu'une vulnérabilité élevée de celui-ci. La diminution de la biomasse des poissons de niveau trophique supérieur et des petits poissons pélagiques, observée sur la période de l'étude, est principalement dû à une diminution de la mortalité des prédateurs et de l'ensemble des cascades trophiques. De manière plus générale, les auteurs indiquent que la probabilité que l'écosystème soit exploité de manière durable était inférieure à 75 % pendant la période de l'étude, et inférieure à 50 % à partir des années 1990 - début 2000.

### Sur le service de régulation de la qualité de l'eau

Barbosa *et al.* ont réalisé une enquête au sein des communautés de pêcheurs artisanaux, à Ilhéus au Brésil, afin d'évaluer l'impact de la pollution due aux filets fantômes (filets abandonnés volontairement ou non en mer) présents dans les récifs coralliens sur les activités de pêcheries locales (Barbosa *et al.*, 2020). 93 % des personnes ont indiqué que la présence de filets fantômes, principalement utilisés pour la pêche au homard, avait comme conséquence la diminution des rendements issus de leur pêche

artisanale, ce qui a entraîné de manière plus générale des effets économiques négatifs sur leur activité.

## LES EXTERNALITES LIEES A L'IMPACT DE LA SURPECHE

### Sur le service de loisirs et d'écotourisme

Friedlander *et al.* se sont intéressés à l'impact de la surpêche du poisson perroquet à bosse (*Bolbometopon muricatum*) et du napoléon (*Cheilinus undulatus*) sur le tourisme aux Palaos (Friedlander *et al.*, 2023). Pour ce faire, ils ont réalisé une enquête auprès des plongeurs visitant l'archipel, avec l'aide du Centre international des récifs coralliens des Palaos. En proposant divers scénarios de gestion de la zone étudiée (ouverture à la pêche, régulation pauvre, régulation forte et fermeture de la pêche), ils ont demandé aux plongeurs leur consentement à payer pour voir certaines espèces de poissons, de même que leur avis sur les niveaux de conservation proposés. En moyenne, les plongeurs étaient prêts à payer pour une sortie de plongée 139,45 dollars pour une pêche mal gérée, contre 163,23 dollars pour une pêche fortement gérée, et 180,90 dollars pour une fermeture complète de la pêche. En extrapolant ces consentements à payer au nombre total de visiteurs de 2019, les auteurs évaluent à 12,98 millions de dollars ce que les plongeurs seraient prêts à payer pour une absence de pêche du poisson perroquet à bosse et du napoléon, 11,71 millions de dollars pour une gestion forte de la pêche, 10,01 millions de dollars pour une pêche faiblement gérée et 10,34 millions de dollars pour une absence de gestion. Pour finir, les auteurs comparent ce consentement à payer avec la valeur marchande des débarquements de ces deux espèces, estimée à 178 624 dollars en 2020. Ils concluent que ces espèces ont beaucoup de plus de valeur dans l'eau que pêchées, les plongeurs étant prêts à payer 3 millions de dollars de plus pour fermer la pêche.

### Sur une combinaison de services

Purcell *et al.* ont réalisé une analyse de données, à l'échelle globale, relative à l'état des pêcheries de concombres de mer, espèces jouant notamment un rôle important sur la régulation des sédiments et sur la transformation des détritiques organiques (Purcell *et al.*, 2013). Différentes pratiques de pêche sont étudiées, car les concombres de mer peuvent être pêchés à petite échelle (engins traditionnels, petits navires), à une échelle industrielle (engins modernes, grands navires), ou à une combinaison des deux. Enfin, plusieurs niveaux d'exploitation sont étudiés : sous-exploitation, exploitation modérée, pleinement exploitée, surexploitée, épuisée. Les auteurs démontrent que plus la pêche est à un niveau d'exploitation élevé, et plus le nombre de pêcheurs est important, moins les rendements moyens par pêcheur sont élevés. De même, en s'intéressant à l'Indice de développement humain (IDH), les auteurs démontrent que celui-ci est plus élevé pour les pêcheries sous-, modérément et pleinement exploitées (de 0,89 à 0,92), et plus faible pour les pêcheries surexploitées (0,73) et épuisées (0,63).

Eddy *et al.* ont réalisé une synthèse de données à l'échelle globale sur l'état des récifs coralliens, en lien avec l'évolution des efforts de pêche dans le temps (Eddy *et al.*, 2021). Les récifs coralliens fournissent de nombreux services, notamment la provision alimentaire, la séquestration du carbone, la protection contre les événements climatiques extrêmes. La surpêche dégrade ces écosystèmes. Les analyses des auteurs démontrent une hausse de l'effort de pêche des espèces associées aux récifs coralliens entre 1950 et 2010, qui s'est accompagnée d'une baisse progressive de la prise par unité d'effort, témoignant d'une baisse de l'abondance des poissons des récifs dans plusieurs pays. En parallèle, l'indice d'équilibre de la pêche (*Fishing-in-balance*, FIB) a augmenté puis s'est stabilisé, résultant d'un prélèvement déséquilibré des espèces de niveau trophique supérieur. Les auteurs alertent sur les risques encourus par cette surpêche et par la dégradation de ces écosystèmes,

notamment pour les petits états insulaires en développement consommant le plus de poissons de récifs par habitant, dépendants de ces écosystèmes, en particulier pour les questions de sécurité alimentaire.

## LES EXTERNALITES LIEES A L'IMPACT DE L'EXPANSION DE L'AQUACULTURE

### Sur le service de régulation biologique

Ercan *et al.* ont étudié l'impact de l'introduction du pathogène infectieux *Sphaerothecum destruens* dans l'écosystème méditerranéen au large de Muğla, en Turquie, et du risque accru de contamination en raison de l'expansion de l'élevage de bar (Ercan *et al.*, 2015). Transmis par l'espèce *Pseudorasbora parva*, vivant en eau douce, ce pathogène est responsable du déclin de nombreuses espèces endémiques. Les auteurs démontrent que les élevages de poissons marins dans la partie saumâtre des estuaires représentent un risque de contamination par ce pathogène, en raison de la prédation directe de *P. parva* infectés – ou d'autres espèces infectées – par les poissons élevés, l'espèce *P. parva* étant tolérante aux conditions saumâtres. Ils démontrent également la responsabilité de ce pathogène dans le déclin de poissons d'eau douce endémiques considérés comme menacés par l'UICN. Enfin, ils constatent une réduction des prises par unité d'effort de pêche de 80 % à 90 %. L'expansion de l'aquaculture dans cette zone pourrait ainsi accroître le risque de transmission de ce pathogène, causant des pertes économiques importantes pour le secteur aquacole et de pêche, et représentant une menace supplémentaire pour les espèces endémiques déjà fortement menacées.

### Sur le service de maintien de la biodiversité

Nayak et Berkes se sont penchés sur les conséquences de l'expansion de l'aquaculture de crevettes tigrées sur les communautés locales du lac Chilika, dans l'État d'Odisha, en Inde (Nayak & Berkes, 2014). Dans cette région, les pêcheries artisanales traditionnelles font vivre environ 150 villages de pêcheurs. Le développement croissant de l'aquaculture s'est fait au détriment des pêcheurs de ces zones, considérés comme une caste inférieure, les zones de pêche traditionnelle ayant été petit à petit converties en fermes d'élevage de crevettes. Les auteurs se sont donc penchés sur le rôle du développement intensif de l'aquaculture de crevettes sur les conditions de vie de ces pêcheurs, *via* trois approches participatives et méthodes (entre 2007 et 2009) : des enquêtes auprès des villages, des entretiens semi-structurés et l'utilisation de données issues des registres des villages et des documents de politique. Les conclusions des enquêtes et entretiens indiquent une diminution des rendements halieutiques et des revenus des pêcheurs associés, conduisant à une perte d'accès aux ressources et de leurs moyens de subsistance. 33 % des pêcheurs des 150 villages ont été contraints de migrer vers des centres urbains afin de trouver un autre travail journalier. 88 % des villages ont signalé une hausse de l'insécurité alimentaire via des situations de pénuries régulières : manque de poisson et manque de revenus pour acheter du riz, deux aliments à la base de la culture alimentaire locale. Les auteurs ont constaté une hausse des taux d'abandon du collège et du lycée, avec une baisse de 70 % de participation à l'examen de fin d'études secondaires. Enfin, l'un des impacts majeurs relevés par les auteurs est la perte de la relation entre les villages et le lac Chilika, représentant une perte du lien humain-environnement (139/140 villages). De manière plus générale, les auteurs alertent sur la marginalisation des villages, représentant 400 000 personnes, due à l'expansion de l'élevage de crevettes dans cette région, ayant des conséquences socio-économiques néfastes importantes.

## Sur une combinaison de services

Queiroz *et al.* ont étudié l'impact de l'expansion de l'aquaculture de crevettes dans les mangroves dans l'État de Ceará au Brésil (Queiroz *et al.*, 2013). Les mangroves fournissent un nombre conséquent de services écosystémiques, notamment pour le traitement des effluents, pour la régénération des milieux naturels, pour la qualité et quantité de l'eau, dans la protection contre les inondations et les cyclones, dans le contrôle de la sédimentation, comme nurseries temporaires et permanentes pour une grande quantité d'espèces halieutiques, et enfin comme lieu de biodiversité. Pour étudier l'impact de l'expansion de l'aquaculture de crevettes dans les mangroves, les auteurs ont réalisé une analyse de la littérature, ainsi qu'une enquête utilisant une méthodologie de Système d'information géographique, SIG, et les données aquacoles et environnementales de l'État. Les résultats de cette étude indiquent que 84,1 % des fermes d'élevage de crevettes présentes ont eu des impacts sur la perte de mangrove, notamment des dommages à la faune et la flore. Parmi ces fermes, 13,9 % étaient initialement des zones destinées à l'agriculture de subsistance, soulevant la question de sécurité alimentaire locale. Enfin, 63,6 % ont causé des dommages importants aux forêts riveraines, pourtant l'un des écosystèmes les plus importants de la région pour la protection des zones de recharge.

## LES EXTERNALITES LIEES A L'IMPACT DE PRATIQUES MULTIPLES

McIntyre *et al.* ont exploré les impacts de la pêche en eau douce au niveau mondial, en cartographiant les prises de poissons des rivières, afin d'identifier les relations avec la conservation de la biodiversité et la sécurité alimentaire (McIntyre *et al.*, 2016). Premièrement, les auteurs ont calculé un indice de menaces anthropiques pesant sur les écosystèmes fluviaux, indiquant un stress important sur cet écosystème. En comparant avec la provenance des prises de poissons, ils démontrent que 89 % des prises proviennent d'écorégions soumises à une menace supérieure à la moyenne, 57 % d'écorégions situées dans le quart supérieur en termes de menaces anthropiques cumulées, et 27 % des écorégions situées dans les 10 % supérieurs en termes de menaces. Ils alertent donc sur le fait que la dégradation continue des rivières pourrait compromettre les rendements halieutiques futurs, 10 bassins fluviaux et 20 écorégions contribuant à eux seuls à 75 % des prises mondiales. Deuxièmement, les auteurs ont analysé ces données avec celles de la consommation de poisson et de la situation économique des populations. Les résultats indiquent que les populations pauvres et mal nourries dépendent fortement de la pêche en eau douce. Ils indiquent également que 81 % de la dépendance nutritionnelle à la pêche en eau douce se produit dans des pays dont le Produit intérieur brut, PIB, est inférieur à la médiane mondiale. De même, la majorité des pays dépendant de la pêche en eau douce connaissent des taux élevés de malnutrition. Les auteurs alertent sur le fait que le déclin des pêches continentales pourrait avoir des conséquences néfastes pour des centaines de millions de personnes ayant un régime alimentaire pauvre en protéines et donc très dépendant du poisson. Enfin, en comparant l'efficacité nutritionnelle des pêcheries, les auteurs soulignent que la pêche continentale a une efficacité nutritionnelle 72 % supérieure à celle de la pêche marine, et 43 % supérieure à celle de l'aquaculture. L'intensification de la pêche en eau douce et la dégradation de ces écosystèmes peuvent donc compromettre la sécurité alimentaire d'une partie conséquente de la population mondiale.

## DISCUSSION

### UN CORPUS DOMINE PAR L'ANALYSE DES STOCKS DE POPULATIONS CIBLES ET LE CONSTAT DES PRISES ACCESSOIRES

Cette revue de littérature s'inscrit dans un programme de grande ampleur, au cours duquel deux autres activités impactantes sont étudiées : l'agriculture et la sylviculture. L'approche et le cadre conceptuels de ces études ont fait l'objet d'un travail de co-construction avec le partenaire et nous avons conservé la logique de causalité à l'identique dans les trois revues de littérature (agriculture, pêche et sylviculture).

L'équation de recherche devait donc retrouver tous les articles mettant en avant a) les pratiques de pêche ou d'aquaculture dans tous les milieux aquatiques, b) des services écosystémiques ou une biodiversité en déclin et c) des externalités associées à la vie humaine. Le corpus de littérature identifié a fait l'objet d'un tri conforme aux recommandations de la CEE (*Collaboration for Environmental Evidence*, voir Annexe).

Nous avons fait le constat d'une littérature dominée par deux approches :

- Des études visant à démontrer et anticiper l'épuisement des populations de certaines espèces aquatiques ciblées par les pêcheries, dans divers écosystèmes, et la prévisible indisponibilité de ces espèces sur le long terme dans le cas où les pêcheries ne feraient pas l'objet d'une réflexion et d'une restriction en accord avec la disponibilité des ressources. Ces études mentionnent les espèces aquatiques sous le vocable de « **stocks** ». Nous avons pris le parti de ne pas conserver ces papiers dans notre étude, car nous avons jugé qu'ils ne rentraient pas rigoureusement dans la chaîne de causalité dans la mesure où la perte de biodiversité (ici l'espèce cible) était bien liée à une perte de service écosystémique (ici le service d'approvisionnement) mais pas à un impact sur les populations humaines (comme des impacts sur la santé, des impacts économiques sur les pêcheries, des impacts sur l'économie locales etc.). La plupart du temps, ces papiers ont été écartés dès la phase de tri sur titre et résumé.
- Des études de l'impact des **prises accessoires** sur les populations d'espèces non-cibles. La littérature est également pléthorique sur le sujet, mais la majorité des papiers concernés ne poussait pas le raisonnement jusqu'à expliquer les conséquences des baisses de ces populations en termes d'externalités humaines, et présentaient ainsi les déclin ou disparitions de ces espèces non-cibles comme l'externalité finale. Nous avons donc fait le choix de ne pas conserver ces papiers, considérant qu'ils ne répondaient pas à notre problématique dans son entièreté. Contrairement à la catégorie de papiers mentionnée ci-dessus, ceux-ci étaient écartés lors de la phase de tri sur texte entier : la lecture du titre et du résumé ne nous paraissait pas suffisante pour augurer de la présence ou non d'une analyse d'externalités humaines dans le corps du papier.

Ce type de publications dominant très largement le corpus, notamment la première catégorie sur les stocks de pêche, leur rejet a donné lieu à un volume de littérature restant considérablement moindre que celui des études portant sur l'agriculture, alors même que les volumes avant tri étaient comparables et même supérieurs pour la pêche (2 490 pour l'agriculture vs. 3 680 pour la pêche).

La seconde partie de cette discussion tente d'expliquer les raisons de cette relative maigreur du corpus considéré comme pertinent au regard de notre chaîne de causalité, et de la traduire et synthétiser en lacunes de connaissances, ou encore en opportunités de recherche.

## CONCLUSIONS ET OPPORTUNITES DE RECHERCHE

Les travaux scientifiques considérant les espèces aquatiques en termes de « stocks » visent généralement à développer des modèles permettant la prise de ces espèces, ciblées par les pêcheries, en garantissant l'alimentation satisfaisante de toutes les populations humaines tout en permettant le renouvellement des « stocks » pour pérenniser la pêche – c'est-à-dire que les populations aquatiques se régénèrent suffisamment pour garantir leur disponibilité. Ces travaux visent ainsi à établir des quotas de « prises maximales durables » (MSY ; *maximum sustainable yields*). La préoccupation est alors de savoir quels individus prélever, et en quel nombre, pour atteindre cet « équilibre » des ressources halieutiques suffisantes pour des populations humaines. Il nous semble que la domination du corpus par des articles abordant les espèces marines sous l'angle de la notion de « stocks » est en cohérence avec l'augmentation consistante d'une recherche visant à adresser l'impératif de nourrir une planète en constante expansion démographique.

L'étude des prises accessoires (*bycatch*) est l'étude de la captation par les engins de pêche d'espèces non-ciblées par la pratique de pêche, le plus souvent en pleine mer. Ces espèces peuvent être tuées lors de la prise, tuées puis rejetées, ou rejetées vivantes, mais parfois mutilées. La littérature qui s'intéresse à ce phénomène le fait principalement à l'aune de l'étude des populations, sans que le lien ne soit établi avec une externalité affectant les populations humaines. Quand les espèces non-ciblées sont des espèces dites « symboliques » (comme les tortues, les cétacés, certaines espèces de requins), à forte valeur patrimoniale, certaines études concluent en ouvrant sur les conséquences économiques en lien avec les activités touristiques, mais la construction de la chaîne de causalité est généralement inexistante. Dans l'ensemble, le curseur est mis sur les populations et leur déclin, et pas tant les externalités associées.

De manière générale, comme nous l'avons constaté également lors de la revue de littérature sur l'agriculture, la littérature apparaît lacunaire quant à l'étude des externalités liés à la santé, et plus encore les composantes sociales telles que le développement ou encore les inégalités sociales – même si dans notre corpus initial quelques études font le lien entre l'élevage intensif de poissons très consommés dans le monde (type saumon) et les maladies (subséquentes aux infections par des poux).

La faible proportion d'études répondant rigoureusement à notre problématique s'explique peut-être par des limites purement méthodologiques, liées au milieu marin : il est difficile d'établir des sites-témoins pour des études comparatives. De la même manière, la multiplicité des impacts auxquels sont soumis les milieux marins, et notamment le changement climatique et les pollutions, rend difficile d'isoler un déclin de biodiversité comme étant le fait d'une pratique, d'un effet du climat, ou d'un effet combiné.

Les résultats que nous avons mis en avant dans la synthèse narrative nous paraissent revêtir un intérêt particulier car ils mettent en lumière les chaînes de causalité sous-étudiées et des sujets peu abordés. Devant le constat d'une littérature qui ne fait pas état des liens existant entre les trois maillons de l'équation, il pourrait être pertinent de relier les maillons deux à deux *via* des recherches ciblées ou des expérimentations locales. Il serait ainsi possible d'explorer plus avant des relations de causalité et de les étayer.

Plus spécifiquement, nous identifions comme opportunités de recherche :

- Développer les études dédiées aux problématiques de sécurité alimentaire, notamment dans des régions frappées par des inégalités sociales et d'accès aux soins : des pratiques de pêche très impactantes dans des contextes industriels peuvent entraîner des modifications drastiques des écosystèmes favorables à des pêcheries de moins grande ampleur, et, à terme impacter la disponibilité de la ressource alimentaire, ainsi que les valeurs nutritives, pour des populations moins favorisées ;

- Étudier les services de régulation : nous nous attendions à voir davantage d'études traitant des impacts des pratiques de pêche impactantes pour les hauts fonds, ainsi que sur les grands mammifères marins, sur les services de stockage de carbone (même si le stockage de carbone est par définition difficile à quantifier localement), etc. ;
- Croiser les zones impactées par les pratiques de pêche avec les consignes liées aux Aires marines protégées. Mettre en évidence les impacts de pratiques, telles que le chalutage de fond, sur des bouquets de services écosystémiques permettra d'argumenter en faveur du durcissement des recommandations : argumentaire économique, chaînes trophiques, services de régulation...?

## REFERENCES

### ARTICLES RETENUS DANS LE CORPUS

Márcio L.V. Barbosa-Filho, Cecília Inés Seminara, Davi Castro Tavares, Salvatore Siciliano, Rachel Ann Hauser-Davis, José da Silva Mourão. 'Artisanal fisher perceptions on ghost nets in a tropical South Atlantic marine biodiversity hotspot: Challenges to traditional fishing culture and implications for conservation strategies', *Ocean & Coastal Management*, Volume 192, 2020, 105189, ISSN 0964-5691, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105189>.

Alida Bundy, Paul Fanning, Kees C.T. Zwanenburg. 'Balancing exploitation and conservation of the eastern Scotian Shelf ecosystem: application of a 4D ecosystem exploitation index', *ICES Journal of Marine Science*, Volume 62, Issue 3, 2005, Pages 503–510, <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.12.008>.

Marta Coll, Joan Navarro, Isabel Palomera. 'Ecological role, fishing impact, and management options for the recovery of a Mediterranean endemic skate by means of food web models', *Biological Conservation*, Volume 157, 2013, Pages 108-120, ISSN 0006-3207, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.06.029>.

Marta Coll, Isabel Palomera, Sergi Tudela, Michael Dowd. 'Food-web dynamics in the South Catalan Sea ecosystem (NW Mediterranean) for 1978–2003', *Ecological Modelling*, Volume 217, Issues 1–2, 2008, Pages 95-116, ISSN 0304-3800, <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.06.013>.

Tyler D. Eddy, Vicky W.Y. Lam, Gabriel Reygondeau, Andrés M. Cisneros-Montemayor, Krista Greer, Maria Lourdes D. Palomares, John F. Bruno, Yoshitaka Ota, William W.L. Cheung. 'Global decline in capacity of coral reefs to provide ecosystem services', *One Earth*, Volume 4, Issue 9, 2021, Pages 1278-1285, ISSN 2590-3322, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.08.016>.

Didem Ercan, Demetra Andreou, Salma Sana, Canan Öntaş, Esin Baba, Nildeniz Top, Uğur Karakuş, Ali Serhan Tarkan, Rodolphe Elie Gozlan. 'Evidence of threat to European economy and biodiversity following the introduction of an alien pathogen on the fungal-animal boundary'. *Emerg Microbes Infect.*, 2015 Sep 2;4(9):e52. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1038/emi.2015.52>

Alan M. Friedlander, Asap Bukurrou, Alex Filous, Christina Muller Karanassos, Haruko Koike, Shirley Koshiba *et al.* 'Assessing and managing charismatic marine megafauna in Palau: Bumphead parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) and Napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus*)'. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 33(4), 2023, 349–365. <https://doi.org/10.1002/aqc.3929>

Gary P. Griffith, Elizabeth A. Fulton, Anthony J. Richardson. 'Effects of fishing and acidification-related benthic mortality on the southeast Australian marine ecosystem'. *Global Change Biology*, 17: 3058-3074, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02453.x>

Jan G. Hiddink, Andrew F. Johnson, Rachel Kingham, Hilmar Hinz. 'Could our fisheries be more productive? Indirect negative effects of bottom trawl fisheries on fish condition'. *Journal of Applied Ecology*, 48: 1441-1449, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02036.x>

Francesc Maynou. 'Sale price flexibilities of Mediterranean hake and red shrimp', *Marine Policy*, Volume 136, 2022, 104904, ISSN 0308-597X. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104904>.

Peter B. McIntyre, Catherine A. Reidy Liermann, Carmen Revenga. 'Linking freshwater fishery management to global food security and biodiversity conservation', *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 113 (45) 12880-12885, 2016. <https://doi.org/10.1073/pnas.1521540113>.

Prateep Kumar Nayak, Fikret Berkes. 'Linking global drivers with local and regional change: a social-ecological system approach in Chilika Lagoon, Bay of Bengal'. *Reg Environ Change* 14, 2067–2078, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0369-3>.

Fabio Pranovi, Gianluca Sarà, Piero Franzoi. 'Valuing the Unmarketable: An Ecological Approach to the Externalities Estimate in Fishing Activities'. *Sustainability*. 2013; 5(2):643-653. <https://doi.org/10.3390/su5020643>

Steven W. Purcell, Annie Mercier, Chantal Conand, Jean-François Hamel, M Verónica Toral-Granda, Alessandro Lovatelli, Sven Uthicke. 'Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing'. *Fish and Fisheries*, 14: 34-59, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2011.00443.x>

L. Queiroz, Sergio Rossi, J. Meireles, Clemente Coelho. 'Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970–2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil', *Ocean & Coastal Management*, Volume 73, 2013, Pages 54-62, ISSN 0964-5691, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.11.009>.

#### AUTRES REFERENCES

Abdolsamad K. Amirkolaie. 'Reduction in the environmental impact of waste discharged by fish farms through feed and feeding', *Reviews in Aquaculture*, 3(1), pp. 19–26, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2010.01040.x>.

Clive Talbot, R. Hole. 'Fish diets and the control of eutrophication resulting from aquaculture', *Journal of Applied Ichthyology*, 10(4), pp. 258–270, 1994. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1994.tb00165.x>.

## ANNEXE 1

### PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE DE RECHERCHE

La méthodologie utilisée pour réaliser cette revue s'appuie sur la méthodologie développée par la *Collaboration for Environmental Evidence* (CEE), en accord avec les lignes directrices sur la conduite et les standards de la « *rapid review* » (Collaboration for Environmental Evidence, 2022).

La recherche initiale de littérature a permis de constituer une base de données de 3 680 références (voir [Figure A.1](#)), dont 3 062 issues de la base de données *Web of Science core collection* (WOSCC), 318 du moteur de recherche *PubMed* et 300 du moteur de recherche *Google Scholar*. Une première élimination des doublons a porté le nombre de références à 3 407.

469 références ont été conservées à la suite de la première phase de tri sur titre et résumé, soit 13,8 % du corpus trié. Sur ces 469 références, 34 n'étaient pas accessibles pour des raisons de droits (7,2 %). La phase de tri sur texte entier a donc été réalisée sur 435 références. 15 références ont été conservées après cette dernière phase de tri, ce qui correspond à 3,4 % du corpus trié pour cette phase, et à 0,4 % du corpus total initial. Les exclusions ont été induites par des populations non conformes à nos prérequis (22,6 %), des expositions non conformes (38,8 %), des externalités non conformes (42,1 %), le type de document (1,2 %) ou une langue non parlée par les autrices et auteur de la présente étude (0,2 %).

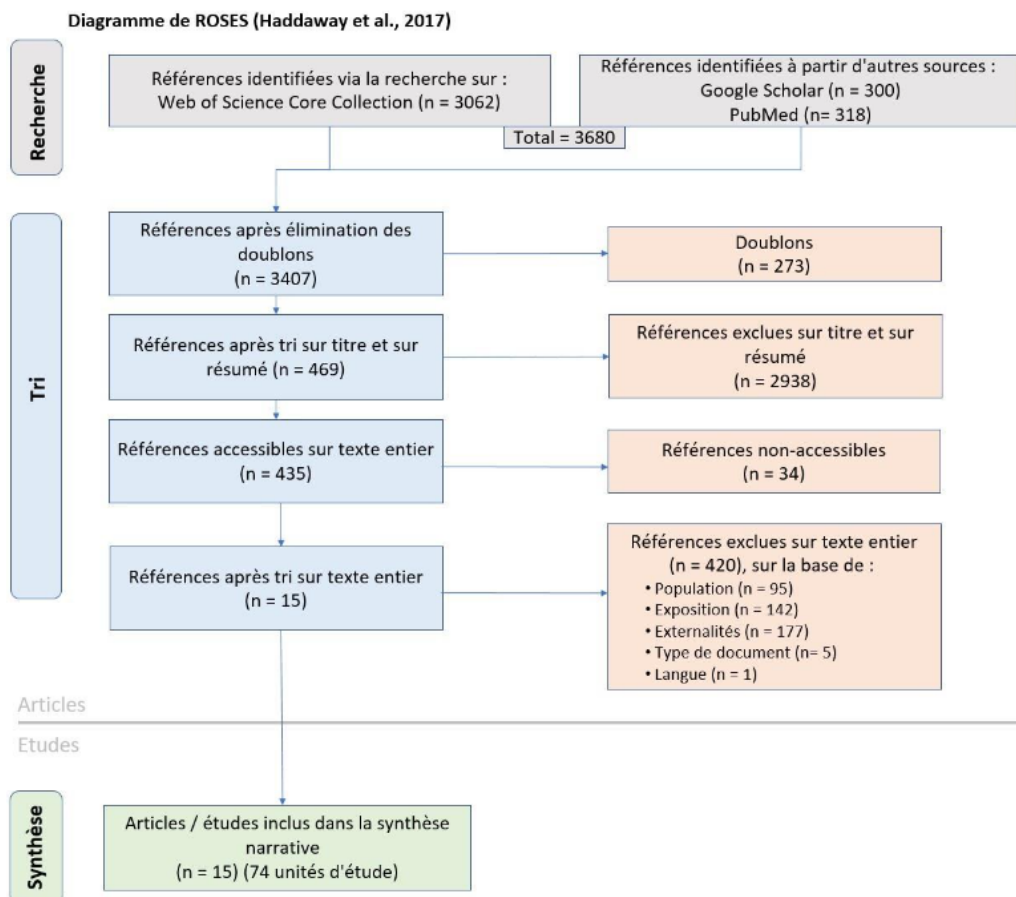


Figure A.1. Processus de sélection et de composition du corpus (diagramme de Roses)

## OBJECTIF ET QUESTION DE RECHERCHE

Ce protocole permet de classer les éléments que nous souhaitons trouver dans les publications en quatre catégories : la population concernée par l'étude (ici la perte de biodiversité et de services écosystémiques), les éléments agissant sur la population (ici les pratiques ou systèmes de pêche et d'aquaculture et les pressions négatives associées), les comparateurs (qui sont des éléments permettant de comparer une situation avec exposition et sans exposition) et les résultats (*outcomes*, qui sont ici les externalités négatives sur les humains).

Cadre PECO	Élément de la question	Définition(s)
<b>Population</b>	La perte de biodiversité marine ; la perte de services écosystémiques associés.	Le déclin ou la disparition de différentes espèces marines (ciblées, non ciblées), d'habitats marins. Cela comprend plusieurs aspects, y compris la perte des services.
<b>Intervention</b>	Les systèmes ou pratiques de pêche et d'aquaculture provoquant le déclin et/ou la perte de la biodiversité / d'habitats et des services écosystémiques associés.	Fait référence aux méthodes et techniques utilisées dans la pêche et l'aquaculture. Ces pratiques incluent une large gamme d'activités.
<b>Comparateur</b>	L'absence de pratiques de pêche, ou avant la mise en œuvre de pratiques de pêche : Control-Impact (CI), Before-After (BA). NB. Deux autres types d'études étaient éligibles : « <i>After only</i> », et « Sans comparateur ».	Se réfère à une situation où aucune méthode ou technique de pêche n'est appliquée : un site « de référence ». Cela peut se traduire par une comparaison de sites ( <i>i.e.</i> site expérimentation vs. site témoin), ou une comparaison d'un même site au cours du temps ( <i>i.e.</i> avant mise en œuvre d'une pratique vs. après)
<b>Résultats (<i>outcomes</i> en anglais)</b>	Les externalités négatives résultant de la perte de biodiversité et de ses services écosystémiques associés : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Économique : baisse de rendement, de production, du PIB...</li> <li>• Santé : perte de bien-être, maladie, baisse de l'espérance de vie...</li> <li>• Environnementale : perte d'autres services écosystémiques...</li> <li>• Social : inégalités, pauvreté...</li> </ul>	Une externalité est un effet (avantage, utilité) créé par une activité (ou une pratique) sur autrui, sans contrepartie financière. Une externalité négative se traduit par un dommage, une nuisance, qui n'est pas compensée.

NB. Pour cette étude, nous avons retenus deux contextes de comparateurs supplémentaires : dit "*After only*", et "*No comparator*", car la *pre-scoping* a mis en évidence un nombre d'études expérimentales limité.

**Tableau A.1.** Éléments de la question de revue. Le PECO (*Population, Exposition, Comparator, Outcomes*) a servi de cadre.

## SOURCES DE LITTÉRATURE

La recherche bibliographique a été effectuée sur la base de données *Web of Science Core Collection* (WOSCC) (03/04/2023), ainsi que sur deux moteurs de recherche, *Google Scholar* (GS) (17/11/2022) et *PubMed* (04/04/2023). Nous avons utilisé le logiciel *Publish or perish* (version 6) pour exporter les informations bibliométriques

depuis *Google Scholar (GS)*, qui fonctionne différemment des autres sources bibliographiques, en particulier pour ce qui concerne la construction et la longueur de l'équation de recherche.

## ÉQUATIONS DE RECHERCHE

L'équation de recherche a été construite en trois parties reprenant la chaîne de causalité définie pour la question de recherche : *i.e.* l'érosion de la biodiversité et des services écosystémiques associés, les pratiques de pêche et d'aquaculture néfastes, les externalités négatives pour les populations humaines en accord avec le protocole *PECO (Population, Exposition, Comparator, Outcomes)*.

Pour la construction du « bloc » spécifique à l'intervention, soit ici les activités de pêche et aquacoles, nous avons mené une première approche en cartes mentales, permettant de définir intuitivement les liens existants entre certaines pratiques de pêche ou d'aquaculture et les impacts sur la biodiversité, ou se situant au niveau des infrastructures de stockage ou de transport. Cette approche préliminaire présente le double intérêt d'orienter la construction de l'équation en mobilisant les imaginaires liés à la pêche, et de mettre en lumière certaines chaînes de causalité dont la revue de littérature met en lumière qu'elles sont vraisemblablement insuffisamment étudiées (voir partie Discussion). La construction du « bloc » spécifique à l'intervention a en outre bénéficié de l'expertise d'un membre du Conseil scientifique de la FRB spécialisé dans les milieux marins.

L'équation utilisée est la même pour *WOSCC* et pour *PubMed*. Pour *Google Scholar*, l'équation n'est pas la même en raison de la spécificité de ce moteur de recherche : chaque équation ne peut dépasser 256 signes (Haddaway *et al.*, 2015). Nous avons donc séparé le bloc *Intervention* en deux afin de lancer deux équations de recherche distinctes. Aussi, il a été démontré qu'au-delà des 300 premières références, la pertinence des résultats de type académique chute drastiquement (Haddaway *et al.*, 2015). Ainsi, comme nous priorisons la littérature académique, seules les 100 premières références issues de *Google Scholar* ont donc été extraites.

No.	Équation	Source	Type	Date	Nombre de résultats
	TS=((biodiversity OR species OR population OR "ecosystem service\$") NEAR/1 (loss* OR decline* OR degrad* OR decreas* OR reduc*)) AND (fish* OR overfish* OR bycatch* OR "by-catch*" OR gillnet* OR trawl* OR "pelagic trawl*" OR "bottom trawl" OR "fishing gear\$" OR net* OR dredg* OR sein* OR "ghost fish*" OR "fish farm*" OR "salmon farm*" OR "shellfish farm*" OR "shellfish industry" OR aquaculture OR eutrophication OR antibiotic) AND (externalit* OR GDP OR dollar OR price OR yield\$ OR health* OR "year\$ of life" OR disease\$ OR "death rate" OR mortality OR "life expectancy" OR inequalit* OR "human development index" OR "healthy life years" OR "disability-adjusted life expectancy" OR DALY OR HALE OR poverty OR well-being)	WOS	Titre- Résumé- Mots-clés	18/04/2023	3062
	(biodiversity loss ) AND (fish* OR overfish* OR bycatch* OR "by-catch*" OR gillnet* OR trawl* OR net\$) AND (externalit* OR GDP OR dollar OR price OR yield\$ OR health OR "years of life" OR diseases OR "death rate" OR mortality OR "life expectancy" OR inequal* OR well-being)	Google Scholar	Titre- Résumé- Mots-clés	18/04/2023	100

	("biodiversity loss") AND ("ghost fish*" OR "fish farm*" OR aquaculture OR eutrophication OR antibiotic) AND (externalit* OR GDP OR dollar OR price OR yield\$ OR health OR "years of life" OR diseases OR "death rate" OR mortality OR "life expectancy" OR inequal* OR well-being)		Titre- Résumé- Mots-clés	18/04/2023	100
	("biodiversity loss") AND (sein* OR "salmon farm*" OR "shellfish farm*" OR "shellfish industry") AND (externalit* OR GDP OR dollar OR price OR yield\$ OR health OR "years of life" OR diseases OR "death rate" OR mortality OR "life expectancy" OR inequal* OR well-being)		Titre- Résumé- Mots-clés	18/04/2023	100
	(("biodiversity loss"[tiab] OR "species loss"[tiab] OR "population loss"[tiab] OR "biodiversity declin*"[tiab] OR "species declin*"[tiab] OR "population declin*"[tiab] OR "ecosystem service\$"[tiab]) AND (fish*[tiab] OR overfish*[tiab] OR bycatch*[tiab] OR "by-catch*"[tiab] OR gillnet*[tiab] OR trawl*[tiab] OR "pelagic trawl*"[tiab] OR "bottom trawl"[tiab] OR "fishing gear\$"[tiab] OR net\$[tiab] OR dredg*[tiab] OR sein*[tiab] OR "ghost fish*"[tiab] OR "fish farm*"[tiab] OR aquaculture[tiab] OR "shellfish farm*"[tiab] OR "shellfish industry"[tiab] OR "salmon farm*"[tiab] OR eutrophication[tiab] OR antibiotic[tiab]) AND (externalit*[tiab] OR GDP[tiab] OR dollar[tiab] OR price[tiab] OR yield*[tiab] OR health[tiab] OR "year* of life"[tiab] OR disease*[tiab] OR "death rate"[tiab] OR mortality[tiab] OR "life expectancy"[tiab] OR inequality[tiab] OR "human development index"[tiab] OR "health life years"[tiab] OR "disability-ajusted life expectancy"[tiab] OR DALY[tiab] OR HALE[tiab] OR poverty[tiab] OR well-being[tiab]))	Pubmed	Titre- Résumé- Mots-clés	18/04/2023	418
TOTAL (avant recherche de doublons)					680

**Tableau A.2.** Récapitulatif des équations lancées sur les différentes bases de données, avec le nombre de résultats correspondant à chacune

## SELECTIONS DES ARTICLES ET CRITERE D'ELIGIBILITE DES ETUDES

La méthode utilisée pour sélectionner des articles scientifiques répondant à la question de recherche se divise en trois phases : i) le tri sur titre, ii) le tri sur résumé, iii) le tri sur texte entier, en accord avec les préconisations de la *Collaboration for Environmental Evidence* (CEE). Afin de procéder à ces phases de tri, des critères d'inclusion et d'exclusion ont été définis (cf. [Tableau A.3](#)). Ils permettent de conserver ou rejeter des articles en suivant une méthode rigoureuse et répliquable durant chacune des phases. Ils permettent également, si plusieurs personnes réalisent le tri des articles, de s'assurer que chaque personne utilise les mêmes critères ainsi que la même méthode de tri et que le résultat final, c'est-à-dire le corpus d'articles scientifiques retenus, ne dépende pas de la personne qui a réalisé le tri.

Protocole P-E-C-O	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Population	Déclin de la biodiversité marine indigène et perte d'un ou plusieurs services écosystémiques associés. Perte de la stabilité et du fonctionnement des communautés biologique.	Déclin d'une espèce exotique envahissante. Déclin d'une espèce domestique.
Intervention	Une pratique de pêche (par ex. filets, chalutage, surpêche, captures accidentelles, élevage, etc.) et/ou d'aquaculture (par ex. pisciculture, conchyliculture, production de crustacés <i>i.e.</i> astaciculture et pénéculture, ou encore d'algues <i>i.e.</i> algoculture).	Tout autres pratiques hors pêche et aquaculture : par ex. l'agriculture. Une pratique d'aquaculture n'étant pas défavorable ou négativement impactant pour la biodiversité marine. Aucune mention d'une activité impactante (par ex. un article traitant des impacts du changement climatique).
Comparateur	Un comparateur n'est pas obligatoire.	
Résultats ( <i>outcomes</i> en anglais)	Tout impact, conséquence, effet négatif d'aquaculture (y compris pêche) sur la biodiversité marine et les services écosystémiques associés, ainsi que d'externalités négatives (implicites ou explicites). Par exemple, tous les indicateurs ciblés <i>i.e.</i> monétaires, santé humaine et bien-être : maladies, mortalité, espérance de vie, développement...	L'effet, l'impact mentionnés ne sont pas liés à une perte de biodiversité, d'espèce, d'habitat, d'écosystème ou de service écosystémique. L'effet, l'impact ne sont pas une conséquence de la pratique de pêche étudiée. L'article se concentre sur des effets, impacts ou conséquences positives pour l'humain. Aucune mention d'effet, impact, ou externalités négatives.

**Tableau A.3.** Critères d'inclusion et d'exclusion utilisés durant les différentes phases de tri

Trois personnes ont participé aux différentes phases de tri des articles. Pour chacune des phases, un test kappa de Fleiss a été réalisé afin de s'assurer que l'ensemble des évaluateurs appliquait correctement, et avec les mêmes interprétations le processus de tri (Frampton *et al.*, 2017). Ces tests ont également permis d'affiner les critères de tri (Frampton *et al.*, 2017). Un deuxième test a été réalisé lors de la phase de tri sur texte entier et a confirmé le degré d'accord entre les évaluateurs, c'est-à-dire leur capacité à sélectionner les mêmes articles sur la base des mêmes critères de tri. Les scores de Kappa Fleiss supérieurs à 0,6 sont jugés acceptables (Frampton *et al.*, 2017) c'est-à-dire que l'accord entre les évaluateurs n'est pas dû au hasard. Tous les désaccords ont été discutés et résolus avant de commencer une nouvelle étape de tri.

## EXTRACTION DES DONNEES

Les éléments permettant de répondre à la question initiale ont été extraits de l'ensemble des publications du corpus, puis entrés de manière harmonisée dans une matrice d'extraction sur Excel. Les données issues des papiers d'opinion et des revues n'ont pas été extraites, seules celles des études, des synthèses de données et des simulations l'ont été.

47 types de données ont été extraits, permettant de répondre aux éléments de population, exposition et résultats décrits plus hauts :

- Informations bibliographiques : journal, année de publication, type d'article, etc.
- Population : biodiversité étudiée, écosystème affecté, niveaux de classification de la biodiversité, services écosystémiques étudiés, etc.
- Exposition : pratique de pêche ou d'aquaculture étudiée, contexte de la pêche (commerciale, de subsistance), échelle de l'étude, contexte, niveau d'intensité, etc.
- Résultats : catégories d'externalité(s) étudiée(s), indicateurs, résultats, coûts, etc.

Un article peut, lors de l'extraction, être divisé en plusieurs *unités d'étude*, chaque unité d'étude faisant alors l'objet d'une ligne dans la matrice d'extraction (James *et al.*, 2016). Pour cette revue rapide, une unité d'étude est associée à un résultat et un seul, par exemple : pour une pratique donnée (exposition) et une population donnée (perte de biodiversité) il y aura autant d'unités d'étude que de résultats différents.

## ANNEXE 2

### ANALYSE DU CORPUS

#### POPULATION : BIODIVERSITE, ECOSYSTEMES ET SERVICES ECOSYSTEMIQUES ETUDIES

Nous avons distingué au sein des études de cas deux catégories de population : les espèces et les écosystèmes. En effet, certains résultats présentent l'impact d'une pratique de pêche ou d'aquaculture sur une espèce identifiée, quand d'autres le font à l'échelle d'un écosystème.

Les espèces ont été classées en fonction de ce qui a été écrit et présenté dans les articles retenus par les auteurs. Elles ont été regroupées après l'extraction en groupe taxonomiques de plus haut rang.

Les écosystèmes ont été classés en fonction de ce qui a été écrit et présenté dans les articles retenus par les auteurs.

La classification des services écosystémiques (ou contributions de la nature aux populations humaines) a été réalisée conformément à la typologie établie par l'Ipbes en 2019 (Ipbes, 2019), répartie en trois grandes catégories (voir [Tableau A.4](#)) :

- les contributions à la régulation des processus environnementaux ;
- les contributions matérielles et d'assistance ;
- les contributions immatérielles.

Contribution de la nature aux populations	
Régulation de processus environnementaux	Création et entretien d'habitats
	Pollinisation et dispersion des graines et autres propagules
	Régulation de la qualité de l'air
	Régulation du climat
	Régulation de l'acidification des océans
	Régulation de la distribution quantitative, spatiale et temporelle des eaux douces
	Régulation de la qualité des eaux douces et des eaux côtières
	Formation, protection et décontamination des sols et des sédiments
	Régulation des aléas et des événements extrêmes
	Régulation des organismes et processus biologiques nuisibles
Matériel et assistance	Energie
	Alimentation humaine et animale
	Matériel et assistance
	Ressources médicinales, biochimiques et génétiques
Apports immatériels	Apprentissage et inspiration
	Expériences physiques et psychologiques
	Soutien identitaire

*Tableau A.4. Contributions de la nature aux populations, Ipbes (2019)*

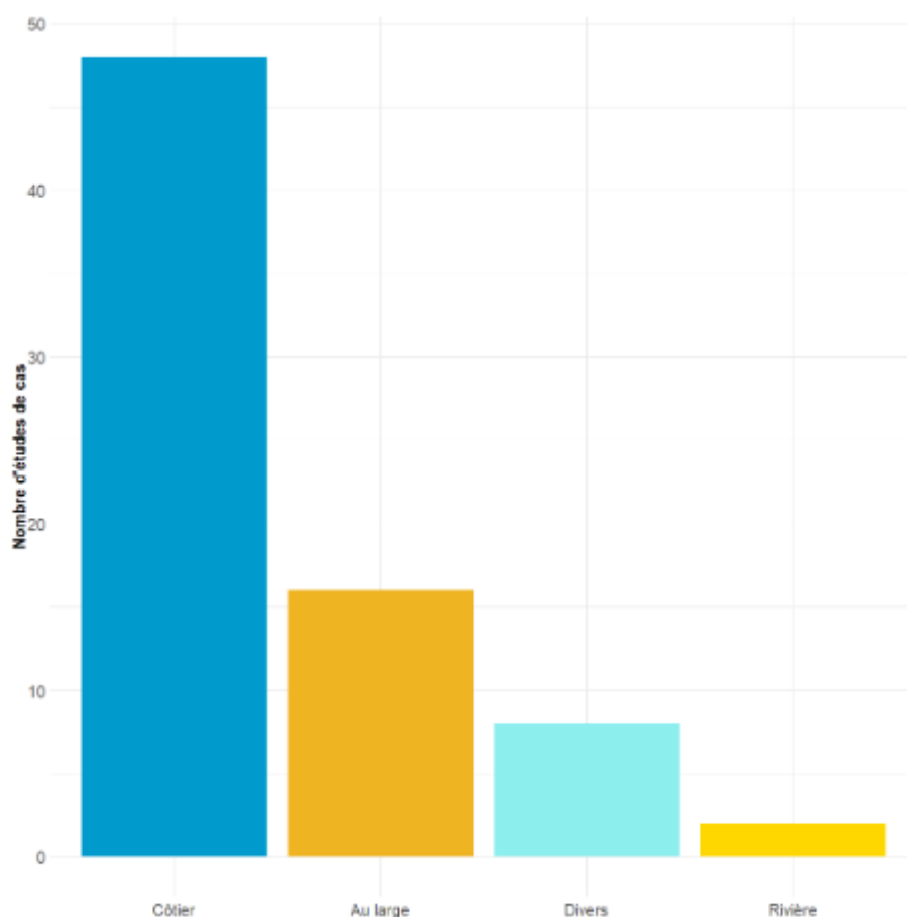
Dans notre corpus, 61 études de cas étudient l'impact des pratiques aquacoles et de pêche sur une ou plusieurs **espèces** (82,4 %) ; 13 étudient l'impact de ces pratiques à l'échelle de l'**écosystème** (17,6 %).

Dans le cadre d'une revue de littérature sur la pêche, il est intéressant de s'arrêter sur la distinction qui s'opère entre les espèces-cibles, soit la biodiversité affectée qui est celle directement visée par la pratique de pêche (par exemple le thon blanc dans le cadre d'une pêche ayant visée à commercialiser du thon blanc), ou une espèce non-cible, soit qui n'est pas ciblée directement par la pratique. Une partie considérable de la littérature s'attache ainsi à démontrer que les pratiques ciblant certaines espèces ont pour effet direct et mécanique la diminution des populations de cette espèce, ce qui est qualifié de « diminution du stock », et considèrent uniquement les externalités économiques et potentialités de rendement associées. Nous n'avons pas considéré ces cas de figures dans notre étude, voir partie « Discussion ».

Ici, parmi les 61 études de cas à l'échelle de l'espèce, 41 regardent l'impact sur les **espèces cibles**, 16 sur les espèces **non-cibles**, 1 sur les espèces à la fois cibles et non-cibles, et 3 études ne précisent pas la nature des espèces étudiées.

Enfin, parmi les études de cas réalisées à l'échelle de l'écosystème 7 étudient l'impact dans des **récif coralliens**, 2 dans des **mangroves**, 2 dans l'écosystème marin de type plateau continental, et 2 dans des **écosystèmes multiples**.

Le contexte géographique étudié varie selon les études (voir [Figure A.2](#)). 48 études de cas ont lieu dans une **zone côtière**, 16 études de cas ont lieu au large, 2 dans une **rivière** et 8 dans des **zones diverses**.



*Figure A.2. Contexte géographique des études de cas*

Plus de la moitié des études de cas du corpus, soit 58,1 %, étudient l'impact des activités de la pêche et/ou de l'aquaculture sur la catégorie des **services de régulation des processus environnementaux** (voir [Figure A.3](#)). Au sein de cette catégorie de services, le service "maintien de la

biodiversité” est le plus étudié, avec 40 études de cas sur les 43. Les autres catégories de services étudiées sont celles des services d’approvisionnement (16,2 %), des services culturels (5,4 %) et des combinaisons de services (20,3 %).

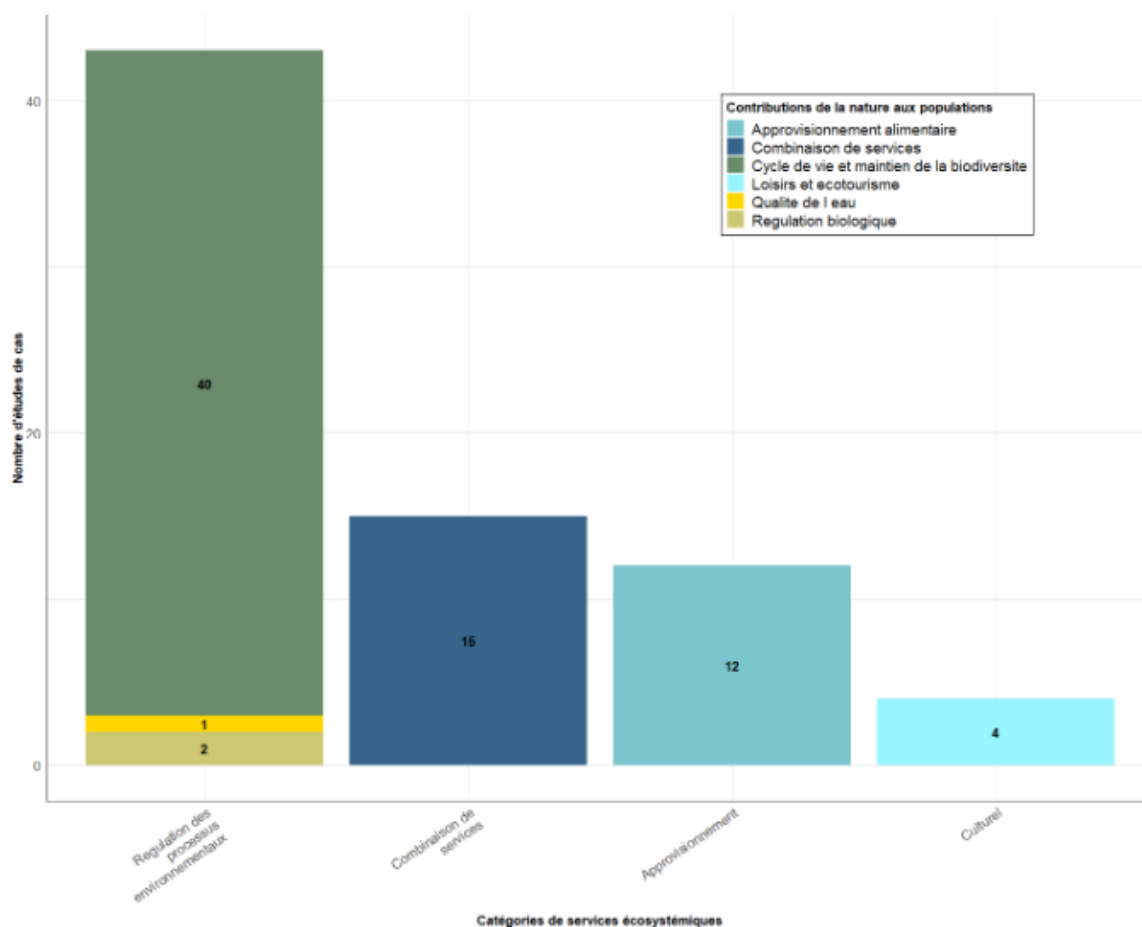


Figure A.3. Répartition des études de cas par catégorie de services écosystémiques

## INTERVENTION : PRATIQUES DE PECHE ET D'AQUACULTURE

Nous avons distingué dans le corpus les études de cas traitant de la **pêche** (83,8 %) et celles traitant de l'**aquaculture** (13,5 %) (voir Figure A.4). 2 études de cas traitent de l'étude conjointe de **plusieurs pratiques** (2,7 %).

Parmi les pratiques de pêche étudiées, la majorité s'intéresse à l'impact des **engins de pêche** sur la biodiversité (64,5 % des études de cette catégorie), notamment l'impact du chalutage de fond. Pour le reste, 27,4 % de ces études ciblent la **surexploitation des ressources marines**, 6,5 % l'impact de la **capture et du rejet**, et 1,6 % les conséquences du **matériel de pêche fantôme** – défini comme les filets de pêche abandonnés restant en suspension dans la colonne d'eau et occasionnant des dommages aux espèces aquatiques et aux écosystèmes.

Les 10 études de cas de la catégorie « aquaculture » explorent quant à elles les effets de l'expansion de cette activité sur les communautés locales et sur la biodiversité.

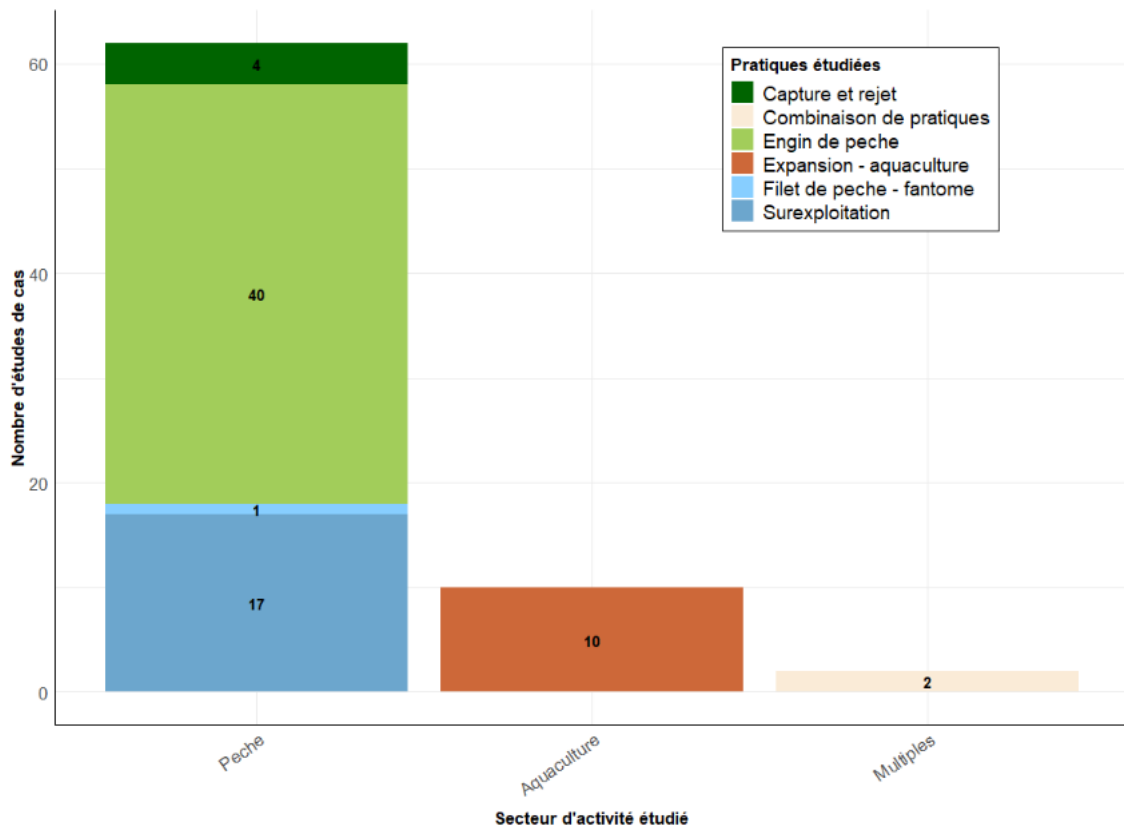


Figure A.4. Répartition des études de cas selon le secteur d'activité et les pratiques étudiés

## EXTERNALITES

Nous avons fait le choix d'analyser les externalités imputées à la perte de services écosystémiques au sein de quatre catégories :

- Les externalités économiques telles que la perte de production ou de rendement, la baisse de PIB, les dépenses et coûts ;
- les externalités environnementales, comme la perte cumulée d'un service écosystémique (par exemple, la baisse de pollinisation peut conduire à une baisse de rendement, donc une baisse du service alimentation humaine et animale) ;
- les externalités sociales, comme la pauvreté, l'insécurité alimentaire, les inégalités et iniquités ;
- les externalités de santé (ou sanitaires), telles que la perte de bien-être, les maladies, la mortalité.

Les externalités et leur définition sont présentées dans le tableau A1.6.

Catégories d'externalités	Types d'externalités	Définitions
Economique	PIB	Produit intérieur brut (PIB). "Le produit intérieur brut au prix du marché vise à mesurer la richesse créée par tous les agents privés et publics sur un territoire national pendant une période donnée" (INSEE, 2021).
	Dépenses	Coûts/dépenses induits par les risques associés (par exemple coûts de santé, protection contre les risques).
	Production/rendement	Rendement : "production évaluée par rapport à une norme, à une unité de mesure" (Larousse).
Sanitaire	Maladies	"Altération de la santé se manifestant par un ensemble de signes et de symptômes perceptibles directement ou non, correspondant à des troubles généraux ou localisés, fonctionnels ou lésionnels, dus à des causes internes ou externes et comportant une évolution" (CNRTL).
	Espérance de vie	"Nombre moyen d'années qu'un groupe d'individus peut s'attendre à vivre. L'espérance de vie à la naissance (ou à l'âge 0) représente la durée de vie moyenne - autrement dit l'âge moyen au décès - d'une génération fictive qui serait soumise à chaque âge aux conditions de mortalité de l'année considérée" (INED).
	Bien-être	"Le bien-être est un état positif ressenti par les individus et les sociétés. Tout comme la santé, il constitue une ressource pour la vie quotidienne et est déterminé par les conditions sociales, économiques et environnementales. Le bien-être englobe la qualité de vie et la capacité des personnes et des sociétés à contribuer au monde avec un sens et un objectif. Se concentrer sur le bien-être permet de suivre la répartition équitable des ressources, la prospérité générale et la durabilité. Le bien-être d'une société peut être déterminé par la mesure dans laquelle elle est résiliente, renforce sa capacité d'action et est prête à relever les défis" (Organisation Mondiale de la Santé).
Sociale	Inégalité et iniquité	"Le fait de ne pas être égal ou juste, en particulier en ce qui concerne le statut, les droits et les opportunités" (Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies).
	Sécurité alimentaire	Basée sur le Sommet mondial de l'alimentation de 1996, "la sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive, leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active" (FAO).
	Pauvreté	"La pauvreté peut être définie comme une condition humaine caractérisée par une privation durable ou chronique des ressources, des capacités, des choix, de la sécurité et du pouvoir nécessaires pour jouir d'un niveau de vie adéquat et d'autres droits civils, culturels, économiques, politiques et sociaux" (Comité des droits sociaux, économiques et culturels des Nations Unies).
	IDH	Indice de Développement Humain. Indice du PNUD fondé sur la qualité de vie des habitants d'un pays. Il intègre trois dimensions : l'espérance de vie à la naissance, le niveau d'éducation et le revenu national brut par habitant.
Environnementale	Perte de service(s) écosystémique(s)	La perte d'un service écosystémique a des conséquences sur la perte d'un autre service.

Tableau A.5. Description des externalités négatives étudiées

Les externalités négatives étudiées sont de natures diverses (voir Figure A.5) : 64,5 % de nature **environnementale**, 32,3 % de nature **économique**, 16,1 % de nature **sociale** et 6,5 % de nature **sanitaire**.

Les études de cas ciblant les externalités environnementales s'intéressent à la **perte cumulée de service(s) écosystémique(s)**. Les études de cas ciblant les externalités économiques s'intéressent quant à elles uniquement aux conséquences sur le **rendement halieutique**. Les études traitant des externalités sociales le font d'une manière un peu plus diverse, puisqu'elles regardent les conséquences sur la **sécurité alimentaire** (40 %), sur l'**Indice de développement humain** (40 %) et sur les **inégalités** engendrées (20 %). Pour finir, les études ciblant les externalités sanitaires détaillent les effets des activités de pêche et/ou d'aquaculture sur le **bien-être** des populations.

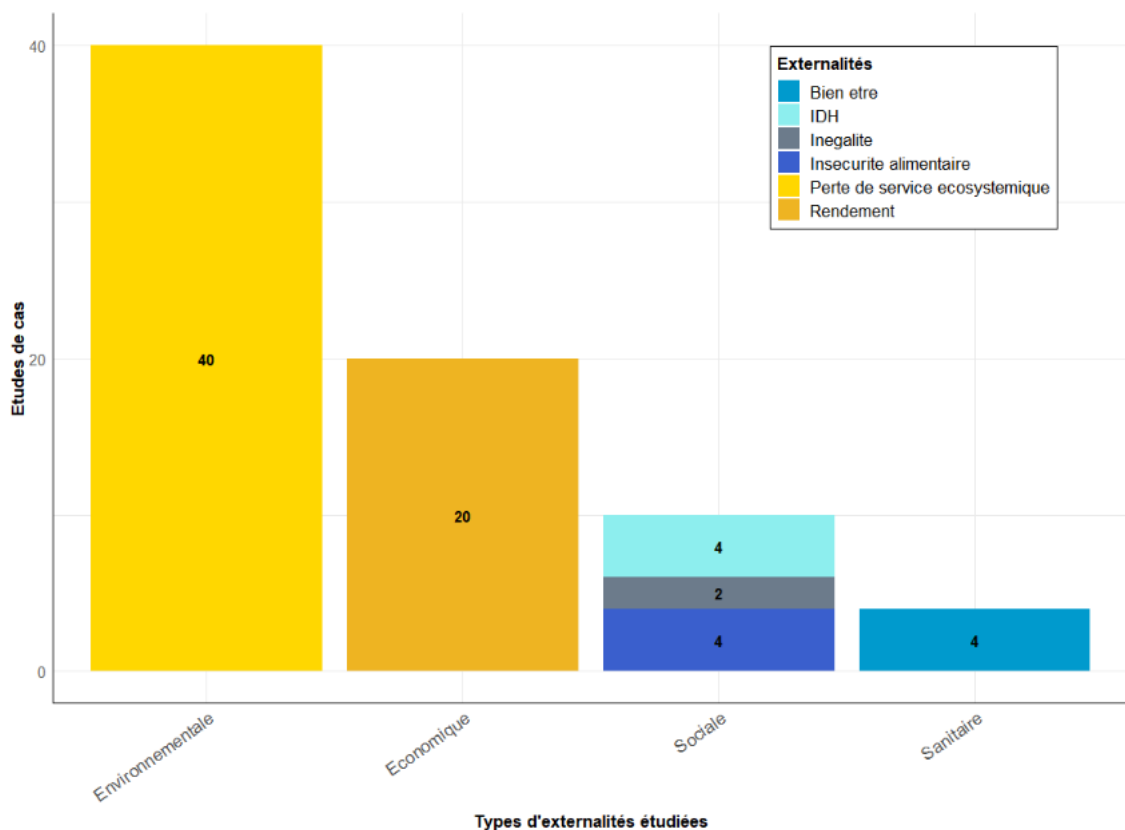


Figure A.5. Répartition des études de cas selon les externalités étudiées

## CHAINES DE CAUSALITE ETUDIEES

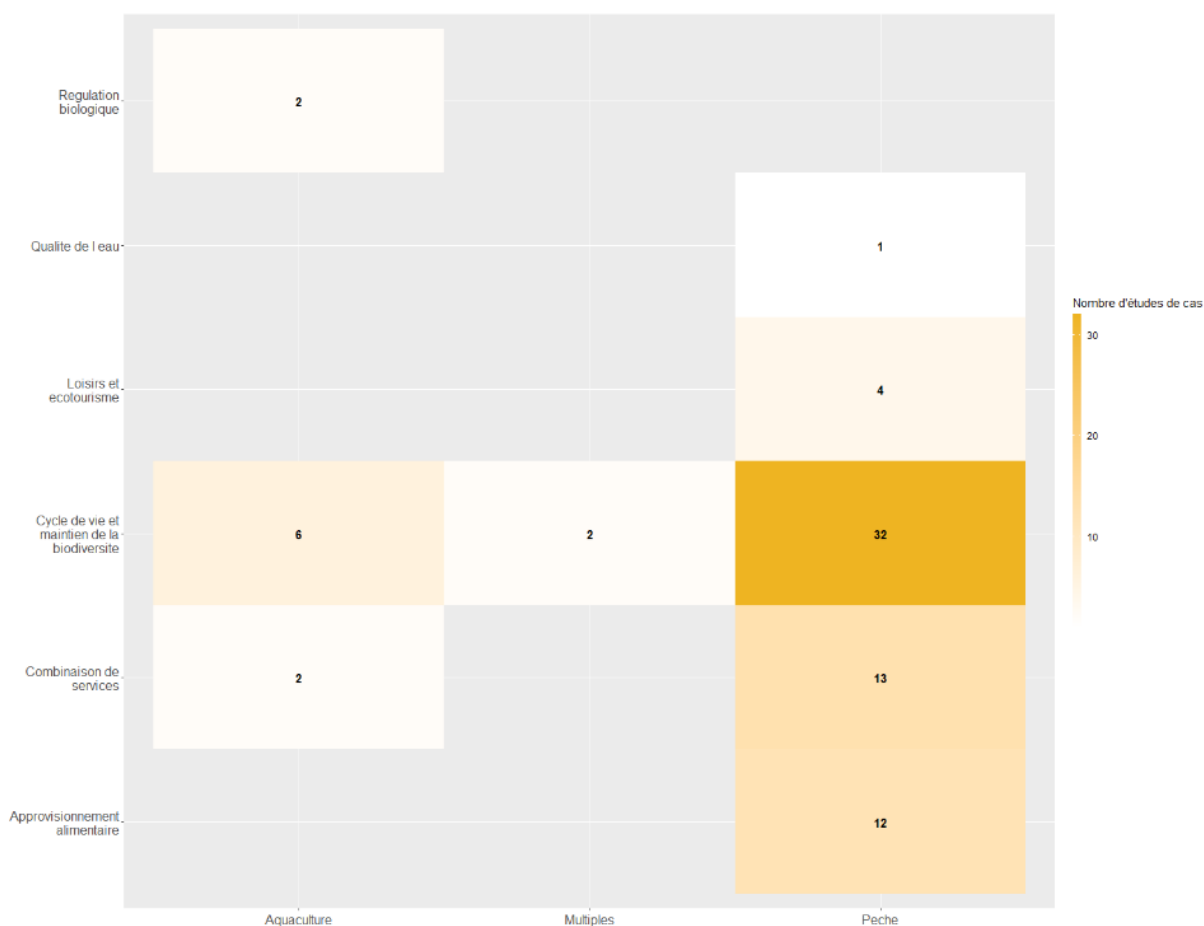
Ici, nous détaillons les **couples** (population + intervention, ou intervention + externalités) puis les **chaines de causalité** (population + intervention + externalités) les plus étudiés.

Quels sont les couples « population x intervention » les plus étudiés ?

La **Figure A.6** représente les couples *services écosystémiques* (population) et *pratiques* (intervention) étudiés. Elle permet de visualiser les couples les plus étudiés, ainsi que ceux n'étant pas ou peu présents dans notre corpus.

En considérant la pratique de la pêche, on observe que la quasi-totalité des services écosystémiques présents dans notre corpus sont étudiés, à l'exception du service de régulation biologique, avec un focus particulier sur le service "maintien de la biodiversité" (32 études de cas sur 62 à l'échelle de la pêche).

A l'inverse, pour les études traitant de l'aquaculture, seuls trois services sont étudiés, à savoir la régulation biologique, le maintien de la biodiversité et l'étude d'une combinaison de services. Il peut interroger que l'impact sur le service d'approvisionnement alimentaire ne soit pas étudié dans ce cadre, de même que le service de qualité de l'eau.

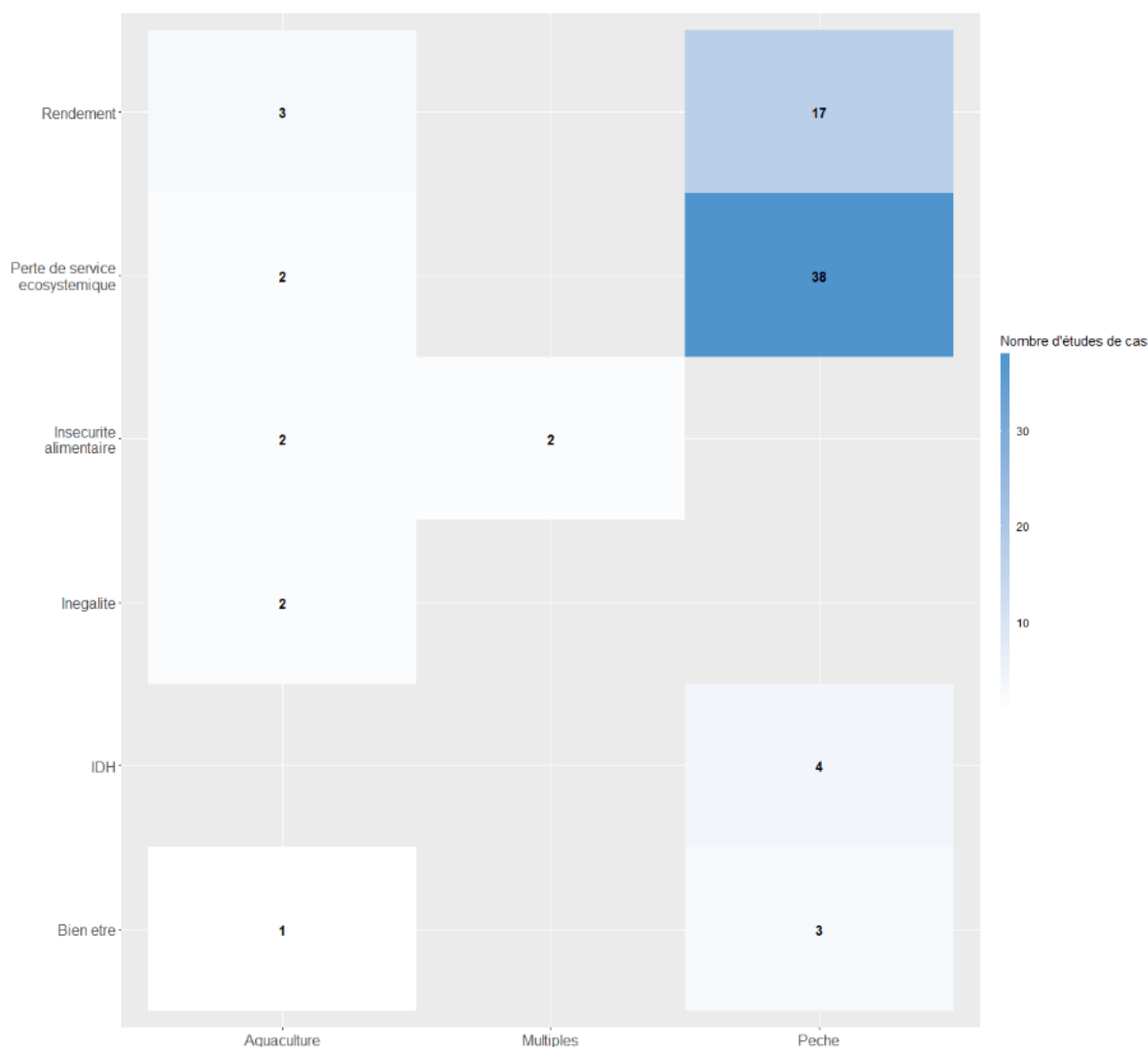


**Figure A.6.** Répartition des études de cas en fonction des services écosystémiques (lignes) et de la pratique étudiée (colonnes)

De manière générale, certains services sont peu étudiés : le service de régulation biologique, le service de qualité de l'eau, le service de loisirs et d'écotourisme. Cela interroge, notamment pour les pratiques liées à l'aquaculture qui peuvent entraîner une pollution de l'eau.

### Quels sont les couples « intervention x externalité » les plus étudiés ?

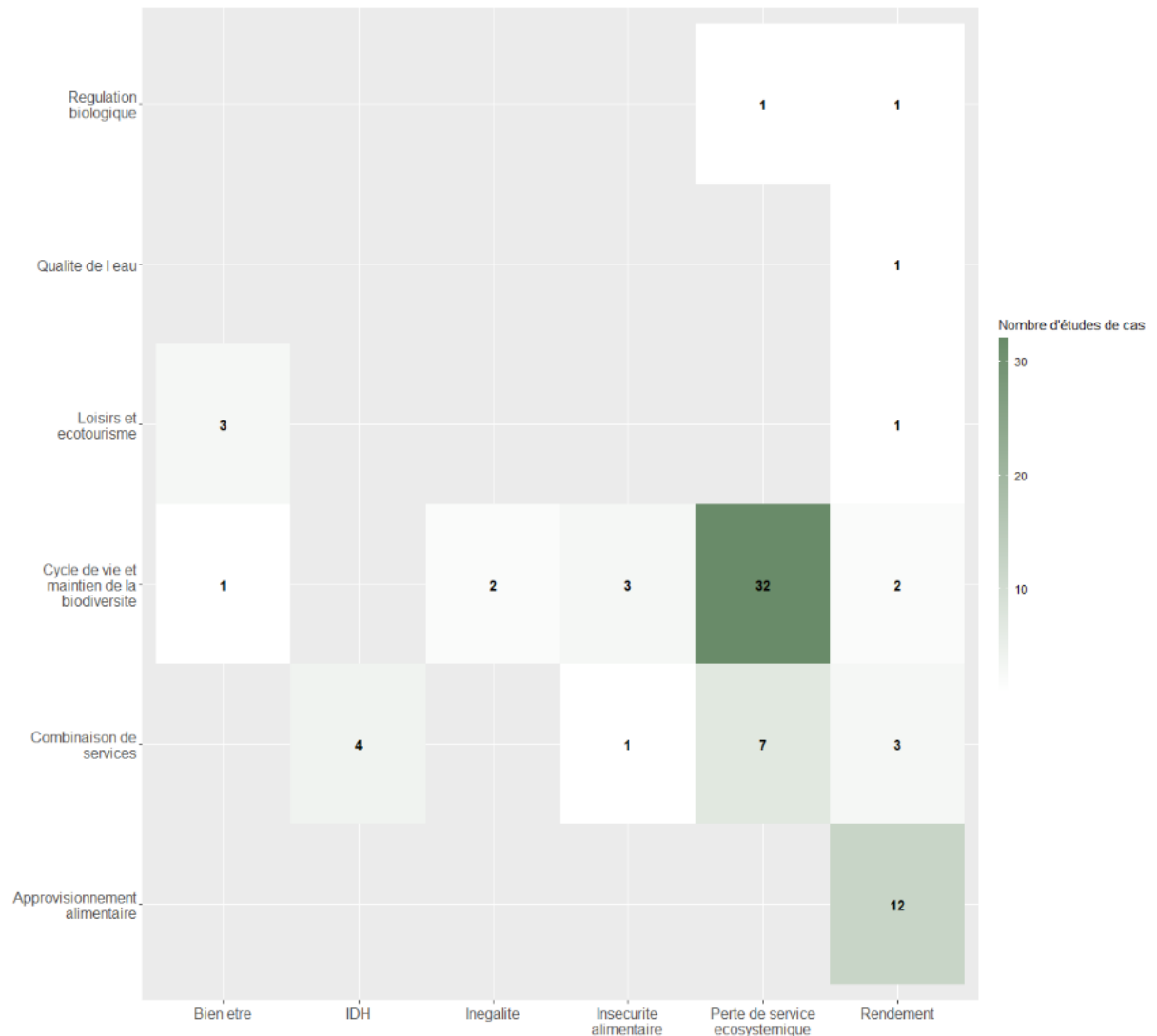
Dans la même lignée que la [Figure A.6](#), la [Figure A.7](#) présente les couples **pratiques** (*intervention*) et **externalités** (*outcomes*) présents dans notre corpus. Les externalités induites par l'aquaculture sont homogènement réparties, à l'exception du couple *aquaculture X IDH* (Indice de développement humain) qui n'est pas étudié. A l'inverse, quand l'intervention se situe sur la pêche, on constate une sur-représentation, dans notre corpus, du couple *pêche x perte de service écosystémique*. Les externalités négatives liées à la sécurité alimentaire et aux inégalités ne sont pas étudiées à cette échelle, malgré les risques intuitifs d'insécurité alimentaire liés à la surpêche, de même que les risques d'inégalité liés à l'expansion de la pêche industrielle au détriment de la pêche artisanale, moyen de subsistance pour certaines communautés.



**Figure A.7.** Répartition des études de cas en fonction des externalités (lignes) et de la pratique étudiée (colonnes)

### Quels sont les couples « population x externalité » les plus étudiés ?

Pour finir, la **Figure A.8** présente les couples **services écosystémiques** (*population*) et **externalités** présents dans notre corpus. Deux couples sont surreprésentés, à savoir le couple *maintien de la biodiversité x perte de service écosystémique* et le couple *approvisionnement alimentaire x rendement*.



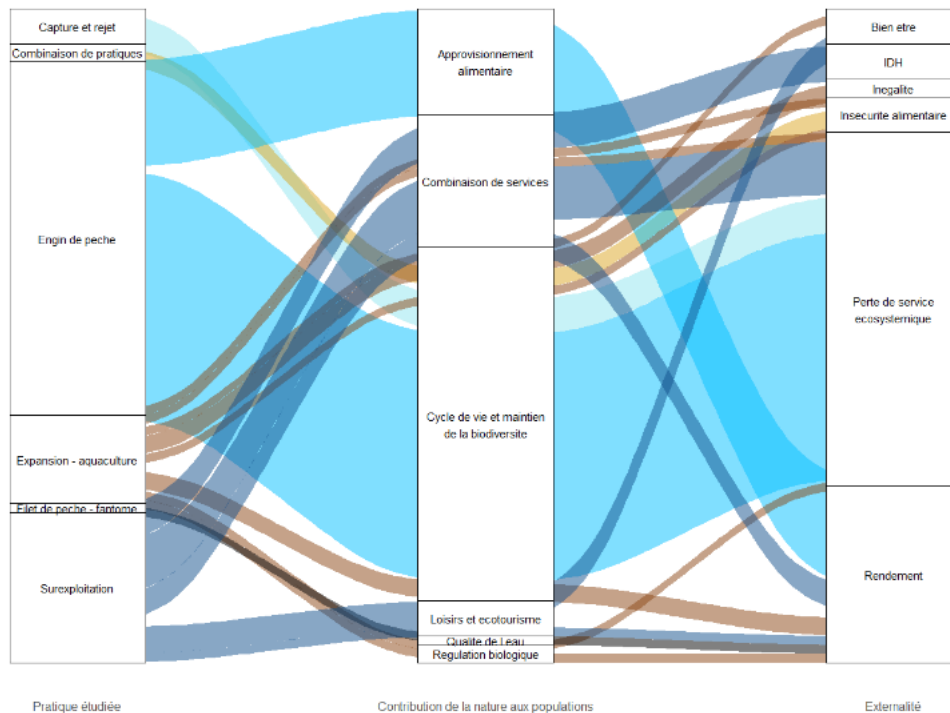
**Figure A.8.** Répartition des études de cas en fonction des services écosystémiques (lignes) et des externalités étudiées (colonnes).

### Les chaînes de causalité « intervention x population x externalité » les plus étudiées

La **Figure A.9** présente la répartition des cas d'étude en fonction des chaînes de causalité étudiées, i.e. du nombre d'occurrences d'une chaîne entière entre un type d'intervention, un type de service écosystémique affecté (*population*) et un type d'externalité engendré. La figure laisse à voir la représentation très majoritaire du lien causal entre une intervention située au niveau d'engins spécifiques utilisés pour la pêche, le maintien de la biodiversité et, en bout de chaîne, la perte de bouquets (un ensemble) de services écosystémiques comme externalité négative.

L'expansion de l'aquaculture est étudiée au prisme de son impact sur différents types de services, notamment ceux de la catégorie « régulation » (maintien de la biodiversité, régulation biologique), et les divers types d'externalité que cela entraîne, davantage sociales, au nombre desquelles les inégalités et la sécurité alimentaire.

La surexploitation des ressources, considérée en tant qu'intervention, impacte une combinaison de services entraînant à leur tour une perte de bouquets de services ; dans le même temps, sont aussi étudiés ses impacts sur les loisirs et l'écotourisme (soit des services de types non-matériels et patrimoniaux), et, ici, des externalités en termes de rendement (type économique) ou d'IDH (type social).



**Figure A.9.** Chaînes de causalité entre les interventions (pratiques de pêche et d'aquaculture), la population (services écosystémiques) et les externalités négatives induites