

**PROJET  
 P.R.I.S.M.A.-MED  
 "PLAN DE GESTION DES DÉCHETS ET DES RESIDUS EN MER DE  
 PÊCHE, D'AQUACULTURE ET DE PLAISANCE EN MÉDITERRANÉE"**

**COMPOSANT T2.2 "Projet pilote économie circulaire des déchets  
 organiques"**

**Produit T2.2.2 "Étude de faisabilité des déchets organiques"  
 OUTPUT T2.2.1 "Etude de faisabilité des résidus organiques - Circular  
 Economy"**



## TABLE DES MATIÈRES

Premise.....	3
Résumé du rapport de caractérisation concernant les déchets organiques de pêche .....	4
Évaluation réglementaire de l'utilisation de "déchets" de la filière piscicole pour l'extraction de matières premières secondaires. ....	5
<i>Réglementation générale concernant l'obligation de débarquement et l'utilisation des déchets</i> .....	5
Obligations nationales en matière d'organisation, de mise en conformité avec l'obligation de débarquement et d'utilisation des déchets.....	5
Compétence des organisations de producteurs dans la gestion des déchets .....	6
Objet et objectif de la réglementation européenne : produits à d'autres fins que la consommation humaine .....	7
Actions d'appui aux activités de débarquement et d'utilisation des déchets .....	8
<i>Règles applicables aux déchets</i> .....	9
Déchets de la pêche : étude de l'état de la technique.....	11
<i>La méthodologie adoptée</i> .....	11
<i>Etude de la faisabilité de l'utilisation du matériel soumis à l'obligation de débarquement à des fins autres que la consommation humaine directe</i> .....	12
<i>Estimations des rejets par espèce de taille minimale de référence de conservation (MCRS)</i> .....	13
<i>Estimations des écarts par GSA</i> .....	18
<i>Estimation des écarts pour GSA9</i> .....	19
<i>Estimations Consommation de carburant</i> .....	22
Utilisation des déchets organiques : étude de l'état de la technique.....	23
Composés bioactifs.....	25
Rationnelle du projet.....	28
Extraction de collagène .....	31
Techniques Statistiques multivariées (chimométrie).....	41
Conclusions .....	43
Bibliographie .....	45

## Premise

Ce produit, à partir des résultats résultant de la caractérisation des déchets organiques de la filière halieutique, présente l'étude de faisabilité visant à tracer la filière de réutilisation de ces déchets, afin de vérifier la faisabilité technique en premier lieu.

Dans ce contexte, le projet PRISMAMED a permis de réaliser la présente analyse, basée à la fois sur des données expérimentales concernant l'estimation des rejets disponibles et sur l'état de la technique pour la partie de transformation, avec les principaux objectifs suivants :

- Caractériser les principaux types de pêche démersale et les espèces qui "définissent" les fishery, concernées par les dispositions qui sont entrées en vigueur le 1er janvier 2017, et estimer du point de vue de la taille/quantité des rejets les espèces ayant une taille minimale.
- Évaluer les aspects logistiques liés à la gestion des déchets à bord et sur les lieux de débarquement.
- Évaluer la faisabilité de procédés de transformation ou d'élimination des organismes soumis à l'obligation de débarquement.

## Résumé du rapport de caractérisation concernant les déchets organiques de pêche

Le produit conjoint T2.2.1 et T2.4.1 concernant la caractérisation de la fraction organique provenant de la pêche et de la conchyliculture a permis de faire la lumière sur des aspects particuliers relatifs à la récupération possible de cette fraction organique, actuellement peu ou pas de valeur commerciale; en effet, il a permis de définir la typologie, la quantité, le volume, la qualité microbiologique et environnementale des sous-produits des activités des pêcheurs professionnels et des aquaculteurs opérant dans l'aire concernée par le projet de coopération, afin de les réintégrer dans la chaîne de production.

En ce qui concerne l'estimation quantitative de la disponibilité, le produit combiné T2.2.1 et T2.4.1 a mis en évidence que plusieurs facteurs peuvent contribuer à générer une grande variabilité dans l'estimation de l'écart, tels que la zone de pêche et sa profondeur, la période de l'année, la biologie des espèces (recrutement et/ou reproduction), l'effort de pêche (heures d'activité) et la capacité de pêche du bateau (tonnage et taille).

Un autre facteur à prendre en considération est l'erreur générée par l'échantillonnage et, plus précisément, par l'expansion des données d'échantillonnage qui serait nettement plus fiable en vérifiant les quantités réelles par l'embarquement direct des chercheurs.

Malgré les difficultés incontestables rencontrées dans l'étude de ce sujet et le nombre limité d'échantillons analysés, on peut cependant affirmer que les estimations des taux d'écart (de 7% à 46%) dans la zone du Golfe du Tigullio est absolument compatible avec celles observées dans d'autres zones de la Méditerranée, variant entre 6,5% et 55%.

Il est important de souligner que les analyses qualitatives et quantitatives des déchets de la pêche et de l'aquaculture ont permis de dégager des résultats importants, qui sont résumés ci-dessous:

- les matrices analysées, issues de la pêche et de l'aquaculture, sont propres à être utilisées comme matière première pour la production d'aliments pour animaux,
  - les matrices analysées, issues de la pêche et de l'aquaculture, conviennent à une éventuelle utilisation comme matière première pour la production de collagène dans l'industrie cosmétique,
  - en ce qui concerne les déchets de pêche, plusieurs facteurs peuvent contribuer à générer une grande variabilité dans l'estimation de ceux-ci, tels que la zone de pêche et sa profondeur, la période de l'année (la saisonnalité), la biologie des espèces (recrutement et/ou reproduction), l'effort de pêche (heures d'activité), ainsi que la capacité de pêche du bateau (tonnage et taille);
  - la faible quantité de sous-produits organiques issus de l'aquaculture (éviscérés d'espèces de poissons élevées et de moules mortes) constitue un facteur limitant dans leur réutilisation possible dans une optique de circular economy.
- À partir de ces résultats obtenus, ainsi qu'en s'appuyant également sur les résultats de projets déjà menés en la matière, il a été possible de réaliser une étude de faisabilité "circular economy" visant à tracer sur la base de l'analyse normative en vigueur, de la disponibilité du matériel et de l'état de l'art en tant que filière, il est possible de parcourir pour valoriser ce genre de déchet, qui a un grand potentiel de réutilisation.

## **Évaluation réglementaire par rapport à l'utilisation de "déchets" de la filière piscicole pour l'extraction de matières premières secondaires.**

*Réglementation générale concernant l'obligation de débarquement et l'utilisation des déchets*

La possibilité d'utiliser les déchets de la pêche découle de l'obligation pour les exploitants du secteur alimentaire de débarquer les captures d'espèces de taille inférieure à la taille minimale de référence établie par le Reg. UE 1380/2013 et ensuite spécifiée par les règlements suivants de La mise en œuvre dépend de ce règlement et fait l'objet d'une mise à jour constante.

L'obligation de débarquement des espèces de taille inférieure à la taille minimale, avec comme conséquence des possibilités d'utilisation pour des usages autres que la consommation humaine, est sanctionnée par l'article 3 de la directive. La Cour déclare et arrête :

*Art. 15.11 : Pour les espèces soumises à l'obligation de débarquement visée au paragraphe 1, l'utilisation des captures d'espèces de taille inférieure à la taille minimale de référence de conservation n'est autorisée qu'à des fins autres que la consommation humaine directe, y compris la farine de poisson, l'huile de poisson, les aliments pour animaux, les additifs alimentaires, les produits pharmaceutiques et les produits cosmétiques 1.*

### **Obligations nationales en matière d'organisation, de mise en conformité avec l'obligation de débarquement et d'utilisation des déchets**

La responsabilité de garantir le débarquement de toutes les tailles des différentes espèces de poissons pêchées, de sanctionner le rejet non autorisé en mer et de construire un système d'organisation des déchets de la pêche permettant leur introduction dans un système d'économie circulaire, est sanctionné par le Reg. CE 1224/2009, tel que modifié par des règlements successifs qui en ont adapté le contenu à la nouvelle Organisation Commune des Marchés (Reg. UE 1380/2013).

L'Art. 56 du Règlement 1224 établit cette obligation comme suit :

*Art. 56.1 : Chaque État membre est responsable, sur son territoire, du contrôle de l'application des règles de la politique commune de la pêche à tous les stades de la commercialisation des produits de la pêche et de l'aquaculture, de la première vente au détail, y compris le transport. En particulier, les États membres veillent à ce que l'utilisation de produits de la pêche de taille inférieure à la taille minimale de référence de conservation applicable soumis à l'obligation de débarquement prévue à l'article 15 du règlement (UE) n. 1380/2013 soit limitée à des fins autres que la consommation humaine directe.*

En Italie, le récent Décret Ministériel MPAAF 17/6/2019 (publié en Supplément ordinaire au "Journal Officiel" n. 156 du 5 juillet 2019 - Série générale) réaffirme l'obligation énoncée dans la dernière disposition précitée et fournit une indication claire de la référence réglementaire dans laquelle trouver les espèces et tailles minimales de référence concernées par l'obligation de débarquement et l'interdiction de mise sur le marché pour la consommation humaine des rejets correspondants de la pêche.

Voici ce qui est mentionné dans le décret susmentionné :

Pour les espèces soumises à l'obligation de débarquement, les captures de taille inférieure à la taille minimale de référence de conservation (figurant à l'annexe III du règ.(CE)1967/2006) ne peuvent être utilisées qu'à des fins autres que la consommation humaine directe, Parmi ces utilisations figurent par exemple la farine de poisson, l'huile de poisson, les aliments pour animaux, les additifs alimentaires, les produits pharmaceutiques et cosmétiques.

Bien entendu, restent en dehors des espèces et des tailles couvertes par la réglementation européenne citée par le décret ministériel susmentionné tous les cas d'exemption de l'obligation de débarquement prévus par le Reg. EU 1380/2013, en particulier aux articles. 15.4 (b) et 15.5.<sup>1</sup>

## **Compétence des organisations de producteurs dans la gestion des déchets**

En plus de l'article 56 du règlement européen 1224/2009, qui prévoit que les États membres sont responsables de l'organisation d'un système garantissant la mise en œuvre du Reg. UE 1380/2013, le Reg. EU 1379/2013 établit des dispositions en matière de gestion des stocks de poisson inférieurs à la taille minimale normativement établie, en plaçant en chef aux Organisations de Producteurs (OP) cette particulière compétence.

Par conséquent, dans le cadre de l'organisation membre par Etat membre, on favorise le rôle des OP dans la gestion pratique du système, en tout cas dans le cadre de chaque discipline nationale.

L'art. 7 du Reg. 1379 cité ci-dessus établit formellement ce qui précède brièvement décrit, comme suit :

Art. 7.1 : Les organisations de producteurs du secteur de la pêche poursuivent les objectifs suivants : (...) b) éviter et réduire autant que possible les captures indésirées de stocks commerciaux et, le cas échéant, en faire le meilleur usage possible sans créer un marché pour ces captures qui sont inférieures à la taille minimale de référence de conservation, conformément à l'article 15 du règlement (UE) no 1380/2013. ;

Art. 34.2 : Tous les produits de la pêche débarqués, y compris ceux qui ne répondent pas aux normes communes de commercialisation, peuvent être utilisés à des fins autres que la consommation humaine directe, y compris la farine et l'huile de poisson, les additifs alimentaires, les aliments pour animaux familiers, produits pharmaceutiques ou cosmétiques.

En substance, étant donné qu'aucun remboursement des coûts supportés par le pêcheur pour le transport à terre des captures indésirées de poisson n'est codifié pour l'instant, en théorie, la combinaison d'un remboursement minimal et de coûts élevés pour le stockage et le traitement de ces captures réduit l'incitation pour les pêcheurs à

---

<sup>1</sup> For the species subject to the landing obligation as specified in paragraph 1, the use of catches of species below the minimum conservation reference size shall be restricted to purposes other than direct human consumption, including fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics.

débarquer et/ou à signaler ces captures, en créant les conditions d'un contournement des obligations prévues par le règlement 1380 de l'UE.

Dans ce domaine, les organisations de producteurs ont un rôle crucial à jouer, car elles veulent lire l'intention du législateur européen, dans la mesure où une coopération plus étroite des pêcheurs et des OP avec les ports et les acteurs du marché disposant d'infrastructures existantes pour la collecte des déchets de poisson et d'autres matières premières pour la production de farine, huile de poisson et autres produits non destinés à la consommation humaine, pourrait potentiellement réduire la charge des coûts pour les opérateurs du secteur de la pêche dans la gestion de ces captures indésirables et augmenter la probabilité que les obligations prévues par les règlements européens soient remplies.

## **Objet et objectif de la réglementation européenne: produits à d'autres fins que la consommation humaine**

Sur le plan de ce qui constitue effectivement un produit "à des fins autres que la consommation humaine", la Commission européenne (DG MARE) a été interrogée une première fois en 2015 par les adjudicataires d'un projet approuvé dans le cadre du programme Horizon 2020 et en référence aux modalités d'exécution de celui-ci.

Dans cette première occasion de clarification, la Commission a précisé à quelles fins les déchets de la pêche ne peuvent PAS être utilisés et à quelles fins économiques ils peuvent être réintroduits dans un système d'économie circulaire.

La DG MARE a en effet précisé que les déchets de la pêche doivent être utilisés à des fins industrielles - pour la production, entre autres, d'huile de poisson, d'aliments pour animaux, d'additifs alimentaires et de produits pharmaceutiques et cosmétiques - et jamais pour la consommation humaine directe.

À cette occasion, comme indiqué ci-dessus, la Commission a également précisé que l'esprit du Reg. 1380 est d'éviter la création d'un marché parallèle de rejets de la pêche, comme base pour une activité à caractère lucratif. En termes de destination et de valeur, le législateur n'entend donc en aucun cas comparer la pêche destinée au commerce pour la consommation humaine à l'utilisation des déchets de poissons de taille inférieure à la taille minimale autorisée.

En revanche, ce qui est permis par le règlement, selon l'interprétation de la Commission, c'est l'utilisation des déchets de la pêche dans des activités commerciales utiles pour couvrir les coûts du débarquement obligatoire<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Questions: 1. Should fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics be considered as direct human consumption? 2. If the negative case and considering that article 2.5(b) states that "where necessary, make the best use of unwanted catches, without creating a market for such of those catches that are below the minimum conservation reference size", could fishers cover the landing costs (without generating financial gains)?

The above questions were replied by DG MARE (Ref. Ares(2015)4278639 - 14/10/2015) as follows:

...please note that the examples given in Article 15(11) and to which you refer, indicate the types of uses the legislator envisaged for fish below minimum conservation reference sizes (i.e. fish meal, fish oil, pet food, food additives,

Dans un second temps, en 2017, la Commission européenne a été sollicitée dans le cadre d'une session de question time au Parlement Européen, en référence à l'éventualité que la liste d'utilisations des rejets de la pêche spécifiée à l'article 15.11 du règlement 1380 soit une liste positive - donc close - ou exemplative et donc ouverte à d'éventuelles utilisations ultérieures par rapport à celles qui y sont indiquées.

En réponse à la question posée, la Commission européenne a précisé que les études menées lors de l'analyse d'impact préalable à la formulation de l'article 15 du Reg. 1580, qui a établi l'obligation de débarquement des déchets de pêche et leur utilisation à des fins autres que la consommation humaine, ont révélé que l'interdiction de mise sur le marché pour la consommation humaine des déchets de pêche affecte directement valeur de marché du produit pêché et encourage une augmentation de sa sélectivité, conformément à l'un des objectifs clés de la nouvelle Organisation Commune du Marché de la Pêche : celle de réduire au minimum les rejets.

Compte tenu de ce qui précède, malgré la position de certains exploitants du secteur alimentaire de la pêche - selon laquelle l'utilisation des déchets de la pêche pour la consommation humaine peut être plus profitable que celle à des fins autres que la consommation humaine - la Commission européenne n'est certainement pas modifier les dispositions du règlement 1380 de l'UE, en dehors de son domaine de compétence.

Au-delà de cette précision, la Commission a eu l'occasion de préciser que l'objectif législatif de l'Organisation Commune du Marché de la Pêche est de créer les conditions d'une meilleure utilisation des déchets de la pêche, tout en évitant de créer un environnement de marché et de profit pour ces écarts. Dans cet esprit, toute utilisation autre que la commercialisation pour la consommation humaine est permise - même au-delà des produits spécifiquement mentionnés à l'art. 15.11- en incluant donc également l'utilisation dans le domaine biotechnologique, pour la production de produits à base de protéines et de gélatines de poisson<sup>3</sup>.

---

pharmaceuticals and cosmetics). From these it is clear that these types of uses ("industrial uses") are accepted but should not be considered as for direct human consumption. On your second question, the CFP suggests that unwanted catches below minimum conservation reference size should not be comparable (in terms of destination and value) to catches of marketable fish, so as to avoid the creation of parallel markets for undersize fish. This would equate to an economic incentive to target such catches. It was certainly not the intention of the legislator to create obstacles for fishermen to find uses for unwanted catches, but rather that lucrative markets for such fish do not emerge. In this sense it is perfectly reasonable for fishermen to cover their landing costs for the handling of such catches.

([http://www.discardless.eu/media/results/East\\_Med\\_Year2.pdf](http://www.discardless.eu/media/results/East_Med_Year2.pdf))

<sup>3</sup> Q&A EU Parliament 19/6/2017

([https://www.europarl.europa.eu/RegData/questions/reponses\\_qe/2017/002297/P8\\_RE\(2017\)002297\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/questions/reponses_qe/2017/002297/P8_RE(2017)002297_EN.pdf))

Q: Article 15(11) of Regulation (EU) No 1380/2013 on the common fisheries policy stipulates that 'for the species subject to the landing obligation as specified in paragraph 1, the use of catches of species below the minimum conservation reference size shall be restricted to purposes other than direct human consumption, including fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics'.

However, some parties in the fishing and scientific sectors believe that, in authorising their use in products for human consumption or the biotechnology sector, "discarded" fish products could be reclaimed or be managed more efficiently and thus minimise waste management costs for fishermen.

1. What is the Commission's view of the restriction on the use of species subject to the landing obligation as specified in Article 15(1) to purposes other than direct human consumption, including fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics, as laid down in Article 15(11) of Regulation (EU) No 1380/2013 on the common fisheries policy?



Dans le droit fil de ce qui précède, le projet Discardless financé par l'Union européenne dans le cadre du programme Horizon 2020 a identifié 27 utilisations possibles des déchets de poisson, en décrivant pour chacun d'eux une fiche factuelle détaillée<sup>4</sup>.

## ~~Actions pour soutenir les~~ activités de déchargement et d'utilisation des déchets

À l'instigation de certaines parties intéressées, la question a été discutée en 2015 au Parlement européen sur la question de savoir qui pourrait éventuellement intervenir pour soutenir les pêcheurs, afin de favoriser la mise en œuvre de l'obligation de débarquement et la réutilisation des déchets de pêche, c'est-à-dire les poissons de taille minimale pouvant être utilisés à des fins autres que la consommation humaine.

La réponse de la Commission européenne au Parlement a été de préciser que le Fonds européen pour la conservation de la faune et de la pêche (EMFF-FEAMP) a pour objectif d'aider les pêcheurs à respecter leur obligation de débarquement. En outre, le règlement 508/2014 offre un soutien économique visant à aider à l'élimination progressive des déchets de la pêche, qui de toute façon doivent être débarqués.

En conclusion, il est également précisé que EMFF peut soutenir des investissements, entre autres pour trouver de nouveaux marchés et améliorer les conditions d'introduction sur le marché des déchets débarqués et leur transformation en vue de la préparation de produits non destinés à la consommation humaine.<sup>5</sup>

---

2. Will it authorise their use for human consumption, the biotechnology sector and other purposes?

A: The study on discard reducing policies<sup>3</sup> conducted within the framework of the impact assessment revealed that the prohibition to use undersized fish for direct human consumption can have an impact on the market value of the catches and thus provide a further incentive to increase selectivity, which is one of the key objectives of the landing obligation. The Commission is not empowered to modify the rules agreed by the co-legislators, including the prohibition to use catches of species below the minimum conservation reference size for direct human consumption. However, one of the objectives of this Regulation is to make the best use of unwanted catches, without creating a market for those catches that are below the minimum conservation reference size i.e. for fishmeal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics. Use for indirect human consumption, such as food additives, protein-based products or fish gelatine, has not been excluded.

<sup>4</sup> [http://www.discardless.eu/valorisation\\_module](http://www.discardless.eu/valorisation_module)

<sup>5</sup> Question to the EU Parliament 28/4/2015 ([https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2015-006696-ASW\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2015-006696-ASW_EN.html))

Q: The fishing industry in the Autonomous Region of the Azores has been raising a number of important questions relating to the implementation of the discard ban introduced as part of the latest reform of the common fisheries policy. These questions have still not been answered. They were raised with the delegation from Parliament's Committee on Fisheries, and I should now like to put them to the Commission.

Bearing in mind the specific characteristics of the region — the prevalence of a small artisanal fleet; the absence of infrastructure to cope with the landing ban, both onshore (lack of cold storage, lack of processing industry, e.g. for meal) and on board vessels; the possibility that the quotas for some pelagic species may be exceeded, given that mixed fisheries are involved — can the Commission provide the following information:

1. Who will pay the costs of keeping on board fish that can be neither marketed nor thrownback into the sea?
2. What possible use or uses exist for this fish? Who is responsible for collecting and distributing it, and who covers the cost of these operations?

A: The landing obligation is being introduced gradually on a fishery-by-fishery basis. It provides for flexibility mechanisms to cater for unwanted catches that are unavoidable. Improvements of selective fishing techniques to avoid and reduce unwanted catches should be a priority. The use of catches of species below the minimum conservation reference size is restricted to purposes other than direct human consumption, including fish meal, fish oil, pet food, food additives, pharmaceuticals and cosmetics.

### *Règles applicables aux déchets*

En ce qui concerne les règles applicables aux déchets destinés à la commercialisation à des fins directement liées à la consommation humaine (par ex. production d'additifs alimentaires, extraction de protéines de poisson, production d'huile de poisson pour la consommation humaine), les déchets doivent être traités selon les règles européennes normales d'hygiène (EU Reg. 852/2004 et 853/2004) appliquées tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Les déchets destinés à être mis sur le marché à des fins non directement liées à la consommation humaine (par ex. aliments pour animaux, produits cosmétiques, produits pharmaceutiques, engrais) doivent respecter la réglementation européenne relative aux sous-produits animaux, sous-espèces les sous-produits relevant de la catégorie 3. Il en est de même pour les produits décrits à l'alinéa précédent, pour lesquels les règles générales d'hygiène n'ont pas été respectées ou qui n'ont pas trouvé d'acheteur pendant une période de temps nécessaire pour que ces produits deviennent impropres à la lumière des principes de bonnes pratiques de conservation et d'hygiène.

Les sources suivantes sont les réglementations européennes et nationales relatives à la réglementation générale des sous-produits animaux :

- Règl. CE 1069/2009 (<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:02009R1069-20140101>) Lignes directrices nationales d'application du Reg. CE 1069/2009 (<http://www.reteambiente.fr/normativa/18266/accordo-conference-unifiée-7-febbo-2013/>)
- Règl. CE 142/2011 (<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:02011R0142-20150223>) Lignes directrices d'application du Reg. CE 142/2011 ([https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/animals-products-eu-rulesguidance\\_docr142\\_2011\\_7\\_1\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/animals-products-eu-rulesguidance_docr142_2011_7_1_en.pdf))
- D. Lgs. 186/2012 (<https://www.gazzettaufficiale.fr/eli/id/2012/10/31/012G0206/sg>)

### **Déchets de la pêche: étude de l'état de la technique**

En résumé, le règlement 1380 de l'UE de 2013 sur la réforme de la politique commune de la pêche prévoit donc, à l'article 15, l'obligation pour les pêcheurs de débarquer les déchets d'espèces soumises à une taille minimale (Reg. UE 1967/2006). Ces poissons ne pourront pas être destinés à la consommation humaine directe, mais pourront

---

The European Maritime and Fisheries Fund (EMFF) helps fishermen in the transition to the landing obligation. Regulation (EU) No 508/2014(1) in addition to providing for the compensation for additional costs in the outermost regions for fishery and aquaculture products it also provides for financial support aimed at helping the gradual elimination of discards by avoiding and reducing unwanted catches of commercial stocks and dealing with unwanted catches to be landed. In order to facilitate compliance with the obligation to land all catches in accordance with Article 15 of Regulation (EU) No 1380/2013(2), the EMFF may support investments, inter alia, (i) to improve the selectivity of fishing gear, (ii) in fishing ports, auction halls, landing sites and shelters, (iii) in finding new markets and improving the conditions for the placing on the market of unwanted catches landed from commercial stocks, (iv) to support the processing of catches of commercial fish that cannot be destined for human consumption.

être destinés à la production d'aliments pour animaux ou de produits similaires, ou devront être éliminés comme déchets, à condition que ces utilisations ne créent pas une économie importante pour les pêcheurs. Ces dispositions sont entrées en vigueur à partir du 1er janvier 2017 en ce qui concerne l'écart des espèces de l'All. III qui "définissent" les pêcheries démersales et à partir du 1er janvier 2019 l'écart de toutes les espèces de l'All. III.

C'est pourquoi, au cours des dernières années, l'écart de pêche a fait l'objet de nombreuses recherches, même s'il est réalisé de manière assez fragmentée du point de vue de l'espace.

À partir de 2002, avec l'entrée en vigueur des protocoles communautaires sur la collecte des données halieutiques (DCR puis DCF), l'écart a fait l'objet d'un suivi standardisé et les informations disponibles qui, à ce jour, sont encore partiellement exploitées se sont accrues. Dans ce contexte, grâce au projet PRISMAMED, un rapport technique a été réalisé en plus du cadre normatif, avec les principaux objectifs suivants.

1. Caractériser les principaux types de pêche démersale et les espèces qui "définissent" les fishery, concernées par les dispositions entrées en vigueur le 1er janvier 2017. La Commission européenne a publié un avis sur la proposition de la Commission.
2. Estimer du point de vue quels/quantités de déchets les espèces de taille minimale.
3. Évaluer les aspects logistiques liés à la gestion des déchets à bord et sur les lieux de débarquement.
4. Évaluer la faisabilité des processus de transformation des organismes soumis à l'obligation de débarquement.

#### *La méthodologie adoptée*

Pour évaluer l'état de l'art, de nombreuses études ont été examinées et des données bibliographiques ont été recueillies sur les rejets de la pêche des espèces démersales en Italie et en Ligurie. Ces données biologiques et économiques sur la pêche démersale ont été recueillies dans le cadre du programme DCF. Les données DCF ont été analysées pour deux finalités principales:

- 1) Caractérisation des principaux "fishery" et segments de pêche démersale des mers italiennes. Chaque fishery a été caractérisée en termes d'effort de pêche, débarqué et aspects socio-économiques. Pour chaque GSA ont été identifiées les espèces caractérisant les fisheries, définies comme les espèces qui ont contribué à 75% du pourcentage cumulé du débarqué, tant en termes de poids qu'en valeur économique.
- 2) Caractérisation, pour chaque GSA, de l'écart des principales pêcheries démersales, pour les espèces soumises à l'obligation de débarquement. Pour chaque espèce, Gsae fishery, les calculs suivants ont été produits :
  - a. Estimation du total des débarquements, du total des rejets et des rejets de spécimens inférieurs à la taille minimale de référence de conservation (MCRS).
  - b. Estimations du pourcentage (en poids) d'écart total et d'écart de spécimens au-dessous de la taille minimale.
  - c. Structure en taille de la fraction débarquée et de celle commercialisée et estimations de taille moyenne, taille modale et taille à laquelle 50% des spécimens capturés ont été écartés, par espèce, fishery ou engin.

Des questionnaires et des entretiens ont été recueillis pour recueillir des informations sur les aspects logistiques (à bord, sur les sites de débarquement) liés à la gestion des déchets et sur les possibilités d'utilisation du matériel mis au rebut. Un questionnaire commun a été élaboré, qui se concentre sur la collecte d'informations sur les quantités, la répartition temporelle et spatiale et la gestion logistique des déchets, tant à bord des navires de pêche que sur les lieux de débarquement. Les questionnaires ont été soumis à des pêcheurs liguriens suivant un plan structuré par lieu et typologie de pêche.

*Étude de la faisabilité de l'utilisation du matériel soumis à l'obligation de débarquement à des fins autres que la consommation humaine directe*

Des interviews ont été réalisées avec des représentants de firmes opérant la transformation de matériel de pêche et avec différents stakeholder qui on a estimé qu'ils pourront avoir un rôle et une participation active dans la gestion des déchets suite aux futures dispositions du Reg. 1380/2013. La faisabilité de la construction d'une infrastructure de transformation des déchets a donc été évaluée.

Les effets économiques de l'obligation de débarquement ont également été pris en considération, étant donné que la gestion de la plus grande quantité de produits à conserver à bord et à débarquer ainsi que le travail nécessaire au tri et au stockage de ce produit, conduirait à déterminer l'augmentation des coûts et du travail. Comme cela a déjà été souligné, cela pourrait entraîner un non-respect du Reg. UE1380/2013.

Le Tab. 1 résume les données relatives à flotte engagée dans la pêche démersale italienne de 2014.

**Tabella 1** Naviglio coinvolto nella pesca di specie demersali in Italia: numero di battelli, numero di occupati, sbarcato totale e relativo valore, per GSA e tipologia di attrezzo (dati DCF, 2014)

	GSA9		GSA11		GSA10		GSA16	
	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Poliv. passivi
N. battelli	290	1329	126	1166	246	2257	409	690
N. occupati	823	1706	444	2024	755	3626	1878	1160
Sbarcato (t)	7293	4092	2145	3855	4405	7465	13385	1959
Valore (mil. euro)	59	40	16	29	32	52	95	18
	GSA 19		GSA 18		GSA 17			
	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Poliv. passivi	Strascico	Rapido	Poliv. passivi	
N. battelli	225	1239	414	481	648	57	1790	
N. occupati	689	2289	1105	771	1810	178	2500	
Sbarcato (t)	2657	5020	10555	1487	19348	3336	7953	
Valore (mil. euro)	28	36	63	12	102	16	45	

L'étude réalisée prenait en considération chaque pêche caractérisée par intermittence de capacité (nombre de bateaux) et effort de pêche (nominal et GT \* jours de pêche). L'analyse des données économiques DCF effectuées par l'étude étudiée a permis en outre de dégager un cadre cognitif de départ pour les suivantes des évaluations des implications bio-économiques de la mise en œuvre du règlement relatif à l'obligation de débarquement. Pour

mettre en évidence les espèces qui "définissent" les fisheries, c'est-à-dire les espèces cibles de chaque combinaison engin-métier, ont été identifiées les espèces qui ont contribué à former 75% du pourcentage cumulé, en volume comme en valeur économique, du débarqué.

Pour la pêche au chalut de fond (OTB), il y a trois espèces énumérées à l'Tab.2 qui jouent un rôle de première importance dans toutes les GSA.

Tab. 2	
1	il nasello, <i>M. merluccius</i> ,
2	la triglia di fango, <i>M. barbatus</i> ,
3	il gambero rosa, <i>P. longirostris</i> (ad eccezione delle GSA 11 e 17).

Ces espèces ont une taille minimale de référence de conservation. Pour la pêche à l'aide d'engins maillants (trémail, GTR et filets maillants, GNS), bien que les informations soient plus fragmentaires, l'une des espèces qui "définit" le plus les fisheries dans les différentes GSA est le rouget de roche, *M. surmuletus*, en particulier pour le trémail; Cette espèce a une taille minimale. D'autres espèces cibles sont la seiche et le poulpe commun, qui cependant n'ont pas de taille minimale.

La sole, *S. solea*, également espèce de taille minimale, est la principale espèce cible de la pêche aux filets maillants de la GSA 17.

#### *Estimations des rejets par espèce de taille minimale de référence de conservation (MCRS)*

Les analyses des données DCF des espèces démersales effectuées par l'étude étudiée ont permis de caractériser l'écart pour les espèces soumises à taille minimale (MCRS), pour GSA, trimestre et fishery.

Le Tab. 3 présente une synthèse, au niveau de l'engin (chalutage de fond, OTB) des estimations des rejets pour la période 2012-2014.

**Tabella 3** Pesca a strascico (OTB). Stime di sbarcato, scarto totale e scarto di esemplari al di sotto della taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS), per specie demersali dell'Al. It del Reg 1967/2006. nd = non disponibile. (Fonte dati: DCF, medie annuali del triennio 2012-2014). Le lettere richiamate nelle equazioni in tabella si riferiscono ai punti elenco delle singole variabili.

Specie	Strascico di fondo OTB	GSA9	GSA11	GSA10	GSA16	GSA19	GSA18	GSA17
<i>M. merluccius</i>	A Sbarcato (t)	902,8	138,9	359,8	1390,8	284,2	2161,1	1919,2
	B Scarto totale (t)	234,1	58,8	48,8	47,2	13,8	117,2	46,8
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	20,6	29,7	12,0	3,3	4,6	5,1	2,4
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	207,5	50,2	48,8	39,5	13,8	117,2	3,1
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	18,3	25,4	12,0	2,7	4,6	5,1	0,2
<i>M. barbatus</i>	A Sbarcato (t)	775,1	121,2	289,0	474,3	174,2	1513,7	1911,2
	B Scarto totale (t)	87,7	54,8	8,4	12,5	3,2	194,4	335,0
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	10,2	31,1	2,8	2,6	1,8	11,4	14,9
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	54,2	53,5	7,0	6,0	3,2	189,7	8,7
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	6,5	30,4	2,4	1,2	1,8	11,1	0,4
<i>M. semistriatus</i>	A Sbarcato (t)	51,2	104,0	51,0	nd	39,7	41,8	nd
	B Scarto totale (t)	10,0	17,4	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	16,3	14,3	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	2,0	5,2	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	3,3	4,3	0,0	nd	0,0	0,0	nd
<i>P. pygmaeus</i>	A Sbarcato (t)	182,1	nd	101,8	147,5	36,1	28,0	24,3
	B Scarto totale (t)	100,6	nd	32,0	2,2	18,5	29,4	63,1
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	35,6	nd	23,9	1,5	33,9	51,2	72,1
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	34,3	nd	31,4	0,7	18,5	29,2	70,5
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	12,8	nd	23,5	0,4	33,8	50,9	72,0
<i>T. mediterraneus</i>	A Sbarcato (t)	41,7	nd	30,9	nd	47,7	38,7	nd
	B Scarto totale (t)	110,0	nd	75,8	nd	18,5	6,0	nd
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	72,5	nd	71,0	nd	27,9	13,3	nd
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	56,5	nd	7,6	nd	18,4	4,3	nd
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	37,2	nd	7,1	nd	27,7	9,7	nd
<i>T. trachurus</i>	A Sbarcato (t)	103,2	11,0	219,8	133,0	137,6	513,6	216,6
	B Scarto totale (t)	320,0	41,9	341,9	1944,3	860,6	841,2	731,2
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	75,6	79,2	60,9	93,6	86,2	62,1	77,3
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	15,3	29,2	189,0	1011,65	549,7	747,5	113,8
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	3,6	38,2	33,6	48,7	55,1	55,2	11,9
<i>P. longirostris</i>	A Sbarcato (t)	586,1	23,5	520,1	5625,1	414,5	631,4	nd
	B Scarto totale (t)	27,6	0,0	8,4	74,5	21,7	12,2	nd
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	4,5	0,0	1,6	1,3	5,0	1,9	nd
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	7,5	0,0	8,2	48,6	20,7	10,8	nd
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	1,2	0,0	1,6	0,9	4,7	1,7	nd
<i>N. norvegicus</i>	A Sbarcato (t)	145,7	26,3	16,7	nd	72,7	579,1	645,5
	B Scarto totale (t)	0,9	0,0	0,0	nd	0,4	5,6	0,0
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	0,6	0,0	0,0	nd	0,5	1,0	0,0
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,5	0,0	0,0	nd	0,3	2,2	0,0
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	0,3	0,0	0,0	nd	0,4	0,4	0,0
<i>E. aeneuscolus</i>	A Sbarcato (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	42,5
	B Scarto totale (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2589,7
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	nd	nd	nd	nd	nd	nd	77,6
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	6,8
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,3
<i>S. colias</i>	A Sbarcato (t)	nd	nd	nd	nd	nd	201,4	nd
	B Scarto totale (t)	nd	nd	nd	nd	nd	14,3	nd
	C % Scarto = (B/(A+B))*100	nd	nd	nd	nd	nd	6,6	nd
	D Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	nd	nd	nd	14,0	nd
	E % Scarto < MCRS = (D/(A+B))*100	nd	nd	nd	nd	nd	6,5	nd

Les informations sur les rejets de la pêche au filet maillant ont été plus fragmentées (Tab. 4 et 5). Ceci est probablement dû au fait que la collecte des données sur les écarts de ces engins est effectuée de manière discontinue, y compris sur la base de la présence de dérogations (admissibles si un écart inférieur à 10% a été estimé).

**Tabella 4** Pesca con tramaglio (GTR). Stime di sbarcato, scarto totale e scarto di esemplari al di sotto della taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS), per specie demersali dell'Allegato III del Reg. 1967/2006. nd = non disponibile (Fonte dati: DCF, medie annuali del triennio 2012-2014).  
 Le lettere richiamate nelle equazioni in tabella si riferiscono ai punti elenco delle singole variabili.

Specie	Tramaglio (GTR)	GSA9	GSA11	GSA10	GSA16	GSA19	GSA18	GSA17
<i>M. barbatus</i>	A - Sbarcato (t)	68,9	nd	39,7	nd	43,8	6,2	nd
	B - Scarto totale (t)	0,8	nd	0,1	nd	0,0	0,1	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	1,1	nd	0,3	nd	0,0	1,2	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100)$	0,0	nd	nd	nd	0,0	nd	nd
<i>M. surmuletus</i>	A - Sbarcato (t)	178,7	nd	108,3	nd	63,5	31,5	nd
	B - Scarto totale (t)	1,8	nd	0,0	nd	0,0	1,5	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	1,0	nd	0,0	nd	0,0	4,5	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100)$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
<i>P. erythrinus</i>	A - Sbarcato (t)	30,3	nd	38,2	nd	32,6	7,7	nd
	B - Scarto totale (t)	3,2	nd	4,7	nd	1,3	1,1	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	9,6	nd	11,0	nd	4,0	12,2	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100)$	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>S. aurata</i>	A - Sbarcato (t)	67,5	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100)$	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>S. solea</i>	A - Sbarcato (t)	43,4	nd	44,5	nd	9,4	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100)$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
<i>T. mediterraneus</i>	A - Sbarcato (t)	10,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	1,6	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	13,8	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100)$	0,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>T. trachurus</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	57,6	nd	nd	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100)$	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
<i>M. merluccius</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	217,3	nd	93,6	6,6	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100)$	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd

**Tabella 5 - Pesca con reti a imbrotto (GNS). Stime di sbarcato, scarto totale e scarto di esemplari al di sotto della taglia minima di riferimento per la conservazione (MCRS), per specie demersali dell'Allegato III del Reg. 1967/2006 nd = non disponibile (Fonte dati: DCF, medie annuali del triennio 2012-2014). Le lettere richiamate nelle equazioni in tabella si riferiscono ai punti elenco delle singole variabili.**

Specie	Rete a imbrotto (GNS)	GSA9	GSA11	GSA10	GSA16	GSA19	GSA18	GSA17
<i>M. merluccius</i>	A - Sbarcato (t)	228,8	nd	334,0	nd	100,9	nd	1,2
	B - Scarto totale (t)	2,2	nd	32,4	nd	0,0	nd	0,0
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	1,0	nd	8,8	nd	0,0	nd	0,0
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	0,0	nd	0,0
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	nd	nd	0,0	nd	0,0
<i>M. barbatus</i>	A - Sbarcato (t)	11,6	nd	25,6	nd	126,2	19,6	nd
	B - Scarto totale (t)	0,5	nd	0,0	nd	0,0	1,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	4,1	nd	0,0	nd	0,0	4,8	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
<i>M. surmuletus</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	38,1	nd	117,5	93,2	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
<i>S. solea</i>	A - Sbarcato (t)	13,1	nd	36,1	nd	4,6	8,4	516,7
	B - Scarto totale (t)	1,1	nd	0,0	nd	0,0	0,0	2,4
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	7,7	nd	0,0	nd	0,0	0,0	0,5
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	0,0	0,0
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	0,0	0,0
<i>P. erythrinus</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	26,9	nd	30,0	16,3	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	1,3	nd	0,0	0,4	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	4,7	nd	0,0	2,3	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	nd	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	nd	nd	0,0	nd	nd
<i>T. mediterraneus</i>	A - Sbarcato (t)	7,0	nd	8,1	nd	11,4	0,4	nd
	B - Scarto totale (t)	2,5	nd	0,1	nd	0,0	0,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	26,3	nd	1,1	nd	0,0	0,0	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	nd	nd	0,0	0,0	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(1+2))*100$	0,0	nd	nd	nd	0,0	0,0	nd
<i>T. trachurus</i>	A - Sbarcato (t)	20,5	nd	52,1	nd	35,4	26,2	nd
	B - Scarto totale (t)	49,5	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	70,7	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	0,0	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	0,0	nd	0,0	nd	0,0	0,0	nd
<i>S. scomber</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	5,9	nd	nd	nd	21,7
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	0,0	nd	nd	nd	4,3
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	nd	nd	16,7
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	0,0	nd	nd	nd	0,0
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	nd	nd	0,0
<i>S. colias</i>	A - Sbarcato (t)	nd	nd	4,5	nd	22,9	nd	nd
	B - Scarto totale (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	C - % Scarto = $(B/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	D - Scarto di esemplari < MCRS (t)	nd	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd
	E - % Scarto < MCRS = $((D/(A+B))*100$	nd	nd	0,0	nd	0,0	nd	nd

L'estimation des rejets de merlu, *M. Merluccius*, et de rougets, *M. barbatus*, a produit des valeurs assez différentes dans les différentes GSA, bien que le pourcentage de rejets ait rarement dépassé 20% de la biomasse totale capturée. L'écart de merlu en poids est passé de pourcentages non supérieurs à 5% dans les GSA 16, 19, 18 et 17, 12% dans la GSA 10, 21% dans la GSA 9 et enfin à environ 30% dans la GSA11. Dans tous les GSA, la quasi-totalité de l'écart est due à des spécimens inférieurs au MCRS.

Même pour le rouget, une grande partie de la biomasse écartée est attribuée à des spécimens inférieurs au MCRS, à l'exception de la GSA 17, où l'écart semble être constitué essentiellement de spécimens supérieurs au MCRS.



Pour le pageot fraise, les estimations des écarts de l'étude étudiée, à l'exception du GSA16, se sont établies à des valeurs supérieures, entre 24 et 72% de la biomasse totale capturée. L'écart est donc principalement constitué de spécimens inférieurs à MCRS, mais dans certaines GSA même de spécimens supérieurs à la taille minimale, ce qui prouve que pour cette espèce ils ont un intérêt commercial seulement pour les grandes tailles.

Les deux chinchards, *T. trachurus* et *T. mediterraneus*, sont les espèces qui ont enregistré les estimations les plus élevées de rejets, en particulier le chinchard majeur, *T. trachurus*.

Pour cette espèce, l'écart a été compris entre 61 et 94% dans les différentes GSA. Les chinchards sont mis au rebut même s'ils sont plus gros que le MCRS, car ils n'ont généralement pas de valeur commerciale.

Au niveau de chaque GSA, des quantités importantes de rejets ont également été estimées pour des espèces telles que l'anchois, *E. encrasicolus*. Dans le GSA17, cette espèce est capturée accidentellement, mais en quantités considérables, par la flotte chalutière, mais n'a pas d'intérêt commercial.

Pour les espèces où des données de taille consistantes étaient présentes, on a estimé la taille moyenne et la taille modale des spécimens écartés et la taille à laquelle 50% des spécimens capturés ont été écartés, pour chaque fishery ou engin. La structure en tailles de la fraction débarquée et de celle commercialisée, toujours pour les espèces avec les plus de données disponibles, pour GSA, fishery ou engin a été étudiée.

Des différences, parfois sensibles, entre les différentes GSA étudiées peuvent être relevées dans les estimations d'écart obtenues à partir de l'étude. Les facteurs qui peuvent contribuer à générer ces différences sont multiples :

l'écart de la pêche au chalut est essentiellement influencé par la valeur commerciale du produit et par la présence de spécimens de taille inférieure à la taille minimale. Ces facteurs peuvent présenter des différences, même importantes, en fonction de la zone et de la période de l'année. En effet, pour les espèces à pic temporel de recrutement, l'écart a montré des différences saisonnières sensibles.

Bien que la qualité des données se soit améliorée au fil des ans, les données disponibles contiennent encore des disparités spatiales et temporelles, ce qui peut avoir entraîné des différences dans les estimations des écarts entre GSA.



**Figure 1. GSA de la Méditerranée**

D'autres différences peuvent avoir été générées par différentes approches d'échantillonnage de l'écart ou par les procédures d'extension de l'échantillon à l'univers statistique de référence, même si les procédures de collecte et d'analyse des données suivent désormais un protocole standardisé.

Un autre élément qui peut avoir contribué à créer des différences dans les estimations de l'écart est la présence de spécimens inférieurs à la taille minimale lors du débarquement. Cet aspect, bien qu'avec une incidence différente selon les GSA, a été observé dans toutes les zones et fishery enquêtées et est vérifiable dans les analyses de la structure en taille du débarqué et du rebut.

### *Estimations des écarts par GSA*

Pour l'étude étudiée, presque toutes les espèces soumises aux dispositions du Reg.1380/2013, l'écart, s'il existe, est constitué principalement de spécimens inférieurs à la taille minimale. L'écart est dû au fait que, pour la plupart des espèces, la population dans les zones exploitées par la pêche est dominée par des spécimens de petite taille, inférieurs à la MCRS.

Il convient de noter que, pour ces espèces, la présence de spécimens inférieurs à la taille minimale dans les captures commerciales est inférieure à celle estimée dans la population amère. La pêche commerciale met donc en œuvre une certaine sélection sur les populations exploitables, soit par la sélectivité des engins, soit en exploitant davantage des aires où les poissons de petite taille sont moins abondants.

Sur la base des données de l'étude étudiée, il apparaît que les taux d'écart sont restés stables ou ont légèrement augmenté dans le temps. Ces effets sont très probables en raison de l'entrée en vigueur du règlement sur la taille minimale, qui a entraîné une réduction du pourcentage de poissons débarqués de petite taille.

Les données d'échantillonnages d'écart ont été élargies pour obtenir des estimations absolues de l'écart produit dans chaque GSA. Ces estimations, bien que caractérisées par une certaine variabilité et incertitude, peuvent fournir une indication utile sur l'importance des biomasses qui pourraient être gérées dans un avenir proche en raison du respect de l'obligation de débarquement. En comparant les quantités perçues d'écart rapportées par les interviews et celles estimées par les données collectées DCF (présentées dans Tab. 3), les valeurs apparaissent essentiellement comparables dans les différentes GSA, notamment en ce qui concerne la perception de l'écart des espèces de l'annexe III.

Certains travaux examinés montrent cependant qu'une connaissance non détaillée des nouveaux règlements n'est pas rarement apparue par les pêcheurs; Les opérateurs estimaient souvent que seules les espèces les plus abondantes et les plus importantes sur le plan commercial, telles que le merlu, le rouget, la crevette rose, étaient soumises à l'obligation de débarquement.

En ce qui concerne la pêche aux filets maillants de fond, les chiffres fournis par les pêcheurs correspondent pour l'essentiel à ceux estimés par les données DCF lorsqu'ils indiquent des quantités négligeables d'écart.

Pesca a strascico. Sintesi dei risultati sulla percezione dei pescatori dei quantitativi scartati				
GSA	scarto totale (tutte le specie) (%)	scarto specie All. III (%)	scarto totale medio per bordata (kg)	scarto totale medio per bordata di specie All. III (kg)
9	28	24	164	56
10	17	8	78	27
19	29	19	73	34
18	46	11	100	36
17	55	12	244	74

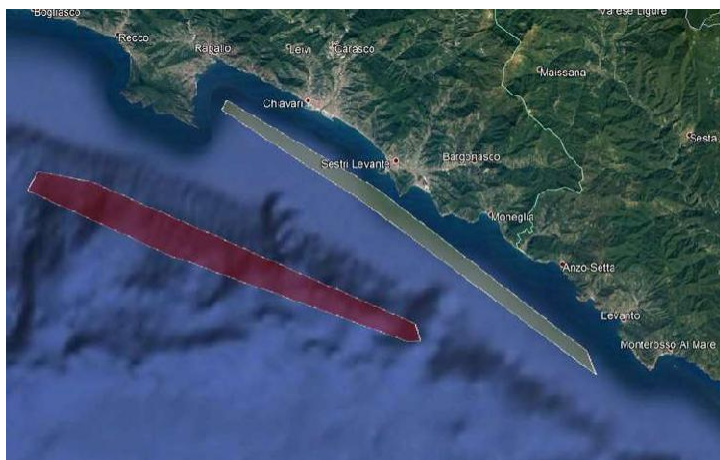
**Figure 2. Perception des déchets par les pêcheurs**

Dans les interviews d'études antérieures, les chalutiers ont indiqué comme raison principale de l'écart la faible ou nulle valeur commerciale du produit, suivie de la taille des poissons capturés. Parmi les principales causes, les petits pêcheurs signalaient les dommages causés aux poissons capturés. Il convient toutefois de noter que le manque de clarté du règlement sur les aspects pratiques des nouvelles règles et sur le contrôle et la gestion des débarquements est dénoncé parmi les opérateurs.

Les interviews effectuées font ressortir une forte préoccupation au sujet de l'effusion et du traitement des déchets à terre, car il n'existe pas encore de logistique pour gérer ces aspects. La plus grande préoccupation, liée à la criticité de l'aspect gestion des déchets, a été l'absence d'infrastructures à terre aptes à accueillir et à stocker les volumes de rebut, bien que cycliques et saisonniers.

#### *Estimation des écarts pour GSA9*

Dans le cadre du projet PRISMAMED, une série d'échantillonnages ont été effectués auprès de la marine de Santa Margherita dont la flotte de pêche opère principalement dans le golfe du Tigullio.



**Figure 3. Principales zones de pêche surveillées au cours des échantillonnages: en jaune, la zone balayée par les navires de plate-forme (50-150 m), en rouge, la zone d'escarpement (500-700 m) de la pêche aux "crevettes rouges".**

Le tableau 6 montre les échantillonnages effectués de juillet à novembre 2019 avec indication des quantités de "déchet organique" (i.e. toutes les espèces écartées de la pêche parce qu'elles sont de sous-mesure ou de faible ou nulle valeur commerciale).

**Tableau 6. Échantillonnages effectués dans le cadre du projet PRISMAMED**

Data	Campione	Strascico	Commerciale (kg)	Scarto (kg)	Totale (kg)	Tasso scarto (scarto/totale-%)
24/07/2019	PRIS1002	OTB_DES	80.0	19.4	99.4	19.5
22/08/2019	PRIS1004	OTB_DES	67.8	57.7	125.4	46.0
12/09/2019	PRIS1005	OTB_DES	126.3	24.7	151.0	16.3
30/10/2019	PRIS1008	OTB_DES	153.0	110.7	263.7	42.0
26/11/2019	PRIS1009	OTB_DES	82.0	22.6	104.6	21.6
11/07/2019	PRIS1001	OTB_DWS	43.3	3.2	46.5	6.9
06/08/2019	PRIS1003	OTB_DWS	48.5	10.3	58.8	17.5
27/09/2019	PRIS1006	OTB_DWS	40.5	5.3	45.8	11.5
23/10/2019	PRIS1007	OTB_DWS	49.2	11.7	60.9	19.2
<b>Totale</b>			<b>690.6</b>	<b>265.4</b>	<b>956.0</b>	<b>27.8</b>
<b>Media</b>			<b>76.7</b>	<b>29.5</b>	<b>106.2</b>	<b>22.3</b>
<b>Dev. stand</b>			<b>39.3</b>	<b>34.5</b>	<b>69.6</b>	<b>13.1</b>
<b>Minimo</b>			<b>40.5</b>	<b>3.2</b>	<b>45.8</b>	<b>6.9</b>
<b>Massimo</b>			<b>153.0</b>	<b>110.7</b>	<b>263.7</b>	<b>46.0</b>

Une analyse préliminaire montre que les écarts les plus importants sont principalement imputables à la pêche effectuée sur la plate-forme (OTB\_DES), avec des taux d'écart variant entre 19% et 42% des captures totales.

Compte tenu de l'ensemble des 9 jours de pêche surveillés, on estime qu'un chalutier peut produire en moyenne 29,5 kg (dev.st. 34,5 kg) de déchet par journée de pêche, principalement constitué de poissons osseux (84% d'Osteitti; Tab. 7).

**Tableau 7. Écart total constaté sur les 9 jours de pêche par catégorie.**

Categoria	Totale (kg)	%
Osteilli (pesci ossei)	222.35	<b>83.77</b>
Condroitti (pesci cartilaginei)	17.74	<b>6.69</b>
Molluschi	8.90	<b>3.35</b>
Crostacei	8.35	<b>3.15</b>
Echinodermi	3.51	<b>1.32</b>
Tunicati	3.42	<b>1.29</b>
Cnidari	1.11	<b>0.42</b>
Poriferi	0.03	<b>0.01</b>
<b>Totale</b>	265.42	<b>100.00</b>

Considérant qu'en moyenne un chalutier de fond en Ligurie travaille environ 165 jours/an, valeur moyenne tirée d'une série historique de 12 ans (source IREPA,2000-12), en supposant un écart d'environ 30 kg/jour (égal à la valeur moyenne tirée des 9 jours surveillés), l'écart total estimé sur une année pour l'ensemble de la flotte de chalutage de la Ligurie (n=72 unités de pêche) pourrait être de l'ordre de 350tonnes, réparties dans les différents ports d'accostage comme indiqué dans le tableau.

**Tableau 8. Production hypothétique de biomasse organique écartée du chalutage (par jour et par saison de pêche) pour les différents ports de Ligurie.**

Compartimento	Porto	Numero di m/p	kg/giorno	Ton/anno
<b>Imperia</b>	Bordighera	4	118.0	19.5
	Sanremo	9	265.5	43.8
	Imperia	8	236.0	38.9
<b>Savona</b>	Finale Ligure	1	29.5	4.9
	Savona	4	118.0	19.5
<b>Genova</b>	Genova	4	118.0	19.5
	Camogli	1	29.5	4.9
	Chiavari	1	29.5	4.9
	Lavagna	1	29.5	4.9
	Santa Margherita Ligure	16	472.0	77.9
	Sestri Levante	4	118.0	19.5
<b>La Spezia</b>	La Spezia	16	472.0	77.9
	Lerici	3	88.5	14.6
	<b>Totale</b>	<b>72</b>	<b>2124</b>	<b>350.46</b>

### Estimations Consommation de carburant

Le coût réduit du carburant est d'environ 0,60 euro/litre; les bateaux plus petits qui travaillent au niveau de la plate-forme (OTB\_DES) ont une consommation journalière variable entre 150-300 litres/jour, tandis que ceux qui effectuent la pêche profonde (OTB\_DWS), plus grands et qui généralement parcourent plus de milles pour atteindre les zones de pêche, peuvent consommer entre 300-500 l/jour.

Par conséquent, les dépenses d'un chalutier de fond, pour le seul carburant, compte tenu également des nombreuses variables en jeu (nombre de jours de pêche, taille et puissance du m/p, zone de pêche exploitée et milles parcourus) il est envisageable qu'ils puissent être compris entre 15.000 et 60.000 Euro/an.

Dans le tableau suivant (tab. 9; système de chalutage) il est rapporté la donnée officielle extrait de l'Annuaire sur l'état des ressources et sur les structures productives des mers italiennes (Maiorano P., Sabatella R.F., Marzocchi B.M. (eds), 2019) pour l'entière GSA 9 (Geographical Sub Area) qui comprend Liguria, Toscane et le Latium.

**Tableau 9. Performance économique (année 2016) de la flotte de pêche dans la GSA 9 (Ligurie, Toscane et Latium) subdivisée par systèmes de pêche (Maiorano P., Sabatella R.F., Marzocchi B.M. (eds), 2019).**

Variabili (000 €)	GSA9				
	Strascico	Circuizione	Draghe idrauliche	Piccola pesca	Polivalenti
<b>Ricavi</b>					
Valore delle catture	65.813	9.498	918	31.336	5.054
Altri ricavi	233	53	0	994	20
<b>Costi</b>					
Costo del carburante	16.669	770	56	3.089	404
Costi di manutenzione	2.528	269	46	1.682	175
Altri costi variabili	5.399	916	27	1.770	638
Altri costi fissi	1.582	317	59	1.904	173
Costo del lavoro	18.541	3.176	364	13.475	1.848
Costi del capitale	9.519	1.680	289	6.166	1.223
<b>Indicatori economici</b>					
Valore aggiunto	39.868	7.280	730	23.884	3.683
Profitto lordo	21.326	4.104	366	10.409	1.835
Profitto netto	12.343	2.439	76	5.331	806
<b>Valore del capitale</b>					
Valore del capitale ammortizzato	36.265	6.032	1.053	22.394	4.550
<b>Profitabilità</b>					
Margine del profitto netto (%)	18,7	25,5	8,3	16,5	15,9
RoFTA (%)	37,8	42,4	8,9	30,8	22,9
Valore aggiunto per EIP* (000 €)	49,9	32,5	29,5	18,4	32,0
Ricavi correnti/BEP**	2,3	2,3	1,3	1,8	1,8

\*unità di lavoro dipendente equivalente a tempo pieno

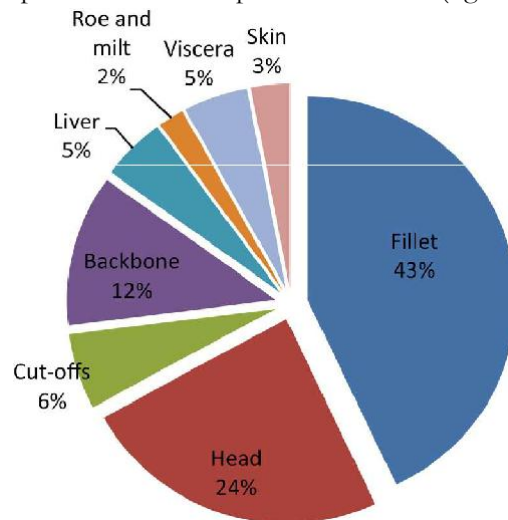
\*\*BEP: break even point

## Utilisation des déchets organiques: étude de l'état de la technique

En 2017, la production mondiale de poisson avait été estimée à environ 175 millions de tonnes, mais des estimations récentes prévoient qu'elle atteindra 194 millions de tonnes d'ici 2026 (FAO, 2018).

"Au cours de la même période, la pêche de capture a diminué de 92,4 à 90,9 MT, tandis que la production aquacole a augmenté de 41,9 à 80,0 MT (FAO, 2018)" Selon la FAO (2018) [1], l'expansion de la transformation du poisson crée des quantités croissantes de "flux de production collatéraux" et de déchets de filière tels que : peau, têtes, écailles, viscères et déchets de découpe du filet. Ces sous-produits peuvent représenter jusqu'à 70% du poisson utilisé dans la transformation industrielle. En outre, la capture de poissons de faible valeur et les espèces de poissons sous-utilisées (que nous pouvons généralement définir comme "by-catches" ou "unwanted catches", abrégés par l'acronyme "UWC") constituent une autre source de sous-produits de la transformation des produits de la pêche qui a été estimée à 18,6 % en moyenne du total des captures [2].

Ces sous-produits (ou "flux collatéraux de production"), lorsqu'ils sont mis au rebut et "jetés" dans l'environnement, engendrent d'importants problèmes environnementaux et d'importants défis technico-alimentaires en raison de leur charge enzymatique et microbienne élevée, qui les rend susceptibles à une dégradation rapide s'ils ne sont pas traités correctement ou conservés dans des conditions appropriées. Au mieux, ils sont destinés à la formulation de produits à faible valeur commerciale, tels que les aliments pour animaux (par ex. les aliments pour l'aquaculture). Arason et al. (2009) estiment que, dans la transformation industrielle du cabillaud, 40 % seulement des matières premières du poisson sont utilisées pour la production alimentaire et que les "flux collatéraux" représentent près de 60 % de la production totale (figure 4).



**Figure 4. Produits et flux collatéraux de la filière "cabillaud transformé à terre"** (adapté d'Arason, S. et al. (2009). *Maximum Resource Utilisation – Value Added Fish Byproducts*. Nordic innovation Centre, Oslo, Norway <http://www.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A707165&dsid=868>)

En 2019, Al Khawli et al. ont révisé ces données [4] en indiquant que, pour les différents secteurs de la pêche, les sous-produits non utilisés pour la consommation humaine directe sont estimés entre 30 et 85 % du poids du poisson selon les différents types de captures. Ce pourcentage élevé est dû au fait que le rapport poisson/sous-produit varie en fonction de la zone de pêche, de la saison, de la taille et de l'espèce du poisson considéré. Outre les prises accessoires (UWC), les sous-produits de la pêche et de l'aquaculture comprennent les rejets cités ci-dessus qui ont été estimés avoir en moyenne les proportions suivantes : les têtes représentent 9% à 12%, les viscères 12% à 18%, la peau 1% -3%, les os 9% -15% et les écailles env. 5% en poids du poisson entier. La composition chimique du poisson varie en fonction du type d'espèce, du sexe, de l'âge, de l'état nutritionnel, de la période de l'année et de l'état de santé. Cependant, la plupart des poissons contiennent 15-30% de protéines, 0-25% de graisses et 50-80% d'humidité. Par exemple, les poissons blancs comme le cabillaud et le merlu sont des espèces maigres, contenant environ 20% de protéines, 80% d'eau et des niveaux de lipides assez faibles (0,5% à 3%), tandis que les poissons gras, comme le maquereau et le saumon, contiennent 20% de protéines, 10% à 18% de lipides et donc une teneur en eau inférieure (62% à 70%). Le tableau 10, extrapolé des travaux de Brooks et al. [5], indique la composition chimique moyenne des déchets de poissons.

**Tableau 10. Composition chimique moyenne des déchets de poissons.**

Nutrienti	%
Proteine (%)	57.92 ± 5.26
Lipidi (%)	19.10 ± 6.06
Fibra (%)	1.19 ± 1.21
Ceneri (%)	21.79 ± 3.52
Calcio (%)	5.80 ± 1.35
Fosforo (%)	2.04 ± 0.64
Potassio (%)	0.68 ± 0.11
Sodio (%)	0.61 ± 0.08
Magnesio (%)	0.17 ± 0.04
Ferro (ppm)	100.00 ± 42.00
Zinco (ppm)	62.00 ± 12.00
Manganese (ppm)	6.00 ± 7.00
Rame (ppm)	1.00 ± 1.00

Les sous-produits de la pêche peuvent être classés en deux catégories : l'une qui comprend des produits facilement dégradables à forte teneur en enzymes, tels que les viscères et le sang, et l'autre qui comprend les produits les plus stables (os, tête et peau).

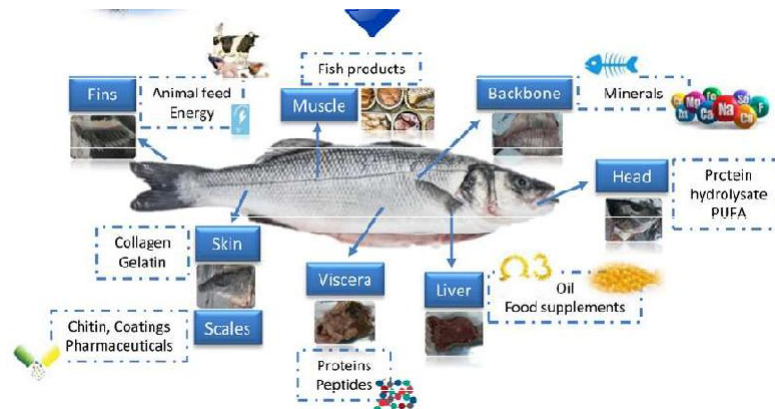
Il est inutile de souligner que leur collecte en temps utile ainsi que le traitement initial approprié en vue de leur stabilisation sont des étapes essentielles pour préserver leur qualité et les rendre réutilisables en tant que matière première de produits à haute valeur ajoutée. Il s'ensuit que, pour parvenir à utiliser les ressources halieutiques de



manière responsable et efficace, il est indispensable d'établir des méthodes efficaces et sûres pour l'extraction des nutriments et d'autres composés bioactifs cibles.

À ce jour, la transformation de cette biomasse comprend des techniques conventionnelles (par ex. des extractions à l'aide de solvants organiques, de solutions acides et basiques, etc.) déjà largement établies pour la production de farines et d'huiles de poissons ou dérivés tels que les acides gras oméga-3 tels que l'eicosapenténoïque (EPA) et le docosahexaénoïque (DHA)[6-7]. Ces méthodes, bien que performantes, présentent des inconvénients importants, tels que la forte consommation d'énergie, le potentiel de dégradation thermique des produits finaux (en raison des températures de traitement élevées), l'utilisation de solvants organiques d'extraction (dont les résidus peuvent présenter des risques pour la santé humaine et l'environnement), très longue durée de fabrication [8-9].

L'utilisation des sous-produits de la pêche attire l'attention des chercheurs et des entreprises car, outre ceux déjà mentionnés (produits à faible valeur ajoutée, tels que les farines et les huiles), d'autres composés à plus forte valeur ajoutée tels que : chitine, collagène, peptides, caroténoïdes et minéraux, peuvent être extraits et réutilisés comme ingrédients nutraceutiques ou additifs dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques. Elles peuvent également constituer une source prometteuse pour la production de biocarburants. La figure 5, extrapolée à partir de la publication d'Alkhwali et al.[4], résume en un schéma les composés bioactifs possibles qui peuvent être extraits des différents sous-produits de la transformation du poisson.



**Figure 5. Possibilités d'obtention de composés bioactifs à partir des sous-produits de la transformation du poisson**

## Composés bioactifs

Un aperçu plus détaillé des composés bioactifs pouvant être obtenus à partir des sous-produits de la pêche et des UWC ainsi que des domaines d'utilisation industrielle possibles est présenté ci-dessous [10].

### 1) Composés Azotés

a) Peptides bioactifs : hydrolyse enzymatique extensive des protéines du poisson. Certains sont dotés d'activités pharmacologiques (antihypertenseurs, antibactériens, anticoagulants, anti-inflammatoires, antioxydants...). Valorisables dans l'industrie pharmaceutique, alimentaire, cosmétique et alimentaire.

- b) Protéases et enzymes protéolytiques : extraits principalement des viscères qui contiennent une quantité importante d'enzymes digestives ayant des fonctions spécifiques différentes. Ils sont actifs à de faibles valeurs de T° et pH. Par ex. collagénase, trypsine, pepsine, chimotripsine, élastase, carboxypeptidase. Ils peuvent avoir des applications biotechnologiques et dans l'industrie alimentaire (food processing)
- c) Collagène : il est obtenu par un traitement d'hydrolyse acide ou basique (extraction traditionnelle) à partir d'épines, d'écaillés et de peau. La teneur en acides aminés du collagène diffère des autres protéines en raison de sa teneur élevée en proline et hydroxyproline. Le collagène est largement utilisé dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique et comme supplément alimentaire.
- d) Gélatine: elle est obtenue par hydrolyse partielle du collagène. Il existe deux principaux types de gélatines : le type A est obtenu par hydrolyse acide et le type B par hydrolyse alcaline. La gélatine est utilisée comme agent gélifiant dans les produits alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques. Les gélatines de poisson sont préférées pour les exigences de gélification à basse température.
- e) Protamine: mélange purifié de protéines simples obtenues principalement à partir de sperme de saumon sauvage. Le sulfate de protamine est une protéine de faible poids moléculaire (poids moléculaire autour de 4-5 kda) qui travaille pour maintenir et protéger l'ADN contre les dommages. Il est utilisé dans le domaine pharmaceutique comme médicament qui inverse les effets anticoagulants de l'héparine en se liant à elle (antidote antagoniste de l'héparine).
- f) Protéase-Peptides: ils sont produits par hydrolyse enzymatique contrôlée des protéines. Les peptides sont un mélange de polypeptides et d'acides aminés qui se forment lors de la dégradation enzymatique des protéines. Ils sont la principale source d'azote dans les sols organiques pour les cultures bactériennes. Ils sont utilisés dans la production de milieux de culture pour la microbiologie et la biotechnologie industrielle.
- g) Insuline : extraite des viscères de différents poissons. L'insuline est une hormone peptidique produite par les cellules bêta des îlots pancréatiques et par le corps de Brockmann chez certains poissons téléostéens. L'insuline est utilisée comme médicament pour traiter le diabète.

## **2) Composés lipidiques**

- a) Phospholipides (PL) : ils sont extraits de l'huile de poisson selon des procédures différentes. Les PL d'origine marine contiennent des PUFA oméga-3, dont certains ne sont présents que dans les sources marines. Les PL sont utilisés comme émulsifiants dans l'industrie alimentaire ou dans les cosmétiques ou comme excipients dans l'industrie pharmaceutique.
- b) Squalène: l'hydrocarbure terpénique (isoprénoïde) est un intermédiaire dans la synthèse du cholestérol et d'autres hormones stéroïdiennes et de la vitamine D. Il est utilisé dans l'industrie alimentaire (supplément, capacité présumée de protéger l'ADN, les protéines et les lipides contre le stress oxydatif, bien qu'à ce jour aucun healthclaim n'ait été autorisé par l'EFSA) et pharmaceutique (dans les vaccins).

c) Vitamine A: présente dans la nature sous différentes formes : comme rétinol ou autres composés analogues, appelés rétinoïdes (tous d'origine animale), ou sous forme de caroténoïdes (d'origine végétale), qui en représentent les précurseurs.

d) Vitamine D: peu présente dans les aliments (certains poissons gras, lait et dérivés, œufs, foie et légumes verts). La seule exception est l'huile de cabillaud. La vitamine D est en grande partie accumulée par notre organisme à travers l'exposition aux rayons du soleil et ne doit être intégrée que dans des situations particulières, liées à la croissance, à la grossesse et à l'allaitement.

### **3) Chitine et Chitosan**

La chitine ou poly  $\beta$ - (1-4) N-acétyl-D-glucosamine, est le deuxième polymère le plus abondant sur terre après la cellulose, tandis que le chitosan (1-4) -2-amino-2-désoxy- $\beta$ -D-glucane) est une molécule obtenue par désacétylation partielle de la chitine selon des méthodes chimiques ou biologiques. À l'état pur, la chitine est inodore, insipide, de couleur blanche ou jaunâtre. Les biomolécules de chitine et ses dérivés ont une excellente biodégradabilité et biocompatibilité dans le corps humain. En outre, ils ont montré de nombreuses propriétés biologiques (antimicrobiens, anticancéreux, anticoagulants, antioxydants, antimutagènes, hypocholestérolémiants, antiprolifératifs, filmogènes...). En raison de leurs diverses propriétés techno-fonctionnelles, la chitine et ses dérivés ont plusieurs domaines d'application. Dans l'application biomédicale, les dérivés de la chitine sont utilisés pour la reconstitution artificielle de certains tissus tels que la peau, les os et le cartilage. La chitine est également utilisée dans l'industrie alimentaire, pour la production de films biodégradables et l'encapsulation d'additifs et de compléments alimentaires. De plus, la chitine et ses dérivés sont également utilisés par les industries pharmaceutiques comme excipients pour les médicaments. Les sous-produits de la transformation du poisson, en particulier les crustacés (crevettes, crabes, homards et krill) sont les principales sources de chitine à usage commercial.

### **4) Pigments naturels**

Les caroténoïdes sont les principaux pigments liposolubles présents dans les poissons, les crustacés et les fruits de mer. L'astaxanthine (3,3-dihydroxy- $\beta$ ,  $\beta$ -carotène-4,4-Dione) est connue pour être le principal caroténoïde des poissons et représente 74 à 98% du total des pigments dans les coquilles des crustacés. L'astaxanthine se trouve dans les fruits de mer, soit comme ester, soit sous forme libre. Sa structure contient des groupes fonctionnels tant cétoniques qu'hydroxyles et une chaîne de doubles liaisons conjuguées, qui sont responsables de ses excellentes propriétés antioxydantes.

Certaines études rapportent pour cette molécule une activité anticancéreuse et immunostimulante. L'astaxanthine est largement utilisée dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique comme précurseur de colorants, d'antioxydants et de vitamine A.

### 5) Éléments minéraux

Le filetage des poissons génère une énorme quantité d'arêtes. Les minéraux inorganiques constituent environ 60% des os de poisson (arêtes). Les arêtes sont une source importante d'hydroxyapatite, de calcium, de phosphate, de zinc, de sélénium et de fer. Le calcium, le phosphate, le zinc et le fer peuvent être utilisés comme compléments alimentaires. L'hydroxyapatite, un minéral dont la formule chimique est  $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ , est présente dans l'arête des poissons et peut être extraite et utilisée dans les domaines médical et dentaire. C'est un minéral qui contient le groupe phosphate et le calcium. Bien qu'il s'agisse d'un minéral assez rare, l'hydroxyapatite constitue le composant osseux le plus important, car 99% du calcium présent dans l'organisme humain est stocké dans le tissu osseux sous forme d'hydroxyapatite. Cette dernière est également présente dans l'émail des dents qui constitue le tissu le plus dur du corps humain. En effet, l'émail est constitué pour environ 96% d'hydroxyapatite, de 1% de matrice organique et de 3% d'eau.

## Rationnelle du projet

Rejeter le poisson représente donc un gaspillage évident de ressources marines qui pourraient être utilisées de manière productive, lorsque cela est économiquement possible et en tenant dûment compte de l'objectif écologique global visant à réduire au minimum les rejets dans les pêcheries européennes, conformément à l'article 4, paragraphe 1, de la directive. 15 du Reg. 1380/2013 et par la hiérarchie européenne des options possibles de gestion des déchets agro-alimentaires (figure 6 [10]).

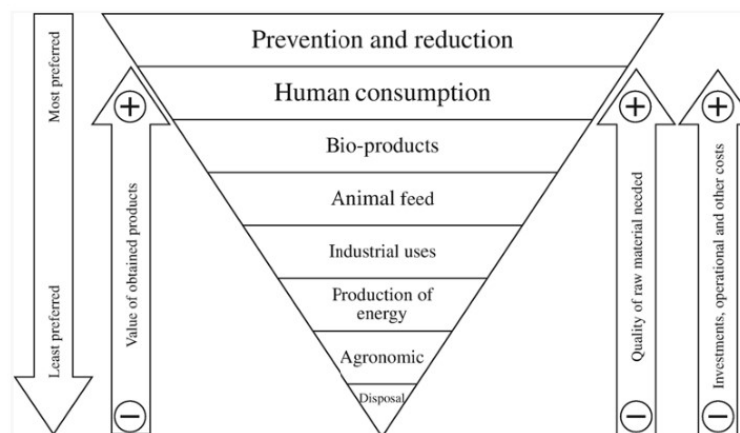


Figure 6. Options possibles de gestion des déchets agroalimentaires.

Par exemple, les captures non désirées pourraient être débarquées et traitées non seulement pour produire des farines de poisson, des huiles de poisson ou pour d'autres usages "traditionnels", mais aussi comme des matières premières destinées à d'autres usages pour les marchés "de niche" ce qui ajouterait de la valeur. Bien que, d'une part, il serait utile de poursuivre une pratique de pêche plus sélective afin de maximiser la production primaire, les méthodes de pêche hautement sélectives produisent également certaines prises accessoires ("captures non désirées" : UWC) qui, si elles sont utilisées de manière rationnelle, pourraient constituer une nouvelle opportunité économique durable pour la filière. Une stratégie rationnelle du traitement des UWC dans les eaux européennes méridionales éventuellement combinée avec les débris, viscères et cut off d'ouvrages intermédiaires doit tenir compte des spécificités du territoire ligurien, où la plupart des poissons sont débarqués frais pour la consommation humaine. Ce mode traditionnel prédominant de consommation de poisson, couplé au faible volume de production de poisson, a conduit historiquement à peu d'investissements productifs dans ce secteur de "recyclage vertueux", probablement parce qu'il a besoin de surmonter les obstacles importants liés à une absence perçue d'incitations pour le secteur de la pêche, le manque d'infrastructures suffisantes pour l'utilisation, et les questions juridiques liées à la manipulation ou à l'élimination des sous-produits animaux (rappelons le caractère extrêmement périssable du point de vue de l'hygiène et de la santé de ces produits).

Toutefois, comme cela a déjà été souligné précédemment, ces sous-produits "poissons" représentent une source potentielle importante de composés bioactifs, avec d'importantes propriétés fonctionnelles qui pourraient être isolées et concentrées, en leur conférant une valeur ajoutée sur les marchés haut de gamme, tels que les nutraceutiques et les cosmétiques.

Cette valorisation des sous-produits du poisson est conforme à la prise de conscience croissante des consommateurs quant à la relation entre l'alimentation et la santé, qui recherchent dans les aliments non seulement une source de nutriments et des qualités organoleptiques élevées, mais ils s'intéressent de plus en plus aux propriétés nutritionnelles et fonctionnelles ainsi qu'aux propriétés éthiques et de durabilité des aliments qu'ils consomment.

Pour obtenir des composés naturels à partir de ces sources marines avec toutes les exigences utiles aux demandes du marché telles que : bonnes propriétés organoleptiques, nutritionnelles, fonctionnelles/salutaires et si possible éco-compatibles, la sélection de méthodes d'extraction appropriées est une étape fondamentale. A cet égard, au cours des dernières années, les technologies d'extraction "vertes" [2] ont été utilisées dans le domaine alimentaire, comme par exemple : l'extraction assistée par ultrasons (UAE), l'extraction par fluides supercritiques (SFE), l'extraction assistée par micro-ondes (MAE), l'extraction par champs électriques pulsés, l'extraction assistée par les

hautes pressions, l'extraction par les fluides supercritiques (SFE), l'extraction par l'eau subcritique (SWE), la filtration par membranes, l'extraction enzymatique.

Ces technologies innovantes sont devenues une alternative plus sûre et plus efficace que les méthodes conventionnelles pour isoler les composés précieux des sous-produits et des déchets de poissons et de mollusques. Elles présentent de nombreux avantages par rapport aux méthodes traditionnelles, en préservant et même en améliorant la qualité et l'efficacité d'extraction, et en minimisant les pertes de propriétés fonctionnelles des composés bioactifs extraits des sous-produits marins. Outre leurs activités biologiques, les composés bioactifs issus de technologies alternatives innovantes peuvent présenter des propriétés technologiques et hygiéniques et sanitaires plus élevées, permettant même leur utilisation dans d'autres aliments.

L'extraction de produits naturels a longtemps été considérée comme "propre" par rapport à d'autres procédés chimiques et industriels, mais en réalité, il a été récemment estimé que son impact sur l'environnement est beaucoup plus important qu'il ne l'était au départ. L'impact global sur l'environnement d'un cycle d'extraction n'est pas facile à estimer, mais on sait qu'il nécessite au moins 50% de l'énergie de l'ensemble du processus industriel; En outre, malgré la forte consommation d'énergie et l'utilisation de grandes quantités de solvants, le rendement est souvent faible.

De nos jours, il est presque impossible de trouver un processus de production dans le domaine alimentaire, cosmétique ou pharmaceutique qui ne recoure pas à des techniques d'extraction telles que, par exemple, macération, distillation en courant de vapeur, pressage, percolation. Les tendances récentes dans les technologies extractives se sont concentrées en grande partie sur la recherche de solutions qui réduisent au minimum l'utilisation de solvants, permettant aussi l'augmentation de l'efficacité du processus et une production rentable d'extraits de haute qualité.

Ces nouvelles technologies sont basées sur les "Six Principes de l'Extraction Verte des Produits Naturels", décrits et proposés comme des étapes innovantes pour les industries :

- **1<sup>o</sup> Principe - Utilisation de ressources renouvelables et non menacées d'extinction.** En effet, la demande croissante de produits et d'extraits naturels conduit à une surexploitation des ressources naturelles et donc à l'extinction de certaines espèces.
- **2<sup>o</sup> Principe - Utilisation de solvants alternatifs** et principalement de l'eau ou des agrosolvants comme l'éthanol. Ceux-ci ont l'avantage d'être biodégradables, non toxiques et non inflammables, contrairement à la plupart des solvants organiques qui sont parmi les principales causes de la pollution de l'environnement.

- **3° Principe - Réduction de la consommation d'énergie** par l'optimisation des processus existants, la récupération de l'énergie libérée pendant le processus d'extraction, les innovations éventuelles de processus.
- **4° Principe - Production de coproduits plutôt que de déchets.**
- **5° Principe - Réduction des opérations unitaires à travers l'innovation** technologique en favorisant des processus sûrs et contrôlés. Réduire le nombre de passages (steps) dans un processus industriel implique en effet une réduction des coûts et une meilleure efficacité énergétique.
- **6° Principe - Obtention d'un extrait thermiquement inaltéré**, biodégradable et sans contaminants résiduels.

Parmi les différents composés bioactifs extractibles, le collagène a été choisi comme objectif principal du projet. Du latin, le collagène "colla et genmen" signifie produire de la colle. Par définition, le collagène représente la colle du corps. En d'autres termes, il représente le matériau et la colle qui maintient ensemble les tissus conjonctifs de notre corps (os, cartilage, muscles, tendons, ligaments et peau).

#### *Extraction de collagène*

Le collagène est la principale protéine fibreuse et structurelle de la matrice extracellulaire des animaux et contribue aux fonctions physiologiques des tissus dans le cartilage, la peau, les os et les tendons. Le collagène est un terme général pour définir un groupe de protéines de poids moléculaire élevé abondantes chez les organismes invertébrés et vertébrés. Le collagène est une macromolécule fibreuse de protéines, de forme hélicoïdale, constituée de trois chaînes  $\alpha$ , chacune d'entre elles étant constituée d'une unité répétitive spécifique de glycine-proline-hydroxyproline. La gélatine est une macromolécule protéique obtenue par dénaturation thermique du collagène (Comme la plupart des protéines, si le collagène est chauffé, il perd complètement toutes ses structures à l'exception de la structure primaire, c'est-à-dire que la triple hélice se déroule et que les chaînes se séparent. Lorsque la masse de protéines dénaturées se refroidit, elle absorbe comme une éponge l'eau environnante, formant la gélatine. Historiquement ce processus de dénaturation promu par des traitements thermiques ou par des traitements chimiques est celui historiquement exploité pour la production de la "colle" d'où le nom de collagène). Les caractéristiques structurelles et fonctionnelles du collagène en font un objectif primordial pour les industries alimentaires, pharmaceutiques, biomédicales, de maroquinerie, cosmétiques et d'ingénierie des matériaux. Il a une large gamme d'applications dans les domaines liés à la santé, à savoir l'industrie pharmaceutique et biomédicale (y compris la chirurgie plastique, l'orthopédie, l'ophtalmologie et la dentisterie). Dans les secteurs non sanitaires, le collagène est largement utilisé en cosmétique, dans l'industrie alimentaire (dans les transformations alimentaires en tant qu'additif et dans celui de l'intégration alimentaire et alimentaire en tant que

substance nutraceutique). Il y a une forte demande dans l'industrie alimentaire pour le collagène et la gélatine également en raison de leurs propriétés fonctionnelles, telles que la capacité d'absorber l'eau, la capacité de former des gels et de stabiliser les émulsions.

La gélatine dérivée des fruits de mer dégage un arôme et une saveur particuliers et possède une digestibilité supérieure à celle de la gélatine animale d'origine porcine ou bovine. Dans le secteur biomédical et pharmaceutique, le collagène a plusieurs applications; est utilisé comme excipient pour les médicaments, dans le domaine biomédical pour la production de substituts de la peau humaine, des vaisseaux sanguins et des ligaments. Plusieurs études en évaluent les propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et antihypertensives. Traditionnellement, le collagène et les produits dérivés du collagène proviennent principalement de sources bovines et porcines (chez les mammifères, le collagène représente jusqu'à 25% des protéines totales). À ce jour, 80 % de la gélatine alimentaire produite en Europe provient de la couenne de porc. 15% sont issus du bifide bovin, c'est-à-dire d'une couche mince présente sous la peau. Les 5 % restants proviennent presque entièrement d'os de porcs et de bovins. Toutefois, le collagène porcine et bovine, bien que caractérisé par une stabilité thermique supérieure à celle du collagène marin (ex. le collagène ayant une masse moléculaire plus élevée a généralement une plus grande stabilité thermique; La teneur en acides aminés joue également un rôle important dans la thermostabilité du collagène), suscitant de nombreuses préoccupations religieuses et hygiéniques-sanitaires qui rendent intéressantes d'éventuelles alternatives comme celle d'origine marine.

L'incidence à grande échelle de l'épidémie d'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) a conduit en conséquence à la méfiance des consommateurs à l'égard des produits à base de collagène provenant de bovins et de porcins; le monde entier est donc à la recherche de sources alternatives de collagène.

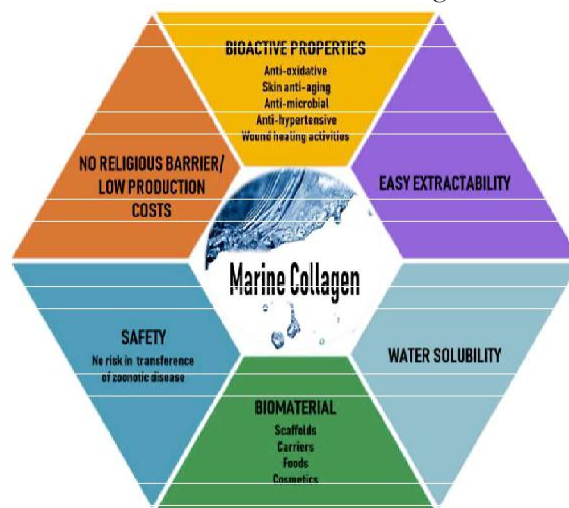


Figure 7. Avantages liés à l'utilisation du collagène marin [12].



Le collagène a une organisation structurale et hiérarchique complexe et jusqu'à présent plus de 28 types de collagènes différents ont été signalés en fonction de leur organisation spécifique dans des tissus distincts.

En effet, les différents types de collagènes sont distribués différemment dans les tissus animaux. La liste suivante donne des exemples de tissus présentant les types de collagène les plus abondants :

- Type I: os, derme, tendon, ligaments, cornée;
- Type II cartilage, corps vitreux, noyau pulpeux;
- Type III: peau, paroi vasale, fibres réticulaires de la plupart des tissus (poumons, foie, rate, etc.) ;
- Type IV: membranes basales;
- Type V - se distribue souvent avec le collagène de type I dans la cornée.

Étant donné que ces types (collagènes I à V), les plus abondants (les 4 premiers types représentent environ 90% de tous les collagènes), sont aussi ceux qui sont le plus exploités au niveau commercial : en les isolant et en les purifiant, principalement à partir de tissus bovins et porcins, de procédés de production conventionnels et à haut rendement conduisant à des lots de collagène de haute qualité [5].

Généralement, les collagènes sont formés de chaînes polypeptidiques composées de triplets répétés dont les plus courants sont Gly-Pro-X et Glyx-Hyp, où X est tout acide aminé autre que la glycine (Gly), la proline (Pro) ou l'hydroxyproline (Hyp).

Il existe une quantité variable de liaisons croisées entre les hélices des molécules de collagène. De cette façon, des agrégats bien organisés se forment, comme les fibrilles. Les fibrilles de collagène sont l'agrégation de plusieurs sous-unités, appelées tropocollagènes.

Ces fibrilles sont des agrégats semi-cristallins de molécules de collagène. Les fibres de collagène sont des faisceaux de fibrilles. Ces fibres sont un composant important de la matrice extracellulaire qui soutient la plupart des tissus et fournit la structure aux cellules de l'extérieur).

On entend par "collagène hydrolysé" (également appelé hydrolysate de collagène) un produit obtenu à partir de collagène par hydrolyse de la séquence acide aminée primaire. Et c'est la forme la plus fréquemment présente dans les produits commerciaux comme supplément alimentaire annoncés pour la santé des articulations dans la prévention de l'arthrose et de l'ostéoporose ainsi que comme traitement anti-âge au niveau de la peau.



Figure 8a. Écart possible [14].

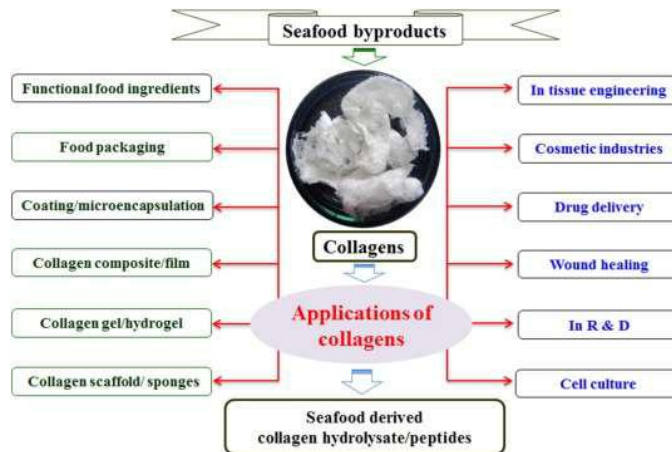


Figure 8b. Produits et applications possibles [14].

Les collagènes marins peuvent être obtenus à partir de différentes sources. Les éponges, les méduses et les abats de poissons tels que les arêtes, la peau, les écailles et les nageoires peuvent servir de sources alternatives de collagène. Les collagènes marins sont à la fois fibrillaires et non fibrillaires, ont des températures de gélification et de fusion inférieures à celles du collagène des mammifères, viscosité relativement plus élevée que les analogues composés de nature bovine. Le collagène de poisson est plus sensible à la chaleur en raison de liens croisés labiaux que celui des mammifères (donc plus facilement dénaturable). Plusieurs études de la littérature scientifique se sont concentrées sur les collagènes marins, notamment sur son extraction à partir de différentes sources, comme les poissons ou les invertébrés animaux marins, comme les éponges marines ou les méduses (voir tableau ci-dessous, repris dans les travaux scientifiques de Silva et al. de 2014 [11]).

Collagen Type	Source of Collagen	Source Tissue	Yield
Type I	Bigeye snapper	Bone	ASC: 1.59%
			ASC: 10.94%
	Largefin longbarbel catfish		ASC: 16.8%; PSC: 28.0%
	Seaweed pipefish	Skin	ASC: 5.5%; PSC: 33.2%
	Brown backed toadfish		PSC: 54.3%
	Ocellate pufferfish		ASC: 10.7%; PSC: 44.7%
	Lizard fish		ASC: 0.79%
	Horse mackerel		ASC: 1.51%
	Grey mullet	Scales	ASC: 0.43%
	Flying fish		ASC: 0.72%
	Yellowback seabream		ASC: 0.90%
	Bigeye tuna	Bone	-
	Squid	Skin	53%
Type II	Cuttlefish	Skin	ASC: 0.58%; PSC: 16.23%
	Edible Jellyfish	Umbrella	46.4%
	Brownbanded bamboo shark	Cartilage	ASC: 1.27%; PSC: 9.59%
	Blacktip shark	Cartilage	ASC: 1.04%; PSC: 10.30%
Type IV	Ribbon jellyfish	Umbrella	PSC: 9%-19%
	Marine Sponge		30%

**Figure 9. Sources de collagène [11].**

On obtient principalement du collagène de type I de la peau, des tendons, des arêtes et des muscles (épimisium), qui est d'ailleurs le type le plus abondant de collagène.

Cependant, on peut également obtenir du collagène de type II si l'on utilise les cartilages de poissons comme sources principales. La différence de solubilité du collagène dépend de l'âge des animaux: le collagène des animaux plus âgés ont un plus grand nombre de liaisons transversales, ce qui les rend plus difficiles à solubiliser que les collagènes des animaux plus jeunes. En outre, les poissons qui suivent une alimentation pauvre en nutriments semblent produire plus de collagène que les poissons bien nourris. En fonction des différentes sources de collagène, plusieurs techniques d'extraction ont été proposées.

Toutefois, il est possible de définir une méthodologie générale pour isoler le collagène des sous-produits de poissons et d'autres sources marines, qui comporte trois étapes importantes: préparation, extraction et récupération.

### 1) Préparation

La préparation des résidus de poisson comporte :

- le nettoyage
- la séparation des différentes parties animales
- la réduction de la taille par découpe ou broyage des échantillons et un prétraitement chimique pour éliminer: les protéines autres que le collagène et la fraction lipidique.

Dans les méduses, par exemple, il est courant de séparer les tentacules du parapluie et celui-ci le sépare à son tour en mésogée, exombrelle et subombrelle. Dans le cas des poissons, les peaux, les écailles, les nageoires et arêtes de poisson, car leur composition est différente (par ex. pour les arêtes et les écailles de poisson, il sera nécessaire procéder préalablement à un processus de minéralisation) et, par conséquent, la méthode appliquée

pour extraire le collagène doit prévoir ces étapes préparatoires supplémentaires. Le broyage pour réduire la taille du matériau à traiter est une étape essentielle dans tous les cas. La méthode la plus courante pour éliminer les protéines autres que le collagène est l'utilisation de l'hydroxyde de sodium (NaOH).

L'efficacité de l'élimination dépend du temps, de la température et de la concentration de la solution de NaOH. Sadowska et al. [12] ont également proposé l'utilisation de chlorure de sodium (NaCl), en plus du NaOH, pour éliminer les protéines autres que le collagène de la peau de morue. Cependant, la solution de NaCl s'est avérée moins efficace pour éliminer les albumines et les globulines que le NaOH. L'élimination des lipides et des pigments peut être obtenue respectivement par l'utilisation d'alcools (alcool butylique ou éthanol) et de peroxyde d'oxygène. Pour les os/arêtes, cartilages et écailles, l'utilisation de l'acide éthylènediaminetétraacétique (EDTA) est recommandée pour effectuer une déminéralisation préventive, en raison de son action chélatante sur les ions calcium, pour une meilleure extraction du collagène. Une hydrolyse acide avec HCl 1M peut également être utilisée à des fins de déminéralisation, avec des rapports d'environ 1 : 3 (p/v).



Figure 10. Schéma de processus [14].

## 2) Extraction

Il existe plusieurs possibilités:

- Extraction acide: Pour la phase d'extraction, une solution acide est largement utilisée pour la solubilisation du collagène, la fraction ainsi extraite est généralement appelée "Collagène Soluble dans l'acide" (ASC).

Skierka eSadowska [13] ont étudié l'effet de différents acides (y compris le chlorhydrique, le citrique, l'acétique et le lactique) sur le rendement d'extraction du collagène à partir de la peau de cabillaud. L'étude a montré que les rendements de l'acide acétique et lactique sont supérieurs à ceux des autres acides testés. Cependant, le processus d'extraction du collagène par "solution acide" a normalement de faibles rendements d'extraction. Pour surmonter cet inconvénient, un traitement enzymatique peut être utilisé.

- Extraction enzymatique: Elle est réalisée en utilisant des enzymes protéolytiques non spécifiques au collagène pour aider au processus de solubilisation. Les enzymes suivantes sont utilisées : trypsine, pancréatine, ficine, broméline, papaïne ou pepsine. La pepsine est le plus utilisé et le collagène extrait avec cette enzyme prend le nom de "Collagène soluble dans la pepsine" (PSC) ou atelo-collagène. Ce traitement est très utile, car il décompose le collagène en peptides spécifiquement dans la région telopeptidique du collagène, qui sont des extrémités non hélicoïdales et donc augmente la pureté du collagène ainsi obtenu. L'extraction est plus efficace et l'extrait a une plus grande solubilité (ce qui augmente le rendement extractif) et une plus faible antigénicité (caractéristique importante tant au niveau pharmaceutique qu'alimentaire). Pour toutes ces raisons, il est courant d'utiliser la procédure protéolytique après l'extraction de l'ASC (les deux méthodes sont faites en série), obtenant ainsi le PSC déjà mentionné (voir Schéma sous-jacent tiré du travail de Venkatesan et al., 2017 [13]).

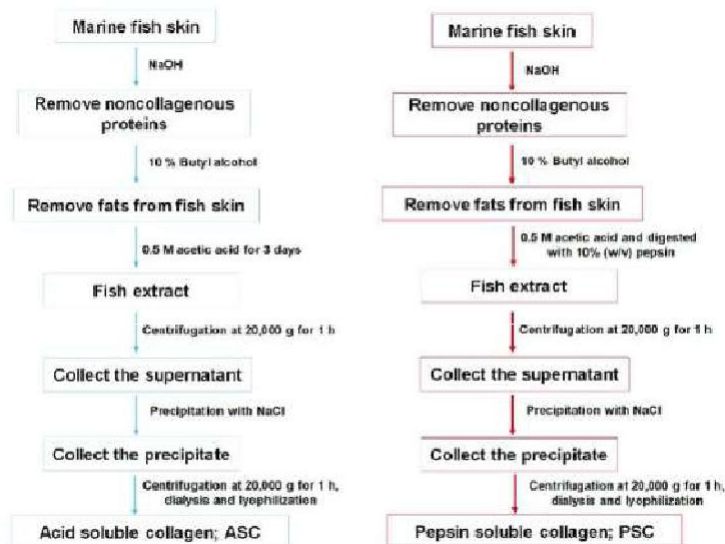


Figure 11. Procédés extractifs [13].

Il existe également d'autres méthodes pour extraire le collagène. Sur la base de la différence dans les procédés d'extraction, en plus des procédés précédents à partir desquels on obtient respectivement le collagène déjà

mentionné, le collagène solubilisé en acides (ASC) et le collagène solubilisé en pepsine (PSC), on peut également obtenir le collagène solubilisé en NaCl (SSC), et le collagène extrait par ultrasons (UAC).

Par exemple, le collagène de fruits de mer peut être extrait à l'aide d'une solution de NaCl et le collagène qui en résulte est appelé collagène solubilisé avec du sel (SSC). Cependant, la méthode de solubilisation du sel a rarement été utilisée pour l'extraction du collagène.

L'extraction assistée par ultrasons est une technologie émergente dans le domaine de l'extraction de produits alimentaires naturels. Elle exploite le phénomène de cavitation pour briser les membranes cellulaires et favoriser la fuite des contenus intracellulaires. Les ultrasons sont des ondes mécaniques qui nécessitent un moyen élastique pour se propager. La différence entre le son et les ultrasons est la fréquence de l'onde : les ondes sonores atteignent les fréquences perçues par l'oreille humaine (de 16 Hz à 16-20 kHz) alors que les ultrasons ont des fréquences plus élevées, mais en dessous des fréquences des micro-ondes (de 20 kHz à 10 Mhz). Lorsqu'une onde sonore passe par un milieu élastique, elle induit un déplacement longitudinal de particules qui se traduit par une succession de phases de compression et de raréfaction dans le milieu. Chaque milieu a une distance moléculaire critique : en dessous de cette valeur le liquide reste intact, mais au-dessus de cette distance il se casse et on peut générer des vides. Dans le cas des ultrasons, si le cycle de raréfaction est suffisamment fort, la distance entre les molécules voisines peut dépasser la distance moléculaire critique du liquide; les vides créés au milieu sont les bulles de cavitation qui répondent à l'effet ultrasonique. L'effondrement des bulles de cavitation à proximité de la surface solide génère des ondes de choc (microjets), à haute température et à haute pression, qui détruisent les parois cellulaires de la matrice, entraînant le passage de leur contenu dans le solvant d'extraction. En 2013 [15], Kim, Kim, Parke Lee ont exploité l'UAE pour extraire du collagène de sources marines. Les échantillons ont été prétraités par immersion dans de l'acide acétique pendant 12 heures. Par la suite, le collagène a été extrait à l'aide d'un processeur à ultrasons à sonde. Le rendement en collagène dépend des amplitudes et de la durée du traitement par ultrasons (à noter que les extractions UAE réduisent considérablement les temps d'extraction par rapport aux méthodes traditionnelles). Toujours dans le travail de Kim et al. [15] sont rapportés les rendements des extractions de collagène comparés aux processus traditionnels, il ressort de ce travail que l'UAE permet des rendements supérieurs aux processus traditionnels exposés précédemment. En outre, les auteurs n'ont pas mis en évidence de changements dans les principaux composants du collagène après le traitement par ultrasons. Par conséquent, la méthode assistée par ultrasons pourrait offrir des applications pratiques prometteuses dans la production industrielle de collagène marin.

Le rendement d'extraction et les propriétés du collagène sont directement influencées par la méthode d'extraction du collagène. Selon un ouvrage de Regenstein & Zhou de 2007 [16], toutes les procédures devraient être effectuées à basse température (~4 °C) pour éviter la dégradation du collagène. Les conditions utilisées par différents groupes de recherche pour l'extraction du collagène à l'aide de sels, d'acides, d'enzymes et d'ultrasons à partir de différentes sources et leurs rendements respectifs sont résumés dans le tableau ci-dessous, extrapolé des travaux de Pal et al. en 2016 [14].

**Tableau 11. Conditions d'extraction utilisées des différents groupes de recherche**

**Table 1**  
Extraction conditions and yield of seabod derived collagens at low temperature (4 °C).

Raw materials	Method	Time (h)	Yield (%)	References
Amur sturgeon cartilage	SSC	24 × 5	2.18	Liang et al. (2014a, 2014b)
	ASC	24 × 2	27.04	
	PSC	48	55.92	
Amur sturgeon Skin	SSC	24 × 6	4.55	Wang et al. (2014a, 2014b, 2014c)
	ASC	24 × 2	37.42	
	PSC	48	52.80	
Catla Skin	ASC	72	63.40	Pal et al. (2015)
	PSC	48	69.53	
Rohu Skin	ASC	72	46.13	
	PSC	48	64.94	
Seabass scales	ASC	48	0.38	Chuaychan et al. (2015)
	PSC	48	1.06	
Spotted golden goatfish scale	ASC	48	0.46	Matmaroh et al. (2011)
	PSC	48	1.20	
Carp skin	ASC	72	41.3	Duan et al. (2009)
Carp scales	ASC	96	1.35	
Carp bone	ASC	72	1.06	
Catla skin	ASC	24	5.8	*Mahboob (2015)
	PSC	48	7.2	
Catla scales	ASC	24	3.9	
	PSC	48	5.6	
Catla fins	ASC	24	6.7	
	PSC	48	8.8	
Mrigala skin	ASC	24	4.7	
	PSC	48	6.5	
Mrigala scales	ASC	24	3.2	
	PSC	48	5.1	
Mrigala fins	ASC	24	5.7	
	PSC	48	7.7	
Silvertip shark skeletal and head bone	PSC	96	-	Jeevithan et al. (2014)
Marine eel-fish skin	PSC	72	80	Veeruraj et al. (2013)
Sailfish skin	ASC	72	5.76	Tamilmozhi et al. (2013)
	PSC	72	2.11	
Grass Carp skin	ASC	72	25.5	Wang et al. (2014a, 2014b, 2014c)
	PSC	72	19.8	
Grass Carp scale	ASC	72	16.7	
	PSC	72	16.1	
Grass Carp bone	ASC	72	0.7	
	PSC	72	3.5	
Seabass skins	UAC	24	17.97	Kim et al. (2013)
Cattle tendon	UAC	48	2.4	Ran and Wang (2014)
	UPAC	45	2.7	
Yak bovine tendons	UAC	24	31.04	Yang, Guo, Yu, and Li (2013)

ASC = Acid soluble collagen; PSC = Pepsin soluble collagen; UAC = Ultrasound assist collagen extraction; UPAC = Ultrasound-pepsin assist collagen extraction.  
\* Wet weight basis.

Parmi les technologies extractives innovantes, appliquées et rapportées dans la littérature scientifique à ce jour, on trouve, outre l'UAE, celles qui exploitent les pressions élevées. Elles sont basées sur l'utilisation de solvants à

hautes températures et pressions (50-200  $\mu\text{m C}$  et 3,5-20 Mpa). Parfois, l'eau est utilisée comme solvant d'extraction; Cette méthode est donc aussi appelée extraction à l'eau subcritique, ou extraction à l'eau surchauffée, ou extraction à l'eau chaude pressurisée. C'est un processus rapide qui nécessite une faible quantité de solvant par rapport aux méthodes d'extraction traditionnelles. En 2005, Gomez-Guillen et al. [17] ont fait état d'une étude sur l'extraction de gélatine de la peau de poissons haute pression, qui constitue une alternative plus efficace que les procédures conventionnelles. Cette méthode a été en mesure de réduire considérablement la durée du processus et aussi de produire une gélatine de haute qualité. Cependant, ces procédés d'extraction conduisent facilement à l'extraction de gélatine et non de collagène, car les paramètres de procédé conduisent facilement à la transformation du collagène en gélatine.

Il est à noter que les rendements les plus élevés sont obtenus en utilisant les méthodes en série et/ou en combinaison (par exemple en utilisant les ultrasons et les enzymes ensemble). Beaucoup de ces combinaisons de méthodes n'ont pas encore été explorées et pourront faire l'objet de la conception future (par exemple, UAE combinées en série avec d'autres technologies innovantes telles que l'extraction assistée par haute pression HPE, l'extraction par micro-ondes MAE, l'extraction par fluides supercritiques SFE). Il sera important non seulement d'évaluer les rendements en collagène, mais aussi de déterminer les modifications induites par les différentes techniques d'extraction sur la qualité finale du produit obtenu. En particulier, le degré de pureté (élimination des agents pathogènes, présence éventuelle de résidus d'autres substances présentes dans la matrice initiale autres que le collagène, présence éventuelle de contaminants tels que des métaux lourds et des produits de glycosylation, degré de solubilisation du collagène obtenu, degré d'antigénicité, propriétés technologiques, etc.). Parmi ceux-ci, le degré d'antigénicité et, plus généralement, les risques éventuels d'immunotoxicité et d'allergies/anaphylaxie doivent être acceptables. En ce qui concerne les propriétés technologiques, il sera important d'évaluer la reproductibilité des lots de collagène marin extrait, des analyses seront donc nécessaires pour garantir l'identité / (sous-type) de collagène, le poids moléculaire, la présence de produits d'hydrolyse.

### **3) Récupération**

Pour la phase de récupération, le collagène doit être précipité, généralement obtenu par addition d'une solution saline tamponnée avec du Tris-HCl (pH 7,5). Le précipité qui en résulte est recueilli par centrifugation, re-dissous dans l'acide acétique 0,5 M, dialysé et lyophilisé.



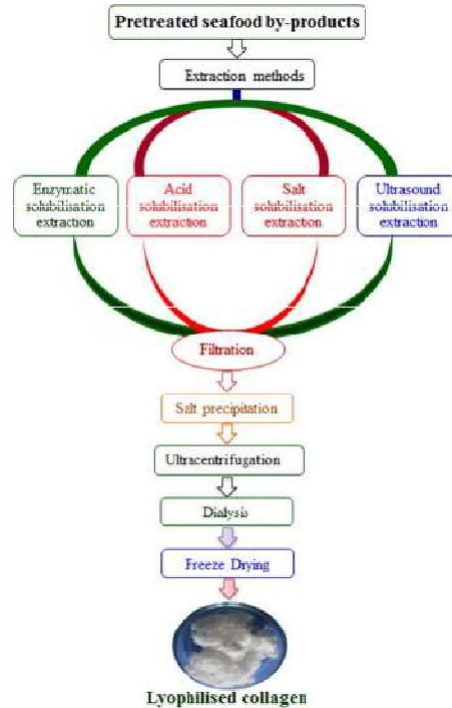


Figure 12. Processus de récupération du collagène [14].

### *Techniques Statistiques multivariées (chimométrie)*

Il existe aujourd'hui des techniques statistiques multivariées qui pourraient jouer un rôle déterminant (techniques chimiométriques) : du choix du plan expérimental correct (par des techniques de "dessin expérimental" ou DoE: design of experiments) au traitement final des données obtenues, à leur interprétation et à leur présentation (par des techniques exploratoires des données, de classification/modélisation et de régression). Ce n'est qu'en procédant selon cette logique rationnelle que les essais de laboratoire pourront fournir des indications claires sur la manière de procéder à l'échelle industrielle et permettre une indication économique a priori (viabilité économique).

Ces techniques pourraient être appliquées en détail :

- 1) dans la phase de définition du problème expérimental : le choix du procédé extractif (l'association en série ou en parallèle de plusieurs techniques extractives), le choix des facteurs influençant le/les processus/les extractions/les (par exemple. le temps, la température, le pH, etc.), dans quelle plage faire varier ces facteurs (le domaine expérimental), les grandeurs que l'on veut mesurer pour évaluer les expériences (réponse/expérience, par exemple : rendement extractif, type de collagène obtenu, caractéristiques de type pureté, caractéristiques technologiques, antigénicité... ), quels outils et méthodes peuvent être utilisés, quelles informations sont déjà disponibles, quelles sont les limites pratiques.. ). Pour ce faire, il sera nécessaire de choisir un plan expérimental et, à ce niveau, les techniques de conception expérimentale permettant de concevoir rationnellement des "essais" (essais) pour optimiser le processus d'extraction, en obtenant le maximum d'informations du système en question

et en effectuant le moins d'essais possible. Dans un plan expérimental, toutes les variables (mentionnées ci-dessus) qui décrivent le système sont modifiées en même temps, de manière systématique. De cette façon, il est possible non seulement d'étudier l'effet individuel de chaque variable, mais aussi les interactions entre elles.

En d'autres termes, une conception expérimentale apparaît comme une matrice (ou séquence) d'essais expérimentaux à effectuer pour étudier et optimiser un système.

En général, le résultat de chaque expérience dépend de plusieurs facteurs agissant simultanément. Pour optimiser les conditions expérimentales, il faut donc considérer l'action de toutes ces variables et leurs interactions pour obtenir le résultat le plus favorable. Il est donc commode de concevoir une série d'expériences en utilisant la technique des matrices expérimentales qui permet de développer un ou plusieurs dessins expérimentaux adaptés à cet effet. Ces essais sont conçus de manière à obtenir le plus d'informations possible du système en question, afin d'en étudier les surfaces de réponse et d'effectuer le moins d'essais possible. Les surfaces de réponse sont la représentation graphique de la réponse (ou de plusieurs réponses) d'un système, représentée en fonction du système lui-même.

Par exemple, pour un système réglé par une seule variable, la surface de réponse est une ligne (selon la valeur de la variable, le système aura sa propre "réponse").

Si vous avez deux facteurs, vous obtenez une surface tridimensionnelle, et ainsi de suite. Dans un plan expérimental, toutes les variables décrivant le système sont modifiées en même temps, de manière systématique. De cette façon, il est possible non seulement d'étudier l'effet individuel de chaque variable, mais aussi les interactions entre elles.

Cette approche expérimentale diffère de l'approche classique (OVAT : one variable at the time), qui prévoit de varier une variable à la fois, en maintenant les autres fermes. La méthode classique, en plus d'être énormément chronophage par rapport au DoE, ne conduira jamais à une connaissance complète du système, car les informations concernant les interactions entre les variables expérimentales seront totalement perdues.

2) Après la réalisation des expériences conçues avec le DoE et réalisées en laboratoire (essais de laboratoire), la collecte des résultats et une analyse préliminaire des données seront effectuées. A ce niveau se situent les techniques chimio-métriques exploratoires (ex. PCA, clustering, classification, modélisation de classe, régression multivariée). Ces techniques visent à visualiser les informations obtenues par la série de données; mettre en évidence les anomalies et les erreurs; isoler des groupes d'objets (essais expérimentaux) et des variables similaires; établir une corrélation entre les différences entre les expériences ou entre les groupes d'expériences et certaines variables; sélectionner les variables les plus intéressantes.

## Conclusions

Des résultats satisfaisants ont été obtenus en ce qui concerne tant les déchets organiques issus de l'aquaculture et de la pêche que ceux issus de la conchyliculture, comme l'indique la phase préliminaire de caractérisation (surtout si la conservation des déchets se fait correctement), ce qui montre que, du point de vue microbiologique, il n'y a pas d'obstacle à la réutilisation des déchets ainsi caractérisés dans des domaines différents, par exemple, comme les aliments pour animaux et comme engrais.

Parmi les utilisations des déchets de biomasse de poisson, ces sous-produits "de poissons" représentent une source potentielle importante de composés bioactifs, avec d'importantes propriétés fonctionnelles qui pourraient être isolées et concentrées, en leur conférant une valeur ajoutée sur les marchés haut de gamme, tels que les nutraceutiques et les cosmétiques. Dans ce contexte, un potentiel de réutilisation pour l'obtention de molécules biologiquement actives, telles que le collagène, a été proposé et analysé, pour lequel il existe une forte demande sur le marché, notamment d'origine marine.

Pour obtenir des composés naturels à partir de ces sources marines avec toutes les exigences utiles aux demandes du marché telles que : bonnes propriétés organoleptiques, nutritionnelles, fonctionnelles/salutaires et si possible éco-compatibles, la sélection de méthodes d'extraction appropriées est une étape fondamentale.

L'étude de la législation en vigueur et de l'état de la technique concernant les méthodes d'extraction applicables a mis en évidence les facteurs déterminants suivants, à prendre en considération dans l'analyse de faisabilité de la filière de réutilisation à laquelle on souhaite s'adresser :

- Le Règlement Communautaire **1380 de 2013** sur la réforme de la Politique Commune de la Pêche, à l'Article 15, prévoit **l'obligation pour les pêcheurs de débarquer les «déchets»** des espèces soumises à taille minimale (Reg. UE 1967/2006).
- **Ces «déchets» ne pourront pas être destinés à la consommation humaine directe**, mais pourront être destinés à la production d'aliments pour animaux ou de produits similaires, ou devront être éliminés comme déchets, à **condition que ces utilisations ne créent pas une économie importante** pour les pêcheurs.
- Selon les déclarations des opérateurs, le respect du nouveau règlement entraînera une charge de travail sûre à bord estimée à une augmentation moyenne de la charge de travail d'au moins 2 heures par jour pour effectuer les opérations supplémentaires de tri et de stockage des déchets destinés à être débarqués.
- Il est donc fondamental d'être en mesure **de valoriser le DECHETS pour compenser les coûts** dus à la gestion du Règlement et surtout il résulte fondamental **aménager sur le territoire un système** qui garantisse avec continuité **le retrait et le stockage** des déchets en faisant en que cela ne se transforme pas en **REFUS**.
- L'analyse de l'état de l'art a porté principalement sur des technologies d'extraction innovantes "vertes" qui constituent une alternative plus efficace en termes de meilleure préservation du produit de départ, meilleure qualité finale des extraits, plus grande efficacité d'extraction, minimisation des pertes de propriétés

fonctionnelles des composés bioactifs extraits, propriétés technologiques et hygiéniques-sanitaires plus élevées des produits obtenus.

- Parmi les différents composés bioactifs extractibles, le collagène a été choisi comme objectif principal du projet, pour lequel il existe une forte demande.
- Il y a une forte demande dans l'industrie alimentaire pour le collagène et la gélatine également en raison de leurs propriétés fonctionnelles, telles que la capacité à absorber l'eau, la capacité à former des gels et à stabiliser les émulsions et la provenance marine est plus appréciée pour diverses raisons.
- Il existe une méthodologie générale pour isoler le collagène des sous-produits de poissons et d'autres sources marines, qui prévoit trois étapes importantes : préparation, extraction et récupération.

Ces importantes déductions seront fondamentales pour procéder à l'étude expérimentale qui comparera différentes méthodologies d'extraction du collagène, à partir du même matériel organique de départ, et en évaluera également les impacts en termes environnementaux et énergétiques, afin de vérifier à la fois la faisabilité technique et la viabilité environnementale de l'ensemble du processus intégré identifié.

## Bibliographie

- [1] FAO. (2018). Food and Agriculture Organization of the United Nations. The state of world fisheries and aquaculture. Meeting the sustainable development goals. <http://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf>. Accessed 29 My 2019.
- [2] Bruno, S. F.; Ekorong, F. J. A. A.; Karkal, S. S.; Cathrine, M. S. B.; Kudre, T. G. Green and Innovative Techniques for Recovery of Valuable Compounds from Seafood By-Products and Discards: A Review. *Trends in Food Science & Technology* 2019, 85, 10–22. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.12.004>.
- [3] Arason, S. et al. (2009). Maximum Resource Utilisation – Value Added Fish By-products. Nordic Innovation Centre, Oslo, Norway <http://www.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A707165&dswid=868>
- [4] Al Khawli, F.; Pateiro, M.; Domínguez, R.; Lorenzo, J. M.; Gullón, P.; Kousoulaki, K.; Ferrer, E.; Berrada, H.; Barba, F. J. Innovative Green Technologies of Intensification for Valorization of Seafood and Their By-Products. *Marine Drugs* 2019, 17 (12), 689. <https://doi.org/10.3390/md17120689>
- [5] Brooks MS, R. V. Fish Processing Wastes as a Potential Source of Proteins, Amino Acids and Oils: A Critical Review. *Microb Biochem Technol* 2013, 05 (04). <https://doi.org/10.4172/1948-5948.1000110>
- [6] Kim, S.-K.; Mendis, E. Bioactive compounds from marine processing byproducts—A review. *Food Res. Int.* 2006, 39, 383–393
- [7] Aspevik, T.; Oterhals, Å.; Rønning, S.B.; Altintzoglou, T.; Wubshet, S.G.; Gildberg, A.; Afseth, N.K.; Whitaker, R.D.; Diana Lindberg, D. Valorization of proteins from co- and by-products from the fish and meat industry. In *Chemistry and Chemical Technologies in Waste Valorization*; Springer: Cham, Switzerland, 2017; pp. 123–150
- [8] F. Chemat, G. Cravotto (Eds.), *Microwave-assisted extraction for bioactive compounds*, Springer US, Boston, MA (2013).
- [9] N. Rombaut, A.-S. Tixier, A. Bily, F. Chemat. Green extraction processes of natural products as tools for biorefinery. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 8 (4) (2014), pp. 530–544
- [10] Iñarra, B.; Bald, C.; Cebrián, M.; Antelo, L. T.; Franco-Uría, A.; Vázquez, J. A.; Pérez-Martín, R. I.; Zufía, J. What to Do with Unwanted Catches: Valorisation Options and Selection Strategies. In *The European Landing Obligation*; Uhlmann, S.S., Ulrich, C., Kennelly, S. J., Eds.; Springer International Publishing: Cham, 2019; pp. 333–359. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8_17)
- [11] Silva, T.; Moreira-Silva, J.; Marques, A.; Domingues, A.; Bayon, Y.; Reis, R. Marine Origin Collagens and Its Potential Applications. *Marine Drugs* 2014, 12 (12), 5881–5901. <https://doi.org/10.3390/md12125881>.
- [12] Sadowska, M.; Kolodziejska, I.; Niecikowska, C. Isolation of collagen from the skins of Baltic cod (*Gadus morhua*). *Food Chem.* 2003, 81, 257–262 [13] Venkatesan, J.; Anil, S.; Kim, S.-K.; Shim, M. Marine Fish Proteins

and Peptides for Cosmeceuticals: A Review. *Marine Drugs* 2017, 15 (5), 143. <https://doi.org/10.3390/md15050143>.

[14] Pal, G. K.; Suresh, P. V. Sustainable Valorisation of Seafood By-Products: Recovery of Collagen and Development of Collagen-Based Novel Functional Food Ingredients. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2016, 37, 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.03.015>.

[15] Kim, H. K., Kim, Y. H., Kim, Y. J., Park, H. J., & Lee, N. H. (2012). Effects of ultrasonic treatment on collagen extraction from skins of the sea bass *Lateolabrax japonicus*. *Fisheries Science*, 78(2), 485–490

[16] Regenstein, J. M., & Zhou, P. (2007). Collagen and gelatin from marine byproducts. In F. Shahidi (Ed.), *Maximising the value of marine by-products* (pp. 279–303). Woodhead Publishing Limited: Cambridge England: CRC Press.

[17] Gómez-Guillén, M. C.; Giménez, B.; Montero, P. Extraction of Gelatin from Fish Skins by High Pressure Treatment. *Food Hydrocolloids* 2005, 19 (5), 923–928. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.12.011>.