

# Rapport des études sur la fin de vie des filets de pêche biodégradables **TEFIBIO**

Projet porté par le Parc naturel marin  
des estuaires picards et de la mer d'Opale  
en partenariat avec l'organisation de producteur FROM Nord,  
financé par le FEAMP et France Filière Pêche  
2020 – 2023



# SOMMAIRE

**I Contexte**

**II Etude de la filière de recyclage**

**III Tests de compostage et mise à jour de l'étude de la filière de recyclage**

**IV Certification NF EN 14995**

**V Analyses complémentaires sur le vieillissement en milieu marin et la résistance**

## I. Contexte

En 2017, le parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale a conduit un diagnostic complet de la gestion des déchets portuaires qui a notamment conduit à préconiser l'emploi de filets compostables et biodégradables afin de réduire l'impact environnemental des fileyeurs du parc.

En 2019, Le PNM EPMO a ainsi initié une démarche de définition et de prototypage d'un filet de pêche compostable et biodégradable, avec deux finalités :

- Utiliser et promouvoir des engins de pêche moins impactant pour le milieu en cas de perte (problématique double : engins de pêche "fantôme" et pollution plastique sur le long terme) ;
- Améliorer la gestion des déchets issus de la pêche sur le PNM EPMO en permettant une fin de vie par compostage ou méthanisation des engins de pêche.

Un premier prototype de 1000 m de filet à Sole de type trémail équipé de nappes compostables et biodégradables en mer a été réalisé en 2019 et 2020.

Financé par l'UE, au travers de la mesure 39 du FEAMP et co-financé par France Filière Pêche, en partenariat avec le FROM Nord, le projet TEFIBIO s'est poursuivi en 2021, 2022, 2023 avec pour objectifs :

- Optimiser le filet trémail monofilament déjà testé à Boulogne sur mer en 2020 ;
- Concevoir de nouveaux types d'engins de pêche (trémail multi-monofilament) biodégradables en milieu marin et recyclable à terre par compostage industriel ;
- Réaliser les tests en mer à Boulogne/Mer mais également dans 2 autres ports de pêche : Le Tréport et Fécamp ;
- Faire émerger une filière de valorisation de la matière ;
- Réaliser une étude de marché des filets trémail en France.

### Objectifs de la prestation

Dans ce contexte, une étude de la filière de fin de vie et des tests de compostage du filet trémail biodégradable usagé de Boulogne-sur-Mer de 2020 ont été réalisés. Les objectifs de cette prestation étaient de :

- Identifier une filière de recyclage des filets biosourcés, biodégradables et recyclables et l'évaluer en termes économique (Take a Waste, mai 2021) ;
- Tester la compostabilité du filet trémail en conditions réelles d'unité de compostage industriel avec une analyse de la qualité du compost obtenu selon la norme française NF U44-051 (Take a Waste, janvier 2023) et mettre à jour l'étude initiale de 2021 sur la filière de recyclage (Take a Waste, Les Alchimistes Hauts de France, Nautique Conseil, le Parc naturel marin, juin 2023) ;
- Certifier le filet de pêche biodégradable usagé selon la norme européenne NF EN 14995 (Seabird, juin 2023).

En complément, le vieillissement des monofilaments et filets a été analysé par microscopique et des mesures de résistance sur les monofilaments et filets ont été réalisées (Seabird, juin 2023).

Le présent rapport regroupe l'ensemble des livrables répondant aux objectifs fixés.

# II Etude de la filière de recyclage





Take a waste



# Etude du recyclage des filets de pêche biodégradables

Rapport final

Mai 2021





## Table des matières

1	Introduction.....	2
1.1	<b>Contexte et objectifs du projet TEFIBIO.....</b>	2
1.2	<b>Périmètre de l'étude .....</b>	2
1.3	<b>Méthodologie et planning de réalisation .....</b>	2
2	Etude technique .....	4
2.1	<b>Enjeux et définitions.....</b>	4
2.2	<b>Evaluation du gisement de filets biodégradables en fin de vie .....</b>	8
2.3	<b>Dimensionnement de la filière (par étape de fin de vie) .....</b>	12
2.4	<b>Schéma final de fonctionnement .....</b>	20
3	Etude économique .....	21
3.1	<b>Estimations et hypothèses prises.....</b>	21
3.2	<b>Résultats.....</b>	23
3.3	<b>Comparaison des deux types de filets et prise en charge des coûts.....</b>	28
4	Schéma directeur .....	31
4.1	<b>Les prochaines étapes.....</b>	31
4.2	<b>Déploiement de la filière à l'échelle du Parc .....</b>	35
5	Conclusion .....	39
	Annexes .....	41
	<b>Annexe 1 – Acteurs identifiés : Boulogne-sur-Mer.....</b>	41
	<b>Annexe 2 – Acteurs identifiés : Le Tréport.....</b>	45
	<b>Annexe 3 – Acteurs interrogés : contacts .....</b>	48
	<b>Annexe 4 – Etude économique .....</b>	49

## 1 Introduction

### 1.1 Contexte et objectifs du projet TEFIBIO

Le Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale (PNM EPMO) a amorcé depuis plusieurs années un travail visant à mieux gérer les déchets d'exploitation de la pêche professionnelle, celle-ci représentant « la première activité productrice de déchets sur les ports du PNM avec 46 % des tonnages »<sup>1</sup>. Les déchets issus de la pêche, constitués en grande partie des filets, sont en majorité traités dans des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND), c'est-à-dire enfouis.

L'enjeu du projet TEFIBIO est donc de **contribuer à une meilleure gestion des déchets à l'échelle du PNM EPMO en concevant des filets de pêches biosourcés et biodégradables**. Ceux-ci étant actuellement en phase de test, la présente étude propose **des solutions de valorisation matière des filets biodégradables**. Ainsi son objectif est de faire émerger une filière locale de recyclage des filets de pêche biodégradables.

### 1.2 Périmètre de l'étude

Le Parc Natural Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale est composé de 8 ports. Cependant, le diagnostic de 2017 conclut qu'« en termes de tonnage, les enjeux de la gestion des déchets se situent sur les ports de Boulogne-sur-Mer et du Tréport, puisque ces deux ports concentrent 96 % des déchets collectés sur les 8 ports du PNM ».

De plus, les entretiens réalisés par Nautique Conseil en janvier 2021 confirment que ce sont les deux uniques ports où se pratique la pêche au filet. **Notre étude a donc porté sur ces deux ports du PNM et leur production de filets.**

Un élargissement du périmètre de la présente étude a été décidé pour inclure les éventuels filets biodégradables qui seront testés à Fécamp sur l'hiver 2021/2022. **Dans notre étude, le gisement de filets produits à Fécamp a donc également été pris en compte.** En effet, le fonctionnement de la filière de recyclage peut être transposé quel que soit le territoire car il fait appel à des acteurs présents dans toute la France.

Suivant les ports en techniques de pêche, des filets monofilament, multi-monofilament et multifilament peuvent être utilisés. Seuls les deux premiers sont actuellement réalisables en matériaux biodégradables, et sont donc inclus dans cette étude.

### 1.3 Méthodologie et planning de réalisation

Trois grandes étapes sont nécessaires au recyclage des filets : leur stockage et collecte, le pré-traitement et le traitement :

- **Le stockage et la collecte** comprend l'entreposage des filets de pêche, leur transport de la zone portuaire jusqu'au lieu de pré-traitement, et du lieu de pré-traitement jusqu'au lieu de traitement ;
- **Le pré-traitement** est la préparation des filets en amont de leur recyclage : mise à l'écart des éléments non-biodégradables, découpage des filets en morceaux acceptables par les installations de traitement ;
- **Le traitement** correspond à l'étape de valorisation (organique ou matière) des filets de pêche.

Les trois étapes ont été étudiées en parallèle, afin de prendre en compte les contraintes inhérentes à chacune d'entre elles dans le processus global de recyclage : la filière ainsi construite permet la prise en charge par différents acteurs des filets depuis leur dépôt dans le port jusqu'à leur traitement final.

---

<sup>1</sup> Données issues du diagnostic territorial approfondi sur la gestion portuaire des déchets rédigé en 2017 par Nautique Conseil.



### 1.3.1 Identification des acteurs

Dans un premier temps, l'identification et la caractérisation des acteurs locaux ont été réalisées à l'aide de différentes bases de données, récapitulées dans le tableau ci-dessous.

*Tableau 1 : Identification des acteurs de la fin de vie*

Etape	Source d'identification des acteurs	Exemple d'acteurs
Collecte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Annuaire FEDEREC</li> <li>• Base de données Take a waste</li> </ul>	Suez, Opale Environnement, etc.
Pré-traitement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chambre Régionale de l'Economie Sociale et Solidaire (CRESS)</li> <li>• Annuaire des actions sociales</li> </ul>	ESAT et ateliers d'insertion locaux
Traitement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portail SINOE de l'ADEME</li> <li>• Base de données Take a waste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syndicats de traitement</li> <li>• Plateformes de compostage</li> <li>• Unités de méthanisation</li> </ul>

Certains de ces acteurs furent ensuite sélectionnés en vue d'un entretien suivant deux critères :

- Proximité de l'acteur au port de production des filets : l'objectif est en effet de construire une filière locale de recyclage. Plus les acteurs sont proches des ports, et meilleur sera l'impact environnemental ;
- Pertinence de la structure en vue du projet : suivant les capacités d'accueil des structures, ou la typologie d'intrants, certains acteurs n'ont pas été retenus (voir la liste en annexe).

### 1.3.2 Entretiens et visites

À la suite de cette première identification, des entretiens téléphoniques et visites sur site ont été réalisés en décembre 2020 et janvier 2021 avec une douzaine d'acteurs du territoire (voir en annexe la liste des acteurs interrogés). L'objectif était d'identifier les points de blocage à la faisabilité du projet et les aspects techniques à approfondir à l'aide d'un tronçon du filet prototype utilisé durant l'été 2020 par Jérémy Devogel. Des premières estimations de coûts furent également faites.

### 1.3.3 Recherches bibliographiques

En parallèle des échanges avec les acteurs du territoire, une recherche bibliographique plus large fut réalisée. Celle-ci s'est révélée infructueuse, la fin de vie des filets biodégradables étant un sujet d'étude rare. Leur fin de vie en valorisation organique n'est d'ailleurs pour le moment jamais étudiée, ni par la recherche académique ni par des projets similaires au projet TEFIBIO.



## 2 Etude technique

### 2.1 Enjeux et définitions

#### 2.1.1 Le filet en cours de conception

Le filet en cours de conception est composé de cinq grands éléments : la **trasse plombée**, non biodégradable, est liée aux **énards bas** à intervalle régulier. Symétriquement, la **trasse flottante**, non biodégradable, est située en haut du filet et liée aux **énards hauts**. Elle est également composée de flotteurs disposés tous les 44 cm qui sont non-biodégradables, ainsi que l'ensemble des **énards**. La partie centrale du filet, composée de la flue intérieure et de deux aumées extérieures, est accrochée aux énarcs bas et hauts via 6 mailles. Ce sont ces trois nappes adjacentes, d'une hauteur d'environ 2 mètres lorsque les mailles sont étirées, qui sont biodégradables<sup>2</sup>.

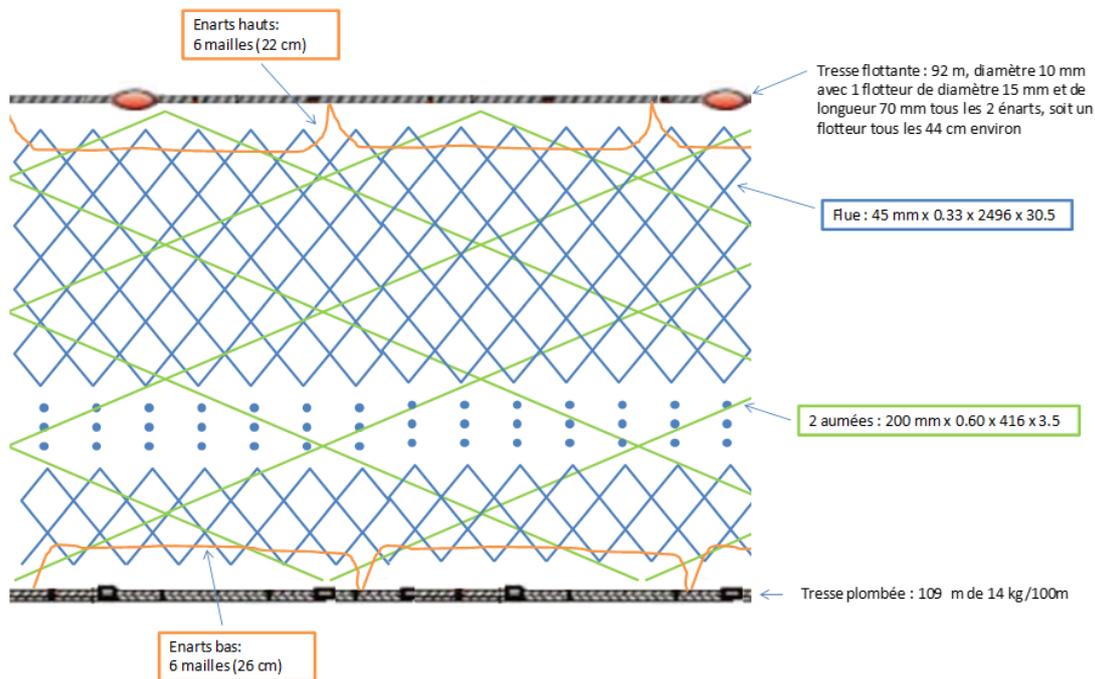


Figure 1 : Disposition des filets de pêche biodégradables<sup>3</sup>

Dans la suite de ce rapport, on distinguera la partie biodégradable (flue et aumées) de la partie non biodégradable (flotteurs, trasse flottante, trasse plombée, énarcs hauts et bas).

#### 2.1.2 Fin de vie : définitions

D'un point de vue environnemental, le recyclage est le « meilleur » mode de traitement des déchets, après la réduction à la source quand elle est possible. Le recyclage<sup>4</sup> peut désigner à la fois :

- **La valorisation matière** consiste en la récupération des différents constituants du déchet pour les réintroduire, après transformation, dans la chaîne de production, en lieu et place d'une autre matière ou substance. La valorisation matière est en générale plus pertinente pour les

<sup>2</sup> Suivant le type de filets (mono-filament ou multi-monofilament), la hauteur du filet est différente.

<sup>3</sup> Source : Nautique Conseil, *Définition et prototypage d'un filet de pêche biodégradable et recyclable*

<sup>4</sup> Source des définitions : <https://www.optigede.ademe.fr/valorisation-dechets-organiques>



déchets inorganiques, comme le plastique qui peut être réintroduit dans le processus de production et permettre de faire des produits à base de plastique recyclé ;

- **La valorisation organique** est un type de traitement des déchets organiques permettant la production d'énergie et/ou la transformation en matières amendantes pour le sol. La valorisation organique est en générale plus pertinente pour les déchets organiques, qui sont notamment caractérisés par leur biodégradabilité, c'est-à-dire leur capacité à être dégradés biologiquement sous l'action d'organismes. La cinétique de cette digestion est l'élément qui détermine la possibilité d'intégrer ou non le déchet dans l'unité de traitement. A noter qu'il existe deux types de traitement :
  - **Le compostage** est une digestion aérobie, c'est-à-dire en présence d'oxygène, et produit du compost ;
  - **La méthanisation** repose sur une digestion anaérobie (en absence d'oxygène), et produit du biogaz ainsi que du digestat (matière semi-solide riche en nutriment pour les sols).

### 2.1.3 Valorisation matière de la partie biodégradable des filets

La valorisation matière de la partie biodégradable des filets présente deux points bloquants :

- Le caractère biodégradable du filet le rend naturellement sujet à une dégradation au cours du temps. Après une saison de pêche en contact avec l'eau de mer notamment, le filet est déjà en cours de décomposition : l'intégrer dans une filière de production de bioplastique recyclé est donc compliqué et nécessiterait un tri manuel extrêmement poussé des zones pouvant être recyclées afin de ne pas perturber le cycle de production de nouveaux produits ;
- La filière de recyclage du bioplastique est actuellement à l'état de balbutiement en France et dans le monde : outre une technologie peu mature, les coûts de préparation et traitement de la matière à recycler en amont de sa réintroduction dans le cycle de production sont aujourd'hui trop importants pour les considérer à grande échelle.

**En l'état actuel des techniques, il n'est donc pas intéressant de se diriger vers une valorisation matière de la partie biodégradable des filets en fin de vie.**

**A noter :** Actuellement, l'association *Recycl'Anda* cherchant à recycler les engins de pêche en fin de vie à Boulogne-sur-Mer est en cours de création. Ils prévoient de s'équiper d'ici la fin de l'année 2021 de machines pouvant transformer les nappes centrales des filets traditionnels en billes de plastiques afin de fabriquer de nouveaux produits. Un test pourra alors être réalisé avec les filets biodégradables de façon isolée pour voir comment réagissent les machines et si le matériau récupéré peut être utilisé dans la fabrication de nouveaux filets.

De même, le projet *Recypech* de la Société d'Exploitation des Ports de Détroit (SEPD) a pour objectif de recycler les engins de pêche usagés sur le port de Boulogne-sur-Mer. Une mise en commun des étapes de stockage, transport et pré-traitement pourraient être faites, ainsi qu'une coordination des acteurs en jeux.

L'entreprise *Fil&Lab*, implantée à Plougonvelin (29), collecte et trie les filets de pêche en fin de saison afin d'en faire des granulés de polyamide et produire de nouveaux produits. Cette entreprise n'a pas été contactée pour cette étude, mais des retours d'expériences, notamment en terme de préparation des filets pourront être envisagées : leur processus industriel contient en effet une étape de réduction des filets en fibres de quelques centimètres.



#### 2.1.4 Valorisation organique de la partie biodégradable des filets

La valorisation organique du filet présuppose son caractère biodégradable dans les milieux spécifiques du compostage et/ou de la méthanisation. Contrairement à la valorisation matière des filets, la valorisation organique permet de traiter l'ensemble des parties biodégradables, quelle que soit l'avancée de leur décomposition à la fin de la saison de pêche.

##### 2.1.4.1 Norme EN 14995

La norme EN 14995 spécifie des exigences et méthodes de biodégradabilité et de désintégration en traitement biologique, et cadre les effets sur le processus de traitement biologique et la qualité du compost obtenu. Lors de la normalisation, les quatre points suivants sont vérifiés :

- **Caractérisation** : les constituants sont identifiés, avec recherche des substances dangereuses (notamment les métaux lourds) ;
- **Biodégradabilité** : la matière plastique doit être biodégradable de façon inhérente et ultime, ce qui est démontré par des essais en laboratoire qui simulent « de la manière la plus exacte possible, les conditions réelles d'une installation de compostage aérobie de haut niveau ». Ces essais, d'une durée maximale de 6 mois, doivent montrer que le pourcentage de biodégradation de la matière plastique est au moins égal à 90 % ;
- **Désintégration** : la matière plastique doit se désintégrer lors du processus biologique de traitement, conformément à certains critères et niveaux d'acceptation, et ce sans provoquer d'effets secondaires visibles. Au bout d'un processus de compostage de 12 semaine au plus, le maximum de la masse sèche initiale de la matière plastique faisant l'objet d'un refus pour un vide de maille inférieure à 2 mm ne doit pas excéder 10 % ;
- **Qualité du compost** : la matière plastique ne doit avoir aucun impact négatif sur la qualité du compost obtenu lorsqu'elle est soumise à un processus biologique. Aucune norme d'essai n'a été définie, le compost doit simplement répondre aux exigences nationales de la norme sur le compost NFU 44-051<sup>5</sup>. Pour y prétendre, il faut que le produit réponde à différents seuils minimums :
  - Seuils agronomiques : azote totale, azote ammoniacale, phosphore, magnésium et potassium ;
  - Seuil en matière organique dépendant du type d'intrants ;
  - Seuils d'innocuité : éléments traces métalliques, composés traces organiques, microbiologie ;
  - Seuils d'inertes et d'impuretés : films et polystyrène expansé (PSE), autres plastiques, verres et métaux.

Des laboratoires d'analyse environnementale peuvent mesurer la qualité du compost et observer que tel ou tel compost respecte les seuils prévus par la norme NFU 44-051. Ces analyses externes seront nécessaires avant le déploiement d'une filière sur le territoire du Parc naturel marin.

##### 2.1.4.2 Biodégradabilité des fils (composants initiaux) et du filet (produit final)

Actuellement, seul le mélange de biopolyesters (Sea214) utilisé pour réaliser les fils composants la nappe centrale est labellisé *compostable en unité de compostage industriel*, suivant la norme EN 14995. Sa composition est brevetée et inconnue.

---

<sup>5</sup> [https://nord-pas-de-calais.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Hauts-de-France/028\\_Inst-Nord-Pas-de-Calais/Telechargements/Recyclage/fiche2-seuils-reglementaires-fixes-par-les-normes.pdf](https://nord-pas-de-calais.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Hauts-de-France/028_Inst-Nord-Pas-de-Calais/Telechargements/Recyclage/fiche2-seuils-reglementaires-fixes-par-les-normes.pdf)



**Le filet de pêche final ne répond pour le moment à aucune exigence normative en termes de biodégradabilité.** Ainsi que le représente la Figure 2, sa biodégradabilité peut être gênée par :

- **Sa géométrie** : Suivant la façon dont les fils sont assemblés et tressés, le filet peut ne plus répondre aux exigences de la norme EN 14995, et notamment aux cinétiques de dégradation ;
- **Sa production** : Des éléments extérieurs peuvent être ajoutés dans le filet lors de la transformation des granulés initiaux en fils puis leur tressage, en particulier lorsque les unités en charge de cette production traitent d'autres types de produits ;
- **Son lieu d'usage** : La norme indique que « les substances ou produits [en contact avec la matière plastique] peuvent demeurer en totalité ou en partie dans la matière plastique elle-même compostable après utilisation normale : il est recommandé que les substances ou produits soient eux-mêmes compostables et ni toxiques ni dangereux ». Or :
  - Les métaux lourds présents dans l'eau de mer peuvent imprégner le filet, ou même de la chlorure (qui peut imprégner certains éléments marins comme le bois flotté) ;
  - Des coquillages, dont la cinétique de dégradation est très longue, peuvent rester sur le filet, malgré le nettoyage effectué par les pêcheurs en fin de saison de pêche.

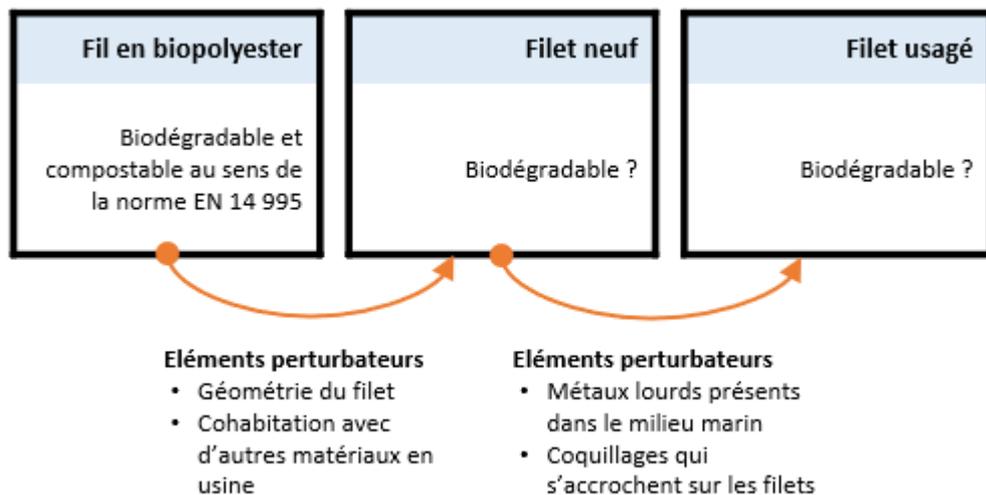


Figure 2 : Eléments potentiellement perturbateurs de la biodégradabilité du filet

Il est donc nécessaire de s'assurer que le produit final, c'est-à-dire les trois nappes du filet, est bien biodégradable en compostage industriel, et lui faire passer les tests nécessaires à sa normalisation. **On notera que les échanges avec les différentes unités de traitement ont été réalisés sous l'hypothèse que les nappes répondent aux exigences de la norme EN 14995.**

## 2.2 Evaluation du gisement de filets biodégradables en fin de vie

Dans les tableaux qui suivent, le code couleur utilisé est la suivant :

- En vert les données d'entrée : ce dont on est sûr ;
- En bleu les hypothèses : ce dont on n'est pas sûr ;
- En orange les calculs : résultats des additions et multiplications.

### 2.2.1 Données d'entrée

Les tableaux ci-dessous présentent les différentes données d'entrée utilisées :

*Tableau 2 : Evaluation du gisement de filets de pêche biodégradables en fin de vie - Données d'entrée*

Pratiques de pêche	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	Masse linéique d'un filet En kg / 100 m	Disponibilité du filet biodégradable
	Eté	Hiver	Eté uniquement	Eté / Hiver		
Entrée par type de filet						
Filet monofilament	X	-	-	-	17	Oui
Filet multi-monofilament	-	-	X	X	10	Oui
Filet multifilament	-	X	-	-	20	Non

Pratiques de pêche	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Eté	Hiver	Eté uniquement	Eté / Hiver	
Entrée par nombre de bateaux					
Nombre de bateaux	5		3	4	12
Kilomètres de filet par bateau	12		10	12	-
Nombre de filets utilisés par période	1	0,5	1	4	-
Gisement de filets par période (en km)	60	30	30	192	312
Gisement de filets par période (en tonnes)	10	6	3	19	38

#### Justification des données d'entrée (pratiques de pêche) :

- **Type de filet par port** : données issues des entretiens réalisés par Nautique Conseil en janvier 2021. Au Tréport, à l'été 2021 un test de filet biodégradable sera effectué avec un filet monofilament ; cependant cette pratique n'est pas représentative de la pêche au Tréport et n'apparaît donc pas dans les hypothèses qui ont été faites (qui déterminent le gisement à horizon 2025) ;
- **Masse linéique des filets** : les chiffres indiqués correspondent uniquement aux nappes centrales des filets, hors tresses plombées. Pour le filet monofilament, la donnée est issue de l'observation : un tronçon du filet utilisé par J. Devogel a permis d'estimer les densités et masses linéiques des

éléments biodégradables et non biodégradables du filet (voir encadré ci-dessous). Le filet multi-monofilament, deux fois moins haut, a été estimé quasiment deux fois moins lourd (10 kg / 100 au lieu de 17 kg / 100 m) ; à l'inverse, le filet multifilament a été estimé un peu plus lourd car de tissage plus complexe (20 kg / 100 au lieu de 17 kg / 100 m)<sup>6</sup> ;

- **Nombre de bateaux fileyeurs, longueur de filet par bateau et nombre de filets utilisés** : donnée issue des entretiens réalisés par Nautique Conseil en janvier 2021. Le nombre de bateaux est supposé stable sur les cinq prochaines années, même si la présence ou l'absence de certaines espèces de poissons pourraient faire fluctuer le nombre de fileyeurs.

Densités et masses linéiques :

Densité biodégradable	0,2 kg / L
Densité non biodégradable	0,4 kg / L
Masse linéique biodégradable	17 kg pour 100 mètres de filets
Masse linéique non biodégradable	17 kg pour 100 mètres de filets <sup>7</sup>

**1 mètre de filet pèse ainsi 350 g pour un volume de 1,3 L.**



*Figure 3 : Tronçon de filet biodégradable déroulé*

<sup>6</sup> Malgré nos demandes, la société Alprech ne nous a pas fourni les poids précis des différents filets. A noter également que le poids du multifilament n'a pas d'importance pour la suite du calcul, dans la mesure où il n'est pas possible de fabriquer du filet multifilament biodégradable.

<sup>7</sup> Dont 14 kg de tresses plombées pour 100 m de filet

### 2.2.2 Hypothèses

Le tableau ci-dessous présente les hypothèses de pénétration du filet biodégradable entre 2020 et 2025. On identifie ici le mois où les filets sont déposés au port en fin de saison : Octobre pour les filets estivaux, Mars pour les filets hivernaux.

*Tableau 3 : Evaluation du gisement de filets de pêche biodégradables en fin de vie – Hypothèses*

Nombre de bateaux équipés de filet biodégradable	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	Part de biodégradable dans les filets
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	1	0	0	0	10%
2021	1	0	0	1	33%
2022	2	0	1	1	33%
2023	3	0	2	2	50%
2024	4	0	3	3	75%
2025	5	0	3	4	100%

#### Justification des hypothèses :

- **Nombre de bateaux équipés de filet biodégradable** : hypothèse de progression linéaire du nombre de bateaux pour atteindre 100 % d'équipement dans cinq ans. La pêchabilité du filet, ainsi que son coût, seront des facteurs déterminants pour les pêcheurs ;
- **Part de biodégradable dans les filets** : hypothèse de progression à partir de la saison d'été de 2023, à la suite des retours d'expérience des pêcheurs et des innovations techniques développées par Seabird et Alprech.

## 2.2.3 Résultats

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats des calculs de gisement :

*Tableau 4 : Evaluation du gisement de filets de pêche biodégradables en fin de vie – Résultats*

Gisement de filets biodégradables (en km)	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	1,2	0	0	0	1,2
2021	4	0	0	16	20
2022	8	0	3	16	27
2023	18	0	10	48	76
2024	36	0	23	108	167
2025	60	0	30	192	282
<i>Part de biodégradable en 2025</i>	<i>100%</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>90%</i>

Gisement de filets biodégradables (en tonnes)	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
2021	0,7	0,0	0,0	1,6	2,3
2022	1,4	0,0	0,3	1,6	3,3
2023	3,1	0,0	1,0	4,8	8,9
2024	6,1	0,0	2,3	10,8	19,2
2025	10,2	0,0	3,0	19,2	32,4
<i>Part de biodégradable en 2025</i>	<i>100%</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>84%</i>

Sur le territoire du Parc Naturel Marin, le gisement total de filets biodégradables à horizon 2025 est estimé à 282 kilomètres, soit 32,4 tonnes.

## 2.3 Dimensionnement de la filière (par étape de fin de vie)

### 2.3.1 Stockage sur le port et première collecte

A la fin de la saison de pêche, les filets doivent être stockés sur le port avant leur préparation pour le traitement. Afin de répondre à l'ensemble des enjeux liés à cette étape, des caisses palettes trouées d'un volume d'environ 400 L seront utilisées (Figure 4).

*Tableau 5 : Justification des caisses-palettes 400 L pour le stockage des filets*

Contraintes	Réponses en caisses palettes trouées
Filets déposés en tronçons de 300 mètres, soit environ 400 L	Volume de la caisse : 400 L
Stockage individuel des filets afin de limiter leur emmêlement et faciliter le pré-traitement	Un tronçon de filet par caisse-palette
Stockage des filets de la saison au fil de leur arrivée afin de limiter le nombre de collectes	Rotation des caisses-palettes pour le pré-traitement dès qu'elles sont pleines
Collecte pouvant être réalisée par un prestataire de collecte spécialisé ou l'établissement en charge du pré-traitement	Manipulation et pesée simples à l'aide d'un transpalette
Contenants simples à manipuler et stocker : la SEPD peut mettre à disposition un espace de la surface actuellement utilisée pour réceptionner les filets traditionnels en fin de saison de pêche <sup>8</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empilement possible en hauteur de 4 caisses-palettes</li> <li>• Mise à disposition sur le port de 36 caisses au maximum (surface au sol : 6m x 3m)<sup>9</sup>, pouvant contenir au total 10,8 km de filets</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenant troué afin de permettre l'évacuation de l'eau</li> <li>• Contenant avec couvercle pour limiter l'entrée de l'eau de pluie</li> </ul>	Caisse-palettes trouées sur le dessous et pouvant être fermées

<sup>8</sup> Information issue d'un entretien avec la SEPD

<sup>9</sup> Cette surface est équivalente à une celle d'une benne de 20 m<sup>3</sup> dans laquelle sont classiquement stockés les filets en fin de saison



Figure 4 : Exemple de filets stockés en caisses-palettes à Belle-Île

Ces contenants seront loués à la société spécialiste de la gestion des déchets en charge du transport de la partie biodégradable des filets jusqu'à leur lieu de traitement. Ainsi, on limite le nombre d'acteurs et on s'assure de la bonne prise en charge des contenants lors de cette deuxième étape de transport (2.3.3).

**Une fois les filets regroupés, quatre options de transport jusqu'au lieu de pré-traitement sont envisageables** (Tableau 6). A noter que pour chacune d'entre elles, c'est le prestataire de collecte qui se charge de l'ensemble de la manipulation des contenants : la SEPD met uniquement à disposition l'espace de stockage.

Tableau 6 : Comparaison des différentes options de transport

Option	Avantages	Inconvénients
<b>Option A</b> : le pré-traitement des filets se fait sur le port par une équipe de l'établissement de pré-traitement qui fournit le matériel nécessaire	L'étape de transport jusqu'au lieu de pré-traitement est supprimée. Option particulièrement intéressante pour de grands volumes de filets à pré-traiter.	Un espace adapté sur le port est nécessaire et mobilisé pendant toute la durée de l'opération de pré-traitement
<b>Option B</b> : l'établissement de pré-traitement collecte lui-même les filets	Le nombre d'acteurs est limité, la logistique est plus flexible, l'établissement de pré-traitement peut s'organiser en fonction de ses disponibilités	L'établissement doit être équipé afin de transporter les caisses-palettes
<b>Option C</b> : un prestataire extérieur, spécialisé dans le transport de déchets, collecte les filets et les amène au site de pré-traitement	Les sociétés spécialistes de la collecte des déchets sont présentes sur tout le territoire et en forte concurrence : il n'y a donc aucun enjeu de sélection d'un	Multiplication des acteurs et coordination nécessaire entre chacun



Option	Avantages	Inconvénients
	acteur par rapport à un autre à ce stade du projet <sup>10</sup> .	
<b>Option D</b> : le transport est réalisé par une association du territoire spécialisée dans la gestion des déchets de pêche	Le transport pourra être mutualisé avec d'autres collectes de déchets et/ou d'autres bénéficiaires de l'association	Actuellement, aucune structure du territoire ne semble être en capacité d'une telle logistique

**Dans la suite de l'étude, l'option B a été privilégiée** : c'est en effet la solution la plus pratique dans un premier temps avec des volumes limités de filets à transporter, sans ajouter d'intermédiaires. Une fois les volumes plus conséquents, les trois autres options pourront être ré-étudiées.

---

<sup>10</sup> Pour ces raisons, le choix fut fait lors de cette étude de ne pas les contacter.

### 2.3.2 Pré-traitement nécessaire

Quel que soit le procédé de traitement choisi, quatre étapes de pré-traitements sont nécessaires :

*Tableau 7 : Description des tâches nécessaires au pré-traitement des filets*

Etape	Description	Explication
<b>1/ Séparation biodégradable (3 nappes : un flux et deux aumées) vs. non biodégradable (tresses flottantes, flotteurs et tresses plombées)</b>	Chacune des tresses est accrochée aux mailles via des énarés accrochés à leurs deux extrémités à la tresse, et dans lequel passent les mailles. Les mailles biodégradables peuvent donc être simplement séparées des tresses en coupant les mailles : la tresse, les flotteurs et les énarés sont ainsi sauvegardés.	-
<b>2/ Découpage du biodégradable en tronçons</b> <i>Tâche réalisée en parallèle de la première tâche</i>	Découpage manuel : les filets sont progressivement déroulés sur une table afin de découper les tresses plombées et flottantes sur chacun des côtés.  Au bout d'une trentaine de mètres, les mailles sont découpées de haut en bas afin de couper un tronçon. La longueur de chacun de ces tronçons n'a pas à être exactement identique, un découpage grossier est suffisant.	Découper le filet en tronçons de 30 mètres permettra le retournement et l'oxygénation des andains en cas de compostage, ou l'agitation dans le digesteur en cas de méthanisation.  Cette étape ne peut être réalisée par un broyeur du fait de la longueur totale des filets qui risqueraient de s'emmêler dans la machine <sup>11</sup> .
<b>3/ Nettoyage du filet des coquillages</b> <i>Tâche réalisée en parallèle de la première tâche</i>	Enlever les derniers coquillages restants : même si les filets sont nettoyés par les pêcheurs en fin de saison et sont déposés au port relativement propres, il peut rester quelques coquillages à enlever.	A la différence des algues, les coquillages ont une cinétique de dégradation très lente et pourraient perturber le processus de dégradation organique
<b>4/ Tri des différents éléments séparés</b> <i>Tâche réalisée à l'issue des trois premières</i>	Tri des cordes plombées et flotteurs en bon état, des cordes plombées en mauvais état, des flotteurs en mauvais état, et des cordes tressées en vue de leur recyclage matière ou élimination.	-

<sup>11</sup> Sur le site de méthanisation de Calais, tous les déchets sont préalablement broyés : les filets doivent donc également passer par cette étape. La société exploitante, Octeva, souhaite cependant insérer uniquement des petits tronçons de filets dans le broyeur afin de ne pas risquer de l'abimer.

Le pré-traitement peut être réalisé manuellement, par exemple par un Etablissement et Service d'Aide par le Travail (ESAT), dans la mesure où :

- La découpe des filets est faite uniquement au niveau des mailles, donc aucun outil particulièrement technique n'est nécessaire ;
- Travailler avec un ESAT permet de bénéficier d'une réduction de la taxe AGEFIPH correspondant à un pourcentage du montant total de la prestation ;
- Suivant les départements, les ESAT peuvent être regroupés au sein d'une entité départementale qui peut permettre d'absorber plus facilement les volumes de filets à traiter et de favoriser le partage des techniques de pré-traitement entre les établissements.

### 2.3.3 Stockage des filets après pré-traitement et transport jusqu'au lieu de traitement

A la fin de l'étape de prétraitement, la partie biodégradable pourra être mise à nouveau dans les caisses-palettes en attente du transport vers l'unité de traitement.

Dans le cadre de ce projet, les contenants ne seront pas mobilisés toute l'année. En effet, ils seront nécessaires à chaque fin de saison de pêche sur le port le temps que les filets y soient déposés, puis dans le temps de préparation des filets en amont du traitement, puis pour le transport jusqu'au lieu de traitement soit deux mois à chaque saison environ<sup>12</sup>.

**Le prestataire de collecte devra donc prévoir un tarif adapté de mise à disposition des contenants pour environ 4 mois par an.**

### 2.3.4 Prise en charge de la partie non organique

Suivant leurs états, les différents éléments non biodégradables peuvent être réutilisés, valorisés ou bien éliminés.

*Tableau 8 : Fin de vie des éléments non organiques du filet de pêche*

Élément non biodégradable concerné	Valorisation ou fin de vie	Commentaire
<b>Tresses plombées et flotteurs en bon état</b>	Réutilisation par l'assembleur de filets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratique courante des pêcheurs qui ramènent à l'assembleur de filets en fin de saison des tronçons de tresses afin qu'il remonte de nouveaux filets dessus, à bas coût ;</li> <li>• Durée de vie estimée d'une tresse plombée : 4 ans<sup>13</sup> ;</li> <li>• Pratique qui représente 50 % de travail supplémentaire pour l'assembleur de filets<sup>14</sup>.</li> </ul>
<b>Tresses plombées en mauvais état</b>	Récupération du plomb à l'intérieur	Pour cette étape, le prestataire doit dépiater entièrement la corde, le plomb étant sous la forme d'un chapelet à l'intérieur.
<b>Flotteurs abimés</b>	Valorisation matière	Etape de traitement à confirmer suivant le matériau dont sont constitués les flotteurs.

<sup>12</sup> Sous couvert que les prestataires acceptent de louer les caisses-palettes pour 4 mois uniquement

<sup>13</sup> Information issue de l'entretien avec Alprech Filets

<sup>14</sup> Information issue de l'entretien avec Alprech Filets



Élément non biodégradable concerné	Valorisation ou fin de vie	Commentaire
Tresses flottantes	Elimination (enfouissement ou incinération)	Les tresses plombées sont en trop mauvais état à la fin d'une saison de pêche pour pouvoir les réutiliser

### 2.3.5 Traitement organique

**La partie biodégradable des filets peut être traitée en plateforme de compostage ou en unité de méthanisation.** Ces deux types d'installations répondent à la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), ainsi qu'à un règlement sanitaire suivant leurs intrants. Ceux-ci doivent être déclarés et/ou autorisés par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) suivant la catégorie à laquelle appartient l'unité. La partie biodégradable du filet n'a pour le moment pas de catégorie spécifique dans la nomenclature déchets<sup>15</sup>. Elle pourra cependant faire l'objet d'un échange avec la DREAL pour acceptation lorsque les volumes intrants seront conséquents.

A noter qu'aujourd'hui, l'apport agronomique de la partie biodégradable du filet dans le cas du compostage, ou son pouvoir méthanogène dans le cas de la méthanisation, sont inconnus (Figure 5) : ils pourront être définis au cours d'une phase de tests, tels que proposés dans la suite de l'étude. Suivant ces caractéristiques, les mailles centrales du filet peuvent être intéressantes pour le processus de traitement, auquel cas elles y seront intégrées sans dilution, ou bien ne rien y apporter. Dans ce deuxième cas, et si les unités de traitement acceptent le filet, son traitement organique permettra uniquement d'éviter qu'il soit enfoui ou incinéré. Il devra alors être fortement dilué avec d'autres types d'intrants biodégradables afin d'assurer la digestion de la matière et la production de compost et/ou de biogaz et de digestat : le coût de traitement à la tonne sera alors plus élevé que dans le cas d'un déchet dont l'apport au processus de dégradation organique est reconnu.

---

<sup>15</sup> Liste unique de classement des déchets. A chacun d'eux est attribué un code de 6 chiffres suivant notamment leur origine. La liste complète peut se trouver au lien suivant : [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/nomenclature\\_dechets.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/nomenclature_dechets.pdf)

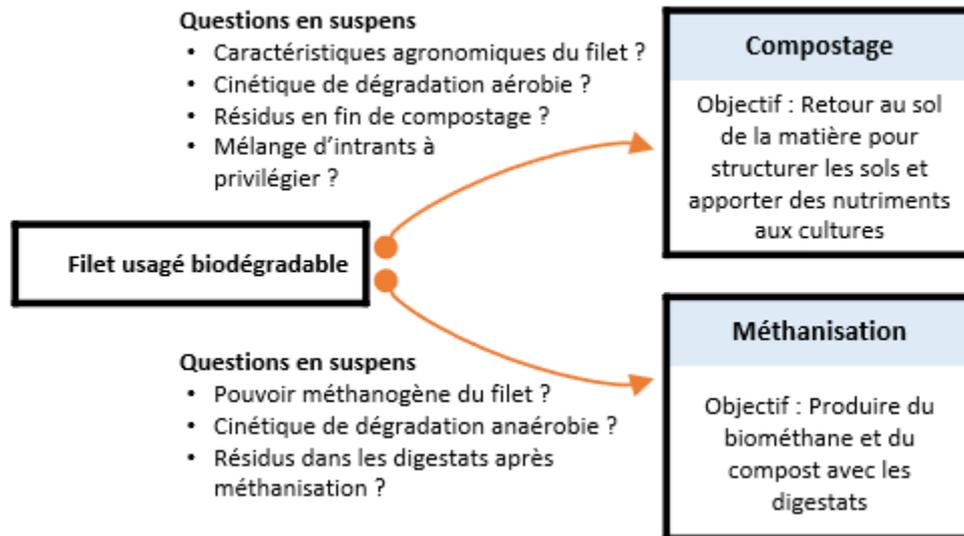


Figure 5 : Questions en suspens relativement au compostage et à la méthanisation des filets

A noter que les essais de la norme EN 14 995 permettent de répondre à la majorité de ces questions en simulant les conditions de compostage (et de méthanisation en option) pour évaluer la dégradation de la matière.

### 2.3.5.1 Compostage

Dans le cas du compostage, la partie biodégradable des filets découpée en tronçons sera intégrée au processus de compostage en andain ou en tas avec d'autres déchets biodégradables. Selon une définition de la FAO, « le compostage en andain consiste à placer un mélange de matières premières dans de longs tas étroits appelés andains qui sont remués ou tournés de façon régulière ».

Afin de pouvoir être vendu, le compost doit respecter certains seuils pour répondre à la norme NFU 44-051 : **la présence du filet dans les andains ne doit pas perturber l'atteinte de ces seuils**. De même, la façon de mélanger les filets avec d'autres déchets biodégradables pour faciliter la digestion organique est à déterminer.

Ces incertitudes, ainsi que l'absence de connaissance sur les composants initiaux du filet, complexifient la prise en charge des filets par les unités de traitement du territoire : sur les trois plateformes de compostages visitées, une refuse de réceptionner un déchet dont la composition est inconnue, et les deux autres souhaitent réaliser un test sur un andain avec un suivi précis ainsi que des analyses. L'apport des filets au compost pourra ainsi être déterminé, ainsi que l'absence de polluants dans le produit final. C'est seulement à la suite de ces tests que la filière pourra prendre forme.

### 2.3.5.2 Méthanisation

Dans le cas de la méthanisation, les unités sont moins nombreuses sur le territoire et les processus peuvent fortement différer entre chaque site. L'unité de Calais broie ainsi chacun des déchets en amont du digesteur. Celui-ci, une cuve dans laquelle la matière transite pendant plusieurs jours, est agité par des injections de biogaz dans le fond de la cuve. Il n'y a donc pas de risque particulier d'emmêlage du filet dans des pales d'agitation, ce qui peut être le cas sur d'autres unités. En sortie de digesteur, le digestat est entièrement composté sans aucun ajout de matière, puis criblé. C'est lors de



cette étape de compostage que l'hygiénisation<sup>16</sup> est réalisée. Le compost produit est normé et vendu aux agriculteurs du Calaisis.

**Si intégrer la partie biodégradable du filet dans le processus de digestion anaérobie (qu'il produise beaucoup de biogaz ou non) ne présente aucune difficulté, la seule contrainte est que le filet transite en amont via le broyeur :** de la même façon que pour le compostage, seule une phase de test permettra de déterminer son acceptabilité dans l'unité de méthanisation de Calais.

---

<sup>16</sup> L'hygiénisation consiste en une phase d'au moins d'une heure de montée en température à 70°C de la matière. Cette étape concerne notamment les déchets comprenant des sous-produits animaux : les unités de compostage traitant uniquement des déchets verts n'y sont donc pas assujetties.



## 2.4 Schéma final de fonctionnement

La Figure 6 résume les différentes étapes nécessaires à la filière de recyclage des filets de pêche biodégradables.

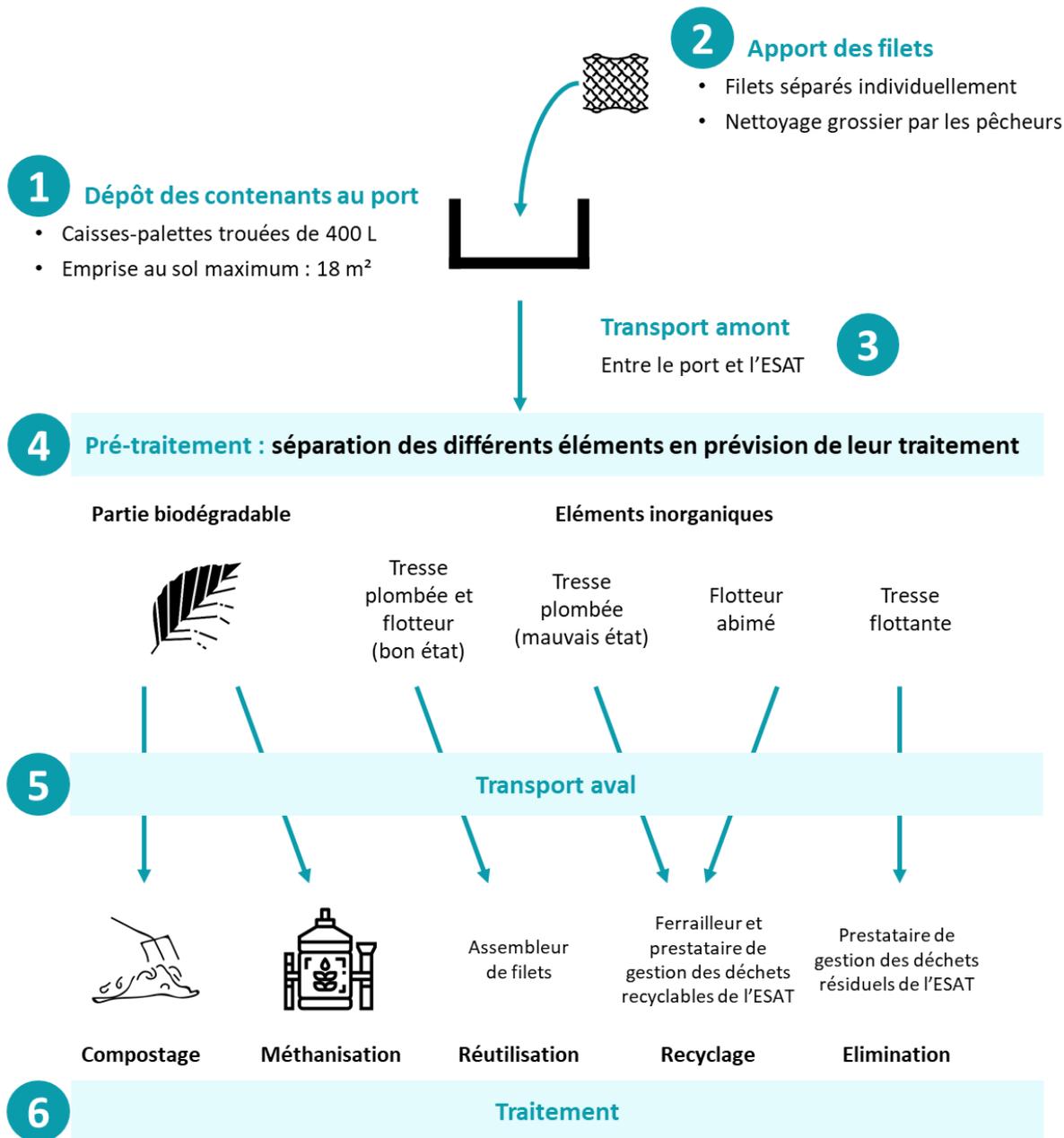


Figure 6 : Schéma technique de la filière de recyclage des filets de pêche biodégradables

### 3 Etude économique

#### 3.1 Estimations et hypothèses prises

##### 3.1.1 Stockage sur le port, transport amont et pré-traitement

Le volume ainsi que le nombre de caisses palettes trouées nécessaires pour stocker les filets entiers réceptionnés dans les ports et les transporter jusqu'à l'atelier de préparation seront amenés à changer à chaque saison de pêche. Les hypothèses prises dans la modélisation pour cette étape ainsi que le pré-traitement sont résumées dans le tableau ci-dessous.

*Tableau 9 : Hypothèses pour l'évaluation économique des premières étapes de la filière*

Données		Commentaires
<b>Stockage sur le port</b>	<b>Volume des caisses : 400 L</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcul du nombre de contenants en location basé sur le volume total de filets biodégradables avec leurs composants non biodégradables</li> <li>• Tarif issu de la base de données Take a waste (devis du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme et de la Seine Maritime)</li> </ul>
	<b>Nombre maximal sur le port : 36 caisses palettes</b>	
	<b>Tarif mensuel de location : 9 €</b>	
	<b>Mise à disposition : 2 mois / saison de pêche</b>	
<b>Transport amont<sup>17</sup></b> (option 2)	40 € / collecte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport réalisé par l'établissement de pré-traitement</li> <li>• Préparation au sein de l'établissement de pré-traitement</li> <li>• En cas de pré-traitement réalisé directement sur le port, les coûts de cette étape seront amenés à changer</li> <li>• Le nombre de rotations de collecte nécessaire a été estimé</li> </ul>
<b>Pré-traitement</b>	1,2 € / mètre (fourchette haute) 0,5 € / mètre (fourchette basse)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarif correspondant aux quatre étapes de pré-traitement</li> <li>• Devis réalisé sans test préalable, donc correspondant à une fourchette haute</li> </ul>

<sup>17</sup> Transport correspondant au transport entre le port et l'établissement de pré-traitement des filets

### 3.1.2 Transport aval et traitement de la partie biodégradable des filets

Le tarif de traitement de la partie biodégradable des filets a été défini grâce aux échanges avec les différentes unités de traitement autour de Boulogne-sur-Mer. **Il est généralisable à l'ensemble des unités de valorisation organique (méthanisation et compostage) pour des déchets biodégradables dont les caractéristiques agronomiques sont inconnues<sup>18</sup>.** L'hypothèse a été prise qu'avec l'augmentation des tonnages traités, le prix de traitement à la tonne pourra être amené à baisser. Le tarif de collecte est basé sur la base de données Take a waste, pour des contenants similaires, avec des distances moyennes parcourues.

*Tableau 10 : Hypothèses pour l'évaluation économique des dernières étapes de la filière (partie biodégradable du filet)*

Type de déchet	Transport	Tarif de collecte	Unité de traitement	Tarif de traitement
<b>Partie biodégradable des filets</b>	Transport aval <sup>19</sup> <i>par un prestataire de collecte</i>	80 € / collecte si moins de 20 caisses 100 € / collecte si plus de 20 caisses <i>Transport réalisé dans les mêmes caisses-palettes que le stockage au port</i>	Plateforme de compostage ou unité de méthanisation	60 € / tonne traitée

### 3.1.3 Transport aval et traitement des parties non biodégradables

Les coûts du tableau ci-dessous s'appliquent à la collecte et au traitement des éléments non biodégradables, suivant leurs exutoires de fin de vie.

*Tableau 11 : Hypothèses pour l'évaluation économique des dernières étapes de la filière (éléments inorganiques du filet)*

Type de déchet	Transport	Tarif de collecte	Volume concerné	Unité de traitement	Tarif de traitement
<b>Tresses plombées et flotteurs en bon état</b>	Transport aval <i>par un prestataire de collecte</i>	30 € / collecte <i>Transport réalisé dans les mêmes caisses-palettes que le stockage au port</i>	50 % de la partie non biodégradable <sup>20</sup>	Réutilisation par l'assembleur de filets	0 € / tonne récupérée
<b>Tresses plombées en mauvais état</b>	Transport aval <i>par le ferrailleur lui-même</i>	0 € / collecte <i>Pas de contenants spécifiques nécessaires</i>	25 % de la partie non biodégradable	Ferrailleur	0 € / tonne récupérée

<sup>18</sup> A noter que les acteurs interrogés estiment que la partie biodégradable du filet n'a pas d'intérêt agronomique : le coût estimé du traitement est donc supérieur à celui de déchets organiques très intéressants pour le retour au sol.

<sup>19</sup> Transport correspondant au déplacement entre le lieu de pré-traitement et le lieu de traitement organique

<sup>20</sup> On peut estimer à environ 4 caisses palettes remplies de cordes plombées en bon état pour un volume initial de 36 caisses pleines de filets biodégradables.

Type de déchet	Transport	Tarif de collecte	Volume concerné	Unité de traitement	Tarif de traitement
<b>Flotteurs abimés</b>				Centre de tri	<i>Coûts inclus dans les factures globales de gestion des déchets de l'établissement de pré-traitement</i>
<b>Tresses flottantes</b>	Transport aval par les prestataires de collecte du site de prétraitement	Coûts inclus dans les factures de gestion des déchets de l'établissement de pré-traitement <i>Pas de contenants spécifiques nécessaires</i>	25 % de la partie non biodégradable	Incinération ou enfouissement	100 € / tonne (2020) 140 € / tonne (2026 <sup>21</sup> ) <i>Coûts inclus dans les factures globales de gestion des déchets de l'établissement de pré-traitement</i>

### 3.1.4 Coût actuel de la gestion des filets non biodégradables

Afin de réaliser une comparaison avec la filière actuelle de gestion des filets non biodégradable, l'estimation du coût d'élimination de ces derniers a été faite, en se basant sur des volumes produits équivalents, et en utilisant les mêmes tarifs que pour la partie non valorisable des filets biodégradables.

## 3.2 Résultats

### 3.2.1 Gisement et stockage sur le port

En se basant sur les hypothèses précédentes, les nombres de contenants de stockage sur les ports et leurs coûts de location sont récapitulés dans le tableau ci-dessous (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) pour chaque saison de pêche.

<sup>21</sup>Tarifs issus de la base de données Take a waste et des tarifs moyens appliqués en 2020 sur les déchets envoyés en enfouissement. L'augmentation de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP) a également été prise en compte (augmentation prévue d'une quarantaine d'euros en entre 2020 et 2025).

**Tableau 12 : Nombre de contenants nécessaires et coûts annuels de location**

Nombre de caisses-palettes nécessaires et coûts de location	Boulogne-sur-Mer				Le Tréport		Fécamp		TOTAL
	Mar.		Oct.		Oct. uniquement		Oct. uniquement		
2021	0	0 €	13	234 €	0	0 €	36	648 €	882 €
2022	0	0 €	26	468 €	8	144 €	36	648 €	1 260 €
2023	0	0 €	36	648 €	24	432 €	36	648 €	1 278 €
2024	0	0 €	36	648 €	36	648 €	36	648 €	1 944 €
2025	0	0 €	36	648 €	36	648 €	36	648 €	1 944 €

### 3.2.2 Pré-traitement et logistique amont

En prenant l'hypothèse que l'établissement de pré-traitement réalise le transport entre le port et leur établissement, le nombre de rotations nécessaires et leurs coûts sont indiqués dans le tableau ci-dessous (Tableau 13). Y figurent également les coûts de pré-traitement des filets.

**Tableau 13 : Rotations nécessaires au transport amont et coûts de pré-traitement**

Transport amont (nombre de rotations nécessaires - coûts de transport)	Boulogne-sur-Mer				Le Tréport		Fécamp		TOTAL		
	Mar.		Oct.		Oct. uniquement		Oct. uniquement				
2021	0	0 €	1	40 €	0	0 €	2	80 €	120 €		
2022	0	0 €	1	40 €	1	40 €	2	80 €	160 €		
2023	0	0 €	2	80 €	1	40 €	4	160 €	280 €		
2024	0	0 €	4	160 €	2	80 €	7	280 €	520 €		
2025	0	0 €	6	240 €	2	80 €	13	520 €	840 €		
<b>Coûts de prétraitement (fourchette basse – fourchette haute)</b>											
2021	0 €		2 000 €	4 800 €	0 €		0 €	8 000 €	19 200 €	10 000 €	24 000 €
2022	0 €		4 000 €	9 600 €	1 667 €	4 000 €	8 000 €	19 200 €	13 667 €	32 800 €	
2023	0 €		9 000 €	21 600 €	5 000 €	12 000 €	24 000 €	57 600 €	38 000 €	91 200 €	

<b>2024</b>	0 €	18 000 €	43 200 €	11 250 €	27 000 €	54 000 €	129 600 €	<b>83 250 €</b>	<b>199 800 €</b>
<b>2025</b>	0 €	30 000 €	72 000 €	15 000 €	36 000 €	96 000 €	230 400 €	<b>141 000 €</b>	<b>338 400 €</b>

Les coûts de pré-traitement aujourd'hui considérés dépendent d'une phase de test qui permettra de connaître exactement le volume de travail nécessaire à cette étape et dimensionner ainsi son coût. L'ESAT ayant donné une première estimation chiffrée (sans test) a donc surdimensionné les coûts par prudence, et une diminution est à attendre.

De plus, certains facteurs importants d'évolution des coûts à la baisse suivant les années sont envisageables notamment avec l'augmentation du gisement de filets biodégradables :

- Effet d'apprentissage ;
- Spécialisation des tâches ;
- Développement d'un outillage spécifique pour la découpe des filets ;
- Etc.

### 3.2.3 Collecte et traitement de la partie biodégradable

En termes de collecte (transport aval) et traitement de la partie biodégradable, les volumes et coûts prévus jusqu'à l'année 2026 figurent dans le tableau ci-dessous (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**Tableau 14).

*Tableau 14 : Coûts de transport aval et traitement biodégradable*

Transport aval (nombre de rotations nécessaires - coûts de transport)	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport		Fécamp		TOTAL		
	Mar.	Oct.	Oct. uniquement		Oct. uniquement				
<b>2021</b>	0	0 €	1	80 €	0	0 €	1	80 €	<b>160 €</b>
<b>2022</b>	0	0 €	1	80 €	1	80 €	1	80 €	<b>240 €</b>
<b>2023</b>	0	0 €	2	200 €	1	80 €	2	200 €	<b>480 €</b>
<b>2024</b>	0	0 €	3	300 €	1	100 €	4	400 €	<b>800 €</b>
<b>2025</b>	0	0 €	4	400 €	2	200 €	7	700 €	<b>1 300 €</b>

Coûts de traitement de la partie biodégradable	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Mar.	Oct.	Oct. uniquement	Oct. uniquement	
2021	0 €	41 €	0 €	96 €	137 €
2022	0 €	82 €	20 €	96 €	198 €
2023	0 €	122 €	40 €	192 €	354 €
2024	0 €	245 €	90 €	432 €	767 €
2025	0 €	408 €	120 €	768 €	1 296 €

### 3.2.4 Coût total

En prenant en compte chacune des étapes précédentes<sup>22</sup>, le coût total de la mise en place d'une filière de recyclage pour les filets biodégradables est le suivant :

<sup>22</sup> Le coût de pré-traitement considéré dans l'ensemble de cette partie correspond à un prix moyen de 0,85 € / mètre.

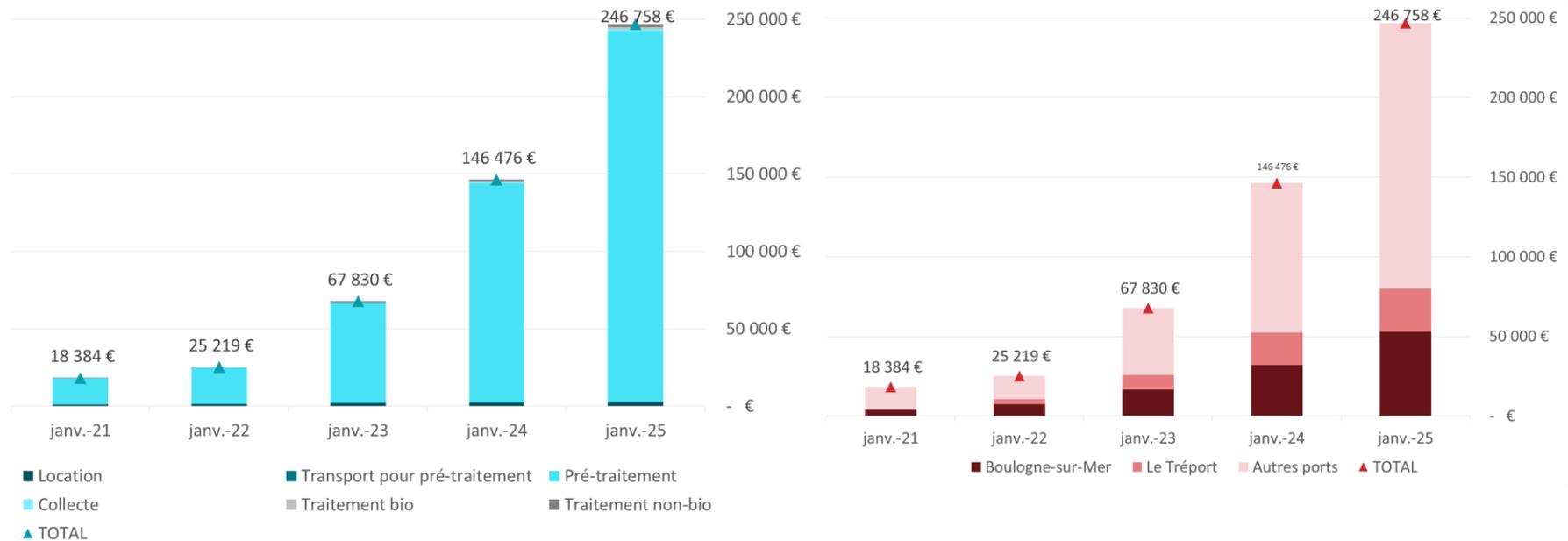


Figure 7 : Coût estimé de la fin de vie des filets biodégradables, par étape de fin de vie (à gauche) et par port (à droite)

Le coût linéaire de la filière diminue avec les volumes : estimé à 919 € / kilomètre en 2021, il est de 875 € / kilomètre en 2025. La part liée au pré-traitement est responsable à 98 % du coût de la filière : **à noter que cette étape est aujourd’hui grandement sur-estimée et qu’une diminution conséquente du prix linéaire de pré-traitement est à attendre une fois des tests réalisés.**

### 3.2.5 Coût de la filière actuelle

A titre comparatif, les coûts estimés pour collecter et éliminer le même volume de filets non biodégradable est présenté sur le graphique suivant :

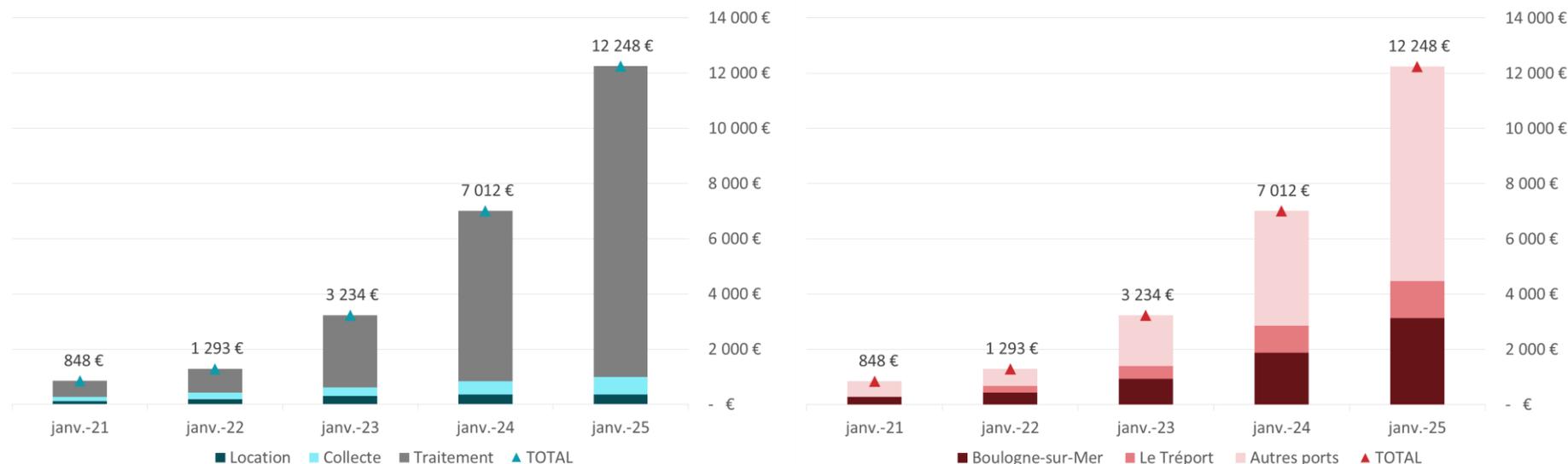


Figure 8 : Coût estimé de la fin de vie actuelle des filets non biodégradables, par étape de fin de vie (à gauche) et par port (à droite)

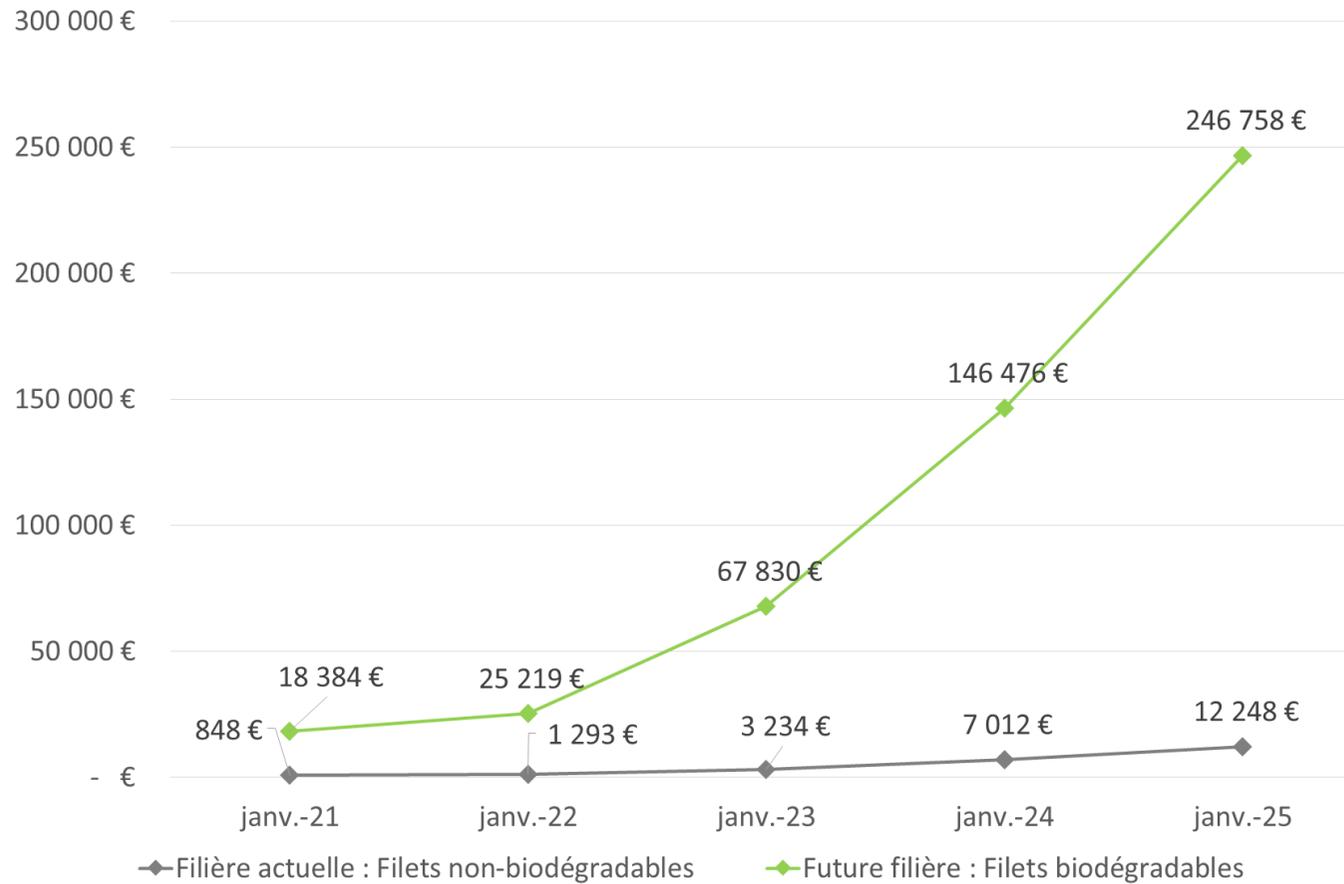
Il est à noter que l'augmentation des coûts de la fin de vie des filets non-biodégradables s'explique principalement par la **Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP)** : cette taxe s'applique à l'incinération et au stockage des déchets, modes de traitement qui concernent quasiment tous les éléments du filet non-biodégradable (à l'exception de la tresse plombée), mais seulement certains éléments du filet biodégradable (flotteurs et tresse flottante notamment). Or cette taxe va augmenter significativement de 2021 à 2025, passant de 30 à 65 € la tonne<sup>23</sup>.

**A partir d'octobre 2023, le coût total des filets non biodégradables s'établit à 43 € / km de filet.**

### 3.3 Comparaison des deux types de filets et prise en charge des coûts

Le graphique ci-dessous présente une comparaison du coût de fin de vie, sur l'ensemble des étapes, des deux filières :

<sup>23</sup> <https://dechets-infos.com/les-taux-de-tgap-dechets-applicables-en-2019-et-au-dela-publies-au-jo-4918371.html>



*Figure 9 : Coût de la fin de vie des filets biodégradables vs. non-biodégradables*

Sans devis plus précis de la part de l'ESAT afin d'établir le prix réel de pré-traitement des filets, **il est impossible d'estimer le coût total de la filière de fin de vie des filets biodégradables, les approximations étant trop importantes.**

Actuellement, la gestion des déchets des ports est financée par les sociétés exploitantes des ports : la CCI Littoral Haut de France pour le Tréport et la Société d'Exploitation des Ports de Détroit (SEPD). Les pêcheurs paient une taxe dont une partie est liée à la collecte des déchets. D'après la personne interrogée au sein de la SEPD, le montant de la taxe est cependant bien loin des coûts réels de collecte et traitement.

Dans le cadre de la mise sur le marché des filets TEFIBIO, et suivant le modèle économique retenu afin de faciliter leur acquisition par les pêcheurs, leur coût de traitement pourra être répercuté sur cette taxe. Une analyse plus fine de la comptabilité analytique de la SEPD pourra être réalisée à ce stade.

## 4 Schéma directeur

### 4.1 Les prochaines étapes

A ce stade du projet et de la conception des filets, il ressort différents besoins des unités de pré-traitement et traitement avant de pouvoir dessiner entièrement la filière de recyclage des filets de pêche biodégradable sur le territoire du Parc Naturel Marin. **Afin de correctement répondre aux questions encore existantes après les entretiens avec chaque acteur, des tests auprès des quatre structures interrogées et visitées lors de cette étude sont nécessaires** (Tableau 15).

*Tableau 15 : Prochaines étapes d'ici à la mise en place de la filière (par acteur du territoire)*

Structure	Avantages	Points bloquants	Prochaines étapes
<b>ESAT du Boulonnais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proximité avec le port de Boulogne (2 km)</li> <li>• Forte capacité de traitement et grands locaux</li> <li>• Disponibles pour réaliser des tests dès que possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulté d'établir un devis sans test préalable</li> </ul>	Test de pré-traitement sur un filet de 200 mètres (production de 6 tronçons de 30 mètres)
<b>ESAT d'Outreau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proximité avec le port de Boulogne (5 km)</li> <li>• Forte capacité de traitement et grands locaux</li> <li>• Disponibles pour réaliser des tests dès que possible</li> </ul>		Acteur pouvant relayer l'ESAT du Boulonnais en cas de volume de travail important
<b>ESAT des trois fontaines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hangar pour l'activité de jardinage disponible d'octobre à février</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boulogne-sur-Mer à 15 km</li> <li>• Petit établissement, faible capacité d'absorption</li> </ul>	Aucune
<b>Astradec</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Différentes plateformes de compostages dans le Nord, dont Beaumerie</li> <li>• Flexibilité des protocoles de test</li> <li>• Capacité de collecte en propre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulté d'établir un devis sans test préalable</li> </ul>	Test de compostage sur 2 tronçons de 30 mètres
<b>SMLA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Site très motivé par l'expérimentation et moteur sur les protocoles de test</li> <li>• Analyses fréquentes des andains</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Site déjà à saturation qui ne pourra pas accueillir les filets pour leur traitement</li> </ul>	Test de compostage sur 2 tronçons de 30 mètres

Structure	Avantages	Points bloquants	Prochaines étapes
<b>Agriopale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Société créée par des agriculteurs produisant un compost allant sur des exploitations biologiques</li> <li>• En charge de la collecte des déchets verts du port de Boulogne-sur-Mer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne souhaite pas mettre de composants inconnus dans les andains</li> <li>• A besoin d'un protocole de test bien défini</li> </ul>	Aucune
<b>Adri Compost</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forte proximité avec Agriopale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible capacité de traitement</li> </ul>	Aucune
<b>Octeva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seule unité de méthanisation du département</li> <li>• Grande capacité d'absorption des volumes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessité de l'étape de broyage dans le processus</li> </ul>	Test de broyage et méthanisation sur 2 tronçons de 30 mètres

#### 4.1.1 Pré-traitement dans l'ESAT du Boulonnais

L'ESAT du Boulonnais, situé à 2 kilomètres du port de Boulogne-sur-Mer, est un atelier polyvalent à la forte capacité d'adaptation. Cet atelier propose de réaliser un essai de prise en charge d'un morceau de filet en fin de saison de pêche pour estimer le travail nécessaire aux deux étapes de préparation des filets en amont de leur traitement : la séparation des parties non biodégradables de la flue et des aumées biodégradables (d'une part) et le découpage de cette partie biodégradable en tronçons d'une trentaine de mètres (d'autre part).

Le travail dans un ESAT est réalisé par des travailleurs en situation de handicap. Chaque nouvelle mission nécessite donc une étude en amont de division de la tâche en plusieurs postes de travail afin que les usagers puissent les réaliser. Il est important que la phase de test permette de se rendre réellement compte du travail nécessaire à taille réelle : une longueur d'au moins 200 mètres de filet doit leur être confiée pour qu'ils puissent y travailler.

**L'ESAT du Boulonnais est disponible dès à présent pour cette phase de test, qui durera 15 jours. Ce test n'entraînera aucune facturation.**

Cet ESAT a réalisé la première estimation du prix linéaire de pré-traitement : réaliser cette phase de test permettra d'affiner ce devis et d'obtenir des résultats pour l'étude économique plus facilement manipulables.

#### 4.1.2 Traitement organique

Le tableau ci-dessous présente les protocoles de test proposés pour le compostage et la méthanisation de la partie biodégradable des filets de pêche.

*Tableau 16 : Prochaines étapes pour le compostage et la méthanisation des filets biodégradables (protocoles de test)*

Structure	Octeva	SMLA – Plateforme de Saint-Omer	Astradec – Plateforme de Beaumerie
<b>Etape testée</b>	Broyage puis méthanisation	Compostage en andain	Compostage en andain
<b>Filet nécessaire</b>	2 x 30 mètres de mailles biodégradables	2 x 30 mètres de mailles biodégradables (soit 20 kg)	2 x 30 mètres de mailles biodégradables (soit 20 kg)
<b>Autres intrants<sup>24</sup></b>	Mélange classique d'intrants du méthaniseur	20 kg de déchets verts <sup>25</sup>  <i>Les déchets verts sont issus des apports à la déchèterie des particuliers ainsi que de l'entretien d'espaces verts (collectivités ou entreprises privées). Suivant la saison du test, ils seront donc constitués de feuilles d'arbres, de morceaux de bois, de tontes de pelouse, ce qui peut impacter la cinétique de compostage des filets</i>	60 kg de déchets verts <sup>26</sup>
<b>Protocole de test</b>	1/ Broyage successif des deux tronçons en mélange avec les autres déchets entrants 2/ Introduction dans le digesteur 3/ Compostage du digestat puis criblage 3/ Surveillance du digesteur sur la période classique de digestion	1/ Mélange de la matière sur un andain 2/ Retournements successifs et humidification de l'andain suivant les pratiques de la plateforme 3/ Criblage du compost en fin de maturation	1/ Mélange de la matière sur un andain 2/ Retournements successifs et humidification de l'andain suivant les pratiques de la plateforme 3/ Criblage du compost en fin de maturation

<sup>24</sup> Quel que soit le processus de valorisation organique, un mélange d'intrants aux caractéristiques différentes est nécessaire afin que la digestion (aérobie ou anaérobie) puisse avoir lieu. Idéalement, un déchet intéressant pour la valorisation organique, c'est-à-dire produisant du compost ou du méthane de bonne qualité, est un déchet qui peut être introduit en quantité importante dans l'unité de valorisation sans risquer de perturber le processus de digestion. Si ce n'est pas le cas, le déchet est dilué, c'est-à-dire mélangé en faible quantité avec d'autres intrants plus intéressants. Un déchet est donc généralement caractérisé par le mélange d'intrants nécessaire à sa méthanisation ou son compostage, ce qui fait partie de ses critères d'acceptation sur l'unité de traitement.

<sup>25</sup> Après discussion avec les deux acteurs, la partie biodégradable des filets ne sera mélangée qu'à des déchets verts, qui sont connus pour être « agressifs » dans le processus de compostage : ils permettront aux micro-organismes d'attaquer rapidement les filets pour les décomposer.

<sup>26</sup> Les deux types de test à réaliser en compostage sont basés sur l'échange ayant eu lieu avec la directrice du Syndicat Mixte Lys Audomarois (SMLA)

Structure	Octeva	SMLA – Plateforme de Saint-Omer	Astradec – Plateforme de Beaumerie
	4/ Surveillance du compostage des digestats supposés issus des filets		
<b>Modalité de suivi et d'évaluation du test</b>	Aucun moyen d'identification des filets une fois dans le digesteur. Une surveillance peut cependant être faite du digesteur puis du digestat composté suivant les cinétiques moyennes de transit de la matière à chaque étape <sup>27</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification précise de l'andain de test : suivi visuel et qualitatif durant le test</li> <li>• Vérification des résidus en fin de criblage. Suivant la cinétique de dégradation du filet, il pourrait en effet se retrouver à 100 % dans les résidus refusés au criblage</li> <li>• Analyses mensuelles de l'andain afin d'étudier son stade de maturation et ses différents composants</li> <li>• Analyse finale du compost à la fin du processus de maturation, afin d'évaluer notamment sa capacité à être normé NFU 44-051<sup>28</sup></li> </ul>	
<b>Durée estimée du test</b>	1 mois	4 à 6 mois	
<b>Coût estimé du test</b>	Logistique de dépôt des tronçons de filets	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyses du compost obtenu</li> <li>• Logistique de dépôt des tronçons de filets</li> </ul>	
<b>Résultats attendus du test</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validation de l'acceptabilité des filets</li> <li>• Devis précis du coût de traitement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validation de l'acceptabilité des filets</li> <li>• Définition du bon mélange d'intrants</li> <li>• Devis précis du coût de traitement</li> </ul>	
<b>Date démarrage du test</b>	Dès que possible		

<sup>27</sup> L'acceptabilité du filet en méthanisation repose uniquement sur le passage au broyeur : l'absence de suivi possible au niveau de la digestion puis du compostage n'est donc pas un enjeu.

<sup>28</sup> Les analyses à ce stade ne permettront pas de normer le filet final EN 14 995. Une étude spécifique doit être réalisée à l'issu des phases de conception des filets afin de remplir les différents critères de cette norme, comprenant notamment des questions sur la composition du produit.

#### 4.1.3 Agenda des prochaines étapes

Suivant les différentes échéances de tests, l'agenda suivant peut être envisagé :

*Tableau 17 : Proposition d'agenda pour les prochaines étapes*

Période	Acteur concerné	Matériau d'entrée	Matériaux sortants
2 <sup>e</sup> quinzaine d'avril 2021	ESAT du Boulonnais	200 m de filet entier	Tronçons de 30 m de la partie biodégradable du filet Parties non biodégradables du filet
	OCTEVIA	2 tronçons de 30 m de la partie biodégradable du filet	Résultat du broyage Pas de suivi précis de la matière
Mai à octobre 2021	ASTRADEC	2 tronçons de 30 m de la partie biodégradable du filet	Suivi du compostage (1 volume de filet pour 1 volume de déchets verts)
	SMLA	2 tronçons de 30 m de la partie biodégradable du filet	Suivi du compostage (1 volume de filet pour 3 volumes de déchets verts)

## 4.2 Déploiement de la filière à l'échelle du Parc

Au cours de l'étude, seuls les acteurs de pré-traitement et traitement à proximité de Boulogne-sur-Mer et du Tréport ont été identifiés et quatre d'entre eux interrogés. **Les éléments qui ressortent de ces entretiens sont toutefois généralisables à l'ensemble du territoire du parc, ainsi qu'au territoire français** qui sont densément quadrillés par ces acteurs : il y a 1 463 ESAT<sup>29</sup> en France, et 820 plateformes de compostage<sup>30</sup>.

Si l'on se place à l'échelle du parc, la figure ci-dessous indique les plateformes de compostage, unités de méthanisation et ESAT situés à proximité des ports de Boulogne-sur-Mer et du Tréport<sup>31</sup>.

<sup>29</sup> <https://annuaire.action-sociale.org/etablissements/adultes-handicapes/etablissement-et-service-d-aide-par-le-travail--e-s-a-t---246/Repartition.html>

<sup>30</sup> [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/audit\\_plates\\_formes\\_de\\_compostage.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/audit_plates_formes_de_compostage.pdf) mais 727 via SINOE <https://www.sinoe.org/filtres/index/vue/carte>

<sup>31</sup> Lien de la carte interactive :

<https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1ZKpXV6Gn7LhDMegfDGelxGMYE3D05kzc&usp=sharing>

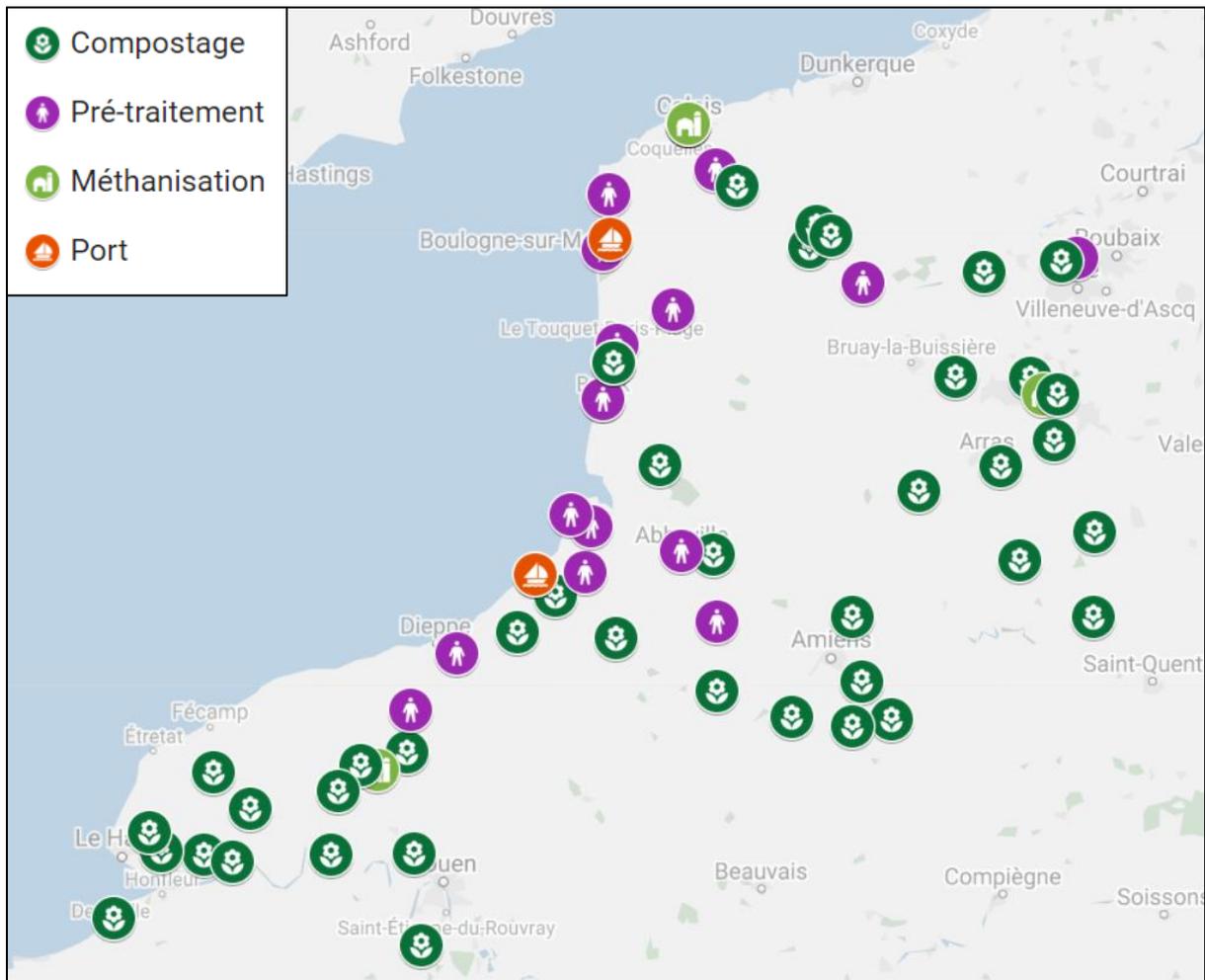


Figure 10 : Unités de pré-traitement et traitement présentes sur le territoire du PNM

Le processus de recyclage sera toujours identique pour tous les filets :

- Stockage des filets sur le port ;
- Pré-traitement des filets ;
- Traitement de la partie biodégradable des filets.

Cependant, suivant la provenance des filets, deux « bassins versants » se dégagent : le territoire de Boulogne-sur-Mer (d'une part) et le territoire du Tréport (d'autre part).

La viabilité de la filière de recyclage est indépendante de la quantité de filets biodégradables à traiter. En effet, l'ensemble des acteurs identifiés peut travailler sur de petits volumes ou des quantités importantes de filets, en coopération avec d'autres acteurs de la zone.

#### 4.2.1 Déploiement sur le bassin versant de Boulogne-sur-Mer

Ainsi que le représente la Figure 11, les filets issus de Boulogne-sur-Mer seront pré-traités aux ESAT du Boulonnais (Boulogne-sur-Mer) et/ou à l'ESAT d'Outreau, puis traités en méthanisation par Octeva (Calais) ou en compostage à Beaumerie (Astradec).



L'ESAT d'Outreau est une plus petite structure que l'ESAT du Boulonnais, avec moins de capacité d'accueil. Suivant les volumes de filets produits à chaque saison de pêche, ils pourront absorber une partie du flux lorsque l'ESAT du Boulonnais sera à saturation.

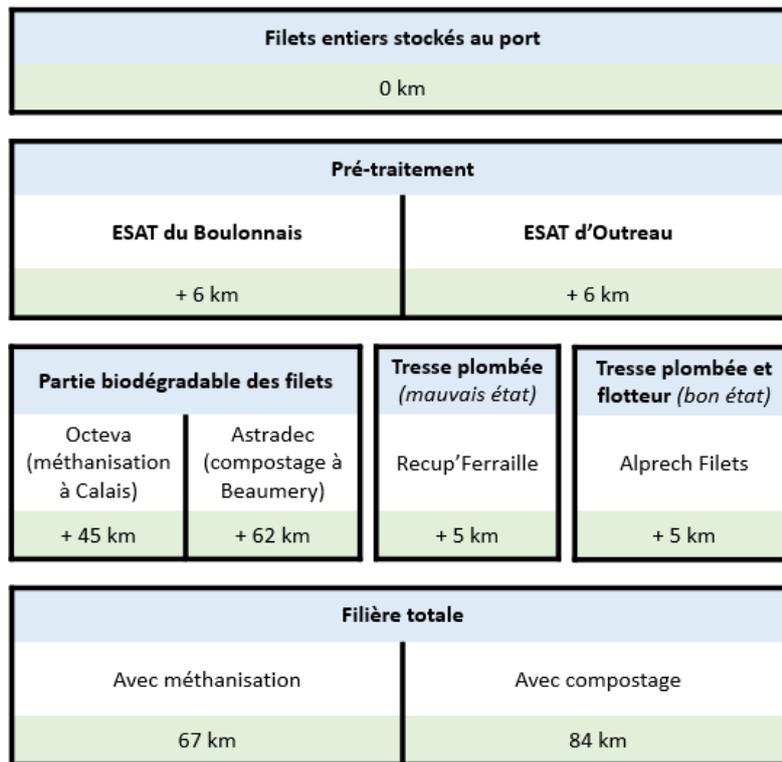


Figure 11 : Schéma de déploiement envisageable sur le territoire de Boulogne-sur-Mer

La distance totale parcourue afin de prétraiter puis traiter les parties biodégradables et non biodégradables est inférieure à 100 km, que l'on considère la méthanisation ou le compostage<sup>32</sup>. On notera que les éléments dépendants de la gestion des déchets de l'établissement de prétraitement ne sont pas comptés dans ce chiffrage.

#### 4.2.2 Déploiement sur le bassin versant du Tréport

La Figure 12 indique les établissements et unités les plus proches pouvant accueillir les filets. Contrairement aux acteurs de Boulogne-sur-Mer, ceux du Tréport n'ont pas été interrogés en amont de la phase de test. Une fois celle-ci réalisée, ses résultats pourront être communiqués aux acteurs du Tréport afin de favoriser l'acceptabilité des filets.

<sup>32</sup> Le kilométrage total pour une saison de pêche pourra augmenter suivant le nombre de rotations nécessaires (transports amont et aval).

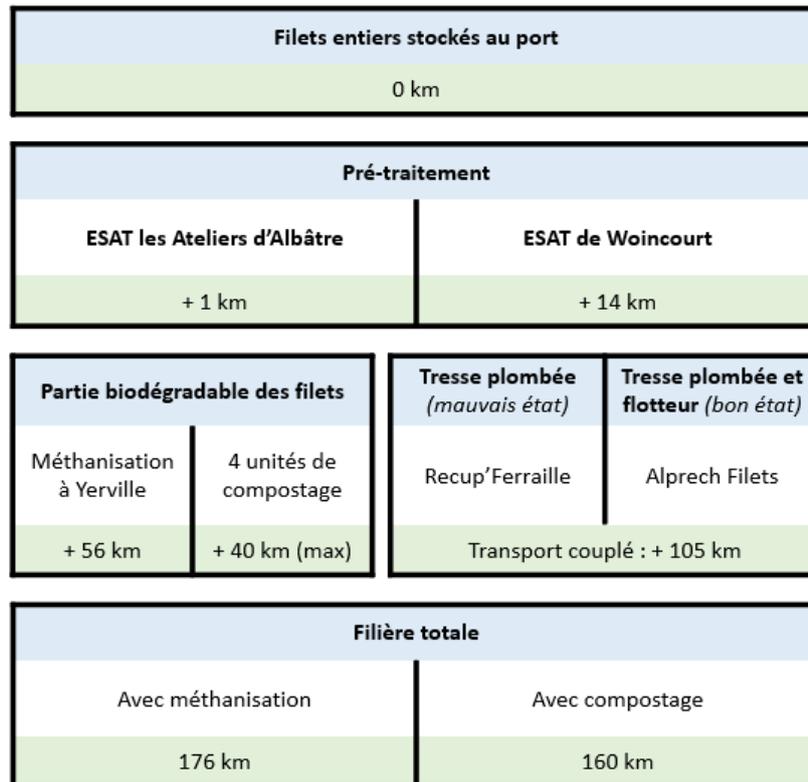


Figure 12 : Schéma de déploiement envisageable sur le territoire du Tréport

On notera la grande distance jusqu'Alprech Filet permettant la réutilisation des tresses plombées en bon état. Ce déplacement pourra être couplé avec le transport des tresses plombées en mauvais état à amener au ferrailleur Récup'Ferraille de Boulogne-sur-Mer<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> Le kilométrage total pour une saison de pêche pourra augmenter suivant le nombre de rotations nécessaires (transports amont et aval).



## 5 Conclusion

Cette étude relative à la fin de vie des filets de pêche biodégradables a montré que :

1. **Les quantités potentielles de déchets en jeu justifient d'envisager une « autre fin de vie » :**
  - D'un point de vue environnemental, ce sont environ 30 tonnes de déchets qui seraient détournées de l'enfouissement tous les ans, au profit d'une valorisation organique ;
  - D'un point de vue territorial, 3 à 4 acteurs locaux pourraient être mobilisés par cette filière, dont certains à moins de 5 kilomètres des ports ;
2. **Une filière dédiée de recyclage des filets de pêche biodégradables, sur le territoire du PNM, intégrerait les étapes suivantes :**
  - Stockage des filets en fin de saison dans des caisses-palettes 400 L, dans les ports de Boulogne-sur-Mer, du Tréport ou d'autres ports fréquentés par les fileyeurs ;
  - Pré-traitement des filets dans des structures de type ESAT (Etablissement et Service d'Aide par le Travail), situées à proximité immédiate des ports et réalisant les opérations suivantes : séparation des parties biodégradable et non-biodégradable du filet, découpage de la partie biodégradable en tronçons, nettoyage des coquillages, tri des différents éléments séparés ;
  - Traitement de la partie biodégradable des filets par compostage (~40 plateformes de compostage sur le territoire du PNM) ou par méthanisation (3 unités de méthanisation sur le territoire du PNM) ;
3. **Certains blocages technico-économiques demeurent.** Les étapes de pré-traitement et de traitement doivent d'abord être testées, avant d'être envisagées dans la durée :
  - Pour le pré-traitement, l'inconnue est davantage d'ordre économique : seul un test permettra de mesurer le temps nécessaire aux différentes tâches réalisées en ESAT, et donc d'obtenir un devis plus précis que le premier chiffrage réalisé dans le cadre de cette étude ;
  - Suivant les résultats de ce test de pré-traitement, d'autres structures pourront être contactées afin d'étudier leur prise en charge de la préparation des filets : associations de valorisation matière d'engins de pêche, structures de travailleurs prisonniers, ... ;
  - Pour le traitement, l'inconnue est davantage d'ordre technique – seul un test permettra de :
    - ✓ En unité de méthanisation, vérifier la faisabilité d'un broyage du filet (en entrée de méthaniseur), mesurer son pouvoir méthanogène et la qualité du digestat (en sortie de méthaniseur) ;
    - ✓ Sur plateforme de compostage, évaluer la cinétique de dégradation du filet et le mélange d'intrants nécessaire, son intérêt agronomique et la qualité du compost (en sortie de plateforme) ;
4. **Plusieurs structures du territoire sont partantes pour des tests,** dont le présent rapport propose un protocole :
  - Pour le pré-traitement, l'ESAT du Boulonnais ;
  - Pour le traitement par méthanisation, l'unité Octeva à Calais ;
  - Pour le traitement par compostage, les plateformes SMLA à Saint-Omer (mix 50 % filet et 50 % déchets verts) et Astradec à Beaumerie (mix 25 % filet et 75 % déchets verts).

A l'issue de ces tests, un schéma directeur opérationnel pourra être choisi, présentant le meilleur profil technico-économique : collecte de proximité, pré-traitement éprouvé par ESAT et traitement le plus efficace par compostage ou méthanisation. **Si ces tests sont conduits au printemps et à l'été 2021,**



**une filière locale de recyclage des filets de pêche biodégradables pourrait voir le jour fin 2021 ou début 2022 sur le territoire du PNM.**

## Annexes

## Annexe 1 – Acteurs identifiés : Boulogne-sur-Mer

Etape	Type de structure	Nom	Distance à Boulogne-sur-Mer	Capacité (t / an)	Adresse (rue)	Adresse (Ville)	Contact	Source	Statut
Pré-traitement	ESAT	ESAT du Boulonnais	2	Non concerné	76 boulevard de la Liane	Boulogne-sur-Mer	03 21 10 06 10	Annuaire action sociale	Entretien réalisé
Pré-traitement	ESAT	ESAT Outreau	5	Non concerné	Boulevard R. Splingard	Outreau	03 21 80 90 10	Annuaire action sociale	Entretien réalisé
Pré-traitement	ESAT	ESAT Arche des 3 fontaines	15	Non concerné	6 rue de l'Ecluse	Ambleteuse	03 21 99 92 99	Annuaire action sociale	Entretien réalisé
Pré-traitement	ESAT	ESAT Parenty	30	Non concerné	Ferme de Thubeauville 33 rue Chasse-Marée	Parenty	03 21 90 07 48	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT Ateiers Maurice Dehay	35	Non concerné	Boulevard du Valigot	Etaples	03 21 94 67 99	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT Camp du Drap d'Or	35	Non concerné	228 Chemin Départemental	Balinghem	03 21 82 12 50	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT Atelier du Channel	35	Non concerné	595 rue Louis Breguet	Calais	03 21 19 07 10	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT Atelier du Détroit	35	Non concerné	Rue Gustave Courbet	Calais	03 21 96 56 30	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT Atelier de Façonnage	35	Non concerné	Rue de Quebec	Calais	03 21 82 55 72	Annuaire action sociale	Acteur non contacté

Etape	Type de structure	Nom	Distance à Boulogne-sur-Mer	Capacité (t / an)	Adresse (rue)	Adresse (Ville)	Contact	Source	Statut
Pré-traitement	ESAT	ESAT de la Fondation HOPALE	50	Non concerné	Boulevard de la Manche	Berck	03 21 84 46 54	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT Atelier du Foier de Berck	50	Non concerné	Rue du Trou au Loup	Berck	03 21 09 54 11	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Sevadec Calais	35	8 000	Non renseigné		03 21 19 58 30	SINOE	Entretien réalisé
Traitement	Méthanisation	Méthaniseur Calais - Sevadec Octeva	35	28 000	rue Marcel Doret	Calais		SINOE	Entretien réalisé
Traitement	Compostage industriel	Compostage Cormont - Agriopale	36,3	11 000	8 Chemin Bouvelet	Cucq	09 75 61 85 46 <a href="mailto:contact@astradec.com">contact@astradec.com</a>	SINOE	Entretien réalisé
Traitement	Compostage industriel	Compostage Francq - Agriopale	36,3	11 000	8 chemin Bouvelet	Cucq	09 75 61 85 46 <a href="mailto:contact@agriopale.fr">contact@agriopale.fr</a>	SINOE	Entretien réalisé
Traitement	Compostage industriel	Compostage Cucq - Agriopale	36,6	11 000	Rue Evarist Dusannier	Cucq	09 75 61 85 46 <a href="mailto:contact@agriopale.fr">contact@agriopale.fr</a>	SINOE	Entretien réalisé
Traitement	Compostage industriel	Compostage Louches-Adricompost	36,6	10 000	Chemin d'Hondrecoutre	Louches	03 21 35 40 35 <a href="mailto:vero.adri@wanadoo.fr">vero.adri@wanadoo.fr</a>	SINOE	Entretien réalisé
Traitement	Compostage industriel	Astradec Organique - Wizernes	50,6	7 300	15 Rue de la Creuse	Wizernes	03 21 93 60 60 <a href="mailto:contact@astradec.com">contact@astradec.com</a>	SINOE	Entretien réalisé
Traitement	Compostage industriel	Compostage Arques - SMLA	55,9	9 000	177 Rue de Théroouanne	Saint Omer	03 21 12 10 33	SINOE	Entretien réalisé
Traitement	Compostage industriel	Astradec Organique - Beaumerie	61,7	7 300	95 Rue Charles Auguste Coulomb	Arques	03 21 93 60 60	SINOE	Entretien réalisé

Etape	Type de structure	Nom	Distance à Boulogne-sur-Mer	Capacité (t / an)	Adresse (rue)	Adresse (Ville)	Contact	Source	Statut
Traitement	Compostage industriel	Compostage Verdure Incourt – Ramery Environnement	80	40 000	Zone d'activité - Chemin de la Neulette	Incourt	03 21 04 31 09 (Monsieur Florentz 06 07 34 04 96)	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage de Sains en Gohelle – Sarl Barbier	100	3 000	16 rue Pasteur	Sains-en-Gohelle	Non renseigné	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Harnes – Ramery Environnement	118	10 000	Parc d'Entreprises de la Motte du Bois	Harnes	03 21 14 00 00 <a href="mailto:jguilbert@ramery.fr">jguilbert@ramery.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Tilloy-les-Mofflaines - SMLA	120	18 000	11 rue Volta	Tilloy-lès-Mofflaines	03 21 16 00 28	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Bavincourt - Suez	120	30 000 / 3 000	Lieu dit la Longue Raie - Route départementale	Bavincourt	06 07 57 69 93 <a href="mailto:emmanuel.cocquet@suez.com">emmanuel.cocquet@suez.com</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Vitry-en-Artois - SYMEVAD	120	32 000	Route de Quiery	Vitry-en-Artois	03 21 15 14 20	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Méthanisation	TVME Hénin-Beaumont - SYMEVAD	120	76 000	60 rue Mirabeau Prolongée	Hénin-Beaumont	03 21 74 35 99 <a href="mailto:communication@symevad.org">communication@symevad.org</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Escoeuilles - Suez	124	73000 (13 000 ?)	1 Rue Malfidano Bâtiment 2	Noyelles-godault	03 21 27 87 07 <a href="mailto:pierre-yves.longlet@suez.com">pierre-yves.longlet@suez.com</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Saily - SMICTOM	125	1 000	22 rue Brabant	Sailly-sur-la-Lys	Non renseigné	SINOE	Acteur non contacté

Etape	Type de structure	Nom	Distance à Boulogne-sur-Mer	Capacité (t / an)	Adresse (rue)	Adresse (Ville)	Contact	Source	Statut
Traitement	Compostage industriel	Compostage Graincourt Lez Havrincourt - Suez	149	132 000	11 Route Nationale 30	Graincourt-lez-Havrincourt	03 21 21 35 70 <a href="mailto:dominique.martin@sede.fr">dominique.martin@sede.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Violaines du Mazé	150	3 000	4 Chemin du Maze	Verlinghel	Non renseigné	SINOE	Acteur non contacté

## Annexe 2 – Acteurs identifiés : Le Tréport

Etape	Type de structure	Nom	Distance au Tréport	Capacité (t / an)	Adresse (rue)	Adresse (Ville)	Contact	Source	Statut
Pré-traitement	ESAT	ESAT les Ateliers Albatre	0,5	Non concerné	rue Pierre Mendes France	Le Tréport	02 35 50 12 50	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT Fondation Albert Jean	50	Non concerné	3 route d'Ablemont	Bacqueville en Caux	02 35 83 21 10	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT les Ateliers d'Etran APEI	30	Non concerné	1 grand-rue des Salines	Etan	02 32 90 55 00	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT APHGS Woincourt	12	Non concerné	rue Pablo Picasso	Woincourt	03 22 61 29 25	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT les Ateliers de la Baie de Somme	20	Non concerné	820 chemin de Pende	Lancheres	03 22 60 66 66	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT ACVSC Cayeux-sur-Mer	20	Non concerné	30 rue Florent Triquet	Cayeux-sur-mer	03 22 26 03 59	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT ADAPEI80 Abbeville	37	Non concerné	21 avenue Robert Schuman	Abbeville	03 22 20 12 20	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Pré-traitement	ESAT	ESAT Epissos Airaines	50	Non concerné	route de Longpré	Airaines	03 22 27 18 96	Annuaire action sociale	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Saint Pierre en Val	10	10 000	Saint Pierre en Val		Non renseigné	SINOE	Acteur non contacté

Traitement	Compostage industriel	Compostage Auquemesnil - SEDE et CC des Monts et Vallées	20	7 300	Auquemesnil	02 35 04 85 10 <a href="mailto:jeanpaul.parmontier@sede.fr">jeanpaul.parmontier@sede.fr</a> <a href="mailto:contact@falaisesdualou.fr">contact@falaisesdualou.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage de Fresnoy-folny - IKOS	25	30 000	Blangy	02 35 17 60 00 <a href="mailto:ikos@ikos.fr">ikos@ikos.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Lucy	40	15 000	Lucy	02 35 93 86 19 <a href="mailto:bray.compost@orange.fr">bray.compost@orange.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Buigny l'Abbé	50	10 000	Buigny l'Abbé	03 22 28 10 54 - 06 15 40 04 02 <a href="mailto:fcoulon@80.cernet.fr">fcoulon@80.cernet.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Regni-re-Ecluse - Suez	50	35 000	Regnière Ecluse	03 21 21 35 70 <a href="mailto:dominique.martin@sede.fr">dominique.martin@sede.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Belleville en Caux - Fertivert	60	30 000	Belleville en Caux	02 35 80 86 46 <a href="mailto:ludovic.dufour@fertivert.fr">ludovic.dufour@fertivert.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Thieulloy l'Abbaye - Trinoval	60	8 500	Thieulloy l'Abbaye	03 22 90 36 60 <a href="mailto:contact@trinoval.fr">contact@trinoval.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Méthanisation	Méthanisation E'caux Pole Brametot - Valor'caux	70	36000	Yerville	02 35 56 15 60 <a href="mailto:contact@smitvad.fr">contact@smitvad.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Biotero	75	Non renseigné	Criquetot sur Ouveille	02 35 95 14 78 <a href="mailto:biotero@free.fr">biotero@free.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Loeuilly	80	Non renseigné	Loeuilly	03 22 38 13 31	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Saint Marie des Champs - Collectivert	90	Non renseigné	Saint Marie des Champs	Non renseigné	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Saint Jean Cardonnay - SMEDAR	90	40 000	Saint Jean du Cardonnay	02 32 10 26 80 <a href="mailto:julien.dupont@smedar.fr">julien.dupont@smedar.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté

Traitement	Compostage industriel	Compostage Agrival - Idex Environnement	90	26 000	Rainneville	03 22 22 28 27 <a href="mailto:alain.taris@idex.fr">alain.taris@idex.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Boves - Veolia	100	11 000	Boves	03 22 09 51 02 <a href="mailto:emmanuelle.ketels@veolia.fr">emmanuelle.ketels@veolia.fr</a> <a href="mailto:philippe.herdhebaut@veolia.com">philippe.herdhebaut@veolia.com</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Trouville-Alliquerville	110	Non renseigné	Trouville	Non renseigné	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Moreuil - CC Avre Luce Noye	110	730	Moreuil	03 22 09 75 32 <a href="mailto:secretariat@avrelucenoye.fr">secretariat@avrelucenoye.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Notre Dame de Bliquetuit	120	10 000	Notre Dame de Bliquetuit	02 35 96 12 50 <a href="mailto:contact@terreauflorebleue.fr">contact@terreauflorebleue.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Cléon - SMEDAR	120	11 000	Cléon	02 32 10 26 80 <a href="mailto:contact@smedar.fr">contact@smedar.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Ailly-sur-Noye	120	1 900	Ailly sur Noye	03 22 41 57 73 <a href="mailto:lambert.sorel@wanadoo.fr">lambert.sorel@wanadoo.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Saint Vigor d'Ymonville - Veolia	130	55 000	Saint Vigor d'Ymonville	02 35 08 54 46 <a href="mailto:sebastien.huyghe@veolia.com">sebastien.huyghe@veolia.com</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Bretteville du Grand Caux	140	3 500	Bretteville du Grand Caux	06 17 52 69 33	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Gonfreville l'Orcher	140	10 000	Gonfreville l'Orcher	02 35 30 42 41 <a href="mailto:emmanuel.palfray@orange.fr">emmanuel.palfray@orange.fr</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Montivilliers	150	Non renseigné	Montivilliers	Non renseigné	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Tancarville	150	10 000	Tancarville	02 35 39 76 11 <a href="mailto:renaultvoncent@hotmail.com">renaultvoncent@hotmail.com</a>	SINOE	Acteur non contacté
Traitement	Compostage industriel	Compostage Villers-Faucon	160	7 200	Villers-Faucon	03 22 86 65 20	SINOE	Acteur non contacté

### Annexe 3 – Acteurs interrogés : contacts

<b>Acteur</b>	<b>Personne interrogée</b>	<b>Contact</b>
Société d'Exploitation des Ports du Détroit	Mme Tuo : Responsable environnement	03 21 46 29 72 06 37 74 10 44
ESAT du Boulonnais	M. Hanquez : Directeur adjoint	<a href="mailto:esatboulogne.hanquez@gmail.com">esatboulogne.hanquez@gmail.com</a> 03 21 10 06 10
ESAT d'Outreau	Pas de contact privilégié	03 21 80 90 10
ESAT des 3 fontaines	M. Delannoy	03 21 99 92 87 06 01 94 40 48
Octeva – Méthanisation de Calais	M. Pasquier	<a href="mailto:a.pasquier@urbaserenvironnement.fr">a.pasquier@urbaserenvironnement.fr</a> 06 88 84 87 64
SMLA – Syndicat Mixte Lys Audomarois	Mme Roussel : Directrice	<a href="mailto:valerieroussel@smla.fr">valerieroussel@smla.fr</a> 03 21 12 10 33
Astradec	M. Barras : Commercial	<a href="mailto:barras@astradec.com">barras@astradec.com</a> 07 78 39 52 52
Agriopale	M. Evrard, commercial	<a href="mailto:c.evrard@agriopale.fr">c.evrard@agriopale.fr</a> 06 25 72 93 65
Adricompost	Véronique	03 21 35 40 35
Alprech Filets	M. Coppin : Directeur	<a href="mailto:ocoppin.alprechfilets@orange.fr">ocoppin.alprechfilets@orange.fr</a> 06 98 47 81 94
Recup'Ferrailles	M. Marrette : Directeur	09 74 56 30 56



## Annexe 4 – Etude économique

L'étude économique figure sur le document Excel *Take a waste\_Etude economique complete\_20210412*

**III**

**Tests de compostage et  
mise à jour de l'étude de la  
filière de recyclage**



**Take a waste**

**les**  
**Alchimistes**  
Hauts-de-France



# Etude du recyclage des filets de pêche biodégradables

Bilan des tests et mise à jour de l'étude initiale

**Janvier 2023**

## Table des matières

Table des matières .....	1
Introduction.....	2
1 Etude technique : tests en installations .....	3
1.1 Méthodologie .....	3
1.2 Pré-traitement.....	3
1.3 Compostage.....	4
1.4 Méthanisation .....	12
2 Etude économique .....	13
2.1 Gisement de filets biodégradables en fin de vie .....	13
2.2 Autres données d'entrée selon deux hypothèses de travail.....	14
2.3 Résultats .....	16
3 Conclusion .....	18
3.1 Schéma directeur final proposé pour la future filière.....	20
4 Annexes .....	21
4.1 Annexe 1 – Résultats d'analyse de la qualité du compost : norme NFU 44-051 .....	21
4.2 Annexe 2 – Résultats d'analyse de la qualité du compost : analyse ISMO .....	23
4.3 Annexe 3 – Etude économique .....	24
4.4 Annexe 4 – Résultats du test de pouvoir méthanogène du filet par le laboratoire Auréa ...	29



## Introduction

Ce rapport est un complément du rapport datant de mai 2021 d'étude de fin de vie des filets biodégradables produit dans le cadre du projet TEFIBIO du Parc Naturel Marin des Estuaires Picards et de la Mer d'Opale (PNM EPMO). Il se base sur une phase de tests entre juin 2021 et août 2022 afin d'assurer la faisabilité de la valorisation organique des filets biodégradables et d'affiner son évaluation tarifaire. La méthodologie et les résultats de ces tests sont présentés dans la première partie.

Les ajustements techniques et économiques faits par rapport à l'étude de mai sont présentés dans la seconde partie de rapport.

# 1 Etude technique : tests en installations

## 1.1 Méthodologie

Chacune des structures locales identifiées lors de la première étude pour effectuer le pré-traitement ou le traitement des filets exigeait qu'un test soit réalisé dans ses locaux afin d'assurer la faisabilité de l'étape. Ce test avait également pour objectif de donner une meilleure estimation des tarifs de la filière à venir. Le planning des tests réalisés est indiqué dans le Tableau 1 :

*Tableau 1 : Planning des tests de pré-traitement et traitement*

Etape de la filière testée	Acteur concerné	Début – Fin du test
<b>Pré-traitement</b>	ESAT du Boulonnais	Mai – Août 2021
<b>Compostage</b>	SMLA <sup>1</sup>	Mai – Août 2021
	Astradec	Mai – Octobre 2021
	Les Alchimistes Hauts-de-France	Janvier – Août 2022
<b>Méthanisation</b>	Urbaser	Mai – Juin 2021
	Laboratoire Auréa	Juillet – Août 2021

## 1.2 Pré-traitement

Le test réalisé au sein de l'ESAT du Boulonnais entre mai et août 2021 a permis au responsable de l'atelier de confirmer la méthode de découpage prévue, de l'adapter, ainsi que de prévoir les outils nécessaires.



*Figure 1 : Séparations des différents éléments du filet lors de l'étape de pré-*

Après différents échanges, le prix final de cette étape a été fixé à 0,383 € / mètre (soit 38,3 €/100 m), contre une fourchette initiale annoncée entre 0,5 et 1,2 € / mètre (soit 0,85 € en moyenne).

On notera que la tâche étant réalisée par un ESAT, une réduction de la taxe AGEFIPH pouvant aller jusque 60 % pourra être demandée. Le montant de réduction sera cependant lié à la structure porteuse du projet : si celle-ci n'est pas soumise à la taxe AGEFIPH, ou bien à un montant faible au regard des coûts totaux du pré-traitement, le gain sera minime.

### **Bilan des tests – Etape de pré-traitement :**

- L'ESAT du Boulonnais a pu « industrialiser » son process de découpe des filets ;
- Le coût du démontage tronçonnage a pu être significativement réduit (38,3 €/100 m contre 85 €/100 m initialement évoqué), même s'il reste dans l'absolu relativement élevé (hors déduction éventuellement de taxe AGEFIPH).

## 1.3 Compostage

L'environnement dans lequel le produit est testé doit principalement dépendre de sa fin de vie prévue. La dégradabilité n'est pas seulement une caractéristique intrinsèque du matériau, mais dépend également des conditions environnementales telles que la température, l'activité biologique et la diversité microbienne. Par exemple, l'inactivité des champignons dans les décharges et les milieux aqueux a un impact majeur sur la dégradabilité de certains matériaux. Les environnements diffèrent également en termes d'agressivité ; en règle générale, le compost industriel est considéré comme le plus agressif, suivi du compost domestique et de la terre. Les milieux aqueux sont généralement moins agressifs. Les plateformes de compostage industrielles sont conçues pour traiter de grands volumes de déchets organiques.

Le processus de compostage, identique quelle que soit l'échelle, peut-être décrit par 3 phases :

- (i) une phase mésophile apparaissant à basse température (de 20°C à 45°C), caractérisée par une diminution du pH due à la production d'acides organiques facilement dégradables (mono-saccharides, amidon, lipides...)
- (ii) puis, une phase thermophile apparaissant à plus haute température (jusqu'à 70°C), caractérisée par une augmentation du pH, entraînant une hydrolyse des matériaux tels que la cellulose, la lignine et d'autres matériaux polymères présents ou introduits dans le compost puis une assimilation et une transformation de matières organiques facilement biodégradables (oligomères et monomères) en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O
- (iii) enfin, une étape de maturation se produisant à pH stabilisé, caractérisée par la transformation finale de la matière organique et de l'humus restants, également appelée processus d'humification.

*NB : La norme EN ISO 16929 précise que lors du compostage le pH doit augmenter jusqu'à une valeur supérieure à 7 et ne pas descendre en dessous de 5.*

### 1.3.1 Test en site industriel

Trois tests furent réalisés dans l'été 2020 en unités de compostage industriel : deux à Wizernes (Astradec), l'autre à St Omer (SMLA).



La méthodologie prévue initialement avec chacune des deux structures était de composter un mix d'intrants différents, c'est-à-dire du filet biodégradable et du déchet vert dans des proportions différentes. Des analyses biologiques en laboratoire devaient avoir lieu en milieu et fin de maturation afin d'évaluer la biodégradabilité des filets en andain, et leur capacité à produire un compost pouvant être normé en fin de processus<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> La norme NFU44 051 est nécessaire si le compost a ensuite vocation à être commercialisé. Le compost doit alors répondre à des exigences nationales fortes : [https://nord-pas-de-calais.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user\\_upload/Hauts-de-France/028\\_Inst-Nord-Pas-de-Calais/Telechargements/Recyclage/fiche2-seuils-reglementaires-fixes-par-les-normes.pdf](https://nord-pas-de-calais.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Hauts-de-France/028_Inst-Nord-Pas-de-Calais/Telechargements/Recyclage/fiche2-seuils-reglementaires-fixes-par-les-normes.pdf). la norme NFU 44-051 est présentée plus en détail dans le premier rapport d'étude.



Chaque plateforme reçut environ 60 mètres de filets découpés en tronçons d'une dizaine de mètres de long par l'ESAT du Boulonnais. Comme les andains des deux plateformes font plusieurs dizaines de mètres cubes, il fut finalement impossible de dimensionner les intrants ainsi que prévus. Les tronçons de filets furent donc simplement mélangés avec les déchets verts à l'extrémité d'un andain, sans vérification des proportions.

La zone concernée était signalée via un piquet de couleur.



*Figure 3 : Filets broyés introduits dans un andain à Wizernes*

Au cours de l'été, différents retournements étaient prévus afin d'aérer la matière. Sur les deux plateformes, et dès le premier retournement, les piquets de couleur ont été oubliés, et aucun morceau de filet n'a pu être retrouvé après retournement. Cela n'induit pas forcément que les filets se sont entièrement dégradés, car la différence de volume entre les filets et les andains était telle que les morceaux de filets peuvent être passés inaperçus.

Un nouveau test a donc démarré en septembre à Wizernes. Le 22 octobre, lors d'un retournement, les filets furent à nouveau perdus dans la masse de l'andain. Même si aucun morceau ne fut retrouvé dans le criblage de l'andain qui eut lieu le même jour, le faible volume initial de filets mis dans l'andain ne permet toujours pas de conclure quant à leur compostage total.

**Aucune analyse des composts n'a été réalisée pendant cette période, car la dilution des tronçons de filets au sein des andains industriels ne permettait pas de résultats exploitables.**

A noter que les filets ont été passés au broyeur de déchets verts par la société Astradec. Il semble donc possible de broyer les filets sans dommage de la machine.

**Bilan des tests – Etape de compostage industriel :**

- Intégrer des filets biodégradables au sein d'andains de compostage industriels nécessite de connaître précisément leur comportement lors de la maturation, afin d'adapter au mieux les intrants, et de produire un bon compost ;
- Une étape supplémentaire de suivi du compostage en unité de taille intermédiaire est nécessaire afin d'affiner le processus à mettre en place.

### 1.3.2 Test en plateforme de taille intermédiaire

Les filets de pêche ont été reçus par les Alchimistes Hauts-de-France le 17 janvier 2022. Le poids total réceptionné est de 3,5 kg, soit environ 30 mètres linéaires de filet (nappes extérieures et intérieure du test en mer de 2020). Ces filets ont été répartis en 3 lots pour mener 3 expérimentations différentes, comme résumé dans le tableau suivant :



Tableau 2 : Données de compostage des filets

Nom du test	Site	Quantité de filets introduite	Découpage des filets en morceaux	Passage en Composteur Electro-Mécanique (CEM)	Durée et température de la phase de fermentation	Durée de la phase de maturation
FILET 1	Lille	1 kg	Oui – morceaux grossiers de 30 cm	Non	Aucune <sup>3</sup>	1 mois
FILET 2		300 g	Oui – morceaux fins de 5 cm	Oui	2 semaines à 70°C	-
FILET 3	Santes	2 kg	Non	Non	3 mois à 70°C (+ 1 ½ mois < 70°C)	1 mois

Les tests FILET 1 et FILET 2 ont été réalisés sur le site de Lille car il s’agit du site régulièrement utilisé par Les Alchimistes pour réaliser des tests à petite échelle. Le test FILET 3 a été réalisé sur le site de compostage micro-industriel de Santes, car les deux tests précédents n’ont pas été concluants.

### Test 1 : Mise en compostage « simple » en date du 21 janvier 2022

Le 1er test a consisté à introduire directement les filets de pêches dans une cellule de maturation du site de Saint-Sauveur. Après avoir répartis les morceaux de filets au sein de notre première cellule de maturation, le mélange obtenue est représenté en figure . Le filet est ainsi exposé à des températures de l’ordre de 50 - 60 °C.



Figure 4 : Incorporation des filets (à gauche) et mélange en baie de

Conformément à notre processus de compostage, nous avons déplacé notre lot appelé “FILET\_1” dans sa seconde baie de maturation afin que ce dernier monte en température. Lors du déplacement du lot nous avons d’ores et déjà constaté une montée en température importante, atteignant 65°C.



Figure 5 : Déplacement du lot dans sa seconde baie de maturation

Après quatre semaines de compostage nous avons remarqué que le filet ne se dégradait pas du tout. Il n’était pas non plus fragilisé par la montée en température. Il devenait également difficile de manipuler le compost à la fourche à cause des longs morceaux de filets non dégradés restés à l’intérieur. Cette échelle de compostage n’étant pas adaptée – tant en termes de manipulation qu’en terme de répliquabilité avec des quantités plus

<sup>3</sup> Mise en cellule de maturation directement.



importants – nous n’avons pas jugé pertinent de poursuivre ce test. Nous avons donc décidé de mettre fin au test 1.

**Conclusion – Test n°1 :**

Les raisons de la non-dégradation des filets sont :

- Des températures trop basses, i.e. au-dessus de 65°C seulement 3-4 jours sur 4 semaines ;
- Le non découpage des filets en « petits morceaux », ce qui n’a pas facilité pas leur décomposition.

**Test 2 : Mise en compostage via le composteur électromécanique en date du 27 janvier 2022**

Pour remédier aux limites (prévisibles) du premier test, nous avons lancé en parallèle un 2e test où nous avons intégré un pré-compost dans le composteur électromécanique (CEM) pour l’exposer à des températures supérieures à 70°C.

Le pré-compost est constitué de biodéchets broyés, de broyat de bois et de morceaux de filet (300 g de morceaux d’environ 10 cm) morceaux de filet ont ainsi été incorporés dans un composteur, en même temps que les biodéchets broyés et le broyat de bois. Après trois semaines à l’intérieur du composteur, nous avons constitué un lot « FILET 2 » avec tous les volumes de pré-compost contenant des morceaux de filets et placé ce lot dans le CEM.

Après deux semaines dans le CEM à 70°C (le 02/03/2022) , les morceaux de filet ne sont pas décomposés (observation visibles à l’œil nu. Seules des traces de pré-compost les salissent.



*Figure 6: Morceau de filet après 3 semaines de pré-compost et 2 semaines dans le CEM.*

Il apparaît en conclusion de ce 2e test que le découpage et le passage dans le composteur à 70°C ne sont pas suffisants pour dégrader les filets.

Par ailleurs, nous avons constaté que les morceaux de filets ont été très dilués dans le composteur. Le premier morceau est sorti fin février alors que d’autres morceaux sont sortis fin mars. Aussi, il a été impossible de rassembler tous les morceaux de filet dans un seul lot afin de suivre correctement leur dégradation au cours de la maturation. Il a également été constaté qu’une partie des morceaux se sont enroulés autour de l’axe de rotation malgré le découpage préalable.

En raison de la diffusion des morceaux de filets dans plusieurs lots de compost successifs – sans compter une proportion non négligeable restée bloquée dans le composteur – nous avons décidé de mettre fin à ce test car une conclusion quant à la compostabilité du filet aurait été biaisé par la faible proportion de filets restant en compostage.

**Conclusion – Test n°2 :**

Le test n°2 a permis de mettre en évidence que :

- Le découpage n’a a priori pas d’influence sur la dégradation ;
- Les températures sont encore trop basses, malgré un passage à plus de 70°C pendant plusieurs heures.

**Test 3 : Compostage des filets sur le site micro-industriel de Santes en date du 22 février 2022**



Fort de ces deux premiers tests, nous avons choisi de réaliser un dernier test sur notre site micro-industriel de compostage. Sur ce site, le processus est un peu différent. Les biodéchets sont broyés, pressés, mélangés avec du broyat de bois puis mis sous bâche spécialisées dans des cellules de fermentation (formées en blocs bétons) pendant 8 semaines, avec un retournement toutes les 2 semaines. Puis le compost mature pendant 4 semaines dans une cellule de maturation avant d'être tamisé puis prêt à l'emploi.



Figure 7 : Cellules de compostage du site micro-industriel des Alchimistes de Santes

Nous avons donc choisi de faire suivre le même processus aux filets de pêches restant pour deux raisons :

**Nous avons ainsi enfoui 2 kg de filet - le 22 février 2022 - dans le lot de compost FR\_HDF\_SAN\_20220214 pour une initiale de 56 jours de fermentation (8 semaines) avec un suivi lors des retournements.**

- J+20

Le 14 mars 2022, lors du premier retournement du lot FR\_HDF\_SAN\_20220214, nous avons retrouvé les filets de pêche. Ces derniers y étaient encore, mais fragilisés car plus friables lors du déchirement.



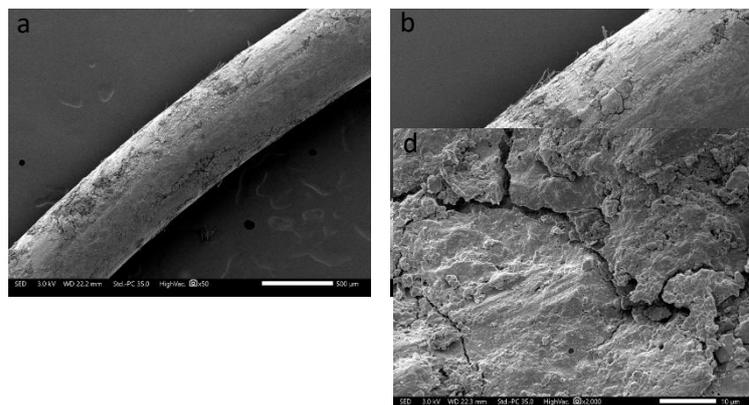
Figure 8 : Aperçu des morceaux de filet à j+20 dans le lot de compost

**Cette première observation encourageante doit être vérifiée dans les prochaines semaines.**

- J+35

Le 30 mars 2022, lors du second retournement, le même constat est fait. Les morceaux de filets sont fragilisés mais pas encore dégradés.

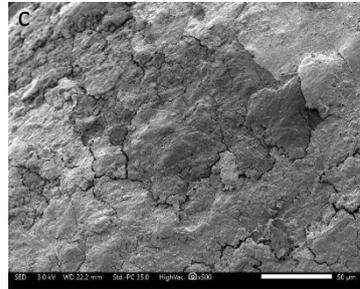
- J+50





Le 15 avril 2022, il a été observé que le filet était très friable mais sans décomposition notable. Des échantillons de filet ont été envoyés à SEABIRD pour analyse microscopique. Ces analyses ont confirmé la « fragilisation » des filets, observée à l'œil nu. Néanmoins, l'étape de « fragmentation » n'est pas encore atteinte après 7 semaines de fermentation.

Figure 9 : SEA212 - 0.60mm après 2 mois de compostage



(0, c : x500, d : x2000)

Suite à ces observations et aux échanges avec Seabird, les 8 ne suffiront pas à la dégradation de remettre le filet en conditions de fermentation, pour plus d'1 selon Seabird, la cinétique de étant différentes, le début de la temps de compostage avec une la suite en comparaison avec les autres biodéchets compostables. Les durées de fermentation appliquées en routine en plateforme de compostage industrielle ont conforté ce choix, étant de l'ordre de 3 mois.

semaines initialement prévues des filets. Il a donc été décidé de compostage actif, c'est-à-mois supplémentaire. En effet, dégradation des bioplastiques fragmentation prend plus de accélération de cette étape par

**Le 6 mai 2022, le filet a donc été replacé dans un nouveau lot de compost démarrant sa phase de fermentation active (lot n° FR\_HDF\_SAN\_20220330).**

- J+96

Le 31 mai 2022, après le mois supplémentaire de fermentation, aucun changement n'a été constaté visuellement. En revanche, le filet se cassait plus facilement. Le filet s'arrachait en plusieurs morceaux très facilement à la main. On peut donc en conclure que sa fragilisation progresse, d'où sa résistance plus faible.



Figure 10 : Aperçu des morceaux de filet lors du retournement à j+96

Il a été décidé de remettre une nouvelle fois le fil mois supplémentaire malgré un temps de ferment

**Le 16 juin 2022 le filet a donc été réintroduit dans le lot n° FR\_HDF\_SAN\_20220616 pour un 3e tour de « Fermentation à 70°C ».**

Le 12 juillet 2022, le filet n'a pas été retrouvé lors du transfert de la cellule 3 à 4. Le transfert de la cellule 4 à 5 fin juillet a confirmé la dégradation effective du filet. Le suivis des températures du compost durant le test a montré des températures inférieures à 70 °C, la température variant durant la phase de fermentation. En effet, après une période a plus de 70°C pendant 2 semaines la température redescend ensuite naturellement pour tendre vers 50-60°C. Ainsi, sur les 6 mois de fermentation, il n'y a eu véritablement que 3 mois où le compost était exposé à des températures supérieures à 70°C. En plateforme de compost industrielle, où les andains sont plus importants en termes de taille et avec une composition en biodéchets différente (boues de station d'épuration par exemple), la température est plus importante (jusqu'à 85 °C) et descend plus rarement en dessous de 70°C. L'allongement du temps de fermentation pendant le test en petite plateforme de compostage permet de compenser les périodes où la température a été inférieure à 70 °C. Sur la totalité du test, les filets ont bien été soumis à une fermentation active >70°C pendant 3 mois. Les courbes de températures sont disponibles en Annexe 1.



Le lot n° FR\_HDF\_SAN\_20220616 contenant le filet « décomposé » a ensuite poursuivi une phase de maturation pendant 1 mois, nécessaire pour obtenir un compost stable (agronomiquement parlant) mais n'ayant a priori pas d'effet sur la dégradation du filet.

### 1.3.3 Analyses de la qualité du compost obtenu

Comme préconisé par l'étude de la filière de valorisation réalisée par Take a Waste en mai 2021 (p.6), des échantillons du compost après maturation ont été prélevés pour analyses début septembre 2022. **Les résultats indiquent que le compost produit respecte la totalité des seuils de la norme NFU 44-051.** Les résultats détaillés sont fournis en Annexe 2. **En termes agronomiques, le compost est de très bonne qualité dans la mesure où :**

- Le taux de matière organique (en % brut) est de 57 %. Il est généralement compris entre 25 et 45 pour un compost de déchets verts industriel.
- Le trio NPK est égal à 4,32. Il est généralement compris entre 2 et 3 pour un compost de déchets verts industriel. Cela se traduit également par le dosage recommandé, qui serait de 10 tonnes par hectare, alors qu'il est généralement indiqué 40 tonnes par hectare pour un compost « classique ».
- Le rapport C/N est égal à 13. Cela signifie que le compost possède une teneur en azote importante et aura donc un effet rapide sur les cultures.

L'indice de stabilité de la matière organique (ISMO) est égal à 63,5 %. Cet indice montre qu'une proportion importante de la matière organique pourra se convertir en humus stable. En effet comme la figure ci-contre, nous nous trouvons dans la fourchette 55 – 85 des « composts urbains ». Cet indice aurait pu être plus élevé si le compost avait poursuivi sa phase de maturation pendant un mois supplémentaire.

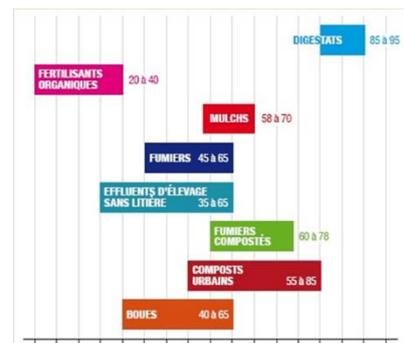


Figure 11 : Représentation de quelques valeurs d'ISMO de composts

Par ailleurs, il est intéressant de regarder les quantités « inertes et impuretés » contenues dans le compost, car les morceaux de filets non dégradés sont considérés comme des « inertes » ou des « impuretés » par un laboratoire d'analyse. Or sur les six catégories analysées (voir ci-dessous), seules trois sont déterminantes pour la norme NFU44-051, à savoir :

- Films + PSE > 5mm ;
- Autres plastiques > 5mm ;
- Verres + métaux > 2mm.

Et les résultats sur les inertes sont bons, voire très bons (10 fois inférieurs à la valeur limite pour les « Autres plastiques > 5 mm ») : autrement dit, le filet s'est suffisamment dégradé pour ne pas être considéré comme un « inerte ».

Inertes et impuretés			
	Résultats (% MS)	Valeur limites (% MS)	Conformité
Films + PSE > 5 mm	0,00	< 0,3	■
Autres plastiques > 5 mm	0,08	< 0,8	■
Verres + métaux > 2 mm	0,13	< 2	■
Inertes > 5 mm	1,98		
Verres > 5 mm	0,03		
Inertes > 2 mm	0,21		

Films + PSE : films plastiques souples majoritairement en polyéthylène. Le polystyrène expansé (PSE) et les mousses sont rattachés aux films car ils ont un impact visuel important.  
Autres plastiques : matières plastiques synthétiques autres que les films, essentiellement les PE, PET, PVC, etc...  
Verres et métaux : verre vert, brun, blanc et verres spéciaux ainsi que les métaux ferreux, inox, aluminium.

Figure 12 : Extrait des résultats d'analyse

Enfin d'un point de vue des pollutions, le compost est largement en dessous des valeurs limites pour :



- Les composés traces organiques ;
- Les éléments traces métalliques.

Le compost est également exempt de pathogènes (œufs d'helminthes et salmonelles).

*Néanmoins, nous attirons votre attention sur le fait que le filet ait été introduit en proportion faible dans le mélange : 2 kg de filet (environ 20m) pour 25 tonnes de matière en compostage. Soit 0,008 % en masse. Il se peut que les résultats soient différents si une proportion plus importante de filets est introduite en compostage. Mais nous pouvons sans risques envisager une proportion de filet 10 fois supérieure, soit 25 kg pour 25 tonnes de matières en compostage, **équivalent à un ratio 1:1000.***

**Conclusion – Test n°3 :**

Ce troisième test a permis de mettre en avant les résultats suivants :

- Le filet a effectivement été dégradé lors du processus de compostage ;
- **Le filet peut être décomposé dans des conditions de compostage industriel à condition qu'il subisse une phase de fermentation active (>70°C) pendant au moins 3 mois ;**
- Le compost obtenu respecte les seuils de la norme NFU 44-051, à condition de respecter une proportion « faible » de filets introduits en compostage.

## 1.4 Méthanisation

### 1.4.1 Test en unité

Initialement, un test dans l'unité de méthanisation Octeva de Calais devait être effectué. Après réception des filets, les responsables de la plateforme n'ont finalement pas souhaité les introduire dans le broyeur.

Le broyage est une étape obligatoire en amont du digesteur. Celui-ci, assimilable à une gigantesque cuve, contient en effet des pâles responsables de l'agitation de la matière. Dans le cas des filets, le risque qu'ils s'emmêlent autour des pales s'ils n'avaient pas été broyés est trop grand, la structure a préféré annuler la phase de test<sup>4</sup>.

### 1.4.2 Test du pouvoir méthanogène

Les échanges avec Octeva et la société Urbaser, gestionnaire du méthaniseur de Calais, ont montré que la méthanisation des filets comporte un enjeu fort de broyage. Avant de réaliser des tests en unité pouvant être coûteux et/ou engendrer des casses de machines, l'évaluation du pouvoir méthanogène des filets a permis d'estimer leur intérêt pour la filière méthanisation.

Trois litres de filets furent ainsi envoyés au laboratoire Auréa pour analyse, à savoir la « détermination de la production de biogaz produit par fermentation d'un déchet ». L'analyse a montré que la production de méthane par un procédé de méthanisation de la partie biodégradable des filets est faible : 1,6 m<sup>3</sup> / tonne de matière brute (à comparer à 100+ m<sup>3</sup> pour certains fumiers en méthanisation agricole)<sup>5</sup>. Cette technique de valorisation organique n'est donc pas à privilégier, les risques étant par ailleurs trop grands d'endommager le broyeur en amont du digesteur.

#### **Bilan des tests – Etape de méthanisation :**

- La méthanisation est difficile à mettre en place dans le cas de filets de plusieurs centaines de mètres ;
- Les filets biodégradables actuellement conçus produisent très peu de méthane lors de leur méthanisation : environ 60 fois moins que certains fumiers agricoles ;
- La méthanisation n'est donc pas une filière appropriée pour la fin de vie des filets biodégradables.

---

<sup>4</sup> Courant 2021, le digesteur a connu une forte avarie, nécessitant sa fermeture durant plusieurs semaines. A la reprise d'activité, aucun risque d'interrompre la production de biogaz ne pouvait être pris, d'où notamment l'abandon du test avec les filets.

<sup>5</sup> Les résultats complets de l'analyse du pouvoir méthanogène de l'échantillon par le laboratoire sont en annexe 3 de ce rapport.

## 2 Etude économique

### 2.1 Gisement de filets biodégradables en fin de vie

Entre l'étude de mai 2021 et celle de septembre 2022, certaines hypothèses ont été affinées :

- Une pesée des filets réalisée par l'ESAT du Boulonnais a permis de fixer les densités (respectivement 0,1 kg/L et 0,5 kg/L pour les parties biodégradables et non biodégradables) et masses linéiques (12 et 17 kg pour 100 mètres) ;
- Une distinction a été faite entre les parties biodégradables et non biodégradables des filets.

Les résultats en termes de gisements de filets pour chaque saison de pêche sont présentés dans le tableau suivant. **Ainsi, l'étude de mai 2021 prévoyait au total 32,4 tonnes de filets biodégradables en 2025, contre 25 tonnes après actualisation.**

*Tableau 3 : Evaluation du gisement de filets de pêche biodégradables en fin de vie – Résultats*

Gisement de filets biodégradables (nappe) (en tonnes)	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
2021	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
2022	0,5	0,0	0,3	1,3	2,0
2023	2,2	0,0	0,8	3,8	6,8
2024	4,3	0,0	1,8	8,6	14,8
2025	7,2	0,0	2,4	15,4	25,0
<i>Part de biodégradable en 2025</i>	100%	0%	100%	100%	84%

Gisement de filets biodégradables (tresse) (en tonnes)	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
2021	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7
2022	0,7	0,0	0,6	2,7	4,0
2023	3,1	0,0	1,7	8,2	12,9
2024	6,1	0,0	3,8	18,4	28,3
2025	10,2	0,0	5,1	32,6	47,9

## 2.2 Autres données d'entrée selon deux hypothèses de travail

Deux hypothèses de travail sont avancées avant la phase de traitement afin d'étudier une filière de fin de vie crédible d'un point de vue économique :

- Sur la base de la première étude de filière de recyclage, la première hypothèse analyse le coût et la logistique d'une filière comprenant une phase de pré-traitement à l'ESAT du Boulonnais.
- Après des essais de broyage des filets biodégradables utilisés pendant les tests en mer directement en plateforme de compostage (Astradec), il apparaît que la phase de pré-traitement identifiée précédemment n'est pas nécessaire. La seconde hypothèse analyse le coût et la logistique d'une filière ne comprenant pas de phase de pré-traitement. Dans cette hypothèse, le démontage est réalisé par les pêcheurs, ce qui est souvent le cas.

### 2.2.1 En amont de la phase de traitement

#### 2.2.1.1 Données d'entrées mises à jour pour la filière avec pré-traitement

Le nombre restreint de filets biodégradables utilisés jusqu'en 2025 permet d'envisager leur apport volontaire par les pêcheurs à la fin de chaque saison de pêche. L'hypothèse de collecte par l'ESAT en charge du pré-traitement a donc été enlevée ainsi que les caisses-palettes de stockage sur le port. Celles nécessaires au stockage de la partie biodégradable des filets pré-traités ont été conservées. Le coût de pré-traitement a été pris à 0,383 € / mètre de filet. Pour le stockage des filets post-traitement ainsi que le transport jusqu'au lieu de traitement, les hypothèses sont les mêmes que dans l'étude de mai 2021, à l'exception du matériel utilisé pour la collecte de la partie biodégradable des filets, sur le lieu du pré-traitement, à Boulogne-sur-Mer uniquement. En effet, il n'y a qu'à Boulogne-sur-Mer que la quantité de la partie biodégradable du filet justifie d'utiliser un autre matériel de collecte que la caisse-palette 400 L : nous avons privilégié ici un éco-bac 5 m<sup>3</sup>, qui reste relativement modeste en termes de place au sol nécessaire. Nous n'avons pas retenu l'hypothèse d'une benne 20 m<sup>3</sup> sur le site de pré-traitement – ESAT du Boulonnais en l'occurrence – en raison de la place trop importante prise au sol par ce type de matériel et des difficultés logistiques d'accès et d'intervention sur site pour l'enlèvement d'une benne 20 m<sup>3</sup>.

#### 2.2.1.2 Données d'entrées pour la filière sans pré-traitement

L'ensemble des coûts logistiques que sont le stockage au port et le transport jusqu'au lieu de traitement sont les mêmes que ceux de la filière conventionnelle. En effet, le stockage au port peut être dédoublé avec des bennes pour les filets biodégradables et des bennes pour les filets conventionnels. Le démontage des filets par les pêcheurs eux-mêmes est avancé ici, la pratique étant très courante pour permettre une réutilisation des éléments non abîmés autres que les nappes de filets. Le coût de traitement de ces éléments non valorisables abîmés est conservé au même titre que pour la filière avec pré-traitement. Concernant le transport jusqu'au traitement, la logistique mise en place dans la filière conventionnelle peut également être appliquée.

### 2.2.2 Traitement de la partie non organique

Afin de réaliser une comparaison avec la filière actuelle de gestion des filets non biodégradables, l'estimation du coût d'élimination de ces derniers a été faite, en se basant sur les factures d'avril à juin 2021 d'enfouissement des filets conventionnels par la SEPD<sup>6</sup>. Les mêmes tarifs ont été utilisés pour le traitement de la partie non valorisable des filets biodégradables.

---

6 Société d'Exploitation

Deux facteurs vont entraîner la hausse des tarifs d'enfouissement dans les années à venir :

- L'augmentation prévue de la **Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP)** : cette taxe s'applique à l'incinération et au stockage des déchets, modes de traitement qui concernent quasiment tous les éléments du filet non-biodégradable (à l'exception de la tresse plombée), mais seulement certains éléments du filet biodégradable (flotteurs et tresse flottante notamment). Or cette taxe va augmenter significativement de 2021 à 2025, passant de 30 à 65 € la tonne<sup>7</sup> ;
- **La tension croissante sur les exutoires de traitement** : les objectifs nationaux de réduction de l'enfouissement entraînent la diminution des capacités d'accueil de déchets ultimes des installations sur le territoire national. Celles-ci fonctionnent donc à saturation, et le coût du traitement résiduel est donc en augmentation chaque année. Les évolutions tarifaires dépendent des régions et de leur maillage en installations. Dans les Hauts de France, le coût devrait augmenter annuellement de 13,2 € / tonne de déchets traités<sup>8</sup>.

### 2.2.3 Traitement organique

Les hypothèses sont les mêmes que dans l'étude de mai 2021.

---

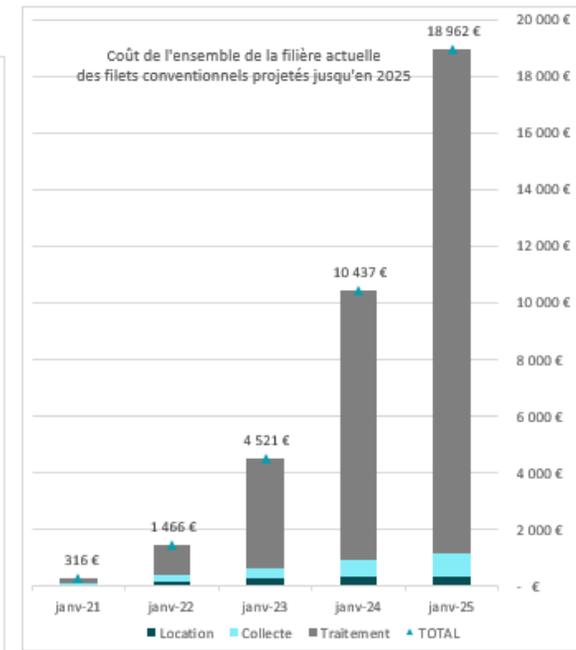
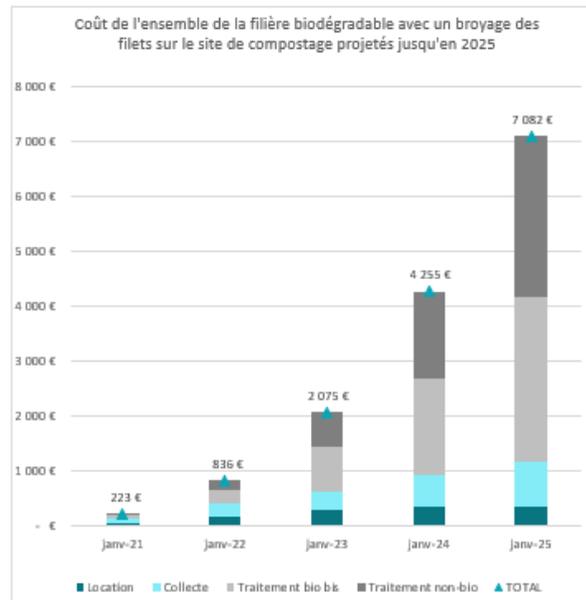
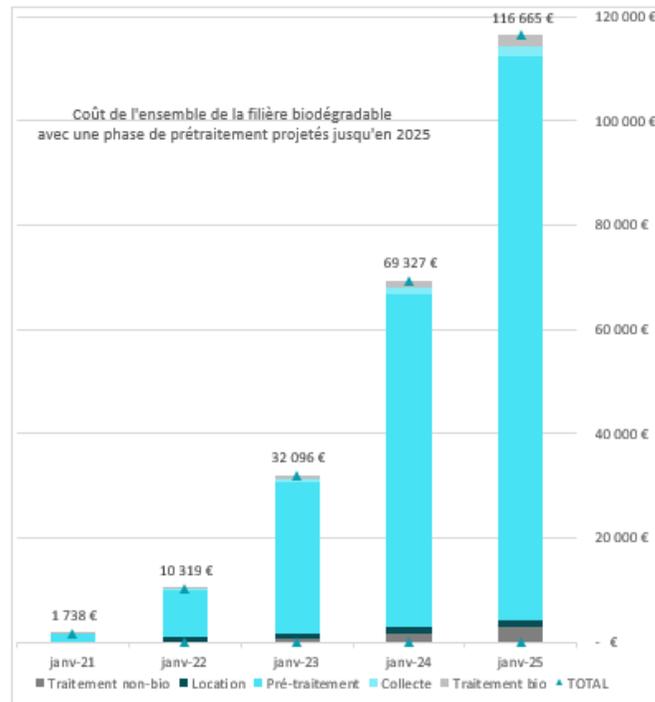
<sup>7</sup> <https://dechets-infos.com/les-taux-de-tgap-dechets-applicables-en-2019-et-au-dela-publies-au-jo-4918371.html>

<sup>8</sup> <https://www.constructioncayola.com/environnement/article/2020/01/17/127492/fedec-publie-indice-variation-cout-enfouissement-isdnd-4e-trimestre-2019>

## 2.3 Résultats

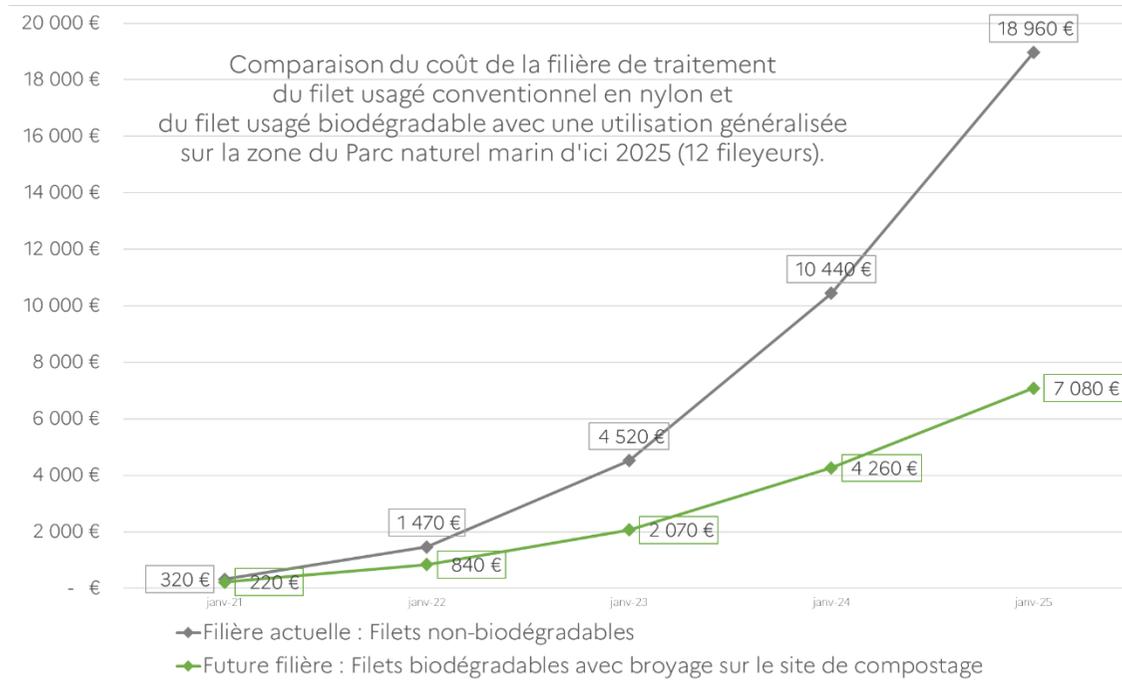
L'ensemble des calculs effectués, des hypothèses prises en compte et des coûts pour chaque étape est disponible en Annexe 3.

Les coûts en fonction du poste de dépense et leur évolution entre 2021 et 2025 sont présentés pour la filière avec pré-traitement, la filière sans pré-traitement et la filière actuelle ci-dessous.



Les coûts linéaires des filières diminuent avec les volumes. Pour la filière avec pré-traitement, il est estimé à 443 € / kilomètre en 2021, il est de 410 € / kilomètre en 2025. Pour la filière sans pré-traitement, il est estimé à 56 € / kilomètre en 2021, il est de 25 € / kilomètre en 2025. Pour la filière actuelle, il est estimé à 79 € / kilomètre en 2021, il est de 67 € / kilomètre en 2025. Cette différence de diminution est expliquée par une part liée au pré-traitement qui est la plus importante pour la filière avec pré-traitement, part qui n'est pas dépendante du volume. Elle est responsable à 96 % du coût de la filière avec pré-traitement. **C'est la filière sans pré-traitement qui est la plus avantageée par l'augmentation des volumes en plus de son plus faible coût.**

Le graphique ci-dessous présente une comparaison du coût de fin de vie de la filière sans pré-traitement et de la filière actuelle. La filière avec pré-traitement analysée n'est pas entendable comme alternative à la filière actuelle.



**Figure 13 : Coût de la fin de vie des filets biodégradables vs. non-biodégradables**



### 3 Conclusion

**Le traitement par méthanisation n'est pas une solution envisageable**, du fait :

- Du risque d'emmêlage des filets dans le broyeur (en entrée de méthaniseur) ;
- Du très faible pouvoir méthanogène des filets.

**Le test réalisé par les Alchimistes sur le site de Santes entre février et août 2022 permet de conclure à une faisabilité technique du compostage en plateforme industrielle**, dans la mesure où les conditions du test sont très proches de la réalité d'une plateforme industrielle :

- **Taille du site** : bien que de capacité inférieure (autorisation d'exploiter à 730 tonnes par an contre 10 000 tonnes en moyenne pour le secteur), l'unité de Santes appartient déjà à la catégorie des plateformes industrielles au sens où elle est située juste en dessus du seuil de « déclaration » au titre de la rubrique 2780 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)<sup>9</sup>. Elle est par ailleurs titulaire d'un agrément sanitaire délivré par la Direction Départementale de Protection des Populations (DDPP) du Nord pour le compostage des sous-produits animaux de catégorie 3 ;
- **Procédé de compostage** : le procédé de compostage utilisé par Les Alchimistes sur le site de Santes se rapproche fortement d'un compostage en « andains » - utilisé sur les plateformes de compostage industriel- même si sur le site des Alchimistes les andains sont plus petits et « rangés » dans des casiers en blocs bétons ;
- **Durée du compostage** : le protocole de test appliqué, consistant en une phase de fermentation de 3 mois à des températures élevées (de l'ordre de 70° C) puis une phase de maturation de 2 à 4 mois, correspond au procédé de compostage classique d'une installation de compostage industriel. Le fait qu'aucun morceau de filet visible à l'œil nu n'ait été retrouvé dans le compost produit est totalement rassurant quant à la capacité d'une plateforme de compostage industriel à dégrader les filets biosourcés ;
- **Proportion de filet acceptable** : quoiqu'il ne soit pas possible de quantifier précisément la part de filets acceptable en compostage, par rapport à d'autres déchets organiques comme des déchets verts par exemple, il est établi que cette part doit être minoritaire et globalement faible. Étant donné le gisement total de filets estimé à horizon 2025 (25 tonnes pour la partie biodégradable du filet uniquement et sur les trois ports de pêche de l'étude), comparé à la capacité annuelle de compostage d'une plateforme industrielle (10 000 tonnes en moyenne), il est clair que la proportion du filet sera toujours très faible. En effet, si l'on suit le ratio 1:1000 appliqué par les Alchimistes lors du test, les 25 tonnes de filet pourrait être valorisée soit sur une « grande » plateforme de 25 000 tonnes, soit sur 3 plateformes « intermédiaires » de 10 000 tonnes ;
- **Longueur des tronçons de filets** : découpés en tout petits morceaux par les Alchimistes pour le test en petite unité (5 à 30 cm), les filets biodégradables pourraient être laissés en tronçons beaucoup plus longs pour un compostage en plateforme industrielle. Pour rappel, les tests en plateforme industrielle réalisés à l'été 2020 ont été faits avec des tronçons de 10 mètres environ et les filets n'avaient pas été retrouvés dans le compost finalement produit. Il est donc raisonnable d'envisager des tronçons de filets d'au moins 10 mètres de long, quitte à progressivement tester des longueurs plus importantes si aucun problème n'apparaît en plateforme industrielle avec des tronçons de 10 mètres.

---

9 2780. Installation de compostage de déchets non dangereux ou matière végétale, ayant, le cas échéant, subi une étape de méthanisation



**Suite à cette étude et à l'analyse du compost réalisée, la plateforme de compostage industrielle Astradec de Wizernes a accepté de réaliser un test à échelle du projet (10,5 km de filets usagés) avec un broyage des filets directement en plateforme en juillet 2023. Une filière sans pré-traitement a donc pu être étudiée, qui s'avère plus intéressante que la filière actuelle conventionnelle. La bonne dégradation des filets sera à vérifier, l'expérimentation étant toujours en cours.**

Actuellement, la gestion des déchets des ports est financée par les sociétés exploitantes des ports : la CCI Littoral Haut de France pour le Tréport et la Société d'Exploitation des Ports de Détroit (SEPD). Les pêcheurs paient une taxe dont une partie est liée à la collecte des déchets. D'après la personne interrogée au sein de la SEPD, le montant de la taxe est cependant bien loin des coûts réels de collecte et traitement. Le développement des filets biodégradables et de la filière sans pré-traitement, en plus d'avoir un avantage écologique certain en termes de compostage, pourrait également bénéficier aux sociétés exploitants les ports



### 3.1 Schéma directeur final proposé pour la future filière

Synthèse des études menées, le schéma suivant est celui proposé pour le fonctionnement de la future filière de gestion des déchets de filets biodégradables :

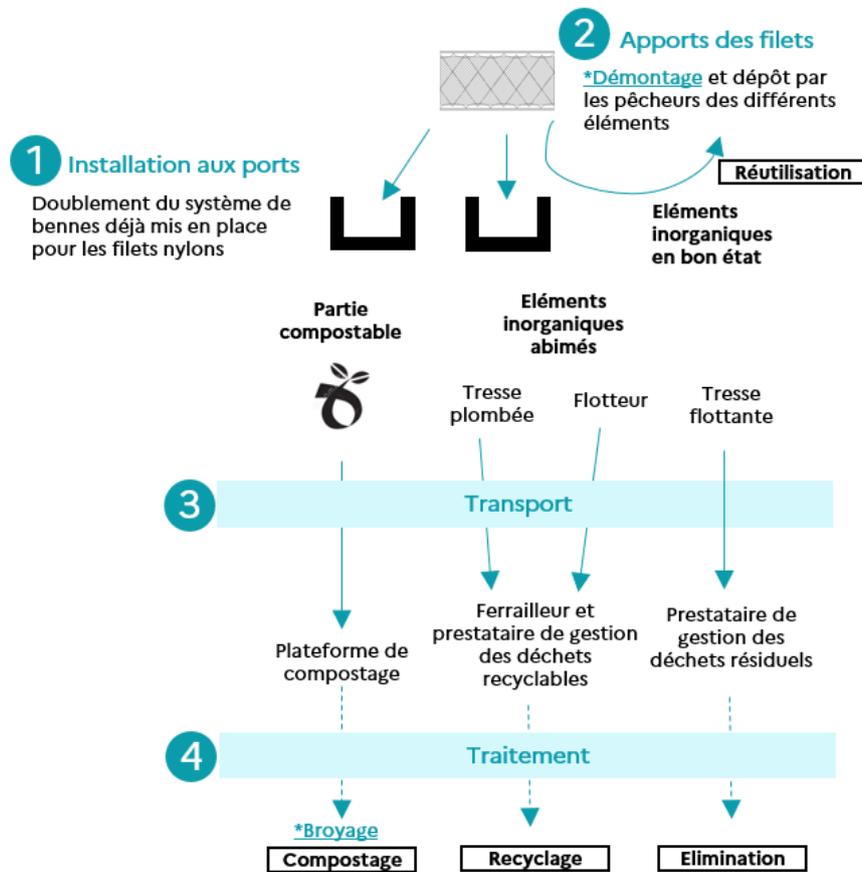


Figure 14 : Schéma directeur proposé pour la future filière

## 4 Annexes

### 4.1 Annexe 1 – Résultats d'analyse de la qualité du compost : norme NFU 44-051

#### Détail des normes et des méthodes appliquées

##### Caractéristiques physico-chimiques et valeur fertilisante

Matière Organique (MO)	NF EN 13039
Matière Sèche (MS)	NF EN 13040
Azote (N) DUMAS	NF EN 13854-2
Phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), Potassium (K <sub>2</sub> O), Magnésium (MgO), Calcium (CaO), Sodium (Na <sub>2</sub> O) et Soufre (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) total	X31-150 / Mineralisation : Méthode Interne SAD-MDM-METH-PACR-MOP-005 / Dosage : NF EN ISO 11885
Azote nitrique et ammoniacal	NF ISO 14258-2
Azote uréique	Méthode interne
pH	Méthode interne selon NF EN 13037
Conductivité	Méthode interne
ISB et ISMO	Calcul
Classes granulométriques	
Masse volumique compactée	NF EN 13040 mod
Refus à 40 mm	NF EN 13040
Echauffement maximal (test Dewar-Rotterdam)	
Graines et adventices	

##### Éléments Traces Métalliques et Oligo-élément totaux

Fer (Fe), Manganèse (Mn), Bore (B), Molybdène (MO), Cobalt (Co) et Aluminium (Al) total	
Mercuré (Hg) total	Méthode interne AUREA45-MDM-METH-MOP-012
Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn) et Arsenic (As) total	X31-150 / Mineralisation : Méthode Interne SAD-MDM-METH-PACR-MOP-005 / Dosage : NF EN ISO 11885
Sélénium (Se) total	X31-150 / Mineralisation : Méthode Interne SAD-MDM-METH-PACR-MOP-005 / Dosage : NF EN ISO 15586
Chrome hexavalent	

##### Composés Traces Organiques

Total des 7 PCB	Calcul
Fluoranthène	MI LCA 17-AME-IT-002 et LCA 17-AME-IT-007
Benzo(b) fluoranthène	MI LCA 17-AME-IT-002 et LCA 17-AME-IT-007
Benzo(a) pyrène	MI LCA 17-AME-IT-002 et LCA 17-AME-IT-007

##### Inertes et impuretés

Films + PSE > 5 mm	NF U 44-164
Autres plastiques > 5 mm	NF U 44-164
Verres + métaux > 2 mm	NF U 44-164
Verres > 5 mm	NF U 44-164
Inertes > 5 mm	NF U 44-164
Inertes > 2 mm	NF U 44-164

##### Micro-organismes d'intérêt sanitaire

Escherichia coli	
Clostridium perfringens	
Entérocoques	
Oeufs d'helminthes viables	FD X33-040 méthode par triple flottation
Listeria monocytogènes	
Salmonelles	NF EN ISO 6579-1
Entérovirus	
Coliformes thermotolérants	
Oeufs de nématodes	



**ANALYSE RÉALISÉE POUR :**  
**SA NORD COMPOST**  
 134 RUE DES TEMPLIERS  
 CHEZ MAMA WORKS  
 59000 LILLE

**ORGANISME :**  
**NORD COMPOST**  
 12 PLACE SAINT HUBERT  
 CHEZ BURO CLUB LILLE  
 59000 LILLE

Code organisme : 302253

COMPOSTAN 43 M4-11-2011

Légende : sans danger sans danger sans danger

**Référence échantillon :**  
 N° échantillon : **8368894** Référence : **Lot FR\_HDF\_SAN-2022016**  
 N° LIMS : **8368894** Commune : **PF2000 - SANTES**

**Dates repères :**  
 Date de prélèvement : **29/08/2022**  
 Date de réception : **31/08/2022**  
 Date de sortie : **21/09/2022 (x1)**

**Type produit :**  
 Type 5 - Compost de fermentescibles alimentaires et/ou ménagers

**Référence réglementaire :**  
 NF U44-051

**Caractéristiques physico-chimiques**

Résultats	Normes	Conformité	
Matière Organique (% brut)	57,1	>= 20	
Matière sèche (% brut)	74,6	>= 30	
C organique / N total	12,8	> 8	
Matière Organique (% sec)	76,3		
Azote total (N) (% brut)	2,233	< 3	
N Nitrique + N ammoniacal + N urique (% brut total)	3,00	< 33	
Phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (% brut)	1,25	< 3	
Potassium (K <sub>2</sub> O) (% brut)	0,842	< 3	
N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O (% brut)	4,32	< 7	

**Éléments traces métalliques**

Résultats (mg/kg)	Valeurs limites (mg/kg)	Conformité	
Arsenic (As)	4,10	< 18	
Cadmium (Cd)	0,538	< 3	
Chrome (Cr)	21,5	< 120	
Cuivre (Cu)	44,1	< 300	
Mercurure (Hg)	0,077	< 2	
Nickel (Ni)	6,26	< 60	
Plomb (Pb)	27,8	< 180	
Sélénium (Se)	< 3,16	< 12	
Zinc (Zn)	194	< 800	

**Composés Traces Organiques (CTO)**

Résultats (mg/kg MS)	Valeurs limites (mg/kg MS)	Conformité	
Total des 7 PCB	---		
Fluoranthène	0,293	< 4	
Benzo (b) fluoranthène	0,109	< 2,5	
Benzo (a) pyréne	0,063	< 1,5	
Somme des 16 HAP	---		

**Détail PCB**

Compénérés	28	52	101	118	130	153	180	Erreur des PCB
mg / kg MS								---

**Inertes et impuretés**

Résultats (%)	Valeurs limites (%)	Conformité	
Films + PSE > 5 mm	0,00	< 0,3	
Autres plastiques > 5 mm	0,08	< 0,8	
Verres + métaux > 2 mm	0,13	< 2	
Inertes > 5 mm	1,36		
Verres > 5 mm	0,03		
Inertes > 2 mm	0,21		

Films + PSE : Tous plastiques excepté majoritairement en polyéthylène. Le polyéthylène expansé (PSE) et les verres sont indiqués car ils ne se défont pas à la fin de la vie. Les autres plastiques sont indiqués car ils ne se défont pas à la fin de la vie. Les autres plastiques sont indiqués car ils ne se défont pas à la fin de la vie. Les autres plastiques sont indiqués car ils ne se défont pas à la fin de la vie.

**Micro organismes d'intérêt sanitaire**

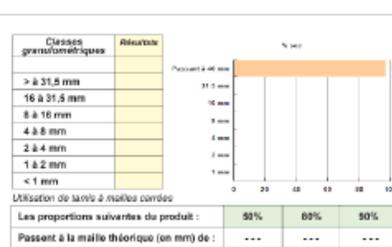
Agents indicateurs de traitement	Résultats	Valeurs limites (log UFC)		Conformité pour toutes cultures avec cultures maraichères	Résultats	Valeurs limites (log UFC)		Conformité pour toutes cultures avec cultures maraichères
		Valeur	Unité			Valeur	Unité	
Escherichia coli								
Clostridium perfringens								
Entérocoques								
Oufs d'helminthes viables	absence	1/100	Absence (log UFC)		absence	1/100	Absence (log UFC)	
Listeria monocytogenes								
Agents pathogènes								
Salmonelles	Non détectées	25g MS	Absence (log UFC)					
Entérovirus								
Coliformes thermotolérants								
Oufs de nématodes								

**Type produit :**  
 Type 5 - Compost de fermentescibles alimentaires et/ou ménagers

**Référence réglementaire :**  
 NF U44-051

**Caractéristiques physiques**

Résultats	Normes
Humidité (% produit brut)	25,2
Matière sèche (% produit brut)	74,6
Matière minérale (% produit brut)	17,71
Matière organique (% produit brut)	57,1
pH	8,55
Conductivité (mS/m)	158,0
Masse volumique compactée (t/L)	301
Refus à 40 mm (% produit brut)	2,4



**Valeur amendante (apport de matière organique)**

Résultats	
Carbone organique (% MS)	36,16
N total (% MS)	2,087
Rapport C/N (orga)	12,8
Rapport C/N (orga total)	13,2
Indice de Stabilité Biochimique (ISMO) (% MO)	63,5
MO potentialisant résistante à la dégradation (kg / t de produit brut)	362



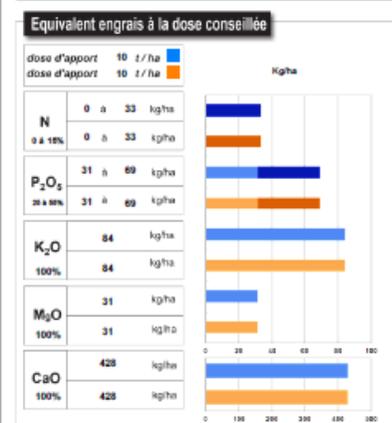
**Valeur fertilisante (apport d'éléments minéraux)**

	g / kg (ou kg/tonne) produit brut	g / kg produit sec
<b>AZOTE</b>		
Azote organique	21,66	28,97
Azote Nitrique (N NO <sub>3</sub> )	< 0,003	< 0,004
Azote ammoniacal (N NH <sub>4</sub> )	0,67	0,90
Azote minéral (N NH <sub>4</sub> + N NO <sub>3</sub> )	0,67	0,90
Azote Dumas (N orga + N NO <sub>3</sub> )	21,7	29,0
<b>ÉLÉMENTS MINÉRAUX</b>		
Azote total (N)	22,33	29,87
Phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	12,5	16,8
Potassium (K <sub>2</sub> O)	8,42	11,3
Magnésium (MgO)	3,08	4,12
Calcium (CaO)	42,8	57,3
Sodium (Na <sub>2</sub> O)	4,38	5,86
Soufre (SO <sub>2</sub> )	5,57	7,46
<b>FLUO - ÉLÉMENTS</b>		
Zinc (Zn)	145	194
Cuivre (Cu)	33,0	44,1
Fer (Fe)	3454	4620
Manganèse (Mn)	141	188,2
Bore (B)		
Molybdène (Mo)	1,42	1,91
Cobalt (Co)	1,80	2,14

**Apport de MO à la dose conseillée**

10 t/ha 6705 kg de MO dont 3620 kg de MO stable

10 t/ha 6705 kg de MO dont 3620 kg de MO stable



**Autres résultats**

Résultats	Valeurs limites	Conformité
Chrome hexavalent (Cr VI) mg/kg MS	---	
Echauffement maximal (Test Dinar Rotterdam) °C	---	
Graines et adventices /L	---	

## 4.2 Annexe 2 – Résultats d'analyse de la qualité du compost : analyse ISMO

### Evaluation de la stabilité biologique

Déterminations		Méthode	Résultats
Matière sèche (1)	% du produit brut	NF EN 13040	74,8
Matière organique (2)	% de matière sèche	NF EN 13039	76,3
NDF org.	% de la matière organique partiellement sec à 40 °C (insolubles dans le détergent neutre)	FD U44-162	58,06
ADF org.	% de la matière organique partiellement sec à 40 °C (insolubles dans le détergent acide)	FD U44-162	56,47
ADL org.	% de la matière organique partiellement sec à 40 °C (lignine sulfurique)	FD U44-162	18,85
Composés organiques solubles (SOL)	% de la matière organique partiellement sec à 40 °C	FD U44-162	41,9
Hemicelluloses (HEM)	% de la matière organique partiellement sec à 40 °C	FD U44-162	1,59
Cellulose (CEL)	% de la matière organique partiellement sec à 40 °C	FD U44-162	37,6
Lignines et cutines (LIC)	% de la matière organique partiellement sec à 40 °C	FD U44-162	18,9
Cellulose brute Weende (CEW)	% de la matière organique partiellement sec à 40 °C	FD U44-162	38,98
Carbone organique minéralisé à 3 jours	% du carbone organique	Calcul	3,34
<b>ISB - Indice de Stabilité Biochimique</b>			
	proportion de la matière organique		0,53
	% de la matière organique		63,5
<b>ISMO - Indice de Stabilité de la Matière Organique (3)</b>			
	kg de MO stable / t de matière sèche		485
	kg de MO stable / t de matière brute		363

### Commentaire

1 tonne de produit brut pourrait fournir 363 kg de matière organique potentiellement résistante à la dégradation (calcul avec ISMO).

1 tonne de produit brut pourrait fournir 362 kg de matière organique potentiellement résistante à la dégradation (calcul avec ISB).

Kg MO potentiellement résistante à la dégradation = (1) x 10 x (2) / 100 x (3) / 100

## 4.3 Annexe 3 – Etude économique

### Hypothèses de gisement

En vert les données d'entrée : ce dont on est sûr / En bleu les hypothèses : ce dont on n'est pas sûr / En orange les calculs : résultats des additions et multiplications

Pratiques de pêche Entrée par type de filet	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	linéique d'un filet En kg / 100 m	linéique d'un filet (t) En kg / 100 m	Disponibilité du filet
	Eté	Hiver	Eté uniquement	Eté / Hiver			
Filet monofilament	X	-	-	-	12	17	Oui
Filet multi-monofilament	-	-	X	X	8	17	Oui
Filet multifilament	-	X	-	-	16	17	Non

Pratiques de pêche Entrée par nombre de bateaux	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Eté	Hiver	Eté uniquement	Eté / Hiver	
Nombre de bateaux	5		3	4	12
Kilomètres de filet par bateau	12		10	12	-
Nombre de filets utilisés par période	1	0,5	1	4	-
Gisement de filets par période (en km)	60	30	30	192	312
Gisement de filets par période (en tonnes) - nappe	7	5	2	15	30
Gisement de filets par période (en tonnes) - tresse	10	5	5	33	53
Gisement de filets par période (en tonnes) - total	17	10	8	48	83

Nombre de bateaux équipés de filet biodégradable	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	Part de biodégradable
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	1	0	0	0	10%
2021	1	0	0	0	33%
2022	1	0	1	1	33%
2023	3	0	2	2	50%
2024	4	0	3	3	75%
2025	5	0	3	4	100%

Gisement de filets biodégradables (en km)	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	1,2	0	0	0	1,2
2021	4	0	0	0	4
2022	4	0	3	16	23
2023	18	0	10	48	76
2024	36	0	23	108	167
2025	60	0	30	192	282
Part de biodégradable en 2025	100%	0%	100%	100%	86%

Gisement de filets biodégradables (nappe) (en tonnes)	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
2021	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5
2022	0,5	0,0	0,3	1,3	2,0
2023	2,2	0,0	0,8	3,8	6,8
2024	4,3	0,0	1,8	8,6	14,8
2025	7,2	0,0	2,4	15,4	25,0
Part de biodégradable en 2025	100%	0%	100%	100%	84%

Gisement de filets biodégradables (tresse) (en tonnes)	Boulogne-sur-Mer		Le Tréport	Fécamp	TOTAL
	Oct.	Mar.	Oct. uniquement	Oct.	
2020	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
2021	0,7	0,0	0,0	0,0	0,7
2022	0,7	0,0	0,6	2,7	4,0
2023	3,1	0,0	1,7	8,2	12,9
2024	6,1	0,0	3,8	18,4	28,3
2025	10,2	0,0	5,1	32,6	47,9

## Etude économique totale

Hypothèses											
Donnée	Valeur	Unité	Donnée	Valeur	Unité	Donnée	Valeur	Unité	Donnée	Valeur	Unité
Densité de la partie biodégradable	0,1	kg/L	Prix d'une collecte (transport A)	33,25	/ collecte	Volume d'une caisse-	400	m <sup>3</sup>	Volume d'un éco-bac	5	m <sup>3</sup>
Densité de la partie non biodégradable	0,5	kg/L	Prix du pré-traitement	0,383	/ mètre	Nombre de palettes	36	-	Prix de la location d'un éco-bac	45	/ mois
Nombre de mois de mise à disposition	2	mois	Achat de fourniture et baes	3 000	/ an	Prix de la collecte (transport B) si CP (x20)	80	/ collecte	Prix de la collecte d'un éco-bac	45	/ collecte
Proportion de non recyclable non biodégradable	25%	de la partie non biodégradable	Proportion de tresses pommées de bon état dans le non biodégradable	20%	de la partie non biodégradable	Prix de la location d'une CP	3	/ mois	Volume d'une benne	20 000	L
									Prix de la location	80	/ mois
									Prix de la collecte	80	/ collecte
									Distance moyenne de	5	km
									Distance moyenne de	70	km
									Distance moyenne à	40	km
									Nombre de bennes maximal sur le port	2	-

Etape	Descriptif	oct-21	mars-22	oct-22	mars-23	oct-23	mars-24	oct-24	mars-25	oct-25	mars-26		
Boulogne-sur-Mer	Avec filets biodégradables	Gisement intrant	1	0	1	0	3	0	4	0	5	0	
		Filets biodégradables totaux (en km)	4	0	4	0	18	0	36	0	60	0	
		Partie biodégradable totale (en tonne)	0,48	0	0,48	0	2,16	0	4,32	0	7,2	0	
		Partie non biodégradable totale (en tonne)	0,7	0,0	0,7	0,0	3,1	0,0	6,1	0,0	10,2	0,0	
		Partie biodégradable totale (en m <sup>3</sup> )	4,8	0,0	4,8	0,0	21,6	0,0	43,2	0,0	72,0	0,0	
		Partie non biodégradable totale (en m <sup>3</sup> )	1,4	0,0	1,4	0,0	6,1	0,0	12,2	0,0	20,4	0,0	
		Pré-traitement	Coût total du pré-traitement	1 532	-	1 532	-	6 894	-	13 788	-	22 980	-
		Traitement biodégradable	Nombre d'éco-bac	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
		Nombre de rotations nécessaires	1	0	1	0	5	0	9	0	15	0	
		Coût total de location	90	-	90	-	90	-	90	-	90	-	
	Transport B (du pré-traitement)	45	-	45	-	225	-	405	-	675	-		
	Prix total du traitement (I)	46	-	46	-	205	-	410	-	684	-		
	Traitement biodégradable avec broyage calqué sur la filière sans biodégradables	Nombre de bennes totales	1	0	1	0	2	0	3	0	5	0	
	Nombre de bennes louées et sur le	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0		
	Coût total de location	60	-	60	-	120	-	120	-	120	-		
Nombre de rotations nécessaires	1	0	1	0	1	0	2	0	3	0			
Coût total de collecte	80	-	80	-	80	-	160	-	240	-			
Coût total de traitement	58	-	58	-	259	-	518	-	864	-			
Traitement non biodégradable non valorisable	Prix total du traitement (I)	26	-	30	-	151	-	338	-	623	-		
Coût total avec bio(I)	1 738	-	1 742	-	7 566	-	15 032	-	25 052	-			
Kilométrage total (km)	75	0	75	0	365	0	650	0	1075	0			
Sans filets biodégradable	Gisement intrant	4	0	4	0	18	0	36	0	60	0		
	Filets totaux (en m <sup>3</sup> )	6,2	0,0	6,2	0,0	27,7	0,0	55,4	0,0	92,4	0,0		
	Filets totaux (en tonne)	1,2	0,0	1,2	0,0	5,2	0,0	10,4	0,0	17,4	0,0		
	Stockage sur port	1	0	1	0	2	0	3	0	5	0		
	Nombre de bennes louées et sur le	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0		
	Coût total de location	60	-	60	-	120	-	120	-	120	-		
	Nombre de rotations nécessaires	1	0	1	0	1	0	2	0	3	0		
	Coût total de collecte	80	-	80	-	80	-	160	-	240	-		
	Coût total de traitement	176	-	203	-	1 033	-	2 307	-	4 249	-		
	Coût total sans bio (I)	316	-	343	-	1 233	-	2 587	-	4 609	-		
Kilométrage total (km)	40	0	40	0	40	0	80	0	120	0			
Avec filets biodégradables	Gisement intrant	Nombre de bateaux équipés	0	0	1	0	2	0	3	0	3	0	
		Filets biodégradables totaux (en km)	0	0	3	0	10	0	23	0	30	0	
		Partie biodégradable totale (en tonne)	0,0	0	0,3	0,0	0,8	0,0	1,8	0,0	2,4	0,0	
		Partie non biodégradable totale (en tonne)	0,0	0	0,6	0,0	1,7	0,0	3,8	0,0	5,1	0,0	
		Partie biodégradable totale (en m <sup>3</sup> )	0,0	0	2,7	0,0	8,0	0,0	18,0	0,0	24,0	0,0	
		Partie non biodégradable totale (en m <sup>3</sup> )	0,0	0	1,1	0,0	3,4	0,0	7,7	0,0	10,2	0,0	
	Pré-traitement	Coût total du pré-traitement	-	-	1 277	-	3 830	-	8 618	-	11 490	-	
	Traitement biodégradable	Nombre de CP (bio)	0	0	7	0	20	0	45	0	60	0	
	Nombre de rotations nécessaires	0	0	1	0	1	0	2	0	2	0		
	Coût total de location	-	-	126	-	360	-	648	-	648	-		
	Coût total de collecte	-	-	80	-	80	-	200	-	200	-		
	Prix total du traitement (I)	-	-	25	-	76	-	171	-	228	-		
	Traitement biodégradable avec broyage calqué sur la filière sans biodégradables	Nombre de bennes totales	0	0	1	0	1	0	2	0	2	0	
	Nombre de bennes louées et sur le	0	0	1	0	1	0	2	0	2	0		
	Coût total de location	-	-	60	-	60	-	120	-	120	-		
Nombre de rotations nécessaires	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0			
Coût total de collecte	-	-	80	-	80	-	80	-	80	-			
Coût total de traitement	-	-	32	-	96	-	216	-	288	-			
Traitement non biodégradable non valorisable	Prix total du traitement (I)	-	-	25	-	84	-	211	-	311	-		
Coût total avec bio(I)	-	-	1 533	-	4 430	-	9 848	-	12 877	-			
Kilométrage total (km)	0	0	75	0	80	0	155	0	155	0			



		<b>Coût total avec bio(I)</b>	-	-	<b>1 533  </b>	-	<b>4 430  </b>	-	<b>9 848  </b>	-	<b>12 877  </b>	-		
		<b>Kilométrage total (km)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>155</b>	<b>0</b>	<b>155</b>	<b>0</b>		
	Sans filets biodégradable	<b>Gisement intransit</b>	Filets totaux (en km)	0	0	3	0	10	0	22,5	0	30	0	
			Filets totaux (en m3)	0,0	0,0	3,8	0,0	11,4	0,0	25,7	0,0	34,2	0,0	
			Filets totaux (en tonne)	0,0	0,0	0,8	0,0	2,5	0,0	5,6	0,0	7,5	0,0	
		<b>Stockage sur port</b>	Nombre de bennes totales	0	0	1	0	1	0	2	0	2	0	
			Nombre de bennes louées et sur le	0	0	1	0	1	0	2	0	2	0	
			<b>Coût total de location</b>	-	-	<b>60  </b>	-	<b>60  </b>	-	<b>120  </b>	-	<b>120  </b>	-	
		<b>Collecte et traitement</b>	Nombre de rotations nécessaires	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	
			<b>Coût total de collecte</b>	-	-	<b>80  </b>	-	<b>80  </b>	-	<b>80  </b>	-	<b>80  </b>	-	
			<b>Coût total de traitement</b>	-	-	<b>146  </b>	-	<b>495  </b>	-	<b>1 243  </b>	-	<b>1 832  </b>	-	
			<b>Coût total sans bio (I)</b>	-	-	<b>286  </b>	-	<b>635  </b>	-	<b>1 443  </b>	-	<b>2 032  </b>	-	
		<b>Kilométrage total (km)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	<b>0</b>		
Autres ports	Avec filets biodégradables	<b>Gisement intransit</b>	Nombre de bateaux équipés	0	0	1	0	2	0	3	0	4	0	
			Filets biodégradables totaux (en km)	0	0	16	0	48	0	108	0	192	0	
			Partie biodégradable totale (en tonne)	0,0	0,0	1,3	0,0	3,8	0,0	8,6	0,0	15,4	0,0	
			Partie non biodégradable totale (en	0	0,0	2,7	0,0	8,2	0,0	18,4	0,0	32,6	0,0	
			Partie biodégradable totale (en m3)	0	0,0	12,8	0,0	38,4	0,0	86,4	0,0	153,6	0,0	
			Partie non biodégradable totale (en	0	0,0	5,4	0,0	16,3	0,0	36,7	0,0	65,3	0,0	
			<b>Pré-traitement</b>	<b>Coût total de pré-traitement</b>	-	-	<b>6 128  </b>	-	<b>18 384  </b>	-	<b>41 364  </b>	-	<b>73 536  </b>	-
				Nombre de CP (bio)	0	0	32	0	96	0	216	0	384	0
			<b>Traitement biodégradable</b>	Nombre de rotations nécessaires	0	0	1	0	3	0	6	0	11	0
				<b>Coût total de location</b>	-	-	<b>576  </b>	-	<b>648  </b>	-	<b>648  </b>	-	<b>648  </b>	-
		<b>Coût total de collecte</b>		-	-	<b>100  </b>	-	<b>300  </b>	-	<b>600  </b>	-	<b>1 100  </b>	-	
			<b>Prix total du traitement (I)</b>	-	-	<b>122  </b>	-	<b>365  </b>	-	<b>821  </b>	-	<b>1 459  </b>	-	
		<b>Traitement biodégradable avec broyage calqué sur la filière sans biodégradables</b>	Nombre de bennes totales	0	0	1	0	3	0	7	0	11	0	
			Nombre de bennes louées et sur le	0	0	1	0	2	0	2	0	2	0	
			<b>Coût total de location</b>	-	-	<b>60  </b>	-	<b>120  </b>	-	<b>120  </b>	-	<b>120  </b>	-	
			Nombre de rotations nécessaires	0	0	1	0	2	0	4	0	6	0	
			<b>Coût total de collecte</b>	-	-	<b>80  </b>	-	<b>160  </b>	-	<b>320  </b>	-	<b>480  </b>	-	
			<b>Coût total de traitement</b>	-	-	<b>154  </b>	-	<b>461  </b>	-	<b>1 037  </b>	-	<b>1 843  </b>	-	
		<b>Traitement non biodégradable non valorisable</b>	<b>Prix total du traitement (I)</b>	-	-	<b>119  </b>	-	<b>404  </b>	-	<b>1 014  </b>	-	<b>1 993  </b>	-	
			<b>Coût total avec bio(I)</b>	-	-	<b>7 044  </b>	-	<b>20 100  </b>	-	<b>44 447  </b>	-	<b>78 736  </b>	-	
	Sans filets biodégradable	<b>Gisement intransit</b>	Filets totaux (en km)	0	0	16	0	48	0	108	0	192	0	
			Filets totaux (en m3)	0,0	0,0	18,2	0,0	54,7	0,0	123,1	0,0	218,3	0,0	
			Filets totaux (en tonne)	0,0	0,0	4,0	0,0	12,0	0,0	27,0	0,0	48,0	0,0	
		<b>Stockage sur port</b>	Nombre de bennes totales	0	0	1	0	3	0	7	0	11	0	
			Nombre de bennes louées et sur le	0	0	1	0	2	0	2	0	2	0	
			<b>Coût total de location</b>	-	-	<b>60  </b>	-	<b>120  </b>	-	<b>120  </b>	-	<b>120  </b>	-	
		<b>Collecte et traitement</b>	Nombre de rotations nécessaires	0	0	1	0	2	0	4	0	6	0	
			<b>Coût total de collecte</b>	-	-	<b>80  </b>	-	<b>160  </b>	-	<b>320  </b>	-	<b>480  </b>	-	
	<b>Coût total de traitement</b>		-	-	<b>698  </b>	-	<b>2 374  </b>	-	<b>5 967  </b>	-	<b>11 722  </b>	-		
		<b>Coût total sans bio (I)</b>	-	-	<b>838  </b>	-	<b>2 654  </b>	-	<b>6 407  </b>	-	<b>12 322  </b>	-		

Tous ports confondus	Avec filets biodégradables	Cout total de location (€)	90	-	792	-	1 098	-	1 386	-	1 386	-
		Cout total de location (€)	60	-	180	-	300	-	360	-	360	-
		Cout total de pré-traitement	1 532	-	8 937	-	29 108	-	63 770	-	108 006	-
		Cout total de collecte bio (€)	45	-	225	-	605	-	1 205	-	1 975	-
		Cout total de collecte bio (€)	80	-	240	-	320	-	560	-	800	-
		Cout total de traitement bio	46	-	193	-	646	-	1 402	-	2 371	-
		Cout total de traitement bio	58	-	243	-	816	-	1 771	-	2 995	-
		Coût total bio	1 713	-	10 146	-	31 457	-	67 763	-	113 738	-
		Coût total bio avec broyage	198	-	663	-	1 436	-	2 691	-	4 155	-
		Cout total de traitement non bio (€)	26	-	173	-	639	-	1 564	-	2 927	-
		Coût total (€)	1 738	-	10 319	-	#####	-	69 327	-	116 665	-
		Coût total avec broyage	223	-	836	-	2 075	-	4 255	-	7 082	-
		Coût total / km de filet (€/km)	435	-	442	-	422	-	416	-	414	-
		Coût total avec broyage / km de filet	56	-	36	-	27	-	26	-	25	-
Tous ports confondus	Sans filets biodégradables	Cout total de location (€)	60	-	180	-	300	-	360	-	360	-
		Cout total de collecte (€)	80	-	240	-	320	-	560	-	800	-
		Cout total de traitement (€)	176	-	1 046	-	3 901	-	9 517	-	17 802	-
		Coût total (€)	316	-	1 466	-	4 521	-	10 437	-	18 962	-
		Coût total / km de filet (€/km)	79	-	63	-	59	-	63	-	67	-

## Coût des filières de traitement

<b>Coût du traitement résiduel</b>	<b>oct-21</b>	<b>mars-22</b>	<b>oct-22</b>	<b>mars-23</b>	<b>oct-23</b>	<b>mars-24</b>	<b>oct-24</b>	<b>mars-25</b>	<b>oct-25</b>	<b>mars-26</b>
Tarif de base (factures d'avril à juin 2021)	125 €	125 €	125 €	125 €	125 €	125 €	125 €	125 €	125 €	125 €
Augmentation liée à la hausse de la TGAP	- €	10 €	10 €	20 €	20 €	30 €	30 €	40 €	40 €	40 €
Augmentation liée à la tension des exutoires	26,40 €	39,60 €	39,60 €	52,80 €	52,80 €	66,00 €	66,00 €	79,20 €	79,20 €	92,40 €
<b>Coût total d'enfouissement (€/tonne)</b>	<b>151,40 €</b>	<b>174,60 €</b>	<b>174,60 €</b>	<b>197,80 €</b>	<b>197,80 €</b>	<b>221,00 €</b>	<b>221,00 €</b>	<b>244,20 €</b>	<b>244,20 €</b>	<b>257,40 €</b>

<b>Coût du traitement organique</b>	<b>oct-21</b>	<b>mars-22</b>	<b>oct-22</b>	<b>mars-23</b>	<b>oct-23</b>	<b>mars-24</b>	<b>oct-24</b>	<b>mars-25</b>	<b>oct-25</b>	<b>mars-26</b>
Coût de compostage (€/tonne)	95,00 €	95,00 €	95,00 €	95,00 €	95,00 €	95,00 €	95,00 €	95,00 €	95,00 €	95,00 €
Surcoût manutention (procédure de broyage) (€/tonne)	25,00 €	25,00 €	25,00 €	25,00 €	25,00 €	25,00 €	25,00 €	25,00 €	25,00 €	25,00 €
<b>Coût total de compostage (€/tonne)</b>	<b>120,00 €</b>									

#### 4.4 Annexe 4 – Résultats du test de pouvoir méthanogène du filet par le laboratoire Auréa

Paramètres	Résultats		Unité
	Sec	brut	
Matière sèche		99,7	%
Matière organique	99,3	99,1	%
Productivité en biogaz		1,60 <sup>10</sup>	Nm3/tonne MB
Teneur en CH4 finale	58,3		%
Teneur en CO2 finale	41,7		%
Teneur en H2S finale		23	Ppm
Productivité en méthane		0,9	Nm3/tonne MB

<sup>10</sup> En comparaison, le pouvoir méthanogène de certains fumiers s'élèvent à plus de 100 Nm<sup>3</sup> / tonne MB (*Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation, Ademe, Avril 2013*)

**IV**

**Certification NF EN 14995**





Larmor-Plage,  
Juin 2023

## Certification EN 14995 2022-2023



## Table des matières

1	Contexte .....	3
2	Caractérisation : éléments traces et métaux lourds .....	3
3	Activité oestrogénique, perturbateur endocrinien .....	4
4	Biodégradabilité .....	6
5	Désintégration .....	10
6	Qualité du compost .....	13
7	Ecotoxicité du compost en post utilisation .....	16
7.1.1	Identification des échantillons .....	16
7.1.2	Objet de l'étude.....	16
7.1.3	Références normatives.....	16
7.1.4	Matériel et méthode .....	16
7.1.5	Résultats .....	18
7.1.6	Validité de l'essai.....	20
7.1.7	Conclusion .....	20
8	Conclusion / Recommandations.....	23

## 1 Contexte

Comme précisé dans l'étude de la filière de valorisation réalisée par Take a Waste en mai 2021 (p.7) et confirmé par Seabird, il est nécessaire de s'assurer que le produit final (l'ensemble des nappes usagées) est conforme à la norme EN 14995. Un essai de compostage en laboratoire selon la norme EN 14995 a donc été réalisé sur la nappe intérieure du filet usagé après les tests en mer à Boulogne-sur-Mer en 2020. Des essais de compostage en laboratoire n'ont pas été possible avec les autres types de filets pour des raisons de temps d'essai.



Figure 1 : Morceau de filet SEA®214 avec un diamètre de monofilament de 0.35 mm

## 2 Caractérisation : éléments traces et métaux lourds

Le compostage est un processus qui permet l'accélération de la décomposition naturelle de la matière organique, en présence d'oxygène, par les micro-organismes. Les composts utilisés en agriculture peuvent conduire à une accumulation d'éléments métalliques dans le végétal qui peut atteindre des teneurs élevées, le rendant ainsi inutilisable. Compte tenu de la toxicité des métaux lourds, il est impératif d'empêcher la pollution métallique des déchets destinés au compostage. De nombreux polluants peuvent conduire à contaminer la matière organique en éléments traces métalliques (As, Hg, Cr, Se, Ni, Cu, Zn, Pb, ...).

Une analyse de la teneur en éléments traces est donc à réaliser afin d'être conforme avec la norme EN 14995.

Composé	Résultat	Unité	Concentration maximale*
Carbone organique	66.01	%	---
Mercure (Hg)	<0,05	mg/kg	0,5
Fluor (F)	1,50	mg/kg	100
Arsenic (As)	<5.00	mg/kg	5,0
Plomb (Pb)	<2.00	mg/kg	50
Cadmium (Cd)	<0,1	mg/kg	0,5
Chrome (Cr)	<2.00	mg/kg	50
Cuivre (Cu)	<3.00	mg/kg	50
Molybdène (Mo)	<1.00	mg/kg	1
Nickel (Ni)	<2.00	mg/kg	25
Sélénium (Se)	<0,60	mg/kg	0,75
Zinc (Zn)	<10.00	mg/kg	150

L'analyse montre que le filet en SEA®214 a des teneurs en éléments traces inférieures aux concentrations maximales autorisés par la norme.

---

*L'échantillon de filet en SEA®214 est conforme aux exigences de la norme NF EN 14995 pour la partie teneurs en éléments traces.*

---

### 3 Activité œstrogénique, perturbateur endocrinien

Le test in vitro de détection de l'activité œstrogénique par la méthode OEDT permet une détection des perturbateurs endocriniens à activité œstrogénique dans un produit par un test cellulaire. En cas d'activité œstrogénique avérée, un dosage exprimé en équivalent œstradiol est calculé selon le modèle d'étude.

Le test in vitro de détection de l'activité œstrogénique par la méthode OEDT s'effectue sur des cellules vivantes (de type levures) génétiquement modifiées pour produire le récepteur aux œstrogènes (ER) à l'aide d'une détection spectrophotométrique. Ces cellules contiennent un gène rapporteur de l'activité œstrogénique codant pour l'enzyme  $\beta$ -galactosidase et dont l'expression est contrôlée par l'activation de ce récepteur en présence d'un perturbateur endocrinien.

En cas de liaison d'un perturbateur endocrinien de type œstrogénique avec le récepteur aux œstrogènes, celui-ci devient actif et le gène rapporteur est exprimé. Ce test permet donc d'évaluer le niveau et la nature du risque biologique associé.

La quantité de perturbateurs de type œstrogénique est déterminée par une mesure de l'activité de la  $\beta$ -galactosidase corrélée à la quantité du complexe récepteur-perturbateurs (ER-PE) formé.

Selon la récente classification établie par le groupe de travail OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) au sujet des perturbateurs endocriniens, les tests in vitro de transactivation du récepteur aux œstrogènes (OECD TG 455) et de liaison entre le récepteur aux œstrogènes et les perturbateurs endocriniens sont classés comme tests de niveau 2.

Une récente publication a montré la cohérence en termes de sensibilité vis-à-vis de la détection des PE entre des lignées cellulaires humaines, telles qu'utilisées dans le test OECD TG 455, et notre modèle de levures.

Les mesures d'activation du récepteur aux œstrogènes humain recombinant exprimé chez *S. cerevisiae* (W303.1B) ont été reproduites en tripliquât de manière indépendante pour chaque concentration testée. Pour chaque concentration, trois mesures sont effectuées. En parallèle, la courbe d'activité œstrogénique en fonction de la concentration en œstradiol (E2) a été réalisée.

L'activité œstrogénique est montrée en figure 2 sous forme d'histogramme pour chaque dilution testée. Les résultats en termes d'activité œstrogénique sont normalisés selon la formule suivante :

$$\text{Activité œstrogénique relative} = (A_{\text{échantillon}} - A_{\text{min}}) / (A_{\text{max}} - A_{\text{min}})$$

$$A_{\text{min}} = A_{\text{solvant}}$$

$$A_{\text{max}} = A_{\text{E2max}}$$

Afin d'exprimer les valeurs d'activité œstrogénique en équivalent œstradiol (contenu dans le milieu de culture), on utilise la courbe de calibration d'activité œstrogénique en fonction de la concentration en œstradiol (E2) (figure 2). Si la valeur d'activité œstrogénique est trop faible, il est alors impossible de calculer un équivalent œstradiol. On en déduit que le produit ne présente pas d'activité œstrogénique selon le modèle d'étude utilisé. Si au contraire l'activité œstrogénique permet de calculer un équivalent œstradiol, on calcule l'équivalent d'œstradiol circulant chez l'homme sur la base de notre modèle. Ce dernier intègre, un principe de précaution, une notion d'usage (en fonction du produit testé) et une notion de seuil et donc de risque potentiel.

### **Postulat de l'étude**

Le produit est absorbé en totalité par la peau et dilué dans le volume de sang circulant dans le corps (environ 5L). Les molécules présentes dans le produit ne sont pas métabolisées par l'Homme en d'autres molécules plus ou moins toxiques.

### **Notion de seuil – risque potentiel**

Les quantités d'œstradiol E2 circulant (exprimée en g/5L) naturellement chez « l'homme » sont exprimées ci-dessous :

- Chez la femme ménopausée/Chez l'homme : [ $5,4 \times 10^{-8}$  –  $2,7 \times 10^{-7}$ ]  
*équivalent à  $4.0 \times 10^{-11}$  –  $2.0 \times 10^{-10}$  mol/L*
- Chez la femme non ménopausée (hors ovulation) : [ $1,4 \times 10^{-7}$  –  $8,2 \times 10^{-7}$ ]  
*équivalent à  $1.0 \times 10^{-10}$  –  $6.0 \times 10^{-10}$  mol/L*
- Chez la femme (ovulation) : [ $2,7 \times 10^{-6}$ ]  
*équivalent à  $2.0 \times 10^{-9}$  mol/L*

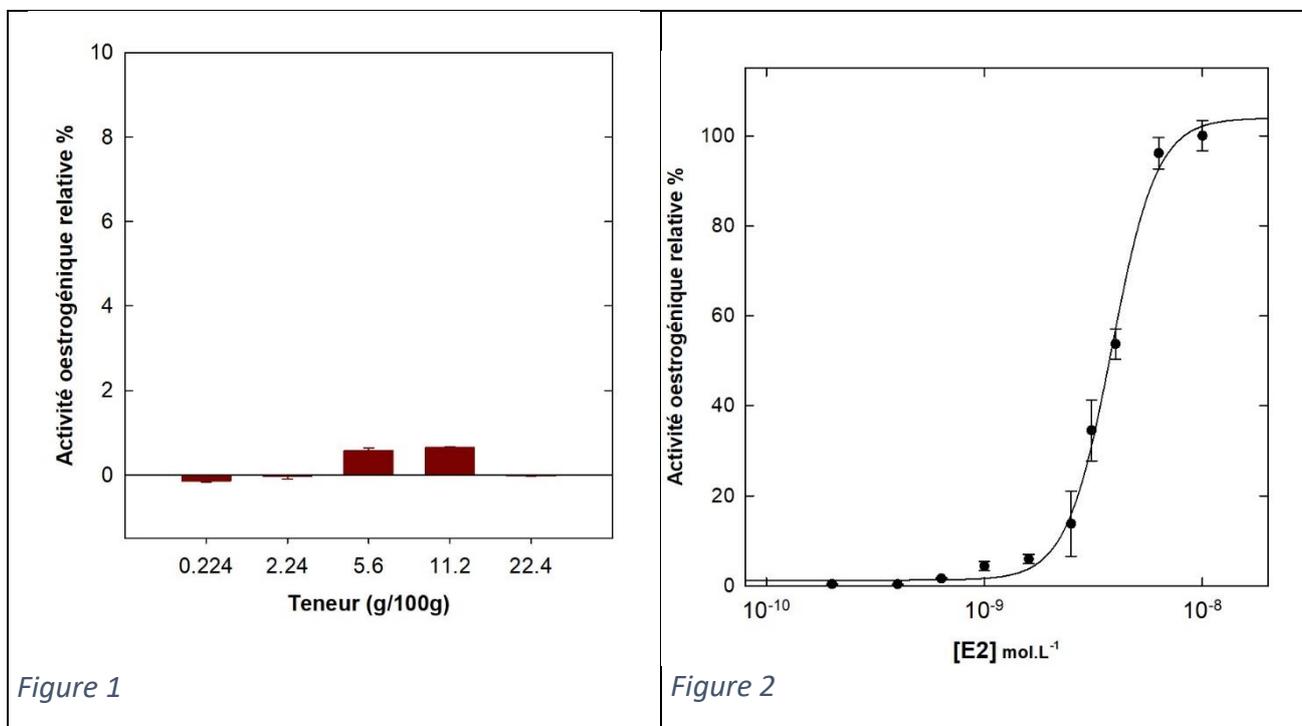
Selon le modèle d'étude, une valeur est considérée comme critique lorsqu'elle est égale ou supérieure à la moitié du taux d'œstradiol moyen circulant chez la femme en ovulation ( $1.0 \times 10^{-9}$  mol/L).

### **Protocole du test cellulaire**

1. Préparation de la préculture dans un milieu sélectif : la préculture, préparée à partir d'un stock glycérolé de levures *S. cerevisiae* co-transformées, est incubée à 30°C sous agitation pendant 14h.
2. Préparation de la culture dans un milieu enrichi : 150mL de milieu de culture sont ajustés avec du milieu de préculture de sorte que l'absorbance mesurée à 600nm soit de 0,1. La culture est ensuite incubée à 30 °C sous agitation pendant 8h.
3. Induction de l'expression du récepteur aux œstrogènes : dès que l'absorbance à 600nm est de 0,4 - 0,6. L'expression du récepteur aux œstrogènes (hER $\alpha$ ) est induite (révélée) par ajout de galactose dans le milieu de culture.
4. Préparation de l'échantillon à tester. 22,4g d'échantillon ont été ajoutés à 200mL d'acétone, puis cette solution est incubée à 30°C sous agitation pendant 22h. Evaporation sous vide, à 30°C, de la solution. Le volume de la solution récupérée après évaporation est de 1mL. L'échantillon obtenu est hétérogène jaune avec une partie insoluble. Les mesures ont été effectuées sur l'échantillon obtenu dilué dans l'acétone.
5. Stimulation de la culture (4mL) par ajout de 40 $\mu$ L de solution d'œstradiol pur (E2) afin d'obtenir la courbe de référence (incubation à 30°C sous agitation pendant 6h).
6. Stimulation de la culture (4mL) par ajout de 40 $\mu$ L de l'échantillon à tester, plus ou moins dilué, (incubation à 30°C sous agitation pendant 6h).

## 7. Mesure des activités transcriptionnelles.

Les résultats des mesures d'activités pour évaluer le risque biologique associé à une activité œstrogénique sont présentés ci-dessous.



---

*Dans les conditions expérimentales, l'échantillon de filet en SEA®214 ne présente pas d'activité œstrogénique.*

*L'échantillon de filet en SEA®214 ne contient pas de perturbateur endocrinien*

---

## 4 Biodégradabilité

Parmi les emballages et produits de consommation courante en matière plastique sur le marché, certains sont qualifiés de « biosourcés », « biodégradables » ou encore « compostables ». Englobant des notions différentes, ces appellations peuvent porter à confusion.

Les matières plastiques dites « **biosourcées** » sont fabriquées à partir de ressources naturelles comme par exemple l'amidon de maïs, sans teneur minimale en ressources naturelles. Les plastiques à usage unique doivent quant à eux contenir au moins 50% de matière d'origine naturelle.

Les matières plastiques sont dites « **biodégradables** » si elles se dégradent sous l'action de micro-organismes.

Les matières plastiques « **compostables** » sont des matières plastiques biodégradables qui se dégradent dans des conditions spécifiques (température, hygrométrie) de compostage, qu'il soit industriel ou domestique. Selon les normes actuelles, ces matières doivent se dégrader à plus de 90 %, dans un délai maximum de 6 ou 12 mois selon qu'il s'agit de compostage en conditions industrielles ou domestiques.

Le terme "biodégradation/biodégradabilité" est donc très générique ! Une armée entière de micro-organismes attaque la matière à décomposer et l'armée diffère selon l'environnement (température spécifique, teneur en humidité, pH, apport en oxygène, etc.) où se produit la biodégradation.

L'application d'un produit détermine l'environnement de biodégradation idéal. En conséquence, la Belgique a déjà adopté une loi pour décider que les emballages ne peuvent pas être présentés comme biodégradables. L'ANSES a également appuyé cette idée dans son rapport d'expertise collective d'octobre 2022 : Usages de matières plastiques biosourcées, biodégradables et compostables.

Pour réduire au minimum la contamination environnementale, l'Anses recommande de privilégier la collecte, le tri et/ou le traitement des matières plastiques biosourcées, biodégradables et compostables usagées par les filières industrielles, comme pour tous les autres emballages.

Après tout, l'idée n'est pas de faire en sorte que les emballages soient dispersés à grande échelle comme des déchets, car ils sont « biodégradables ». Les spécialistes de TÜV AUSTRIA, organisme leader des certifications de produits biosourcés, biodégradables soutiennent l'idée de cette législation - appliquée pour le moment uniquement en Belgique - et sont en mesure de spécifier l'environnement de biodégradation correct pour vos produits grâce à leurs marques de vérification.

Afin d'éviter toute communication trompeuse, le Comité de Certification analyse chaque demande afin de vérifier si la certification de ce produit est acceptable.

### OK biodegradable MARINE



Étant donné que la majorité des déchets en mer sont d'origine terrestre, la biodégradabilité marine constitue une valeur ajoutée pour tout produit, quel que soit l'endroit où il est utilisé. Il y aura toujours une chance qu'il se retrouve en mer.

### OK biodegradable WATER



Les produits certifiés OK biodegradable WATER garantissent la biodégradation dans l'eau douce et contribuent ainsi de manière significative à la réduction des déchets dans les rivières, les lacs ou toutes les eaux douces naturelles. Notez que cela ne garantit pas automatiquement la biodégradation dans les eaux marines.

### OK biodegradable SOIL



La biodégradabilité dans le sol présente d'énormes avantages pour les produits agricoles et horticoles car ils peuvent être laissés sur place après utilisation. Le label OK biodegradable SOIL garantit qu'un produit est entièrement biodégradable dans le sol, sans effets néfastes pour l'environnement.

**OK compost INDUSTRIAL (EN 13432)** Le compostage peut réduire considérablement le volume de déchets organiques, tandis que le compost produit peut être utilisé à des fins agricoles et horticoles. Environ 50% de tous les déchets domestiques sont composés de matières organiques, un pourcentage qui devrait augmenter dans le futur en raison de la popularité croissante des produits biodégradables (matériaux d'emballage, couverts et assiettes jetables, ...). Les emballages et produits portant le logo OK compost INDUSTRIAL offrent la garantie qu'ils sont biodégradables dans un centre de compostage industriel. Cela s'applique à tous leurs composants, encres et additifs compris. Le programme de certification se base sur la norme EN 13432 :2000. Cela signifie que tout produit portant le logo OK compost INDUSTRIAL répond aux exigences de la directive européenne relative aux emballages (94/62/EC). L'évaluation de la biodégradabilité du matériau par voie de compostage industriel est réalisée selon la norme NF EN 14995 (équivalent à la norme EN 13432).



### Encart sur le choix de la biodégradabilité en compostage industriel

Pour le projet TEFIBIO, il était pertinent de choisir une fin de vie par compostage industriel pour diverses raisons :

- Un filet de pêche doit résister à l'environnement marin pendant au moins 1 an
- C'est un produit utilisé par des professionnels et qui n'a donc pas de légitimité à finir en compostage domestique
- La logistique de fin de vie est plus simple avec le compostage industriel (environ 750 centres de compostage en France)
- Les matériaux utilisés pour la formulation des filets de pêches biodégradables sont eux même certifiés compost industriel

Les matériaux biodégradables en compostage domestique, sol ou mer déjà développés et commercialisés n'aurait pas permis d'être en adéquation avec toutes les contraintes du cahier des charges.

L'analyse est réalisée par PolyBioAid du 12 octobre 2022 au 24 février 2023, soit 135 jours. Il s'agit d'évaluer la biodégradabilité du matériau SEA®214 soumis à l'essai selon les critères indiqués dans la norme en vigueur NF EN 14995 Matières plastiques - Évaluation de la compostabilité - Programme d'essais et spécifications. La compostabilité est évaluée par voie de compostage industriel sur une durée maximale de 6 mois (ici 135 jours) et par méthode de suivi respirométrique du dioxyde de carbone libéré.

Dans le cas de la présente étude, le matériau a été finement coupé (longueur < à 2 mm) avant exposition au milieu d'incubation à 58°C. Une détermination de la teneur en carbone organique total, nécessaire à la bonne conduite de l'étude, a été mesurée à 66,01 %.

Origine du compost	<b>Compost provenant d'une installation industrielle de compostage de déchets municipaux</b>
Age du compost	Compost récent maximum 6 mois d'âge
Date de prélèvement	Septembre 2022
Type de stockage	...En sac de conditionnement à la température du laboratoire
Manipulation / Stabilisation	Tamisage à moins de 2 mm
<b>Teneurs en :</b>	
<b><i>Matières sèches totales (% produit brut)</i></b>	56,6
<b><i>Humidité (% produit brut)</i></b>	43,4

<b>Solides volatils (% produit brut)</b>	50.1% (MO totale)	
<b>Azote total (% produit brut)</b>	0.86	
<b>pH du mélange</b>	7.41	
	<b>MATÉRIAU D'ESSAI</b>	<b>MATÉRIAU DE RÉFÉRENCE</b>
	SEA214	CELLULOSE MICRONISÉE
<b>Teneurs en Carbone organique total</b>	66,01 %	Cellulose ultra pure 41.60% de carbone
<b>Forme ou aspect à l'œil nu</b>	Matériau type filet monofilament	Poudre blanche

Tableau 1 : Données technique du compost

L'ensemble des données mesurées ont été extrapolées selon l'équation de Hill à trois constantes. Cette extrapolation est présentée dans le tableau et la figure suivante :

Double sigmoïde de Boltzman selon équation générale $Y = A2 * ((p / (1 + 10^{((x1-x)*h1)})) + ((1-p) / (1 + 10^{((x2-x)*h2)})))$ et la sigmoïde de Hill selon l'équation $Y = a * x^b / (c^b + x^b)$		
Matériau testé	Cellulose	Filet de pêche usagé SEA®214
<b>Coefficient A2</b>	94.733	116,339
<b>Coefficient h1</b>	0.303	3.083
<b>Coefficient h2</b>	0.027	49.790
<b>Coefficient p</b>	0.417	---
<b>Coefficient x1</b>	5.055	---
<b>Coefficient x2</b>	46.143	---
<b>Validité</b>	$0 \leq x \leq 183$	$0 \leq x \leq 183$
<b>R2</b>	0,989	0,993
<b>Validation du test cellulose</b>	70.00 % atteint à j49 soit 4 jours post date limite en restant dans les limites de la variabilité	---
<b>Biodégradation absolue à j183 (%)</b>	94,72	114,27
<b>Asymptote théorique</b>	94.733	116,339
<b>Biodegradation relative à j183 (%)</b>	100.00	>100.00
<b>Conformité NF EN 14995</b>	OUI	OUI
<b>Remarque</b>	<b>Test validé</b>	<b>Test validé</b>

Tableau 2 : Extrapolation selon sigmoïde de Hill à 3 constantes

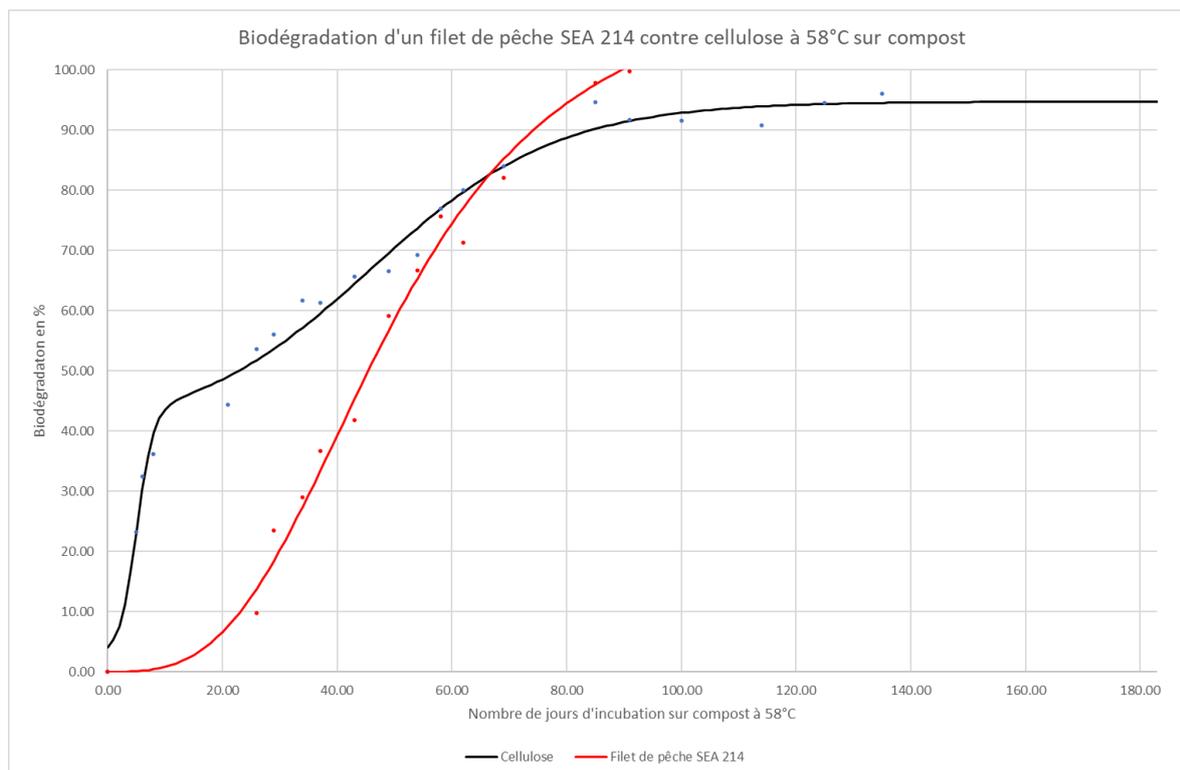


Figure 2 : Taux de biodégradation du matériau référence (cellulose) et du matériau SEA214 en fonction du temps d'incubation sur compost à 58°C

Sur les 10 premiers jours, la biodégradation du filet biodégradable n'est quasiment pas visible. A partir du 10<sup>ème</sup> jour, la cinétique de biodégradation augmente considérablement pour atteindre 40% de biodégradation en 40 jours ; 60% en 50 jours démontrant une nouvelle accélération de la cinétique de biodégradation et 80% en 65 jours permettant au filet en SEA®214 de croiser la courbe de biodégradation de la cellulose qui est le matériau témoin. La biodégradation atteint les 100% au bout de 80 jours contre un seuil limite de 95% en 120 jours pour la cellulose.

Les différentes observations indiquent une conformité des essais en termes de biodégradabilité par voie de compostage industriel selon les spécifications indiquées dans la norme NF EN 14995.

---

*L'échantillon de filet en SEA®214 est conforme aux exigences de la norme NF EN 14995 pour la partie biodégradabilité aérobie ultime par voie de compostage industriel.*

---

## 5 Désintégration

Les tests de désintégration sont liés à la dégradation physique du matériau. Des tests quantitatifs ou qualitatifs sont effectués pour déterminer comment le matériau se décompose en morceaux (beaucoup) plus petits et disparaît ainsi visuellement. À des fins de certification, une désintégration de 90 % est requise dans un test de 12 semaines exécuté à un profil de température (élevé) bien défini, destiné à protéger l'opérateur de l'usine de compostage.

Pour établir cela, un bilan massique précis est calculé et le pourcentage exact de désintégration après tamisage et cueillette manuelle du matériau restant à la fin du test. Les tests qualitatifs montrent

visuellement comment un produit se décompose et peuvent être utilisés pour tester l'effet de différentes épaisseurs de produit.

Le processus de désintégration étant fortement influencé par l'épaisseur, le grammage et/ou la densité du matériau, les matériaux et produits ne sont certifiés que jusqu'à une certaine épaisseur/grammage. Dans certains cas, par conséquent, il peut être préférable de tester d'abord des échantillons de matériaux de plusieurs épaisseurs différentes, après quoi l'épaisseur maximale avec les meilleures chances de succès peut être sélectionnée pour le test de désintégration ultime pour la certification.

Le filet en SEA®214 est donc placé dans le compost pendant 84 jours. A la fin de l'essai les 10kg de biodéchets contenant 1% de filets sont passés dans un tamis de maille 2x2mm.

L'objectif est d'obtenir plus de 90% de fraction inférieure à 2mm.

N° de l'essai	Quantité initiale de biodéchets (kg)	Quantité initiale de matériau d'essai (g)	Durée totale de compostage (jours)	Quantité de matériau > 10 mm (g)	Fraction entre 2 mm et 10 mm (g)	Fraction inférieure à 2mm (g)
Essai 1	10.00	100.00	84.00	83.00	<b>0.00</b>	17.00
Essai 2	10.00	100.00	84.00	88.00	<b>0.00</b>	12.00
<b>Moyenne</b>	<b>10.00</b>	<b>100.00</b>	<b>84.00</b>	<b>85.50</b>	<b>0.00</b>	<b>14.50</b>

En moyenne, seul 14,50% du filet en SEA®214 a été désintégré en morceaux inférieure à 2mm.

Un comparatif est réalisé avec un compost témoin ne contenant pas de filet. On remarque des résidus très visibles. Le produit est peu désintégré et donc non conforme aux attentes du test de désintégration tel qu'exigé dans la norme NF EN 14995.

Néanmoins, on note une perte évidente des qualités mécaniques : tous les nœuds de liaison du réseau de fils se cassent très facilement.

Il serait donc intéressant de broyer les filets avant qu'ils soient envoyés en unité de compostage industriel. Il est également envisageable de renouveler l'essai de compostage afin de savoir si un 2ème cycle permettrait de respecter la norme en termes de désintégration.

---

*L'échantillon de filet en SEA®214 n'est donc pas conforme aux exigences de la norme NF EN 14995 pour la partie désintégration.*

---



Etat du **compost témoin** après 12 semaines de compostage.



Etat du **compost de préparation aux tests d'écotoxicité** après 12 semaines de compostage.

Concentration en plastique de 10% masse.



Répétition N° 1.

Etat du **compost de préparation au test de désintégration** après 12 semaines de compostage.

Concentration en plastique de 1% masse.



Répétition N° 2.

Etat du **compost de préparation au test de désintégration** après 12 semaines de compostage.

Concentration en plastique de 1% masse.

## 6 Qualité du compost

Les produits biodégradables compostés sont concernés par différentes réglementations.

En premier lieu, concernant le matériau lui-même, la Directive 94/62/CE relative aux emballages et déchets d'emballage établit un certain nombre d'exigences essentielles auxquelles l'emballage doit répondre. Une norme européenne (EN 13432 pour les emballages et EN14995 pour les autres produits biodégradables en compostage industriel) a ainsi été créée afin de traiter l'une de ces exigences : la valorisation par compostage et biodégradation sur plateforme industrielle de compostage.

Le compost doit aussi satisfaire à une réglementation. Il existe aujourd'hui deux normes (NF U44-051 et NF U44-095) dans lesquelles il existe, en plus de critères de qualité agronomique, des seuils limites en inertes et en impuretés (films et autres plastiques dont la taille est supérieure à 5mm).

Le compost utilisé pour la biodégradation du filet en SEA®214 a donc été analysé selon les normes NF U44-051 et NF U44-095

**Inertes selon NF U44-164**

Humidité : 44,00 %

Poids sec : 555,8 g

### MASSES D'ÉLÉMENTS SECS (en g)

Mailles (en mm)	Cailloux Calcaire	Verre	Métaux	Plastiques durs, textile	Films, PSE	Pourcentage du poids sec
> à 5 ronde	19,94	0,00	0,00	0,02	0,00	3,59 %
De 2 à 5 ronde	10,46	0,00	0,16	0,10	--	1,93 %
< 2 ronde	23,57	--	--	--	--	4,24 %

### INERTES (en % du poids sec)

Désignation	Cailloux Calcaire	Verre	Métaux	Plastiques durs, textile	Films, PSE	INERTES TOTAUX
Inertes >5 mm	3,59	0,00	0,00	0,00	0,00	3,59 %
Inertes totaux	9,71	0,00	0,03	0,02	0,00	9,76 %

### CONFORMITÉ AUX NORMES NF U 44-051 (2006) ET NF U 44-095/A1 (2008)

En % du poids sec	Verre, et métaux > 2 mm	Plastiques durs, textile > 5 mm	Légers > 5 mm	Lourds > 5 mm	INERTES TOTAUX
Votre produit	0,03	0,00	0,00	3,59	9,76 %
Seuils	2,00	0,80	0,30	-	-

**CARACTERISATION DE LA VALEUR AGRONOMIQUE** sur sec sur brut Valeurs seuils et Avis de conformité NF U44-051

Paramètres physico-chimiques et matière organique (Les valeurs seuils s'appliquent par défaut sur le brut)

			sur sec	sur brut	
45	Retus à 40 mm (Partie de l'échantillon éliminée)	NF EN 13040	%		0,0
45	Humidité	NF EN 13040	%		35,6
45	Matière sèche	NF EN 13040	%		64,4
45	Matière minérale	NF EN 13039	%	34,0	21,9
45	Matière organique sur sec	NF EN 13039	%	66,0	
45	Matière organique sur brut	NF EN 13039	%		42,5
45	Carbone organique	Calcul	%	33,0	21,3
45	Masse volumique compactée	NF EN 13040 mod	g/L		387
45	Conductivité	Méthode interne	mS/m		49,0
45	pH eau	Méthode interne selon NF EN 13037	-		8,18

Valeur azotée (Les valeurs seuils s'appliquent par défaut sur le brut)

			sur sec	sur brut	
45	Azote total Dumas	NF EN 13654-2	%	2,782	1,792
45	Azote ammoniacal	NF ISO 14256-2	%	0,005	0,003
45	Azote nitrique	NF ISO 14256-2	%	0,0164	0,0105
17	N uréique	Méthode interne	%	< 0,039	< 0,025
45	Azote organique	Calcul	% N	2,7656	1,7815
45	Azote organique non uréique	Calcul	%		1,782
45	Rapport N organique non uréique / N total	Calcul			0,99
45	Azote total	Calcul	%	2,787	1,795

**CORRESPONDANCE G/KG (EQUIVALENT KG/TONNE)**

			sur sec	sur brut
45	Matière sèche	NF EN 13040	g/kg	644
45	Matière organique	NF EN 13039	g/kg	425
45	Azote total	Calcul	g/kg	17,95
45	Azote ammoniacal N-NH4	NF ISO 14256-2	g/kg	0,03
45	Azote nitrique N-NO3	NF ISO 14256-2	g/kg	0,105
45	Azote Dumas	NF EN 13654-2	g/kg	17,9
45	Azote organique	Calcul	g N/kg	17,815
45	Phosphore (P2O5) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDIM-METH-PCR-MCP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	g/kg	5,53
45	Potassium (K2O) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDIM-METH-PCR-MCP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	g/kg	13,4
45	Calcium (CaO) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDIM-METH-PCR-MCP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	g/kg	24,0
45	Magnésium (MgO) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDIM-METH-PCR-MCP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	g/kg	3,97
45	Soufre (SO3) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDIM-METH-PCR-MCP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	g/kg	3,52

**CARACTERISATION DE LA VALEUR AGRONOMIQUE** Valeurs seuils et Avis de conformité  
NF U44-051

Valeur azotée						
45	Rapport C estimé / N Dumas	Calcul			11,9	
45	Rapport C/Ntotal	Calcul			11,8	> 8 <span style="color: green;">○</span>
45	Rapport C/Norg	Calcul			11,9	
45	Rapport MO / Norganique	Calcul			23,9	
45	(NH4 + NO3 + Nuréique) / Ntot	Calcul			0,75	< 33 <span style="color: green;">○</span>

Éléments majeurs						(Les valeurs seuils s'appliquent par défaut sur le brut)
45	Phosphore (P2O5) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	%	0,858	0,553	< 3 <span style="color: green;">○</span>
45	Potassium (K2O) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	%	2,07	1,34	< 3 <span style="color: green;">○</span>
45	Somme N + P2O5 + K2O	Calcul	%		3,69	< 7 <span style="color: green;">○</span>
45	Calcium (CaO) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	%	3,73	2,40	
45	Magnésium (MgO) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	%	0,617	0,397	
45	Sodium (Na2O) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	%	0,081	0,052	
45	Soufre (SO3) total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	%	0,547	0,352	

Oligo-éléments						(Les valeurs seuils s'appliquent par défaut sur le brut)
45	Cobalt total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	9,79	6,31	
45	Fer total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	8802	5670	
45	Manganèse total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	327	211	
45	Molybdène total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	1,02	0,66	

ELEMENTS TRACES METALLIQUES REGLEMENTAIRES						Valeurs seuils et Avis de conformité NF U44-051
45	Arsenic total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	4,72		18 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 26%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Cadmium total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	0,293		3 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 9.8%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Chrome total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	18,2		120 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 15.2%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Cuivre total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	101,2		300 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 33.7%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Mercure total	Méthode interne AUREAS-MDM-METH-MOP-012	mg/kg	0,039		2 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 1.95%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Nickel total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	11,15		60 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 18.6%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Plomb total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	17,8		180 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 9.9%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Sélénium total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 15586	mg/kg	< 3,19		12 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 26.6%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Zinc total	X31-150/Minéralisation: Méthode interne SAS-MDM-METH-PCR-MOP-005/Dosage: NF EN ISO 11885	mg/kg	111,3		800 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 13.9%; background-color: green; height: 10px;"></div>
45	Somme Cr + Cu + Ni + Zn	Calcul	mg/kg	242		

COMPOSES TRACES ORGANIQUES REGLEMENTAIRES						Valeurs seuils et Avis de conformité NF U44-051
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)						Pourcentage de la valeur limite 0%      50%      100%
17	Fluoranthène	MI LCA17-AME-IT-002 et LCA 17-AME-IT-007	mg/kg MS	< 0,042		4 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 10%; background-color: green; height: 10px;"></div>
17	Benzo(b)fluoranthène	MI LCA17-AME-IT-002 et LCA 17-AME-IT-007	mg/kg MS	< 0,042		2,5 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 6.25%; background-color: green; height: 10px;"></div>
17	Benzo(a)pyrène	MI LCA17-AME-IT-002 et LCA 17-AME-IT-007	mg/kg MS	< 0,042		1,5 <span style="color: green;">○</span> <div style="width: 3.75%; background-color: green; height: 10px;"></div>

*L'échantillon de filet en SEA®214 est donc conforme aux exigences des normes  
NF U 44-051 et NF U 44-095*

## 7 Ecotoxicité du compost en post utilisation

### 7.1.1 Identification des échantillons

Identification Client		Identification IPC	Date de réception
Références	Type		
Filets usagés	Compost témoin	OEE63231425-3	13 mars 2023
Filets usagés	Compost avec plastique	OEE63231425-4	13 mars 2023

Tableau 1 : Identification des échantillons reçus à IPC-Clermont

### 7.1.2 Objet de l'étude

Cette étude a pour but d'évaluer les effets potentiels du compost obtenu après avoir ajouté 10% de matériau test aux biodéchets initiaux, sur l'émergence et la croissance de plantules. Le compost ayant contenu le matériau à tester a été directement par le laboratoire.

Cette étude ne s'attarde pas sur les effets chroniques et les effets sur la reproduction.

Le matériau testé ne doit avoir aucun impact négatif sur la croissance des plantules, comparé au compost témoin : l'objectif est que le compost ayant contenu le matériau d'essai doit permettre **la germination d'au moins 90% des plantes par rapport au compost témoin.**

### 7.1.3 Références normatives

- Annexe E de la norme NF EN 13432 : détermination des effets écotoxiques sur plantes supérieures.
- Ligne Directrice OCDE 208 : Essai sur plantes terrestres : essai d'émergence de plantules et de croissance de plantules.

### 7.1.4 Matériel et méthode

#### Espèces de plantes étudiées

Sur la base des recommandations de l'OCDE 208, nous avons utilisé deux types de graines ; les caractéristiques sont résumées dans le tableau

Utilisation de 100 graines de :

Espèces	Famille	Source	Historique	Fournisseur	N° Lot	Stockage	Observation
Blé d'hiver AB	Poaceae – Monocotylédones	Ferme de Sainte marthe	Achat des graines le 12/01/23	Jardiland La ferme de sainte Marthe- Angers (49) EMB 022390-Semences	21-02021	Température ambiante, au sec dans l'obscurité	Fin de l'usage recommandé : 2024
Moutarde blanche	Brassicaceae Dicotylédones annuelles	Caillard	Achat des graines le 12/01/23	Jardiland Graines Caillard SPG-BP 70930 84091 Avignon cedex 9	C : F04630 F5911XB30 30020190E 002	Température ambiante, au sec dans l'obscurité	Fin de l'usage recommandé : 07/2028

#### Condition d'incubation

Incubation dans une enceinte Memmert (HP750eco) à des températures contrôlées :

- Température : 22°C (+/-1)

- Humidité : 70% (+/-5%)
- Photopériode : 16 heures de lumière au minimum
- Intensité lumineuse : 14 900 lux en moyenne
- Nombre de réplique par mélange d'essai : 3

### Conditions expérimentales

Plusieurs substrats ont été utilisés :

1. Terre permettant le mélange avec le compost, appelé **Terre de référence**.
2. Le mélange du substrat de référence avec 25 % (m/m) du compost témoin, obtenu à partir du processus réalisé en parallèle (de l'essai de désintégration) sans matériau d'essai supplémentaire.
3. Le mélange du substrat de référence avec 50 % (m/m) du compost témoin, obtenu à partir du processus réalisé en parallèle (de l'essai de désintégration) sans matériau d'essai supplémentaire.
4. Le mélange du substrat de référence avec 25 % (m/m) du compost obtenu après désintégration du matériau d'essai selon la norme ISO 16 929.
5. Le mélange du substrat de référence avec 50 % (m/m) du compost obtenu après désintégration du matériau d'essai selon la norme ISO 16929.

L'incubation a été réalisée dans des barquette en aluminium de 28 x 14 x 5 cm. Nous avons placé 100 graines par pot. Ces graines ont été incubées en les déposant à la surface du substrat. L'ensemble des conditions (1 à 5) ont été réalisées en triplicat.

La terre ayant servi au test de croissance, est du terreau.

Sa composition est la suivante :

- Tourbe de sphaigne
- Matières végétales en mélange
- Fibre de coco
- Dolomie

Caractéristiques :

- Matière sèche brut : 38%
- Matière organique : 80% sur sec
- pH : 6.6
- Capacité de rétention en eau : 750 mL/L de substrat
- NFU 42-001, engrais organique NP

Différents substrats ont été préparés afin d'évaluer l'écotoxicité du plastique étudié :

(en g)	Blanc	R25B	R50B	E25B	E50B
Terreau	700	450	300	450	300
Compost	0	150	300	150	300
Graine de blé	100	100	100	100	100

(en g)	Blanc	R25M	R50M	E25M	E50M
Terreau	700	450	300	450	300
Compost	0	150	300	150	300
Graine de moutarde blanche	100	100	100	100	100

**Blanc** : Terreau commercial uniquement

**Réf.** : compost témoin (Compost témoin alto Pascio).

**Essai** : Mélange du substrat de référence et du compost contenant le matériau d'essai sous forme de poudre (Compost filets usagés).

L'incubation a été réalisée pendant 14 jours après 50% de l'apparition des plantules témoins observées dans les pots ayant la terre de référence.

Date de début d'incubation : **03 avril 2023**

Date de germination à 50% : **06 avril 2023**

Date de comptage : **20 avril 2023**

#### 7.1.5 Résultats

##### **Germination : comptage des plantules**

###### **Blé :**

<b>Dénombrement</b> (nombre de plantules par pot)	Terre référence	Compost témoin à 25 %	Compost Essai à 25 %	+ Compost témoin à 50 %	Compost + Essai à 50 %
Réplicat 1	96	96	97	96	93
Réplicat 2	95	96	93	95	92
Réplicat 3	94	96	92	94	94
Moyenne	95	96,0	94,0	95,0	93,0
Ecart type	1,0	0,0	2,6	1,0	1,0

Après 14 jours, le pourcentage de germination du blé dans le compost contenant **le matériau d'essai à 25%** est **inférieur de – 2.1%** par rapport aux essais dans le compost témoin

Après 14 jours, le pourcentage de germination du blé dans le compost contenant **le matériau d'essai à 50%** est **inférieur de – 2.1%** par rapport aux essais dans le compost témoin

###### **Moutarde :**

<b>Dénombrement</b> (nombre de plantules par pot)	Terre référence	Compost témoin à 25 %	Compost Essai à 25 %	+ Compost témoin à 50 %	Compost + Essai à 50 %
Réplicat 1	94	93	95	97	92
Réplicat 2	92	98	93	99	97
Réplicat 3	93	94	96	98	92
Moyenne	93,0	95,0	94,7	98,0	93,7
Ecart type	1.0	2.6	1.5	1.0	2.9

Après 14 jours, le pourcentage de germination de la moutarde dans le compost contenant **le matériau d'essai à 25%** est **inférieur de – 0.4%** par rapport aux essais dans le compost témoin

Après 14 jours, le pourcentage de germination de la moutarde dans le compost contenant **le matériau d'essai à 50%** est **inférieur de - 4.4%** par rapport aux essais dans le compost témoin

### **Biomasse fraîche : poids humide mesurée tout de suite après le comptage**

#### **Blé :**

<b>Biomasse humide (g)</b>	Terre référence	Compost témoin à 25 %	Compost Essai à 25 %	+ Compost témoin à 50 %	Compost Essai à 50 %	+
Réplicat 1	28,4	39,5	39,8	46,1	42	
Réplicat 2	27,2	36,8	37,5	45,3	39,6	
Réplicat 3	25,6	34,1	37,4	39,6	42,5	
Moyenne	27	36,8	38,2	43,7	41,4	
Ecart type	1,4	2,7	1,4	3,5	1,6	

Après 14 jours, le pourcentage de biomasse humide du blé dans le compost contenant **le matériau d'essai à 25%** est **supérieur de 3.9%** par rapport aux essais dans le compost témoin.

Après 14 jours, le pourcentage de biomasse humide du blé dans le compost contenant **le matériau d'essai à 50%** est **inférieur de - 5.3%** par rapport aux essais dans le compost témoin.

#### **Moutarde :**

<b>Biomasse humide (g)</b>	Terre référence	Compost témoin à 25 %	Compost Essai à 25 %	+ Compost témoin à 50 %	Compost Essai à 50 %	+
Réplicat 1	20,2	28,5	27,3	29,1	26	
Réplicat 2	21,1	33,9	27,4	21,7	26,9	
Réplicat 3	18,78	34,1	26	37,4	25	
Moyenne	20	32,2	26,9	29,4	26,0	
Ecart type	1,2	3,2	0,8	7,9	1,0	

Après 14 jours, le pourcentage de biomasse humide de la moutarde dans le compost contenant **le matériau d'essai à 25%** est **inférieur de -16.4 %** par rapport aux essais dans le compost témoin.

Après 14 jours, le pourcentage de biomasse humide de la moutarde dans le compost contenant **le matériau d'essai à 50%** est **inférieur de - 11.2%** par rapport aux essais dans le compost témoin.

### **Biomasse sèche : séchée pendant 48h à 60°C**

#### **Blé :**

<b>Biomasse sèche (g)</b>	Terre référence	Compost témoin à 25 %	Compost Essai à 25 %	+ Compost témoin à 50 %	Compost Essai à 50 %	+
Réplicat 1	3	3,2	3,9	4,3	4,4	
Réplicat 2	2,6	3,4	3,3	4,2	3,7	
Réplicat 3	2,3	3,1	3,5	3,7	4,3	
Moyenne	3	3,2	3,57	4,1	4,1	
Ecart type	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	

Après 14 jours, le pourcentage de biomasse sèche du blé dans le compost contenant **le matériau d'essai à 25%** est **supérieur de 10.3 %** par rapport aux essais dans le compost témoin.

Après 14 jours, le pourcentage de biomasse humide du blé dans le compost contenant le **matériau d'essai à 50%** est **supérieur de 1.6%** par rapport aux essais dans le compost témoin.

**Moutarde :**

<b>Biomasse sèche (g)</b>	Terre référence	Compost témoin à 25 %	Compost Essai à 25 %	+ Compost témoin à 50 %	Compost Essai à 50 %	+
Réplicat 1	1,4	1,4	1,3	1,7	1,4	
Réplicat 2	1,5	2	1,6	1,2	1,6	
Réplicat 3	1,3	2,2	1,5	2,5	1,4	
Moyenne	1	1,9	1,5	1,8	1,5	
Ecart type	0,1	0,4	0,2	0,7	0,1	

Après 14 jours, le pourcentage de biomasse sèche de la moutarde dans le compost contenant le **matériau d'essai à 25%** est **inférieur de -21.4 %** par rapport aux essais dans le compost témoin.

Après 14 jours, le pourcentage de biomasse humide de la moutarde dans le compost contenant le **matériau d'essai à 50%** est **inférieur de -18.5 %** par rapport aux essais dans le compost témoin.

**Remarque :**

*Les plantes (blé et moutarde) ne présentent aucun effet phytotoxique visible dans les différents récipients d'essai. Voir les photographies.*

7.1.6 Validité de l'essai

- L'émergence des plantules a atteint plus de 90% dans la terre de référence après 14 jours, avec respectivement :
  - o 95% de germination pour le blé
  - o 93% de germination pour la moutarde
- Les plantes ne présentent aucun effet phytotoxique visible sur le groupe témoin
- Le taux de survie moyen des plantules témoins émergées est supérieur à 90%

7.1.7 Conclusion

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

J14	% De germination 25 %	% De germination 50 %	% Biomasse humide 25 %	% Biomasse humide 50 %	% Biomasse sèche 25 %	% Biomasse sèche 50 %
<b>Blé</b>	-2,1	-2,1	3,9	-5,3	10,3	1,6
<b>Moutarde</b>	-0,4	-4,4	-16,4	-11,7	-21,4	-18,5

Selon les normes de spécifications sur le compostage industriel (EN 13432) et sur le compostage domestique (NF-T51 800), le test d'écotoxicité (selon l'OCDE 208) mené sur le compost contenant le matériau d'essai « filets usagés, ne montre aucun effet toxique sur le blé. Un effet toxique a pu être mis en évidence sur la moutarde lors du test du « compost essai » à 25% ou 50% concernant la production de biomasse fraîche ou sèche.

Photographie des plantules au moment du comptage :

<p>Blanc Blé : 3 triplicats</p>	
<p>Référence blé avec 25 % de compost de référence et 75 % de terreau</p>	
<p>Référence blé avec 50 % de compost de référence et 50 % de terreau</p>	
<p>Essai blé avec 25 % de compost d'essai et 75 % de terreau</p>	
<p>Essai blé avec 50 % de compost d'essai et 50 % de terreau</p>	

Blanc Moutarde : 3 triplicats	
Référence Moutarde avec 25 % de compost de référence et 75 % de terreau	
Référence Moutarde avec 50 % de compost de référence et 50 % de terreau	
Essai Moutarde avec 25 % de compost d'essai et 75 % de terreau	
Essai Moutarde avec 50 % de compost d'essai et 50 % de terreau	

Remarque du laboratoire d'analyse : on observe une écotoxicité sur les dicotylées (moutarde) en ce qui concerne la biomasse formée. Ce phénomène pourrait sans doute être évité à condition de rincer les filets après leur utilisation au contact de l'eau de mer

---

*L'échantillon de filet en SEA®214 n'est donc pas écotoxique pour la germination des graines, pour les monocotyles (blé) mais montre une écotoxicité sur les dicotylées (moutarde).*

---

## 8 Conclusion / Recommandations

Indépendamment de leur incidence sur le climat, les plastiques présentent également un taux de recyclage qui reste trop faible. Il en résulte qu'ils produisent des répercussions sur l'environnement et le capital naturel mondial, ou empreinte écologique, parce qu'ils entament un stock limité de ressources naturelles et infligent des dommages aux écosystèmes mondiaux, tels que les sols, les terres, l'air, l'eau, les organismes vivants et, en bout de chaîne, la santé et le bien-être humains. L'accumulation de microplastiques dans l'eau de mer constitue un problème spécifique.

L'utilisation de plastiques biosourcés et biodégradables présente plusieurs avantages. En voici quelques-uns :

- Les plastiques biodégradables offrent des niveaux réduits de dioxyde de carbone et peuvent réduire les niveaux d'émissions de gaz à effet de serre.
- Les plastiques biodégradables sont décomposés par des bactéries naturelles et ne libèrent pas de substances dangereuses lors de la décomposition.
- Les plastiques biodégradables consomment moins d'énergie pendant le cycle de fabrication.
- Les plastiques biosourcés sont fabriqués à partir de ressources renouvelables et ont une empreinte carbone inférieure à celle des plastiques d'origine fossile

Il a été calculé qu'un scénario où tous les plastiques d'origine fossile seraient remplacés par des plastiques biosourcés dans l'Union européenne aboutirait à des émissions annuelles totales de gaz à effet de serre de 146 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> pour ces matières plastiques biosourcées, soit 30 % de moins que les 208 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> provenant de la chaîne de valeur de celles d'origine fossile

Dans ce contexte, fabriquer des filets de pêche biodégradables qui se biodégradent dans l'environnement marin en une décennie offre un certain nombre d'avantages par rapport aux plastiques conventionnels mais encore faut-il qu'ils soient reconnus et pris en compte.



Le projet TEFIBIO a permis de lever des interrogations en termes de faisabilité industrielle, de création de matériaux innovants ayant des propriétés mécaniques satisfaisantes pour la pêche ainsi que de meilleures connaissances sur la fin de vie des bioplastiques.

La plupart des pêcheurs en France sont aujourd'hui prêts à s'ouvrir à la transition. Aujourd'hui la mobilisation de dispositifs de soutien financier Européen, national, régional et toutes les parties prenantes concernées est nécessaire pour accélérer cette phase et permettre aux utilisateurs (pêcheurs professionnels) de s'investir et d'investir dans ces nouveaux engins de pêche.

En conclusion, les filets de pêche biodégradables offrent une alternative durable et respectueuse de l'environnement aux filets de pêche traditionnels. Les avantages des filets de pêche biodégradables incluent la réduction des déchets plastiques dans les océans, la réduction des émissions de gaz à effet de serre et la conservation des stocks de poissons. Bien que les filets de pêche biodégradables soient plus chers que les filets de pêche traditionnels, leur durabilité et leur impact environnemental positif en font un choix judicieux pour les pêcheurs soucieux de l'environnement.

**V**

**Analyses complémentaires  
sur le vieillissement en  
milieu marin et la résistance**



Larmor-Plage,  
Juin 2023

# Rapport technique complémentaire sur le vieillessement en mer et la résistance des filets biodégradables 2022-2023



## 1 Contexte

Les analyses de vieillissement ont été réalisées sur le filament de Boulogne-sur-Mer constituant la maille intérieure de 0.35mm en SEA®214 et la maille externe de 0.60mm en SEA®212 ; également sur le monofilament de 0.22mm en SEA®214 utilisé pour les filets multi-monofilaments du Tréport et de Fécamp. Le projet TEFIBIO faisant suite au projet FIBIO lui-même issu des travaux de Seabird sur le développement de formulations adaptées à l'extrusion de monofilaments biodégradables, les données récoltées permettent d'estimer visuellement les phénomènes de biodégradation en environnement marin. Ce type d'analyse de vieillissement en mer en conditions réelles est très récente dans le monde de la recherche (essais sur peinture anti-fouling par exemple) mais aucun essai similaire de vieillissement en mer de monofilament biodégradable n'a été répertorié en veille technologique.

Afin d'analyser la perte de résistance mécanique pouvant être observé entre le début et la fin de la saison de pêche, des essais de résistance des filets usagés conventionnels et biodégradables sont également réalisés. Enfin, les essais de vieillissement en mer réalisé par Seabird permettent de réaliser des essais de traction sur les monofilaments ayant été placés pendant plus de 2 ans en environnement marin. L'objectif est d'analyser une perte éventuelle de propriété mécanique sans prendre en compte la détérioration dû à l'activité de pêche.

## 2 Analyse par microscopie à balayage électronique

La microscopie électronique à balayage (MEB ou SEM pour Scanning Electron Microscopy en anglais) est une technique de microscopie utilisant les diverses interactions électrons-matière. Un faisceau d'électrons balaie la surface de l'échantillon à analyser et il se passe certaines interactions. Un détecteur capte des paramètres liés à ces interactions et fait correspondre à chaque pixel d'un écran le signal qu'il obtient pour un point donné de l'échantillon. Le Microscope Electronique à Balayage est un instrument complexe qui nécessite un apprentissage long et précis pour être efficace dans son utilisation afin d'ajuster de nombreux paramètres en même temps (distance de focalisation, netteté, taille de sonde, tension d'accélération, astigmatisme, position du filament...).

Les échantillons de monofilaments neufs sont placés dans une nasse (Figure 1) qui est immergée dans l'eau de mer, sous un ponton à 2 m de fond, proche du port de Kernevel à Larmor Plage. Les monofilaments sont extraits à différents intervalles de temps et des analyses microscopiques sont réalisées pour observer la biodégradation en surface des monofilaments.



Figure 1: Nasse contenant les échantillons de monofilaments

Plusieurs clichés ont pu être réalisé (échelle 500µm ; 100µm ; 50µm ; 10µm) en laboratoire :

- SEA<sup>®</sup>214, monofilament de 0.22mm (t=0 ; t=18 ; t=24mois)

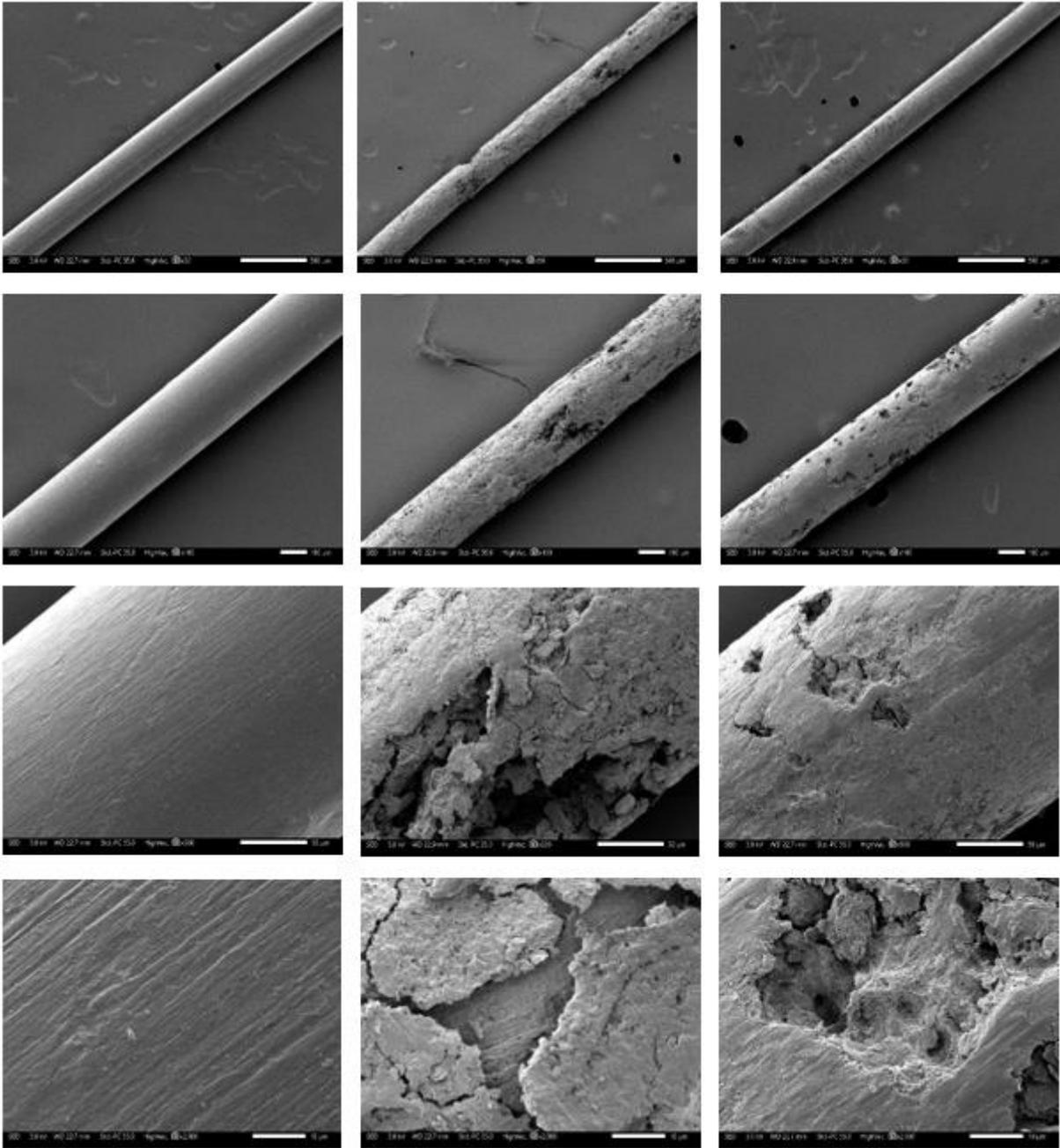


Figure 2 : Image MEB du SEA214 0.22mm / t=0 ; t=18 ; t=24mois de gauche à droite / Cliché x50 ; x100 ; x500 ; x2000 de haut en bas

- SEA®214, monofilament de 0.35mm (t=0 ; t=18 ; t=24mois)

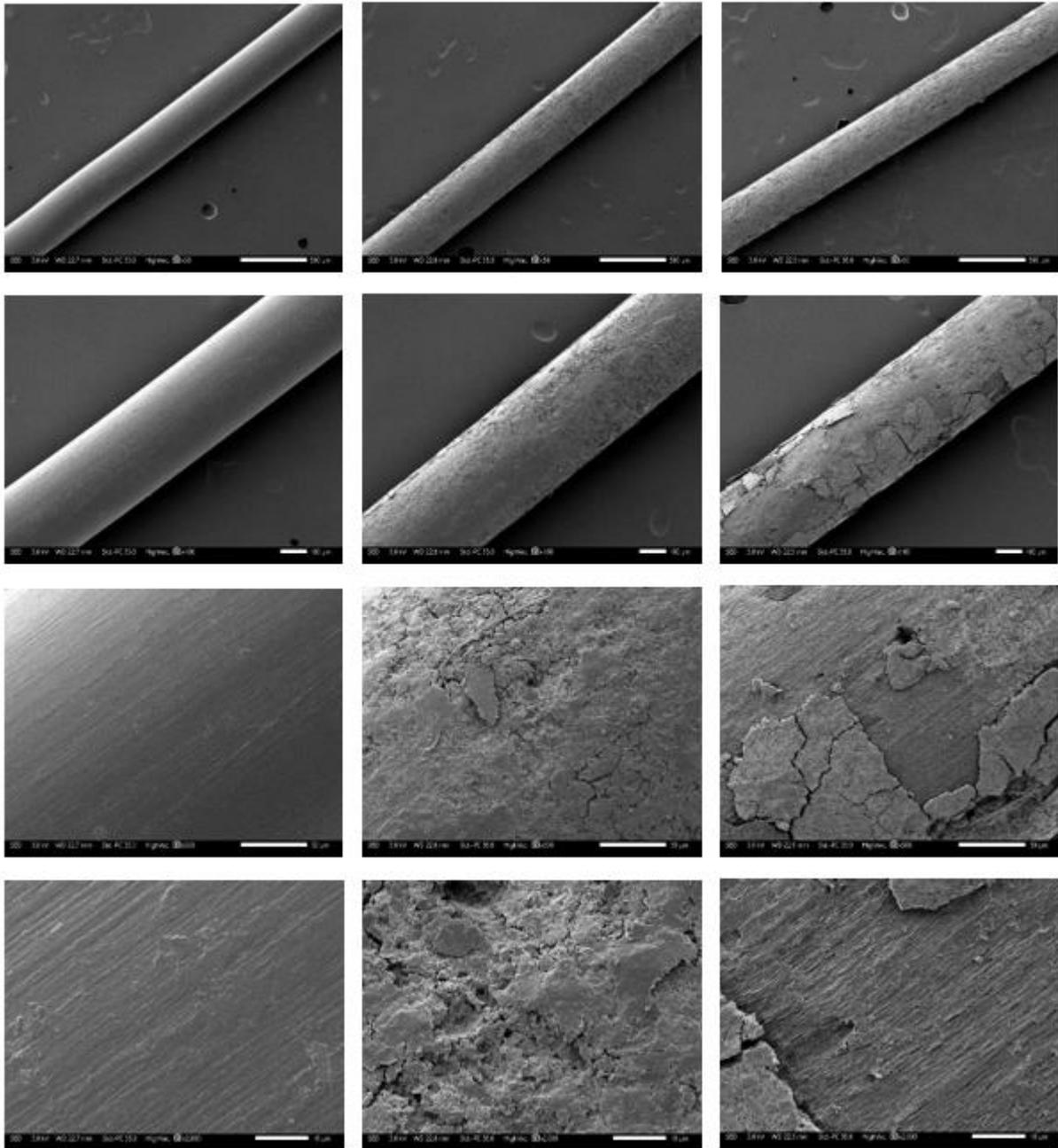


Figure 3 : Image MEB du SEA214 0.35mm / t=0 ; t=18 ; t=24mois de gauche à droite / Cliché x50 ; x100 ; x500 ; x2000 de haut en bas

- SEA®212, monofilament de 0.60mm (t=0 ; t=30 ; t=36mois)

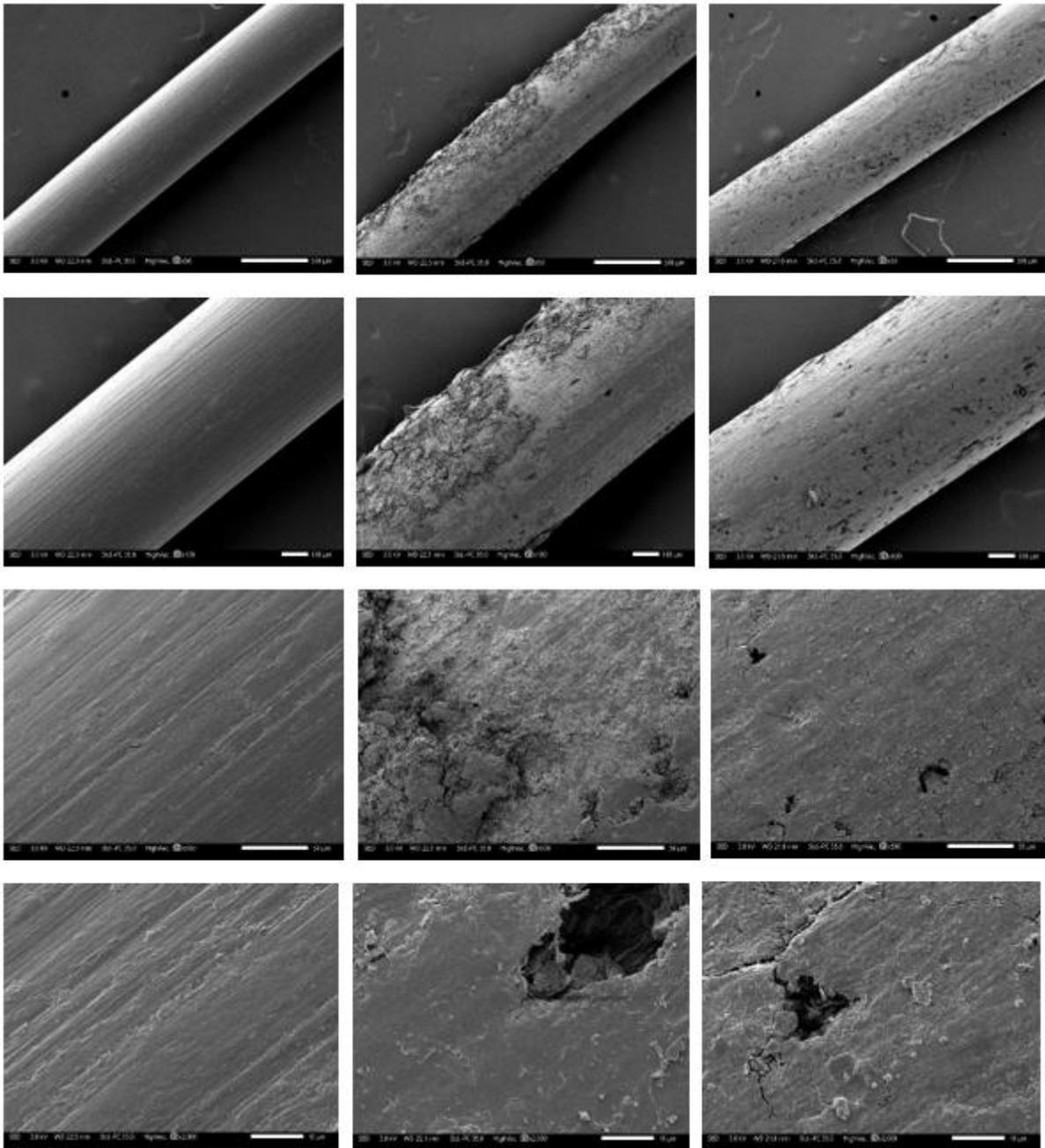
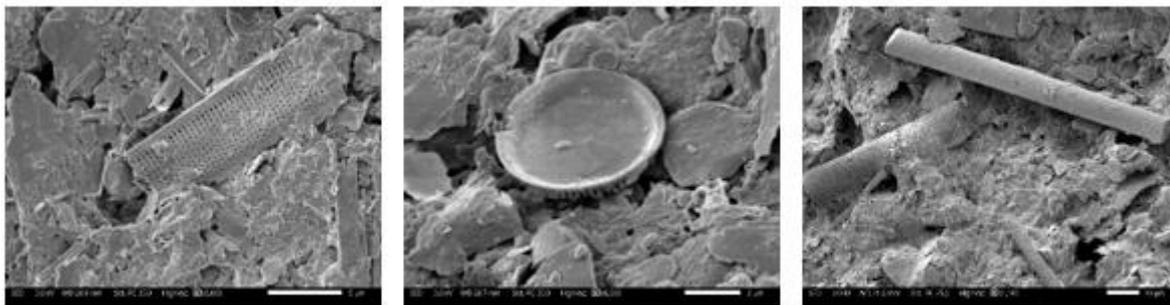


Figure 4 : Image MEB du SEA212 0.60mm / t=0 ; t=18 ; t=24mois de gauche à droite / Cliché x50 ; x100 ; x500 ; x2000 de haut en bas

D'autres clichés ont pu montrer la présence de diatomées sur les monofilaments. La présence de ces diatomées participe au phénomène de biodégradation et de minéralisation des monofilaments en mer.



Suite aux tests en conditions réelles de pêche (5 mois à Boulogne-sur-Mer 2022 et 4 mois à Fécamp 2023) des morceaux de filets usagés ont été récupéré afin de réaliser le même type d'analyse au MEB que sur les monofilaments mais cette fois-ci sur les nœuds. Les filets conventionnels neufs n'ont pas pu être récupéré pour analyse. Le filet mis au compost à également été analysé au MEB démontrant une certaine biodégradation des monofilaments.

- SEA214 0.35mm neuf, usagé en mer (5 mois) ET filet nylon conventionnel usagé (5 mois)

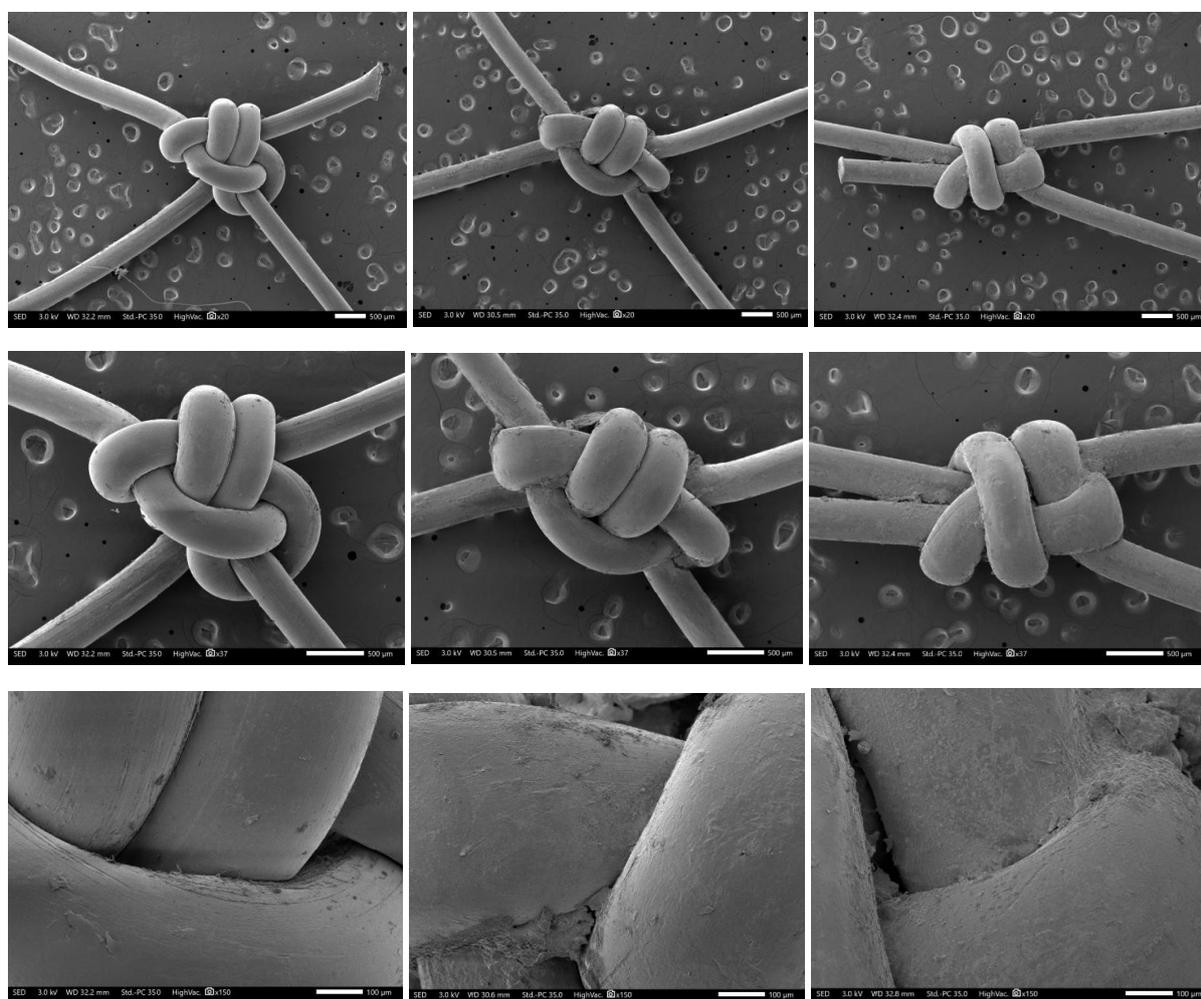


Figure 5 : Image MEB d'un nœud du filet SEA®214 0.35mm neuf (à gauche), t=5 mois au centre et nœud d'un filet conventionnel 0.35mm à t=5 mois (à droite) / Cliché x20 ; x37 ; x150 de haut en bas

- SEA212 0.60mm neuf, usagé en mer 5 mois ET filet conventionnel usagé 5 mois

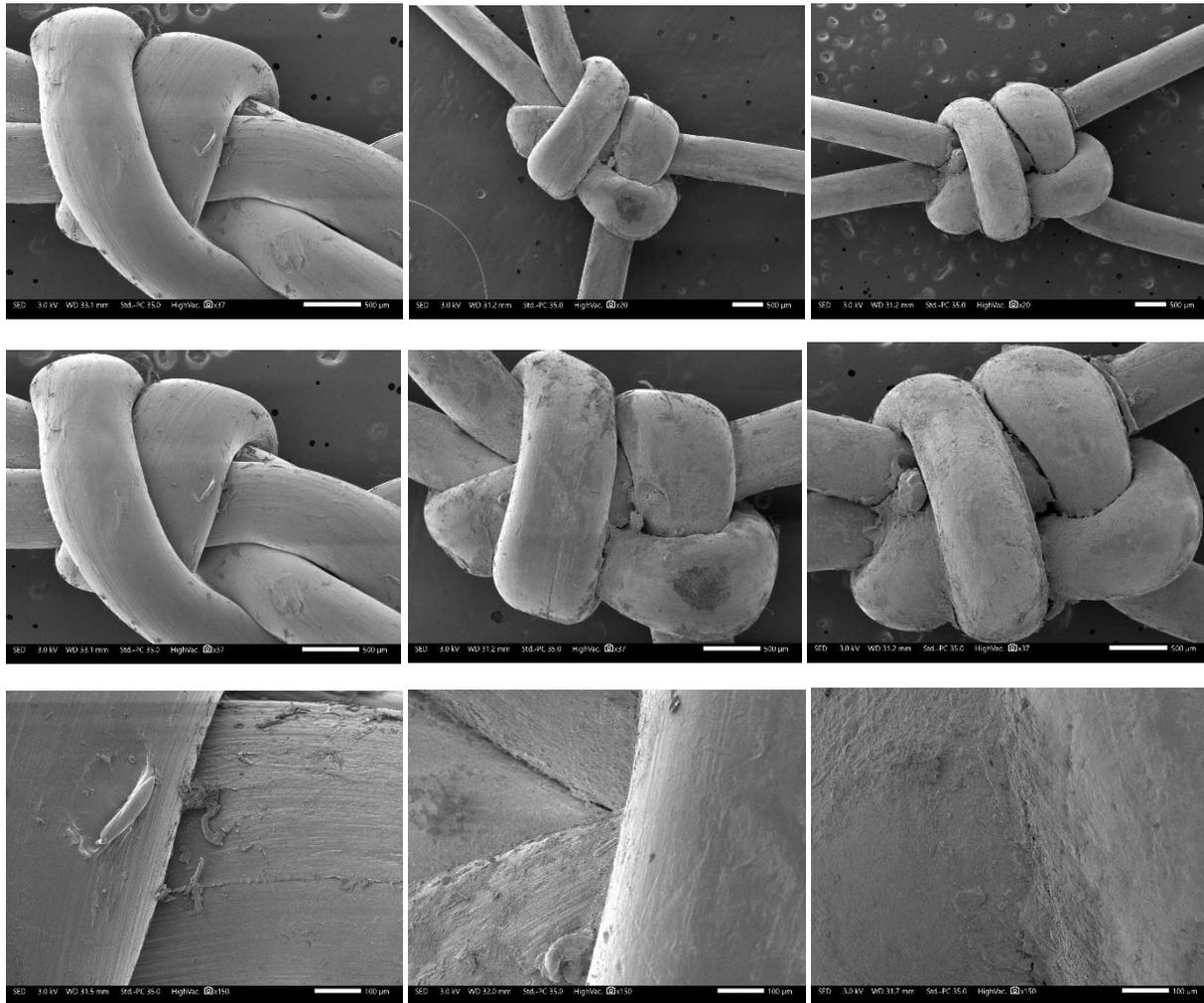


Figure 6 : Image MEB d'un nœud du filet SEA®212 0. neuf (à gauche), t=5 mois au centre et nœud d'un filet conventionnel 0.60mm à t=5 mois (à droite) / Cliché x20 ; x37 ; x150 de haut en bas

- SEA214 0.22mm\*4 neuf, usagé en mer (4 mois) ET filet nylon conventionnel usagé (4 mois)

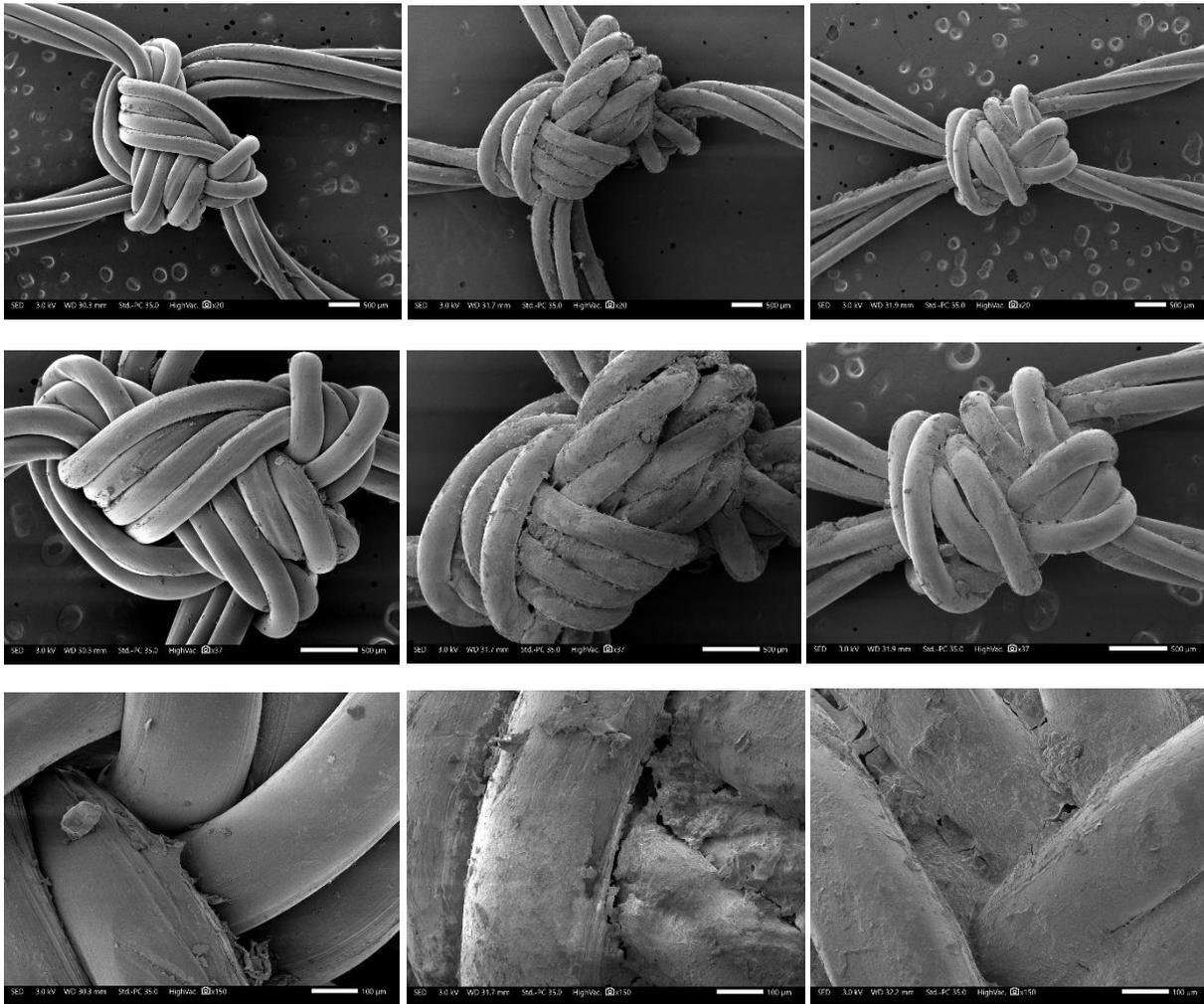


Figure 7 : Image MEB d'un nœud du filet SEA®214 0.22mm\*4 neuf (à gauche), t=4 mois au centre et nœud d'un filet conventionnel 0.20mm\*4 à t=4 mois (à droite) / Cliché x20 ; x37 ; x150 de haut en bas

- SEA214 0.20mm\*12 neuf, usagé en mer (4 mois) ET filet nylon conventionnel usagé (4 mois)

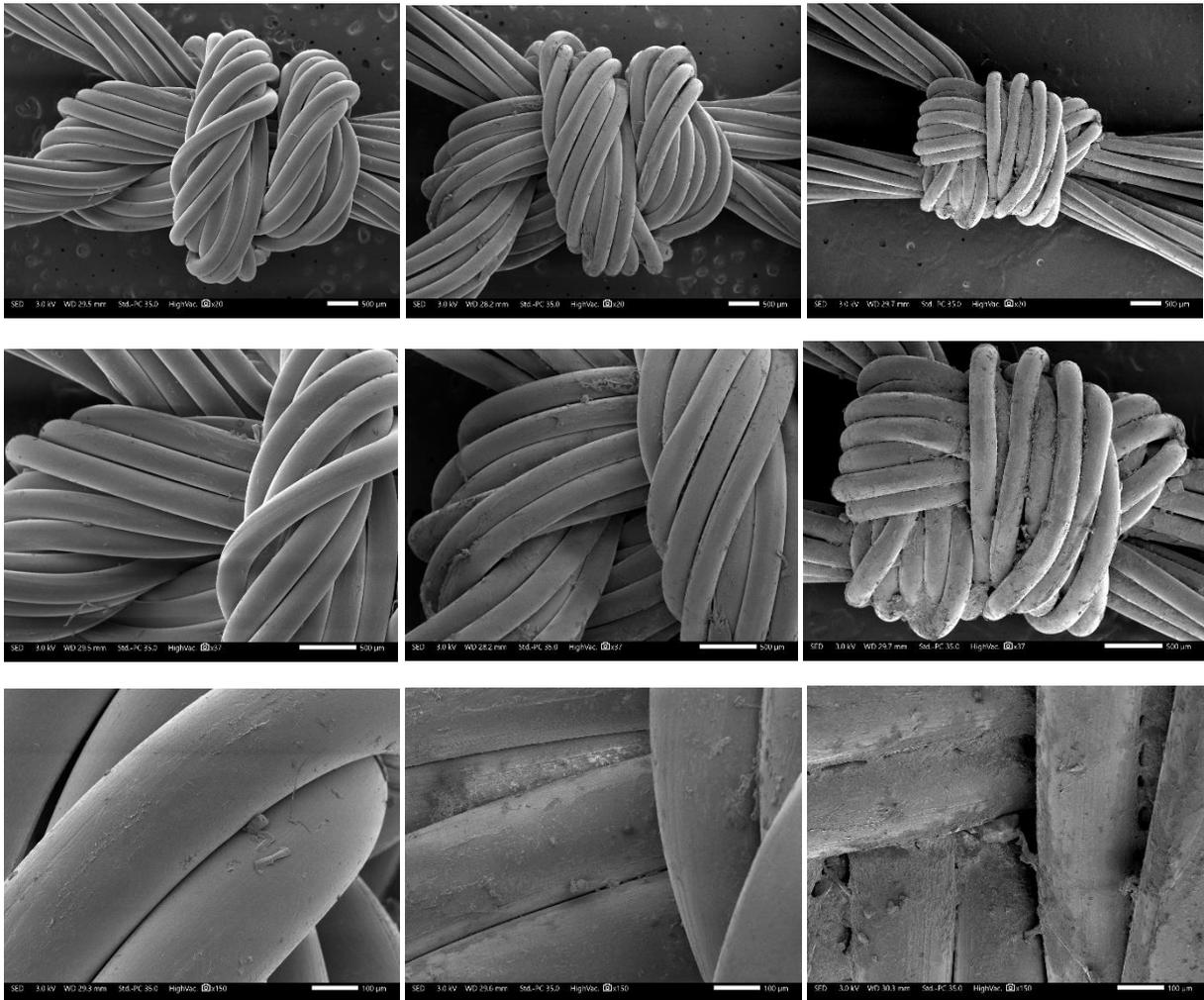


Figure 8 : Image MEB d'un nœud du filet SEA®214 0.22mm\*12 neuf (à gauche), t=4 mois au centre et nœud d'un filet conventionnel 0.20mm\*10 à t=4 mois (à droite) / Cliché x20 ; x37 ; x150 de haut en bas

- SEA214 0.35mm neuf, usagé en mer (5 mois) ET mis en compost (3 mois)

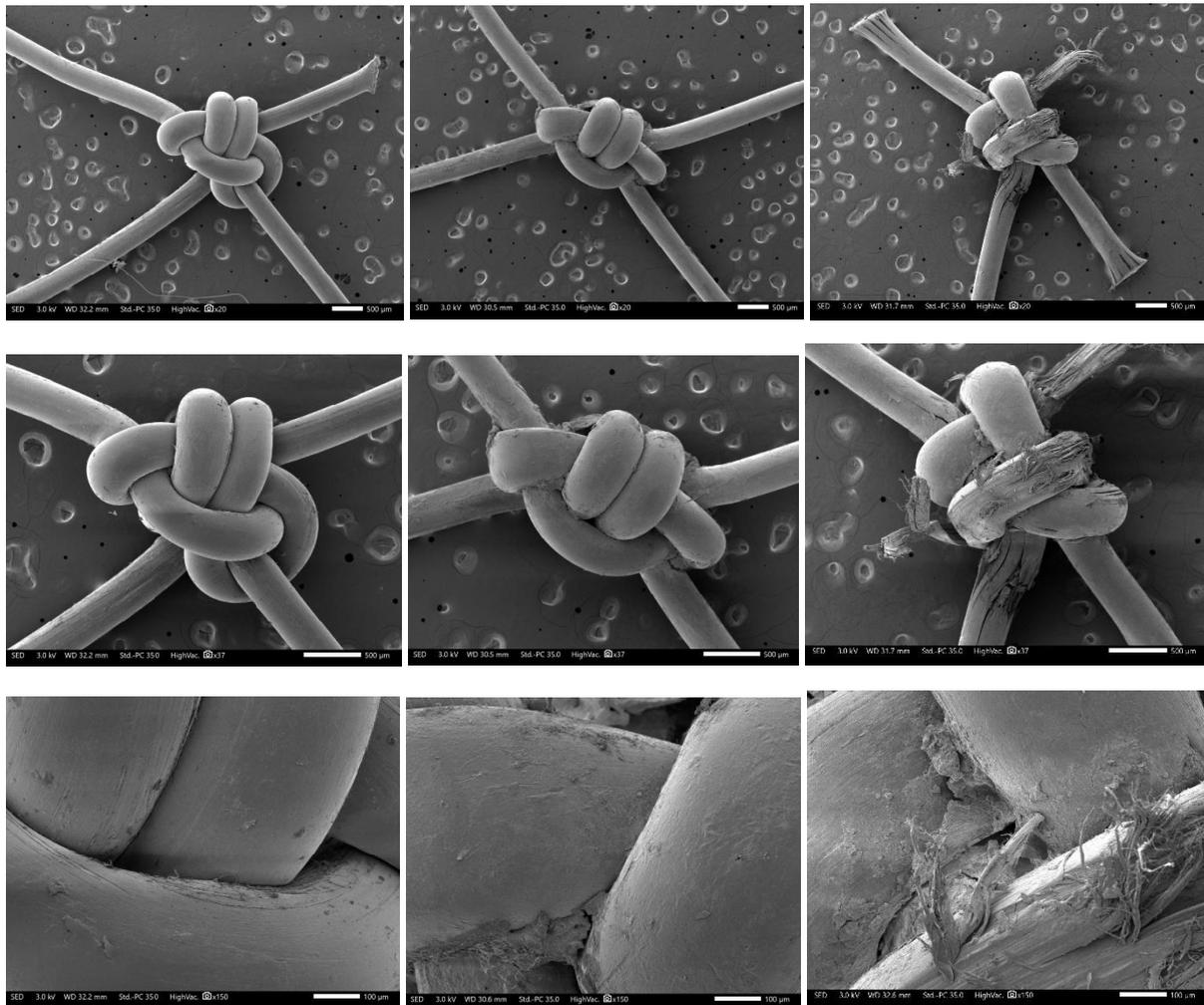


Figure 9 : Image MEB d'un nœud du filet SEA®214 0.35mm t=0 ; t=5mois en mer ; t=2mois en compost ; de gauche à droite / Cliché x20 ; x37 ; x150 de haut en bas

Ces images MEB permettent d'analyser le comportement de la matière pendant la saison de pêche. En effet pour les analyses réalisées à t=0 et t=4 ou 5 mois des filets biodégradables comparés aux filets conventionnels également usagés, il est difficile d'observer des différences. Ces images sont donc bien en corrélation avec les estimations d'intégrité du filet réalisé par les pêcheurs lors des tests en conditions réelles de pêche.

La Figure 17 montre les phénomènes de biodégradation dans un compost industriel. En comparant le nœud du filet SEA®214 0.35mm à t=0, t=5 mois en mer et t=5 mois en mer+ 2 mois en compost, on observe des signes de biodégradation plus importants sur le filet mis au compost par rapport à celui uniquement utilisé en pêche pendant 5 mois.

Ces résultats montrent que le filet résiste bien pendant la campagne de pêche tout en se biodégradant bien en compost industriel. Les résultats de vieillissement des monofilaments réalisés par Seabird montrent également que le phénomène de biodégradation existe également en mer mais de manière plus lente. L'observation d'une biodégradation de surface au bout de 2 ans sur les matières biodégradables et la non observation de dégradation sur les plastiques conventionnels montrent bien l'avantage qu'ont les bioplastiques pour réduire la persistance de la pollution plastique en mer.

### 3 Analyse mécanique

En physique des matériaux, une éprouvette est une pièce de fabrication et de dimensions normalisées destinée à être soumise à un essai thermomécanique, conçu pour connaître le comportement d'un matériau quand il est soumis à une contrainte telle que la traction.

Des essais de traction ont été réalisés sur les monofilaments (non tissés en filet) ainsi que sur les nœuds des filets pour en connaître la résistance. Les données sont regroupées dans les rapports techniques de fabrication des filets biodégradables (Rapport de fabrication 2021 et Rapport de fabrication 2022). L'ensemble des essais sur les monofilaments vieillis et sur les nœuds des filets usagés sont réalisés en suivant le même protocole que pour le Rapport de fabrication 2022 (Annexe 1).

L'ensemble des paramètres de performance des monofilaments ne peuvent être mesurés sur les filets usagés, le tissage ne permettant pas de faire les essais sur la longueur de filament nécessaire dû à la présence des nœuds. De plus les essais sur certains monofilaments ou nœuds ne peuvent être réalisés, les échantillons n'étant pas disponibles. L'ensemble des échantillons usagés et vieillis testés est listé dans le Tableau 1. L'ensemble des échantillons analysés et des résultats des tests de traction effectués par le fabricant de filet est visible en Annexe 2.

Tableau 1: Description détaillées des échantillons de monofilaments vieillis ou usagés dont les performances mécaniques ont été testées.

Id essai	Type de tests de traction	Type de filament	Compound	N° prototype (filet biodégradable) ou type (filet conventionnel)	Diamètre	Etat	Temps (en mois)
2	filament	mono	SEA214n	Prototype 4	0,22	vieilli	24
6	filament	mono	SEA214g	Prototype 1	0,35	vieilli	24
10	filament	mono	SEA212n	Prototype 1	0,60	vieilli	36
24	nœud	mono	SEA214g	Prototype 3	0,33	usage_2022	5
27	nœud	mono	conventionnel	Fourni par Alprech Filets	0,34	usage_2022	5
30	nœud	mono	SEA212n	Prototype 3	0,60	usage_2022	5
33	nœud	mono	conventionnel	Fourni par Alprech Filets	0,60	usage_2022	5
36	nœud	multi	SEA214n	Prototype 4	0,20*4	usage_2023	4
39	nœud	multi	conventionnel	Fourni par Alprech Filets	0,20*4	usage_2023	4
42	nœud	multi	SEA214n	Prototype 4	0,20*12	usage_2023	4
45	nœud	multi	conventionnel	Fourni par Alprech Filets	0,20*10	usage_2023	4

La résistance linéaire à la rupture des monofilaments biodégradables (neufs et vieillis) et conventionnels (neufs) est comparée dans la Figure 10. La résistance aux nœuds des filets monofilaments et multi-monofilaments biodégradables (neufs et usagés) et conventionnels (usagés) est comparée dans la Figure 11.

Les résultats de tests de traction sur les monofilaments constituant la nappe intérieure (pêchante) après un vieillissement de 24 mois montrent une perte de résistance linéaire à la rupture de -2.2 % pour le monofilament de 0.20 mm de diamètre et une perte de -12.2 % de résistance pour le monofilament de 0.35 mm. Pour les filets, d'après les résultats des tests de traction sur filets, une perte de -3.90 % et de -4.21 % de résistance après 5 mois d'utilisation en mer pour le filet de diamètre 0.20\*4 mm et 0.35-33 mm respectivement est calculée. De plus, ces essais montrent une

différence de résistance entre le filet biodégradable et le filet conventionnel après l'usage de -27 % pour la nappe monofilament biodégradable 0.35 mm et de -43.6 % pour la nappe multi-monofilament biodégradable de 20\*4 mm.

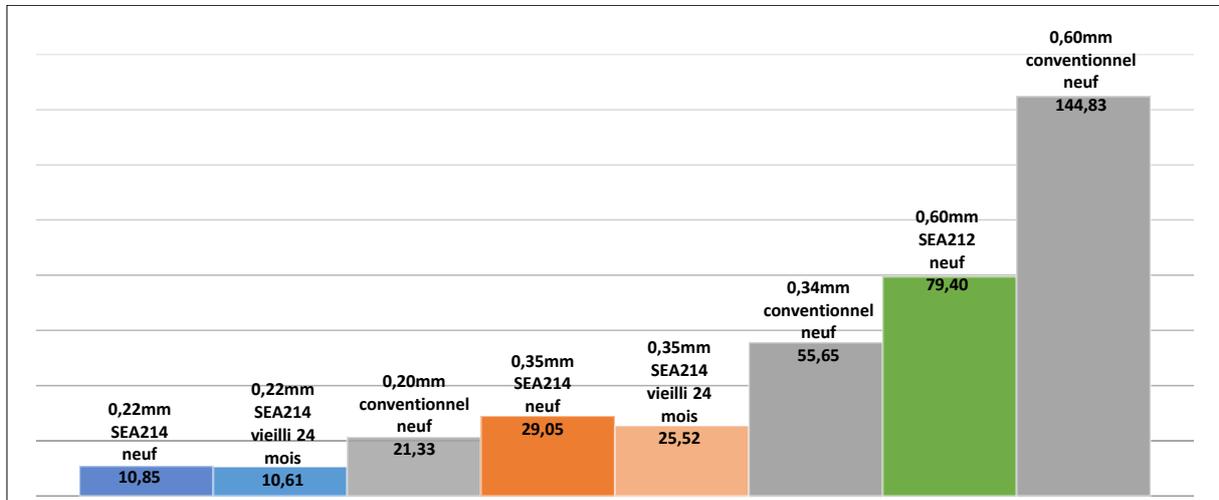


Figure 10: Résistance linéaire à la rupture (N) des monofilaments vieillis (biodégradables) et neufs (biodégradables et conventionnels).

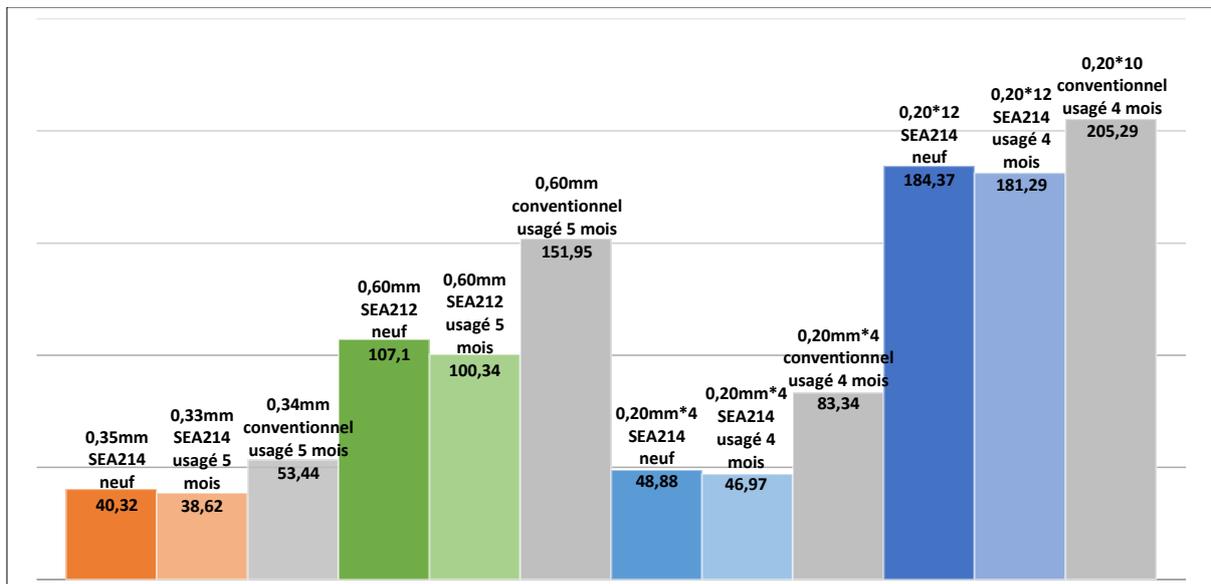


Figure 11: Résistance aux noeuds (N) des monofilaments des filets usagés (biodégradables et conventionnels) et neufs (biodégradables).

La comparaison avec la perte de résistance des monofilaments conventionnels ne peut être faite, les filaments conventionnels n'ayant pas été soumis au vieillissement. De même, la comparaison avec la perte de résistance des filets conventionnels, les filets conventionnels neufs utilisés dans les tests n'ayant pas été soumis aux tests de tractions les échantillons n'étant pas disponibles.

Le rapport de fabrication 2022 fait mention d'une résistance aux noeuds de 72,49 N pour la nappe 0.20\*4 mm, ce qui est très différent des valeurs indiquées sur la Figure 11. Ces différences montrent que le prototype utilisé lors de la campagne 4 de test en mer n'a pas les mêmes propriétés que le

prototype utilisé lors de la campagne 2 avant la mise à l'eau. Il n'a pas été fait de tests de traction sur le prototype usagé de la campagne 2(Annexe 2).

## Annexe 1 : Protocole des mesures et tests des propriétés mécaniques effectués par le fabricant

Les mesures des performances des monofilaments et multi-monofilaments sont réalisées par le fabricant de monofilament et de filet sur les nouveaux monofilaments et filets :

Pour les monofilaments, les mesures réalisées sont :

- Diamètre du monofilament (mm)
- Densité linéaire (Tex)
- Titre (dTex)
- Résistance linéaire à la rupture (N ou kg)
- Ténacité (cN/Tex)
- Allongement à la rupture

Pour les nœuds monofilaments et nœuds multi-monofilaments, les mesures réalisées sont :

- Résistance aux nœuds (N ou kg)
- Ténacité aux nœuds (cN/Tex)
- Résistance aux nœuds du multi-monofilament x4 (N ou kg)

Le calcul du diamètre des monofilaments et multifilaments est réalisé selon la condition de test Käfer MFT 20 avec un nombre d'itérations  $n=5$  ([Thickness Dial Gauges - Käfer Messuhren GmbH Villingen-Schwenningen - dial gauges, digital dial gauges, dial test indicators, thickness dial gauges, digital thickness dial gauges, dial gauge instruments \(kaefer-messuhren.de\)](#)).

Le calcul de l'unité tex est réalisé selon la condition de test Kern 440-33 pour une longueur de monofilament  $L=1,0m$  avec un nombre d'itérations  $n=10$  ([440-33N-fr.pdf \(kern-sohn.com\)](#)).

Les tests de tractions, permettant d'obtenir les paramètres de résistance et d'allongement à la rupture sont réalisés selon la condition de test MESDAN 34895 avec une vitesse de traction  $V=500mm/min$  et un nombre d'itération  $n=10$  ([Mesdan - Official WebSite](#)).

Annexe 2 : Echantillons de monofilaments et de filets disponibles et soumis par Cadilhe&Santos à des essais de traction.

Type de traction	Matériel	Résistance linéaire à la rupture	Ténacité	Allongement à la rupture
filament	0,22mm SEA214 neuf	10,85	25,83	57,49
filament	0,22mm SEA214 vieilli 24 mois	10,61	21,22	16,80
filament	0,20mm conventionnel neuf	21,33	54,69	28,40
filament	0,35mm SEA214 neuf	29,05	27,31	43,00
filament	0,35mm SEA214 vieilli 24 mois	25,52	21,63	18,10
filament	0,34mm conventionnel neuf	55,65	52,50	28,46
filament	0,60mm SEA212 neuf	79,40	21,85	52,96
filament	0,60mm conventionnel neuf	144,83	46,57	23,99
Type de traction	Matériel	Résistance aux nœuds	Ténacité	
nœud	0,33mm SEA214 neuf	40,32	34,19	
nœud	0,33mm SEA214 usagé 5 mois Boulogne/mer	38,62	-	
nœud	0,34mm conventionnel neuf	58,8	55,47	
nœud	0,33mm conventionnel usagé 5 mois Boulogne/mer	53,44	-	
nœud	0,60mm SEA212 neuf	107,1	30	
nœud	0,60mm SEA212 usagé 5 mois Boulogne/mer	100,34	-	
nœud	0,60mm conventionnel neuf	94,54	32,01	
nœud	0,60mm conventionnel usagé 5 mois Boulogne/mer	151,95	-	
nœud	0,20mm*4 SEA214 neuf Fécamp	48,88	-	
nœud	0,20mm*4 SEA214 neuf Tréport	72,49	-	
nœud	0,20mm*4 SEA214 usagé 4 mois Fécamp	46,97	-	
nœud	0,20mm*4 conventionnel usagé 4 mois Fécamp	83,34	-	
nœud	0,20*12 SEA214 neuf Fécamp	184,37	-	
nœud	0,20*12 SEA214 usagé 4 mois Fécamp	181,29	-	
nœud	0,20*10 conventionnel usagé 4 mois Fécamp	205,29	-	