



*Larmor-Plage et Marseille,  
Septembre 2021*

***Rapport sur la fabrication du filet trémail prototype pour  
un fileyeur de Boulogne sur Mer à l'été 2021***

Document confidentiel

Ne pas copier

## Table des matières

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1- Contexte .....                                                               | 3  |
| 2- Objectifs de la prestation et cahier des charges des filets à produire ..... | 4  |
| Objectifs du projet TEFIBIO .....                                               | 4  |
| Analyse des engins de pêche actuellement utilisés .....                         | 4  |
| Choix des filets à copier en fils biodégradables .....                          | 9  |
| Cahiers des charges des filets biodégradables.....                              | 11 |
| 3- Réalisation des formulations .....                                           | 18 |
| 4- Réalisation des monofilaments 0.33 et 0.6. ....                              | 19 |
| 5- Réalisation des nappes de filet 0.33 et 0.6.....                             | 23 |
| 6- Planning de production .....                                                 | 26 |
| 7- Perspectives d'amélioration .....                                            | 26 |
| Annexe 1 : dégradation des fils biodégradables en milieu marin .....            | 28 |
| Annexe 2 : Protocole des analyses mécaniques.....                               | 30 |

## 1- 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 des engins de pêche "fantôme").
- 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. Il a ensuite été testé par un patron de pêche de Boulogne-Sur-Mer (bateau Néréides II) sur la saison de pêche d'été 2020<sup>1</sup>. Le suivi de ce filet biodégradable sur cette saison (74 marées au total dont 59 étudiées) a été satisfaisant puisque :

- Les filets bio ont tenu jusqu'au bout des 74 marées, comme leurs homologues en plastique conventionnel avec une détérioration plus importante de 10 % estimée à l'œil par le pêcheur
- Les 900 m de filets bio ont pêché 774 soles sur les 59 marées
- Les 600 m de filets bio ont pêché plus de 520 kg d'espèces commercialisables dont 125 kg de sole sur les 59 marées (estimation à l'œil)

La réussite de ce filet biodégradable est d'autant plus grande qu'il s'agit d'un premier prototype particulièrement difficile à fabriquer et que le filet de pêche est un objet soumis à de nombreuses contraintes. Les matériaux qui le composent semblent donc intéressants et prometteurs.

Ce premier prototype a donc permis d'identifier les écarts d'efficacité de pêche mais aussi les différences dans la fabrication du filet et donc les marges de progression, qui ne semblent pas insurmontables. La moindre performance du filet bio semble venir surtout de sa moindre pêchabilité, qui est influencée par ses défauts de fabrication. Deux principales marges de progression ont été identifiées:

- Les mailles du filet biodégradable ont été mesurées plus grandes que celles des filets conventionnels
- Au lieu de naturellement s'étirer dans le sens de la profondeur, les mailles s'étiraient dans le sens de la largeur du filet. C'est un comportement inversé par rapport au filet conventionnel lié une différence de sens d'étirage dans le procédé d'étuvage.

Ces différences peuvent être une explication de la moindre pêchabilité du filet bio (vis-à-vis de son homologue conventionnel) :

- Ecart de -36% en nombre de soles (total des 59 marées) ;
- Ecart entre - 26% à -35% en poids de soles :

---

<sup>1</sup> 900 m testés, résultats sur 600 m

- Ecart de -26% : estimation à l'œil du protocole simplifié (59 marées soit 125 kg)
- Ecart de -35% : mesures précises du protocole complet (6 marées soit 15 kg)
- Les écarts semblent plus importants si le poisson est filiforme (-63% pour la roussette, -35% pour l'émissole, etc.) ;
- Les écarts ne se sont cependant pas aggravés pas au cours de la saison, ce qui suggère qu'il s'agit d'un défaut de fabrication qui s'est maintenu au cours de la saison de pêche.

Selon le patron du Néréides II, il est également possible que la couleur des fils, différentes entre les filets (vert pour le conventionnel, blanc pour le bio), joue un rôle sur le caractère pêchant du filet.

Ce suivi a donc permis d'identifier les marges de progression pour la suite du projet TEFIBIO.

## 2- Objectifs de la prestation et cahier des charges des filets à produire

### Objectifs du projet TEFIBIO

Le projet TEFIBIO a pour objectif de produire et tester quatre filets biodégradables d'environ 3 km chacun pour :

- Au moins 2 ports différents
- Au moins 2 saisons différentes
- Au moins 2 types de fils différents

En effet, 3 fils existent sur le marché des filets fin:

- Le monofilament, que Seabird sait copier en biodégradable
- Le multi-monofilament, que Seabrid sait copier en biodégradable
- Le multifilament, que Seabird ne sait pas copier en biodégradable à date

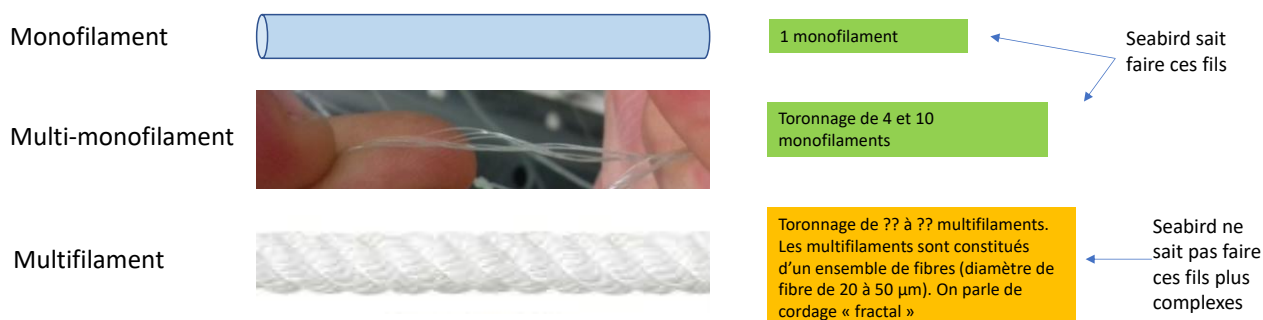


figure 1: les 3 types de fils possible sur les filets fin

### Analyse des engins de pêche actuellement utilisés

Plusieurs fileyeurs et acteurs de la pêche des ports du parc naturel marin et des ports à proximité ont été rencontrés pour étudier leurs habitudes de pêche (poissons cibles, engins de pêches, maillage, type de fil, etc.) et déterminer les 4 types de filets à copier en biodégradable.

Les acteurs suivants ont été rencontrés en janvier et février 2021:

- Olivier Coppin, Alprech filet
- Jérémy Devogel, pêcheur de Boulogne
- Olivier Becquet, président de la coopérative des pêcheurs du Tréport
- Jean Noël Byhet, pêcheur du Tréport
- Hervé Poisson, pêcheur de Fécamp (dont le bateau est amarré au Havre)

Ces rencontres montrent que le poisson cible des fileyeurs du PNM et de ses environs est principalement la sole. On observe par ailleurs une baisse du nombre de soles au large des côtes du PNM EPMO depuis 2016 / 2017 avec une baisse du nombre de fileyeurs à Boulogne et au Tréport ces dernières années:

- Le nombre de fileyeurs à Boulogne s'élevait à une quarantaine au début des années 2010 et il n'y a plus que 5 fileyeurs purs aujourd'hui en 2021.
- Les bateaux de pêche du Tréport qui font de la pêche mixte n'ont pas utilisé de filet ces 4 dernières années pour plutôt se focaliser sur la pêche au bulot. Cependant au moins un d'entre eux est intéressé de revenir à la sole pour les prochaines saisons estivales, du fait de la baisse récente du prix du bulot.



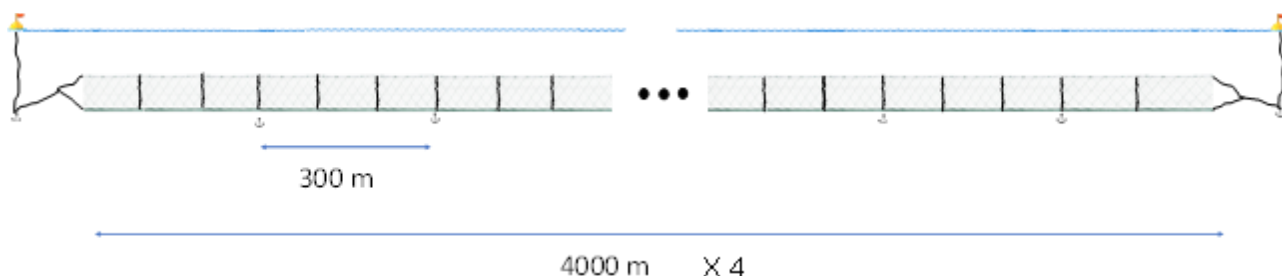
figure 2: carte des fileyeurs du PNM EPMO et de ses environs

A Boulogne-sur-Mer, les engins de pêche utilisés par les fileyeurs sont les suivants:

| Filet monofilament utilisé en été | Filet multifilament utilisé en hiver |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
|-----------------------------------|--------------------------------------|

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Type de filet</b>                  | Trémil (code GTR)                                                                                                                                                                                                                                | Trémil (code GTR)                                                                                                                                                                          |
| <b>Appellation courante</b>           | « Crin » ou « plastique »                                                                                                                                                                                                                        | « Nylon » ou « coton blanc »                                                                                                                                                               |
| <b>Type de fil</b>                    | Mono-filament                                                                                                                                                                                                                                    | Multi-filament                                                                                                                                                                             |
| <b>Utilisation</b>                    | Filet de base d'été                                                                                                                                                                                                                              | Filet de base d'hiver                                                                                                                                                                      |
| <b>Type de pêche</b>                  | Amoliment : le filet ne reste que quelques heures par 24h puisqu'il est posé généralement en deuxième moitié de nuit (entre 2h à 5h du matin) et est relevé après le levé de jour. Le reste du temps, le filet est stocké sur le pont du bateau. | Lodage : le filet reste la plupart du temps dans l'eau ; il n'est relevé qu'une fois toutes les 24h pour récupérer les poissons puis le nettoyer, avant d'être redéposé au fond de la mer. |
| <b>Type de pose</b>                   | Filet posé dans le sens du courant                                                                                                                                                                                                               | Filet posé en travers du courant                                                                                                                                                           |
| <b>Saison</b>                         | Début : Mai / juin<br><br>Fin : fin octobre                                                                                                                                                                                                      | Début : octobre / novembre<br><br>Fin : Mai / juin                                                                                                                                         |
| <b>Durée de vie</b>                   | 80% des filets ne durent qu'une seule saison ; les 20% restants durent 2 saisons.<br><br>Ne se répare quasiment pas                                                                                                                              | Plusieurs années. Peut se réparer pour prolonger la durée de vie                                                                                                                           |
| <b>Coût</b>                           | Peu onéreux                                                                                                                                                                                                                                      | Assez onéreux                                                                                                                                                                              |
| <b>Taille de la maille de la flue</b> | 90 mm à minima pour des raisons réglementaires<br><br>91 mm en réel                                                                                                                                                                              | 90 mm à minima pour des raisons réglementaires                                                                                                                                             |

A Boulogne, les filets sont montés en assemblant 3 bouts de 100 m pour avoir 300 m entre deux ancrs. Un fileyeur dispose d'environ 12 km de filet au total à bord, mis à l'eau en 4 lignes différentes.

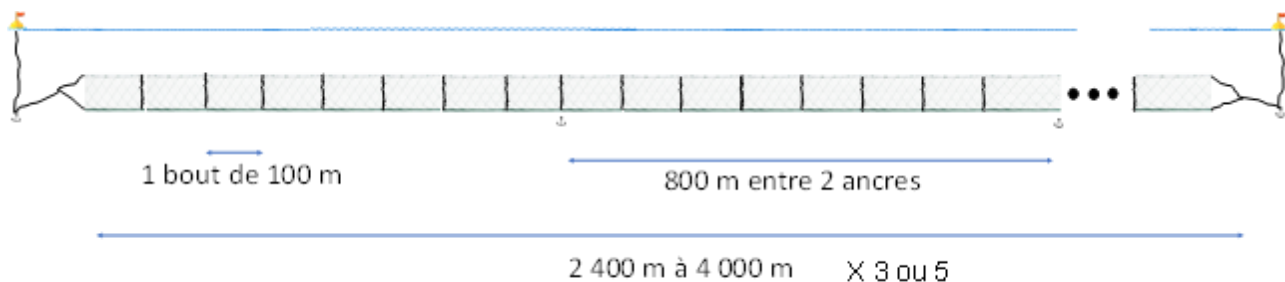


*figure 3: montage des filets à Sole de Boulogne-sur-Mer*

Au Tréport, il y a eu récemment une modification des pratiques de pêche avec un changement récent du type de filet utilisé.

|                                                                    | Filet monofilament traditionnel (et quasiment abandonné)                                                                                                                                                                                         | Filet multi-monofilament désormais préféré                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Type de filet</b>                                               | Trémail (code GTR)                                                                                                                                                                                                                               | Trémail (code GTR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Appellation courante</b>                                        | « mono »                                                                                                                                                                                                                                         | « multi »                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Type de fil</b>                                                 | Mono-filament                                                                                                                                                                                                                                    | Multi-monofilament                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Utilisation</b>                                                 | Filet traditionnel du Tréport (et quasiment abandonné)                                                                                                                                                                                           | Nouveau filet « à la mode » utilisé par les pêcheurs de Dieppe jusqu'à Cherbourg car plusieurs avantages: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moins haut (1,5 m contre 3 m) donc se salit moins et prend moins d'araignées</li> <li>- Plus résistant</li> <li>- Pêche quasiment autant de Soles</li> <li>- Nécessite 1 matelot de moins à bord</li> </ul> |
| <b>Type de pêche</b>                                               | Amoliment : le filet ne reste que quelques heures par 24h puisqu'il est posé généralement en deuxième moitié de nuit (entre 2h à 5h du matin) et est relevé après le levé de jour. Le reste du temps, le filet est stocké sur le pont du bateau. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Type de pose</b>                                                | Filet posé dans le sens du courant                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Saison</b>                                                      | Tout l'année                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Durée de vie</b>                                                | Dure une seule saison (3 ou 4 mois)                                                                                                                                                                                                              | Dure une seule saison mais un peu plus longue (4 ou 5 mois)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Coût</b>                                                        | Peu onéreux                                                                                                                                                                                                                                      | Un peu plus cher à l'achat mais rentable car plus facile à utiliser que le filet mono traditionnel                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Taille de la maille de la flue (mesurée mouillée et étirée)</b> | 90 mm à minima pour des raisons réglementaires<br>Préfère utiliser maille de 94 ou de 100 mm dans la réalité                                                                                                                                     | 90 mm à minima pour des raisons réglementaires<br>Préfère utiliser maille de 94 ou de 100 mm dans la réalité                                                                                                                                                                                                                                                   |

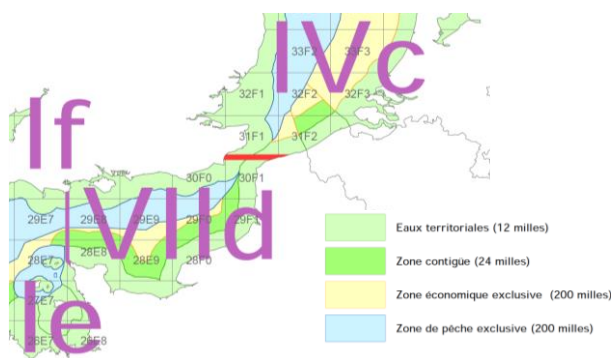
Au Tréport, le multifilament utilisé dans le Boulonnais l'hiver (appellation courant « coton blanc ») n'est pas utilisé du tout car il se salirait trop et serait trop lourd. De plus, les pêcheurs du Tréport ne pêchent jamais en travers du courant. Les filets du Tréport sont montés en assemblant 7 ou 8 bouts de 100 m pour avoir 700 ou 800 m entre deux ancrs. Un fileyeur dispose d'environ 9 à 12 km de filet au total à bord (généralement 10 km), mis à l'eau en 3 ou 5 lignes différentes.



*figure 4: montage des filets à Sole du Tréport*

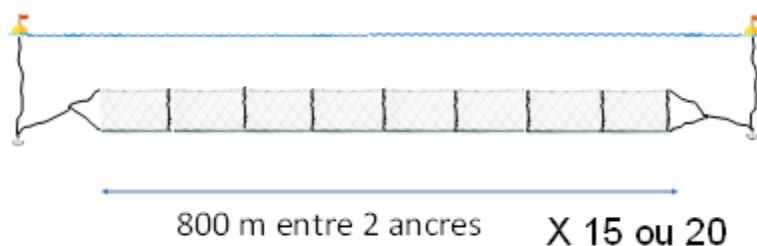
A Fécamp, les pêcheurs pêchent au filet toute l'année et ciblent la Sole. Leurs bateaux sont plutôt amarrés au Havre. Deux types de maillage sont utilisés pour la flue au cours de l'année:

- La maille 94 mm, utilisable uniquement à plus de 12 milles des côtes
- La maille 100 mm, utilisable partout



*figure 5: zones de pêche en Manche*

Les filets de Fécamp sont montés en associant 6 à 8 bouts de 100 m pour avoir 600 à 800 m entre 2 ancrés. Un fileyeur dispose de 12 km de filet au total à bord, mis à l'eau en 15 ou 20 lignes différentes : chaque ligne fait donc uniquement 600 ou 800 m de long, pas plus, et le fileyeur dispose donc de nombreuses bouées et pavillon à bord (une vingtaine de chaque).



*figure 6: montage des filets à Sole de Fécamp*

## Choix des filets à copier en fils biodégradables

Les graphiques suivants montrent que les fileyeurs des deux principaux ports de pêche du PNM EPMO ne permettent pas d'utiliser l'ensemble des 4 filets à produire en fil biodégradable. Il a donc été décidé de s'intéresser aussi aux fileyeurs plus en aval de la Manche, du côté de Fécamp et du Havre pour les raisons suivantes :

- ils continuent de pêcher à la sole car ils ne voient pas de baisse de prises,
- ils sont de gros utilisateurs de filets conventionnels,
- ils pêchent à la Sole toute l'année et donc pourraient tester un filet biodégradable en hiver (ce que ne permettent pas les fileyeurs de Boulogne et du Tréport).

Le schéma suivant montre que plusieurs filets différents sont utilisés entre Boulogne et Le Havre. On observe une grande diversité sur les types de filets utilisés par les pêcheurs de la Manche et de la Mer du Nord, que ce soit d'un point de vue saison de pêche, type de fil, maillage, nombre de mailles pour former une nappe et enfin montage des différentes nappes entre elles.

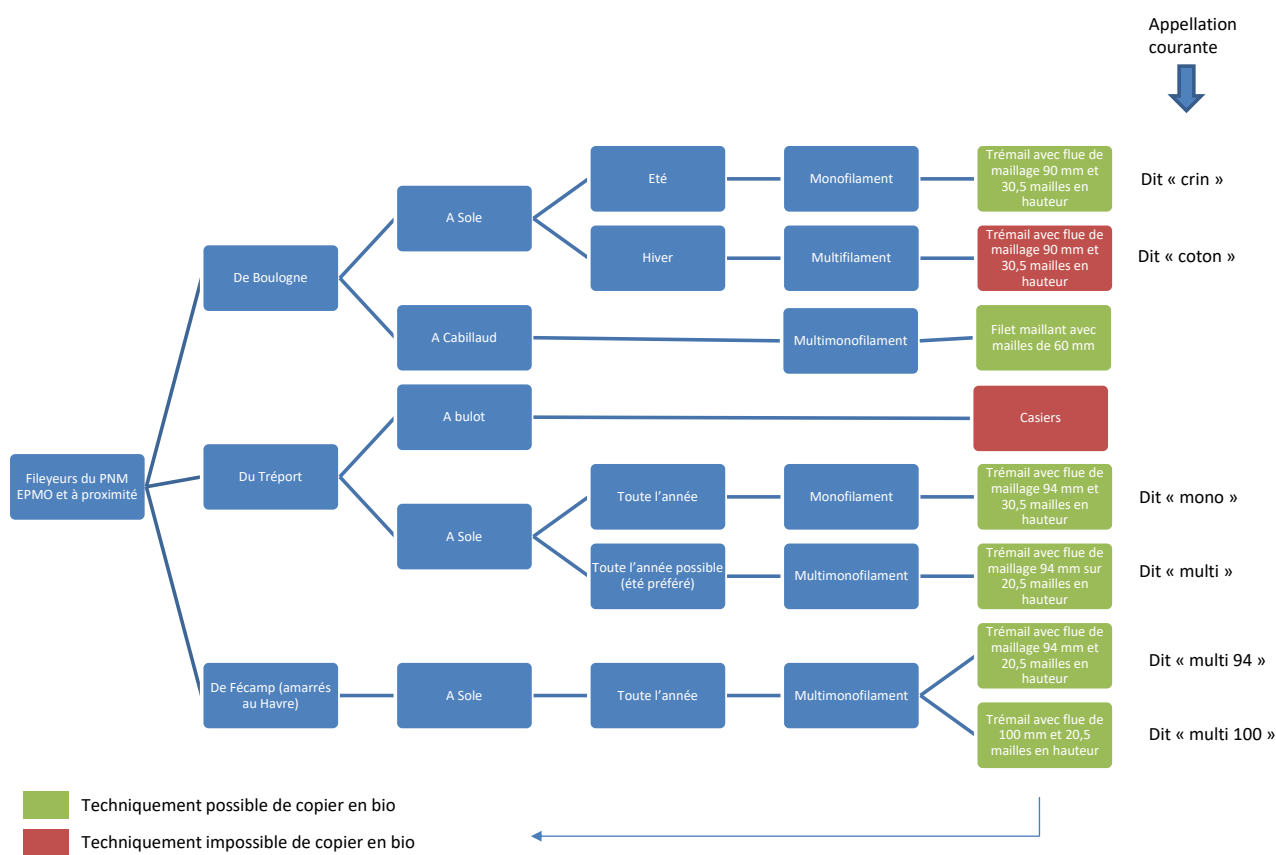


figure 7: graphique de présentation des engins de pêche actuels

Pour déterminer les filets à copier en fil biodégradable, nous avons listé les contraintes suivantes de chaque type de filet :

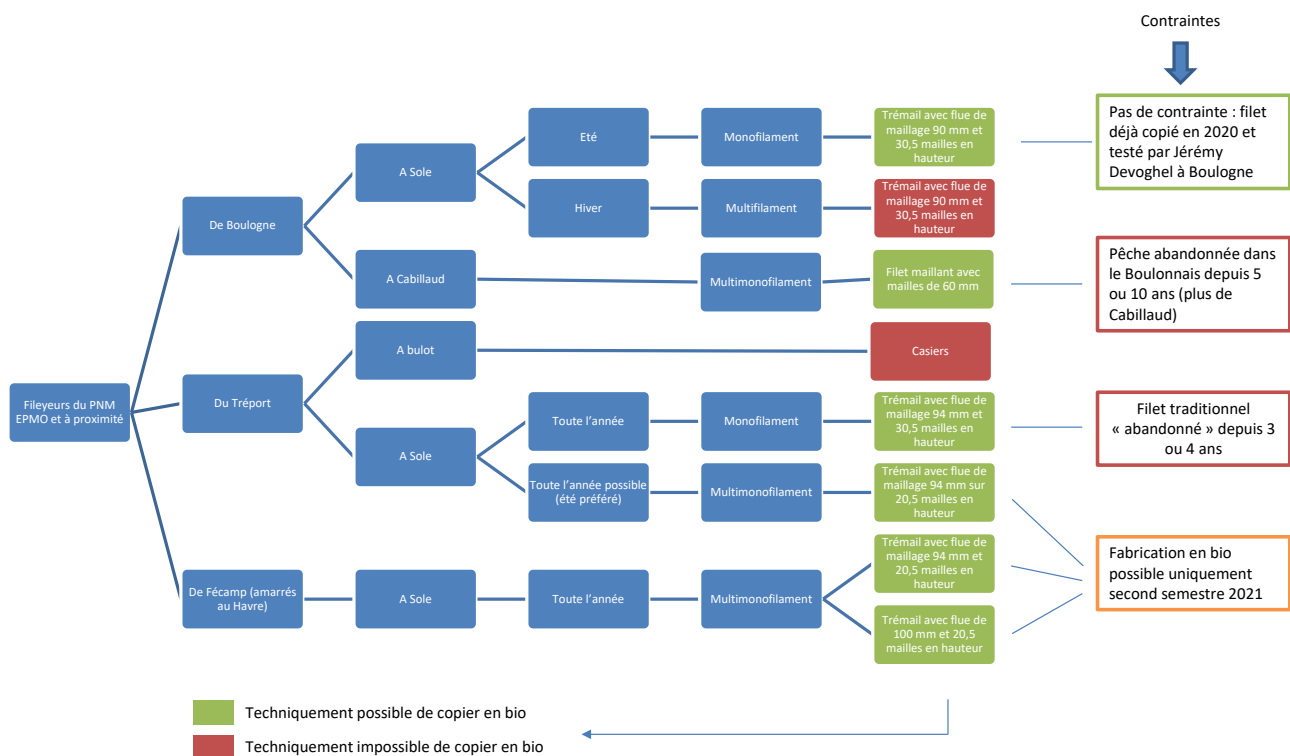


figure 8: graphique de présentation des contraintes des engins de pêche actuels

Le croisement de ces contraintes et des objectifs du projet TEFIBIO amène au choix de fabriquer les 4 filets suivants avec des fils biodégradables:

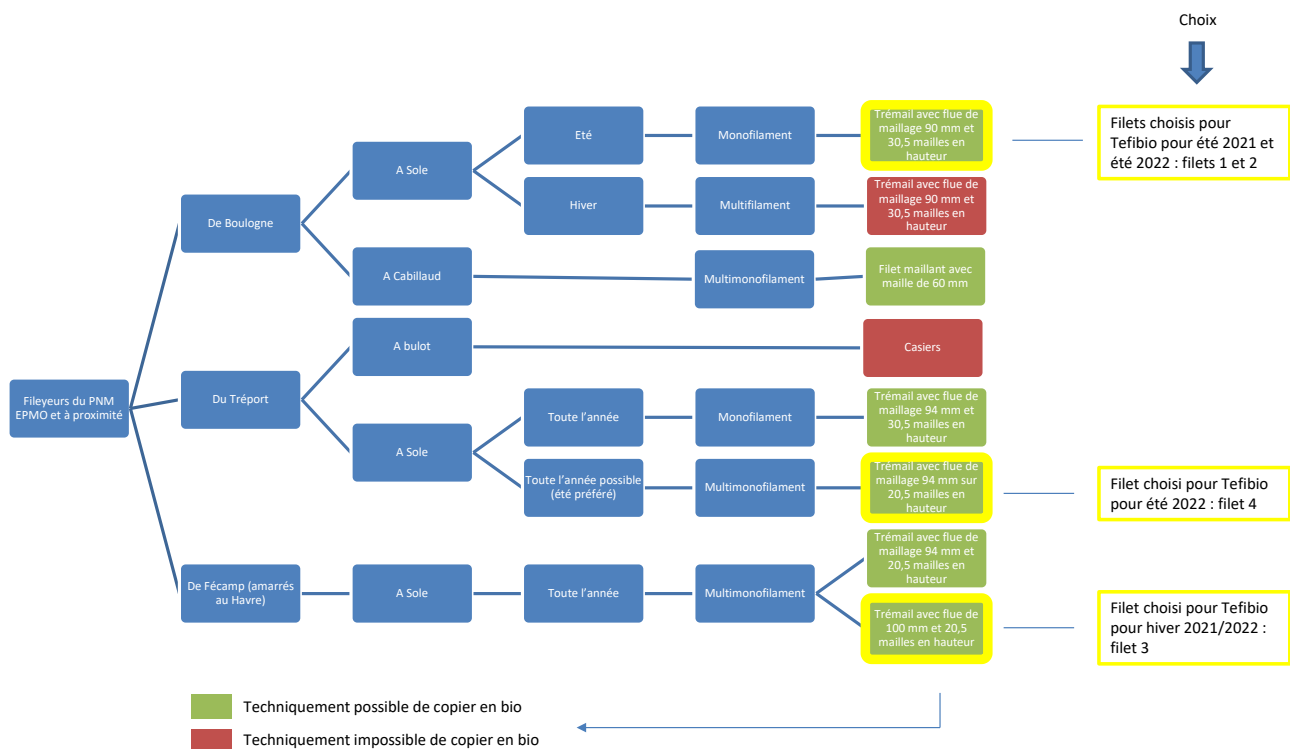


figure 9: graphique de présentation du choix des 4 filets bio à produire

Les 4 filets biodégradables retenus sont donc les suivants:

- Filet 1 : trémail monofilament utilisé à Boulogne-sur-Mer pour l'été. Ce filet a été utilisé au cours de la saison estivale 2021 sur le Néréides 2 et fait l'objet de ce présent rapport de fabrication.
- Filet 2 : trémail monofilament utilisé à Boulogne-sur-Mer pour l'été. Ce filet sera utilisé au cours de la saison estivale 2022 sur un fileyeur de Boulogne.
- Filet 3 : trémail multi-monofilament utilisé à Fécamp pour l'hiver. Ce filet sera utilisé au cours de l'hiver 2021/2022.
- Filet 4 : trémail multi-monofilament utilisé au Tréport pour l'été. Ce filet sera utilisé au cours de l'été 2022.

### Cahiers des charges des filets biodégradables

Afin d'obtenir de pouvoir copier rigoureusement ces filets en fil biodégradable, un entretien avec Olivier Coppin d'Alprech filets a été réalisé qui nous a communiqué les caractéristiques complètes des filets à copier.

Le filet conventionnel monofilament utilisé à Boulogne l'été possède les couleurs suivantes:

- Les 2 aumées sont de couleur blanche
- La flue est de couleur verte.

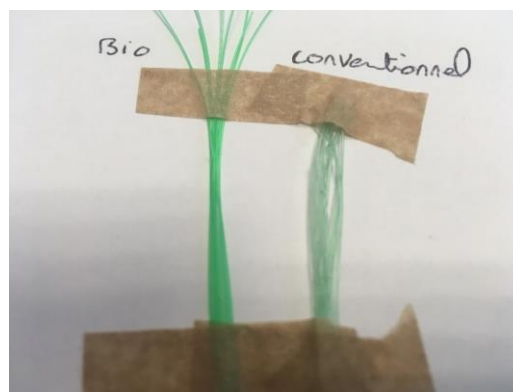
Afin d'évaluer l'influence de la couleur des filets sur la pêchabilité, il a été décidé de faire une partie des filets avec une flue de couleur verte (1% de coloration) et de les comparer avec des filets de couleur naturelle (blanche) comme sur la saison 2020.

#### Filet d'été 2021: Essais de coloration.



2%

1%



1%

#### Bio-masterbatches vert

*figure 10: essai de coloration des monofilaments*

Le diamètre du monofilament composant la flue est indiqué à 0,33 mm selon les fabricants. Cependant, ce diamètre est en réalité plutôt autour de 0,34 mm lorsqu'il a été mesuré précisément au pied à coulisse électronique par Seabird. Il a été décidé de produire un fil biodégradable composant la flue en diamètre 0,35 mm (comme pour le filet de 2020), soit très légèrement plus épais que le conventionnel pour diminuer les risques industriels de fabrication des nappes et améliorer légèrement la tenue du filet en situation de pêche.

#### Etude des filets été 2020: Comparaison des sections des monofilaments

Filet de pêche conventionnel



Filet de pêche bio



| Conventionnel<br>(mm) | Bio<br>(mm) | Différence |
|-----------------------|-------------|------------|
| 0,341                 | 0,353       | 3,4%       |
| 0,607                 | 0,608       | 0,16%      |

Moyenne sur 20 mesures

*figure 11: comparaison des sections des monofilaments*

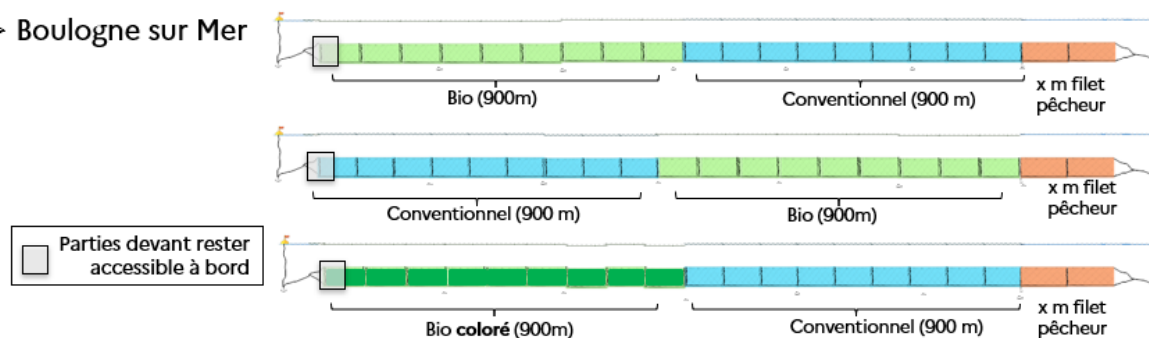
Les longueurs de chacun des 4 filets sont approximativement de 3 km chacun et plus précisément :

- 3000 m pour les filets 1 et 2 utilisés à Boulogne au cours de l'été. Sur ces 3000 m fabriqués, seuls 2700 m seront effectivement utilisés puisqu'à Boulogne les bouts de 100 m sont assemblés par multiple de 3 pour 2021. Pour 2022, 3000 m seront utilisés puisque non alternés avec les filets témoins.
- 2800 m pour le filet 3 de Fécamp. Sur ces 2800 m fabriqués, seuls 2400 m seront effectivement utilisés puisque sur ce port, les bouts de 100 m sont assemblés par multiple de 8.
- 3200 m pour le filet 4 du Tréport puisque sur ce port, les bouts de 100 m ne sont pas assemblés par multiple alors il est possible de choisir librement la longueur. 3200 m ont été

choisis pour tester le maximum de filet multi-mono (jusqu'à 6km), le pêcheur ne pouvant poser des lignes de plus de 3, 2 km<sup>2</sup>.

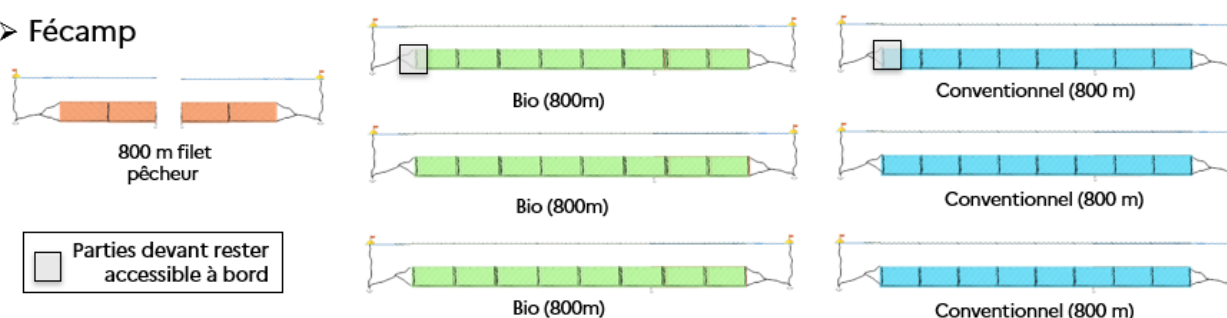
Les schémas de montage des bouts biodégradables et conventionnels témoin pour le test selon les ports sont les suivants:

#### ➤ Boulogne sur Mer



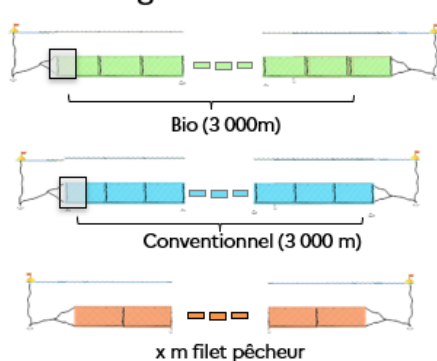
**Tests : Juin – Novembre 2021**

#### ➤ Fécamp

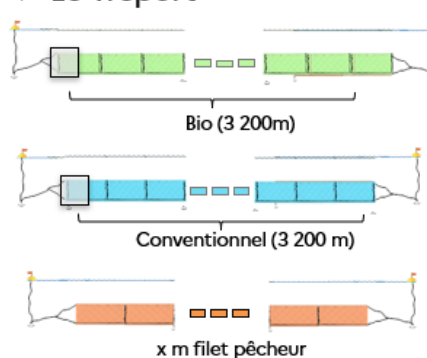


**Tests : Décembre 2021 – Mars 2022**

#### ➤ Boulogne sur Mer



#### ➤ Le Tréport



**Tests : Juin – Septembre / Novembre 2022**

figure 12: schémas de montage des filets sur les 3 ports retenus

<sup>2</sup> Ainsi le total des filets 3 et 4 font 6 km.

Les cahiers des charges des 4 filets à produire sont donc les suivants:

Filets n°1 et 2 utilisés respectivement à l'été 2021 puis à l'été 2022 pour Boulogne:

- Type de fil : monofilament
- Flue :
  - diamètre de 0,35 mm (soit donc légèrement plus épais que le 0,33 mm du fil conventionnel – mesuré à 0,34 mm)
  - Taille des ½ mailles : 45 mm
  - Taille des mailles : 90 mm étirée mouillée (attention à la réglementation qui interdit mailles inférieures à 90 mm)
  - 30,5 mailles en hauteur
  - 2 496 mailles en longueur (pour 1 bout de 100 m)
  - Etirement dans le sens de la hauteur
  - ½ maille renforcée (en double fil) en haut et en bas de la nappe (pour mieux résister au frottement avec l'énart)
  - Couleurs :
    - Pour le filet 1 de l'été 2021 : vert pour 10 bouts de 100 m et blanc pour 20 bouts de 100 m (la flue conventionnelle est de couleur verte)
    - Pour le filet 2 de l'été 2022 : vert uniquement
- Les 2 aumées
  - diamètre de 0,60 mm
  - Taille des ½ mailles : 200 mm
  - Taille des mailles : 400 mm étirée mouillée
  - 3,5 mailles en hauteur
  - 416 mailles en longueur (pour 1 bout de 100 m)
  - Etirement dans le sens de la hauteur
  - Couleur : blanc
- Montage:
  - Les 2 aumées et la flue scotchées ensemble pour faire un kit facilitant le montage (scotcher 1 grande maille tous les 6 petites mailles)
  - Tresse flottante :
    - Polypropylène 12 mm vert et blanc pour les kits dont la flue est verte (1000 m) avec 1 flotteur dur tous les 44 cm
    - Polystyle 12 mm vert et jaune pour les kits dont la flue est blanche (2000 m) avec 1 flotteur dur tous les 44 cm
  - Tresse plombée : 14 kg/100 m
- Longueur : 3000 m de filet bio, soit 30 bouts de 100 m

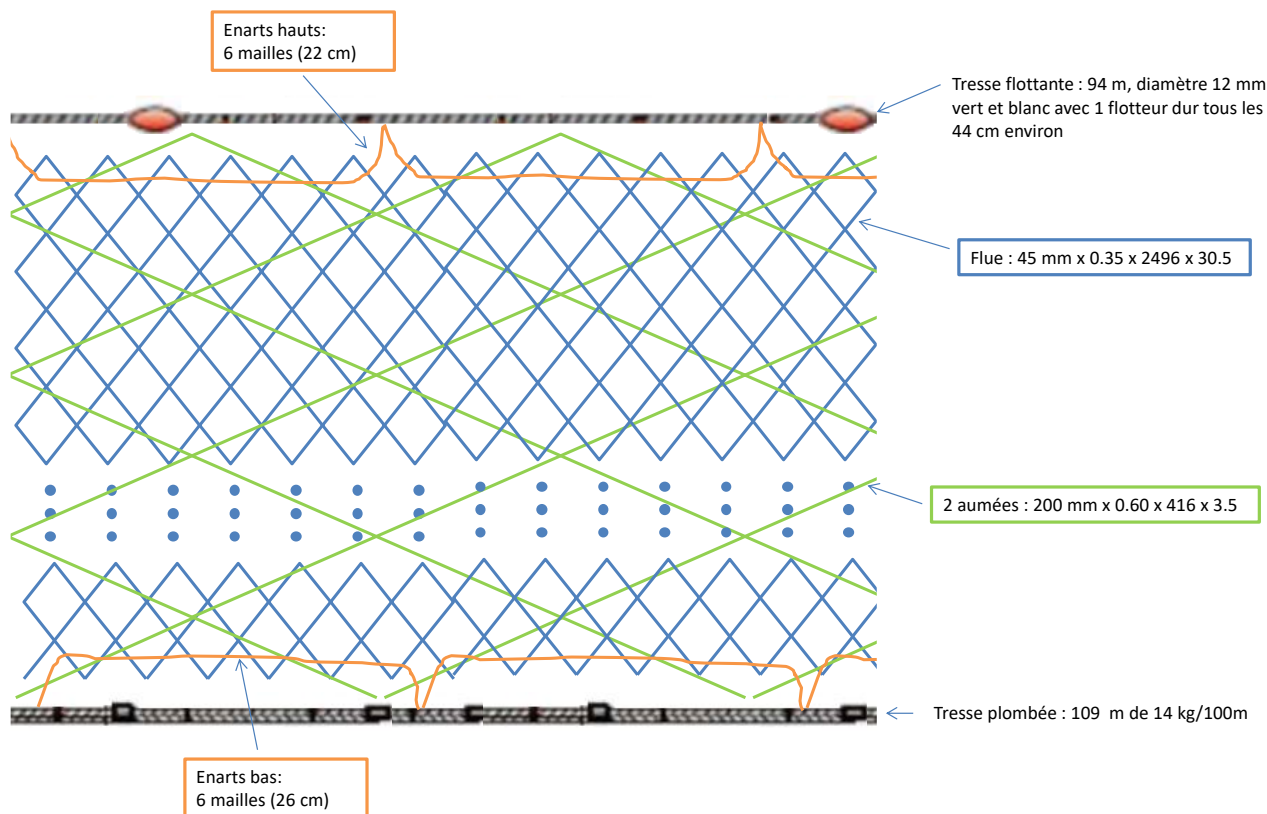


figure 13: schéma de fabrication des filets n°1 et 2 utilisés respectivement à l'été 2021 puis à l'été 2022 pour Boulogne (couleurs des nappes non réelles)

#### Filet n°3 utilisé en hiver 2021/2022 à Fécamp:

- Type de fil : multimonofilament
- Flue :
  - Fil multimonofilament composé de 4 fils de 0,20 mm
  - Taille des ½ mailles : 50 mm
  - Taille des mailles : 100 mm étirée mouillée
  - 20,5 mailles en hauteur
  - 1995 mailles en longueur (pour 1 bout de 100 m)
  - Etirement dans le sens de la hauteur
  - ½ maille renforcée (en double fil) en haut et en bas de la nappe (pour mieux résister au frottement avec l'écart)
  - Couleur : blanc
- Les 2 aumées
  - Fil multimonofilament composé de 10 fils de 0,20 mm
  - Taille des ½ mailles : 90 mm
  - Taille des mailles : 180 mm étirée mouillée
  - 5,5 mailles en hauteur
  - 665 mailles en longueur (pour 1 bout de 100 m)
  - Couleur : blanc
- Montage :

- Les 2 aumées et la flue scotchées ensemble pour faire un kit facilitant le montage (scotcher 1 grande maille tous les 6 petites mailles)
- Tresse flottante : PP Tressé Ø 12 mm vert et blanc avec 1 flotteur dur tous les 44 cm
- Tresse plombée : 16 kg/100 m
- Longueur : 2800 m de filet, soit 28 bouts de 100 m

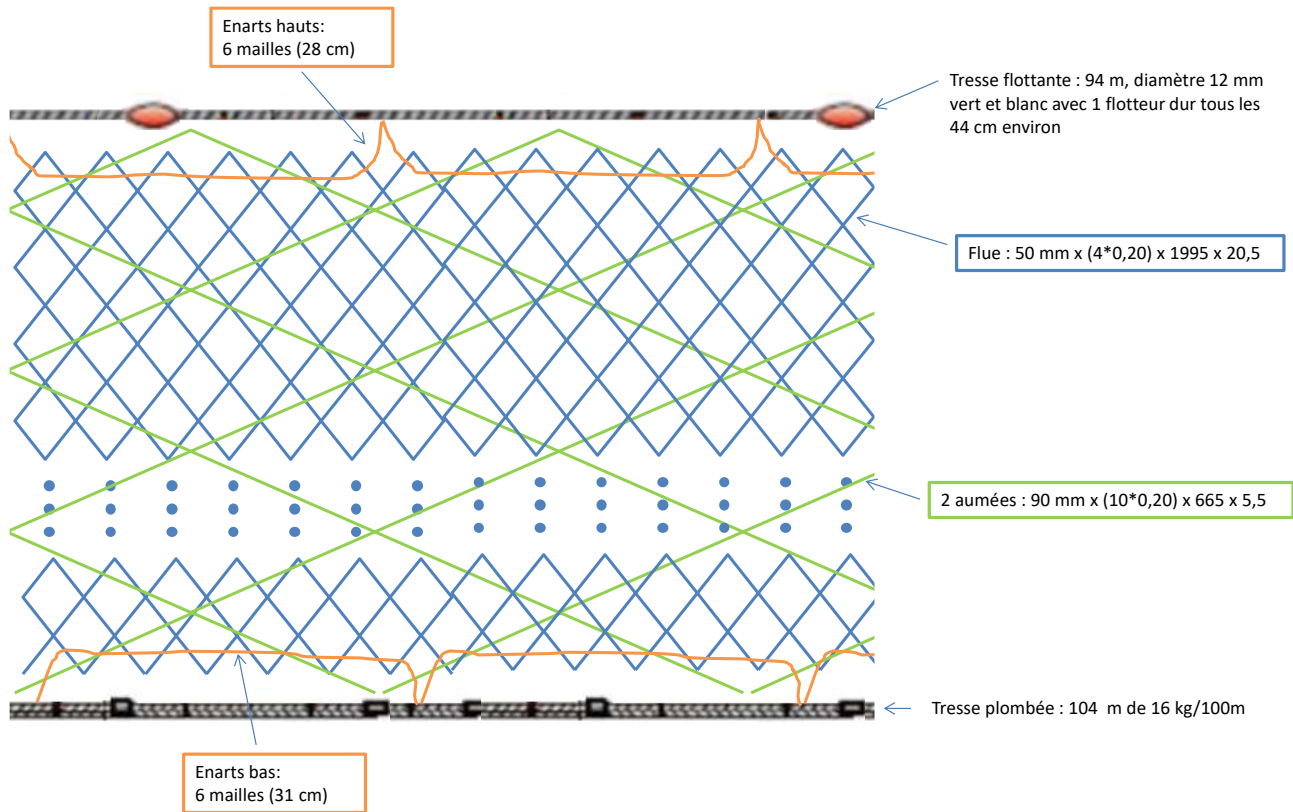


figure 14: schéma de fabrication du filet n°3 utilisé en hiver 2021/2022 à Fécamp (couleurs des nappes non réelles)

#### Filet n°4 utilisé à l'été 2022 au Tréport:

- Type de fil : multimonofilament
- Flue :
  - Fil multimonofilament composé de 4 fils de 0,20 mm
  - Taille des ½ mailles : 47 mm
  - Taille des mailles : 94 mm étirée mouillée
  - 20,5 mailles en hauteur
  - 1998 mailles en longueur (pour 1 bout de 100 m)
  - Etirement dans le sens de la hauteur
  - ½ maille renforcée (en double fil) en haut et en bas de la nappe (pour mieux résister au frottement avec l'écart)
  - Couleur : blanc
- Les 2 aumées
  - Fil multimonofilament composé de 10 fils de 0,20 mm

- Taille des ½ mailles : 90 mm
- Taille des mailles : 180 mm étirée mouillée
- 5,5 mailles en hauteur
- 667 mailles en longueur (pour 1 bout de 100 m)
- Couleur : blanc
- Montage :
  - Les 2 aumées et la flue scotchées ensemble pour faire un kit facilitant le montage (scotcher 1 grande maille tous les 3 petites mailles)
  - Tresse flottante : PP Tressé Ø 12 mm vert et blanc avec 1 flotteur dur tous les 44 cm
  - Tresse plombée : 14 kg/100 m
- Longueur : 3200 m de filet, soit 32 bouts de 100 m

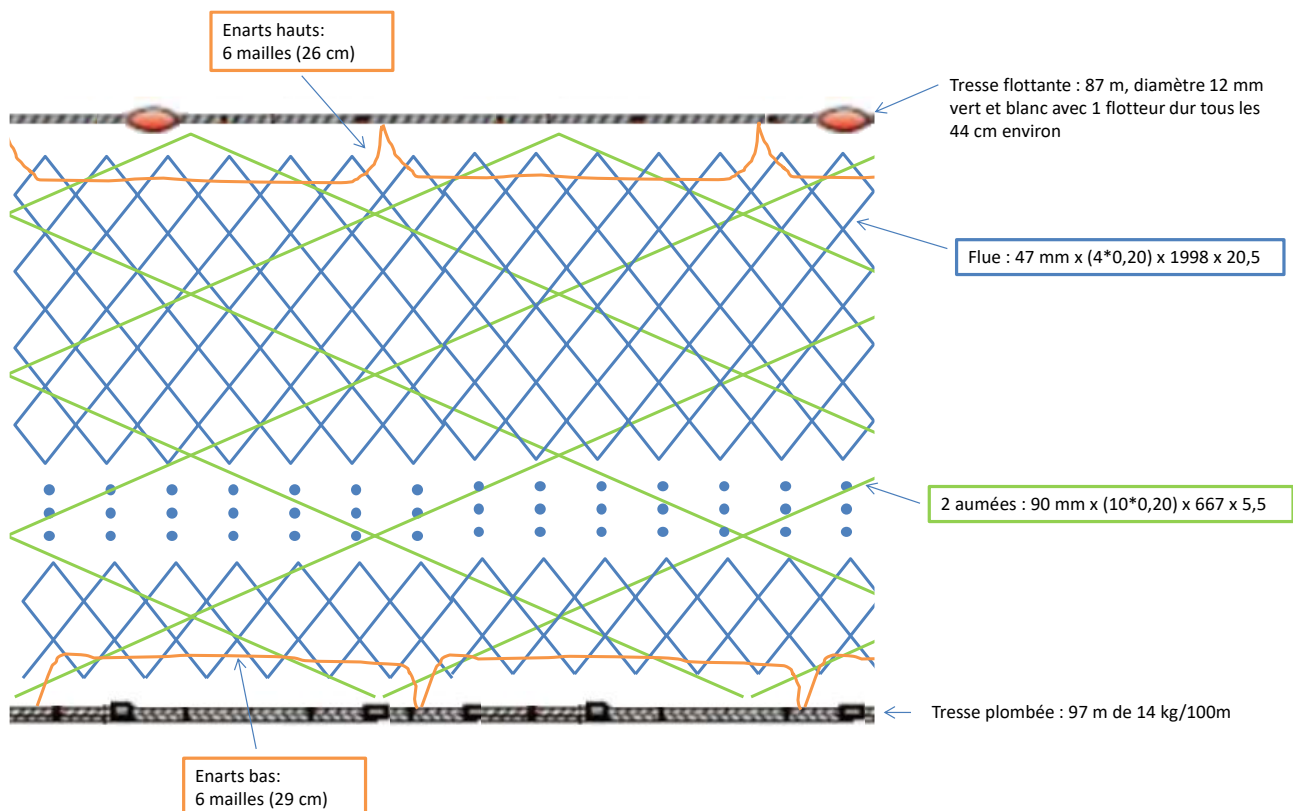


figure 15: schéma de fabrication du filet n°4 utilisé à l'été 2022 au Tréport (couleurs des nappes non réelles)

### 3- Réalisation des formulations

Le SEA®212 et SEA®214 ont été compoundés à l'atelier de production de SEABIRD la semaine du 22 février 2021. L'unité de compoundage installée à Seabird est une extrudeuse bi-vis Leistritz co-rotative ZSE 27 MAXX. Ses principales caractéristiques sont: un diamètre de vis de 28.3 mm, une longueur des vis de 1100 mm. Les visées d'extrusion ont été designées spécifiquement pour la mise en oeuvre des bioplastiques.

Pour la réalisation des prototypes de nappes de filet trémail, 400kg de SEA®214 et 600kg de SEA®212 ont été fabriqués. À un débit de 55 kg/h, 3 jours ont été nécessaires pour réaliser cette production. Environ 60 kg de matières premières ont été consommées pour le lancement et le nettoyage du système qui ont été effectués chaque jour.

Les proportions des matières premières qui composent la formulation sont contrôlées par des doseurs de granulés et de poudres Brabenders et un mélangeur de résines Koch-Technik. Les 3 joncs en sortie de l'extrudeuse sont refroidis dans un bac à eau et granulés. Avant la production, des matières premières sont étuvés pendant minimum 8h à 60°C par un dessiccateur Koch-Technik CKT50 pour retirer tous traces d'humidité, réduisant les risques de dégradation thermique des matières durant le compoundage. La ligne de production installée à Seabird est présentée ci-dessous:

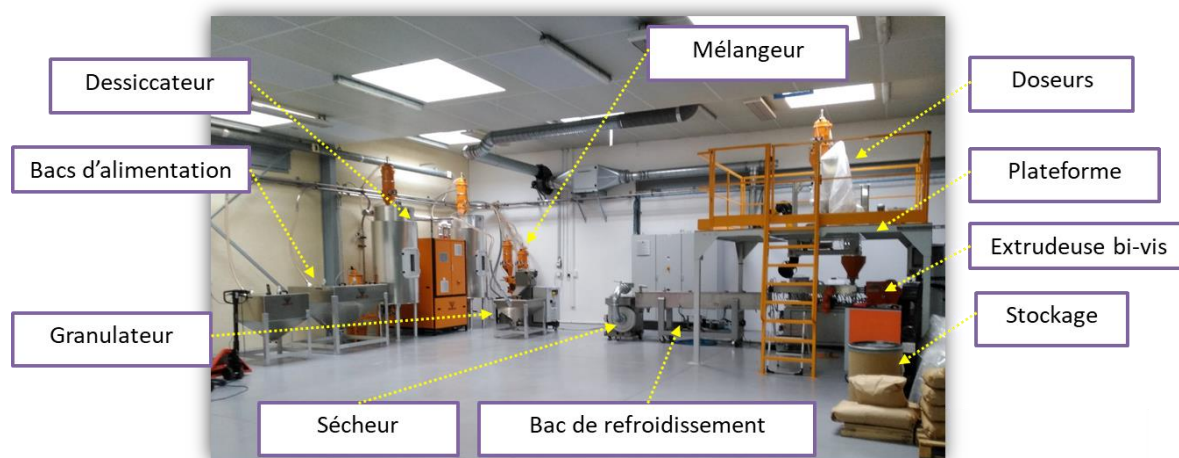


figure 16: Ligne de compoundage Seabird

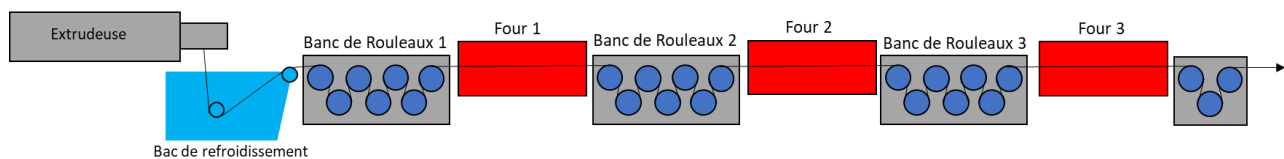
La formulation - qui se présente sous forme de granulés - a été conditionnée dans des sacs multicouches en composite PE/aluminium, équipés de valve de dégazage, ayant une capacité de 25 kg. La figure 2 présente les sacs conditionnés sur palettes. La totalité des sacs a été livrée sur deux palettes au transformateur la semaine du 15 mars 2021. SEABIRD a aussi fourni un colorant vert à base de matériaux compostables obtenus d'un fournisseur d'additif.



*figure 17: Granulés produits (gauche) et sacs sur palette (droite)*

#### 4- Réalisation des monofilaments 0.33 et 0.6.

Les formulations SEA®212 et SEA®214, sous forme de granulés, ont été mises en forme la semaine du 19 mars 2021, sur une ligne d'extrusion-filage de notre partenaire industriel situé en Allemagne avec plus de 50 d'expérience dans le domaine. Cette ligne de fabrication de monofilaments est schématisée ci-dessous :

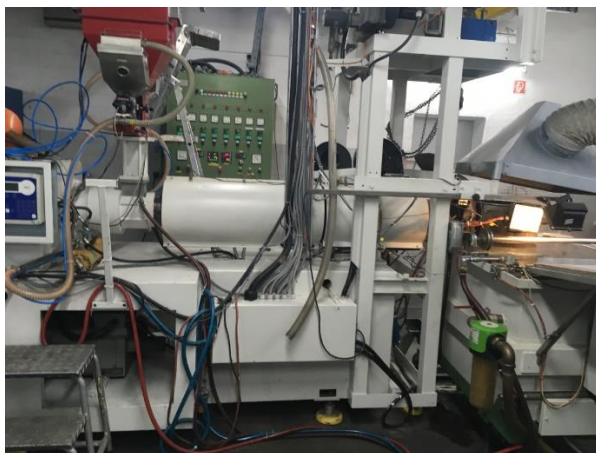


*figure 18: schéma de la ligne d'extrusion filage*

Elle est composée : d'une extrudeuse, d'un bac de refroidissement thermo-régulable, de trois zones d'étirage (fours et banc de rouleaux d'étirage).

Ci-dessous, les photos de la ligne :

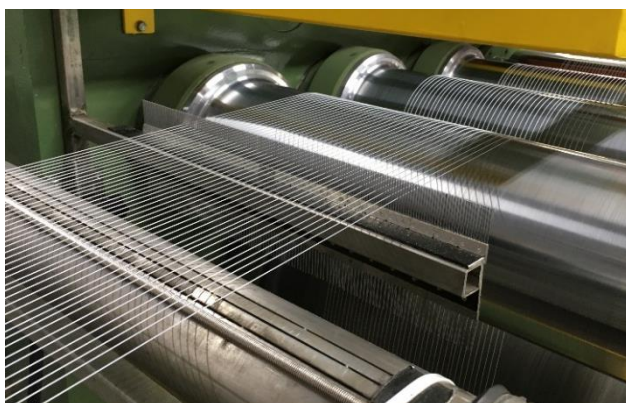
L'extrudeuse :



La ligne de filage :



Zone d'étirage:



Zone de bobinage:



figure 19: Photos de la ligne d'extrusion-filage industrielle

Pour cette seconde année de production, SEABIRD a assisté le fabricant à distance. En plus des données récoltées par le fabricant durant la production de l'année précédente, SEABIRD a aussi fourni une feuille de route pour la production avec des recommandations. La production des monofilaments a duré 2 jours.

Le monofilament 0.35 mm a été produit à partir du SEA®214. Les paramètres de mise en forme sont les suivants:

Profil de températures du fourreau de l'extrudeuse paramétré durant l'essai :

|       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 135°C | 155°C | 160°C | 160°C | 165°C | 165°C | 165°C |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Les autres paramètres:

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| Filière                 | 1,20 mm  |
| Nombre filaments        | 40       |
| Bain de refroidissement | 60-65 °C |
| Débit                   | 21kg/h   |

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| Etirage    | De 16,21 m/min<br>à 87,36 m/min |
| Fours (°C) | 85 - 90°C                       |

Une partie de la production a intégrée 1% de colorant et a permis de produire des monofilaments de couleur verte.

Les quantités produits ont été les suivants:

- 264 bobines contenant chacune 3 000 m de monofilaments de couleur naturelle (792 000 m)
- 40 bobines contenant chacune 3000 m de monofilaments de couleur verte (120 000 m)



*figure 20: production de monofilaments 0.33 mm*

Le monofilament 0.60 mm a été produit à partir du SEA®212. Les paramètres de mise en forme sont les suivants:

Profil de températures du fourreau de l'extrudeuse paramétré durant l'essai :

|       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 135°C | 155°C | 160°C | 160°C | 165°C | 165°C | 165°C |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

Les autres paramètres:

|                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| Filière                 | 2 mm                            |
| Nombre filaments        | 16                              |
| Bain de refroidissement | 60-65 °C                        |
| Débit                   | 24kg/h                          |
| Etirage                 | De 14,32 m/min<br>à 78,14 m/min |
| Fours (°C)              | 85 - 90°C                       |

À la fin de la production, 253 bobines contenant chacune 4000 m de monofilaments (1 012 000 m) ont été produites.



figure 21: production de monofilaments 0.60 mm

Les propriétés des monofilaments obtenus ont été comparées aux propriétés des monofilaments produits l'année dernière et présentées dans le tableau ci-dessous. Le protocole des analyses mécaniques est présenté en annexe 2.

Tableau1: propriétés des monofilaments 2020 et 2021.

| Monofilament                         | Production 2020 |             | Production 2021 |             |            |
|--------------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------|
|                                      | 0.35 naturel    | 0.6 naturel | 0.35 naturel    | 0.6 naturel | 0.35 vert  |
| Titre (dtex)                         | 1230±32.55      | 3565±175.3  | 1225±19.74      | 3570±90.2   | 1235±16.08 |
| Résistance mécanique à la rupture(N) | 34.8±0.3        | 78.2±0.6    | 34.2±0.4        | 77.8±1.0    | 33.2±0.2   |
| Allongement à la rupture (%)         | 59.5±2.8        | 54.2±2.3    | 49.5±2.1        | 61.7±4.1    | 46.9±1.1   |
| Résistance à l'abrasion (cycle)      | 352.75±69       | /           | 354.75±42.3     | /           | 344.5±3.4  |
| Résistance aux noeuds (N)            | 36.6±2.4        | 107.4±2.9   | 43.6±2.5        | 107.1±5.1   | 41.9±2.6   |

Les monofilaments obtenus en 2021 présentent des propriétés très similaires aux monofilaments 2020.

À la fin de ces jours de production, les bobines ont été conditionnées sur des palettes et envoyées au fabricant de filet par le fabricant de monofilament.

## 5- Réalisation des nappes de filet 0.33 et 0.6

Le tissage des nappes de filets a été réalisé dans les ateliers de l'entreprise C&S Cadilhe&Santos situé à Viana do Castelo au Portugal.

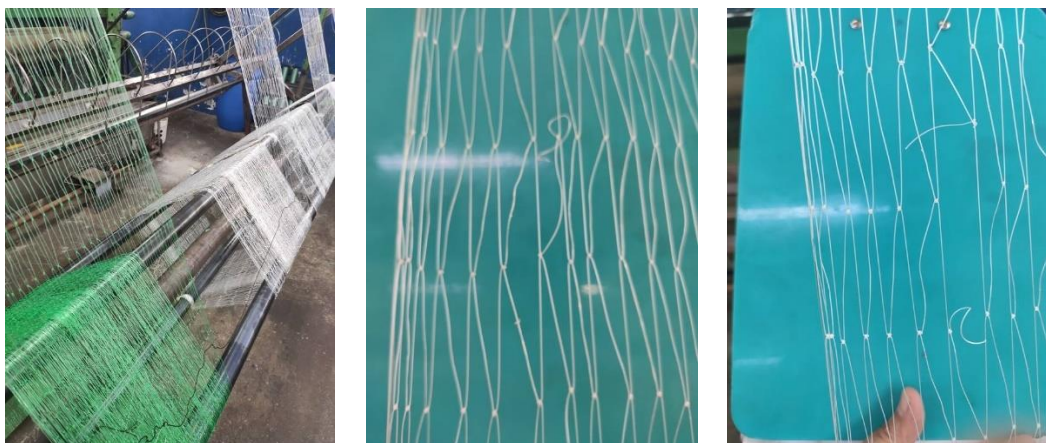
À l'instar de la première année, bien que le fabricant ait changé ses métiers à tisser, la production de nappes de filet à partir des monofilaments 0.6 mm a été stable et le métier à tisser n'a pas dégradé les monofilaments.



*figure 22:production de filets à partir de monofilaments 0.60 mm*

60 morceaux de filets 200 mm SQ x 3,5 MD x 416 ML ont été réalisés. Cela démontre la répétabilité de la production de cette nouvelle génération de filet quand les bonnes conditions sont réunies.

Par ailleurs, malgré une production validée en 2020, les filets réalisés à partir des monofilaments 0.35 mm ont été, dans un premier temps, plus compliqués à produire et des défauts dans les mailles ont été observés.



*figure 23: déformation de la maille durant la production de filets à partir de monofilaments 0.35 mm.*

Selon le fabricant cela semble venir à la fois d'une machine de tissage différente et d'une nécessité de cadence de production plus proche de celle du conventionnel (2,5 fois plus rapide qu'en 2020).

Après plusieurs tentatives, le fabricant a finalement réussi à produire les mailles intérieures. Elles ont subi une finition par autoclave afin de pré-orienter les mailles dans le sens de la profondeur du filet. Cette étape supplémentaire par rapport à l'année dernière ne semble pas avoir posé de difficultés particulières.



*figure 24: Nappes de filet 0.35 de couleur naturelle et verte produits.*



*figure 25: Orientation des mailles dans le sens de la profondeur ( préparation de l'étape d'autoclave)*

Avec les difficultés rencontrées, la production des nappes de filet aura pris 22 jours et finalement :

- 22 nappes 45 mm SQ x 30,5 Md x 2496 Ml
- 5 nappes 45 mm SQ x 30,5 Md x 2496 Ml (couleur verte)

auront été produites, au lieu de :

- 20 nappes 45 mm SQ x 30,5 Md x 2496 Ml
- 10 nappes 45 mm SQ x 30,5 Md x 2496 Ml (couleur verte)

initialement prévu.

7 jours supplémentaires ont été nécessaires pour assembler les 27 kits (trémails : 2 nappes extérieurs à partir du monofilament 0,60 mm et une nappe intérieure à partir du monofilament 0.35 mm) soit 2700 m de filet.

Les filets ont pu finalement être montés à Boulogne-Sur-Mer fin juin 2021 par Alprech filet (ajout de la tresse plombée flottante et autres accessoires).

## 6- Planning de production

Le calendrier ci-dessous présente le planning initialement prévu et le planning de production réel durant la fabrication des filets.

| En vert : planning initialement prévu<br>En bleu : plan réellement réalisé                             | Février 2021 | Mars 2021                | Avril 2021 | Mai 2021         | Juin 2021 | Juillet 2021 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------|------------|------------------|-----------|--------------|
| Fabrication de la matière première par Seabird à Lorient (1 tonne de compound produite)                | Semaine 8    |                          |            |                  |           |              |
| Logistique France – Allemagne des big bag de compound                                                  |              | Semaine 9                |            |                  |           |              |
| Fabrication des monofilaments par le prestataire allemand de Seabird (près de 2000 km de fil produits) |              | Semaine 11<br>Semaine 13 |            |                  |           |              |
| Logistique Allemagne - Portugal des palettes de fils embobinés                                         |              |                          | Semaine 15 |                  |           |              |
| Fabrication des filets par C&S à Viana do Castelo au Portugal (27 filets kits de 100 m produits)       |              |                          | Semaine 14 | Semaines 19 à 24 |           |              |
| Montage des filets par Alprech filet à Boulogne-sur-Mer                                                |              |                          | Semaine 17 |                  |           | Semaine 26   |
| Livraison des filets bio                                                                               |              |                          |            | Semaine 18       |           | Semaine 27   |

Il était prévu de livrer les nappes de filet pour le mois de mai 2021 mais plusieurs complications ont conduit à un retard sur la livraison. Le fabricant de monofilaments a reporté de deux semaines sa production et la livraison des monofilaments a aussi pris deux semaines, ce qui a conduit à 1 mois de retard sur la livraison des monofilaments. Le fabricant de filet qui avait prévu de recevoir les monofilaments début avril pour produire la semaine 14, a dû revoir son planning. Notre production étant spécifique et moins prioritaire, le fabricant de filet a pu re-fixer un planning de production qu'à partir de la semaine 19. Les difficultés rencontrées durant la fabrication des filets ont décalé leur livraison à la semaine 24. Les filets ont pu être livrés début juillet avec environ deux mois de retard sur le planning prévisionnel.

## 7- Perspectives d'amélioration

Selon le fabricant, la qualité des nappes intérieures pourrait être améliorée si :

- les monofilaments étaient traités en surface avec un produit d'enzymage spécifique aux nouages.
- Les monofilaments avaient de meilleures propriétés de retrait à chaud afin de faciliter l'orientation des mailles. Cette caractéristique peut être améliorée durant le procédé d'extrusion filage.

Il aura fallu environ 4 mois pour obtenir des filets à partir des granulés. Le projet étant à l'état de réalisation de prototypes, nous ne sommes pas dans la priorité de production des transformateurs. Afin de réduire ce délai, les coûts de production et de faciliter la gestion de la fabrication, il sera envisagé de faire produire les monofilaments directement par le producteur de filet (l'entreprise C&S Cadilhe&Santos) qui dispose des machines et des compétences pour le faire.



## Annexe 1 : dégradation des fils biodégradables en milieu marin

### Données confidentielles

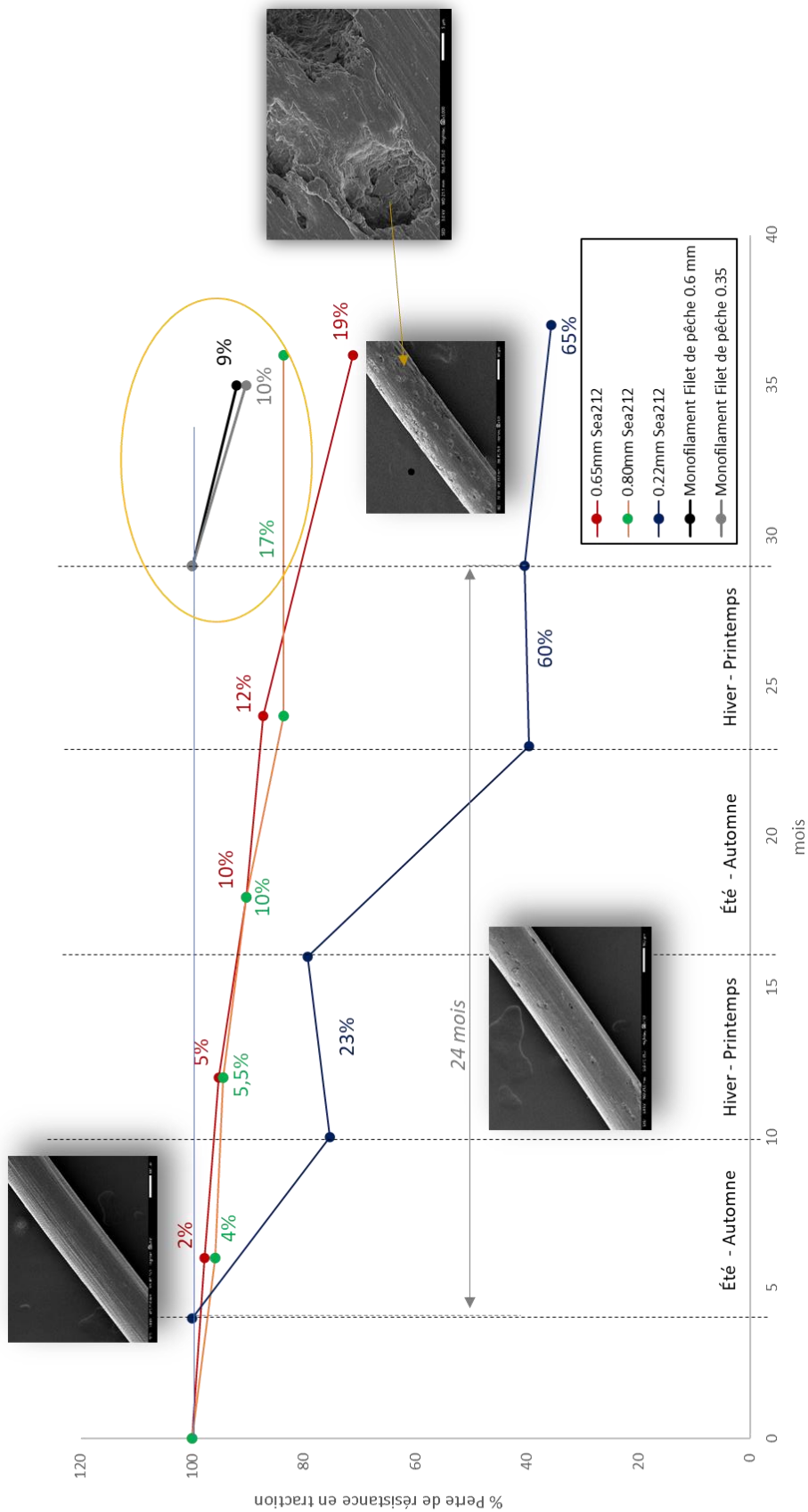
Des échantillons de monofilaments sont placés dans une nasse (figure ci dessous) qui est immergée dans l'eau de mer, sous un ponton à 2 m de fond, proche du port de Kernevel à Larmor Plage. Les monofilaments sont extraits environ tous les 6 mois et subissent des analyses de propriétés mécaniques dans les conditions de l'annexe 2.



Figure 1: nasse contenant les échantillons de monofilaments

Le tableau ci-dessous présente la force à la rupture des monofilaments après un certain temps en immersion dans eau de mer et et l'équivalent en perte de résistance:

|                                | Vieillessement | Force à la rupture (N) |            | % Perte en résistance |
|--------------------------------|----------------|------------------------|------------|-----------------------|
|                                | mois           | Moyenne                | Ecart type |                       |
| Monofilament Sea212 0,22       | 0              | 12,6                   | 0,2        | 0                     |
|                                | 6              | 9,5                    | 0,4        | 24,6                  |
|                                | 12             | 10                     | 0,3        | 20,6                  |
|                                | 19             | 5                      | 1,5        | 60,3                  |
|                                | 25             | 5,1                    | 1,4        | 59,5                  |
|                                | 33             | 4,5                    | 0,4        | 64,3                  |
| Monofilament Sea212 0,65       | 0              | 106,7                  | 2,4        | 0                     |
|                                | 6              | 104,4                  | 0,7        | 2,2                   |
|                                | 12             | 101,6                  | 0,9        | 4,8                   |
|                                | 18             | 96,4                   | 3,1        | 9,7                   |
|                                | 24             | 93,2                   | 1,3        | 12,7                  |
|                                | 36             | 76                     | 10,3       | 28,8                  |
| Monofilament Sea212 0,80       | 0              | 155,6                  | 1,03       | 0                     |
|                                | 6              | 149,3                  | 3,2        | 4,1                   |
|                                | 12             | 147                    | 1,2        | 5,5                   |
|                                | 18             | 140,6                  | 1,6        | 9,6                   |
|                                | 24             | 129,4                  | 4,3        | 16,4                  |
|                                | 42             | 112,3                  | 11,7       | 28                    |
| Monofilament Sea212 0,60 Filet | 0              | 77,8                   | 1          | 0                     |
|                                | 6              | 71,5                   | 0,9        | 8,1                   |
|                                | 10             | 69,1                   | 0,8        | 11,2                  |
| Monofilament Sea214 0,35 Filet | 0              | 34,3                   | 0,7        | 0                     |
|                                | 6              | 31                     | 0,6        | 9,6                   |
|                                | 10             | 30,8                   | 1,1        | 10,2                  |



## Annexe 2 : Protocole des analyses mécaniques

### Les tests de traction

Les tests de traction sont réalisés sur une machine Instron 5566A équipée d'un capteur 1kN. Les monofilaments sont testés selon le même protocole que celui indiqué dans la norme NF EN ISO 2062, sous atmosphère contrôlée (23°C, RH50%). Les principaux paramètres de l'essai sont les suivants :

- Mors spécifiques pour monofilament 1kN
- Longueur initiale entre les mors : 250 mm
- Vitesse de traction : 250 mm/min
- Résultats moyennant entre 3 et 8 essais suivant la variation des valeurs d'un essai à l'autre.

Les principales caractéristiques mécaniques calculées via ces tests de traction sont la contrainte à la rupture et la déformation à la rupture. Le titre d'un monofilament s'exprime en tex (g/km) ou en dtex (g/10 km) et est mesuré par le fabricant du monofilament.

### Mesure de la résistance à l'abrasion

La machine utilisée pour réaliser ces tests est une adaptation de la machine décrite dans la norme ASTM D6611 destinée à la mesure de la résistance à l'abrasion de filament. En effet, selon cette norme, l'abrasion a lieu par frottement du filament contre lui-même, soumis à un poids défini et entraîné par un moteur à 1tr/s. Dans notre cas, la résistance à l'abrasion est mesurée à partir du frottement du filament sur une surface abrasive de type meule. Cet essai, à valeur qualitative, permet de comparer les résistances à l'abrasion entre les monofilaments.