

**Juin 2020**

# **VERS UNE FIABILISATION ET UNE OPTIMISATION DE GRILLE A LANGOUSTINE DANS LE GOLFE DE GASCOGNE**



## **Rapport de l'axe 1 du projet OPTISEL**

**Financements :**



## Table des matières

1	Contexte .....	4
2	Organisation du développement de la grille à langoustines .....	5
2.1	Organisation de l'optimisation de la grille .....	5
2.2	Protocole des essais de la grille à langoustine .....	5
3	Les prototypes de grilles à langoustines testés et les résultats .....	6
3.1	Grille 1 : Grille à biellettes en ertalon.....	6
3.1.1	Description de la grille.....	6
3.1.2	Les conditions expérimentales .....	7
3.1.3	Les résultats des essais en mer .....	7
3.2	Grille 2 : La grille à biellette en polyuréthane moulé à chaud .....	9
3.2.1	Description de la grille.....	9
3.2.2	Les conditions expérimentales .....	10
3.2.3	Les résultats des essais en mer .....	10
3.3	Grille 3 : La grille pliante 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud.....	12
3.3.1	Description de la grille.....	12
3.3.2	Les conditions expérimentales .....	13
3.3.3	Les résultats des essais en mer .....	14
3.4	Grille 3 bis : Première évolution du montage de la grille pliante 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud .....	16
3.4.1	Description du montage .....	16
3.4.2	Les conditions expérimentales .....	16
3.4.3	Les résultats des essais en mer .....	16
3.5	Grille 3 ter : Seconde et dernière évolution du montage de la grille pliante 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud .....	18
3.5.1	Description du montage .....	18
3.5.2	Les conditions expérimentales .....	19
3.5.3	Les résultats des essais en mer .....	19
4	La grille optimisée et résultats .....	21
4.1	Matériel et méthode de l'étude de la sélectivité.....	21
4.1.1	Les navires volontaires .....	21
4.1.2	Chaluts et grille à langoustine .....	22
4.1.3	Plan d'échantillonnage .....	23
4.1.4	Analyse des données .....	24
4.2	Résultats de sélectivité.....	25

4.2.1	Les tailles .....	25
4.2.1	Les poids .....	29
4.3	Etude de la résistance de la grille.....	33
4.3.1	Protocole des mesures de déformations des grilles .....	33
4.3.2	Les résultats sur la résistance de la grille .....	33
5	Conclusion / Discussion .....	39
	Remerciements .....	40
	Table des figures et tableaux .....	41
	Bibliographie :.....	43
	Annexe : Formulaires d'échantillonnage à bord .....	44

# 1 Contexte

L'amélioration de la sélectivité et la diminution des rejets sont des thématiques sur lesquelles les professionnels de la pêche, en partenariat avec les scientifiques de l'IFREMER travaillent depuis de nombreuses années. Dans la dynamique et dans le prolongement des projets déjà menés sur la sélectivité, l'AGLIA, ses partenaires professionnels et scientifiques ont développé le programme OPTISEL : « Optimisation de la sélectivité ». Ce projet s'inscrit dans le contexte réglementaire de la PCP et notamment pour tenter de proposer des outils permettant de s'adapter à l'obligation de débarquements.

Trois axes de travail ont été identifiés dans le projet OPTISEL afin d'améliorer la sélectivité, diminuer les captures non-désirées et réduire la pression sur les écosystèmes marins et en particulier sur les stocks. Ces 3 axes concernent la grille à langoustine, la grille à lotte et la palangre à espadon. Ce rapport décrit les expérimentations et les résultats obtenus à travers l'axe 1 de ce projet : optimisation et sélectivité d'une grille à langoustine.

La pêcherie langoustinière a une importance majeure pour les flottilles du golfe de Gascogne. En 2017, les langoustiniers ont généré plus de 30 millions d'euros en ciblant la langoustine (FAM, 2019). En plus du taux admissible de capture (TAC) défini au niveau européen, la pêcherie langoustinière du golfe de Gascogne est gérée par un régime de licence, les autorisations nationales de pêche (ANP).

L'utilisation de cette licence est conditionnée par différentes mesures de gestion dont : (1) une taille minimum de débarquement de 9 cm (soit 27mm longueur céphalothoracique) qui est supérieure à la taille minimale européenne, (2) un dispositif permettant un retour à l'eau rapide des captures non désirées de langoustine, (3) l'utilisation d'un panneau à mailles carrées pour le merlu, et (4) un dispositif sélectif pour la langoustine. Le dispositif sélectif pour la langoustine prévu dans cette ANP est soit un cul en maillage 80 mm, soit un panneau à maille carrée ventral, ou soit une grille à langoustine. Dans les faits, le cul en maillage 80 mm est le dispositif le plus largement adopté par la flottille, le panneau maille carrée ventral est moins utilisé mais rencontré, alors qu'aucun navire n'a fait le choix d'utiliser une grille à langoustine. Les grilles à langoustine testées présentaient des problèmes de résistance dans le temps mais aussi d'ergonomie. Plusieurs projets ont permis de tester différentes grilles afin de remédier aux problèmes rencontrés. Dans le cadre du projet REDRESSE, un dispositif a montré des résultats particulièrement intéressants : une nouvelle grille (articulée et semi elliptique) proposée par IFREMER qui améliore les problèmes d'ergonomie à bord lors des opérations de pêche. Les premiers résultats sont très prometteurs avec des réductions significatives de rejets (-20% à -40%) et des pertes commerciales faibles. Cependant, après quelques semaines d'utilisation, la grille testée a montré des faiblesses (ex : fracture) et les pertes commerciales ont augmenté. Dans le cadre de ce projet OPTISEL, l'objectif est de continuer les travaux engagés sur la grille à langoustine pour tenter de la rendre opérationnelle et utilisable par les langoustiniers.

Plusieurs actions restent donc à mettre en œuvre pour fiabiliser et optimiser la grille afin de proposer aux professionnels un dispositif sélectif efficace et durable afin d'améliorer la sélectivité et limiter les captures non-désirées de langoustines :

- ✓ Améliorer l'efficacité de la grille sur les captures non désirées tout en limitant les pertes commerciales.
- ✓ Concevoir une grille durable en travaillant sur les matériaux, l'articulation entre les différentes pièces, la tenue du dispositif en action de pêche, le montage, ...
- ✓ Tester le dispositif sur le long terme et sur plusieurs navires simultanément.

Il ne s'agit pas d'ajouter un dispositif supplémentaire obligatoire sur la flottille langoustinière mais de proposer un outil utilisable qui réponde à la réglementation déjà existante.

De manière générale, la réduction des rejets et l'amélioration de la sélectivité est une priorité pour l'ensemble des professionnels. L'utilisation d'une grille à langoustine présente de nombreuses retombées positives. Pour l'environnement, la grille à langoustines permet de limiter les captures non-désirées en triant sur le fond plutôt que sur le pont et ainsi de diminuer la pression de pêche. D'un point de vue social, la grille à langoustine permet de diminuer le temps de tri. Les conditions de travail seront ainsi optimisées et améliorées. D'un point de vue économique, l'amélioration de la sélectivité peut entraîner une augmentation de la qualité des langoustines qui pourront ainsi être mieux valorisées à l'achat.

## 2 Organisation du développement de la grille à langoustines

### 2.1 Organisation de l'optimisation de la grille

Le développement d'une grille à langoustine optimisée s'est déroulé en plusieurs étapes.

#### 1 - Développement optimisé (année 2018)

A partir des expérimentations des derniers projets sur la grille à langoustine (REDRESSE, GRILLETINE), des prototypes de grilles à langoustines ont été développés par l'Ifremer afin de tester différents matériaux, différentes formes de grilles et d'optimiser le montage des grilles dans les parties droites des chaluts.

Trois prototypes de grilles ont été ainsi développés et testés en mer sur la saison de pêche de la langoustine par des chalutiers professionnels. Sur cette étape de développement, les grilles ont été instrumentées pour quantifier les déformations du matériau pendant les différentes phases de pêche. Des améliorations ont été réalisées au fur et à mesure des essais en mer afin de proposer aux professionnels de la pêche une grille optimisée pour la saison 2019.

#### 2 - Test sur le long terme (année 2019)

Une grille optimisée a donc été proposée aux professionnels pour la tester sur le long terme. Huit exemplaires ont ainsi été produits et mis à bord de huit chalutiers langoustiniers. L'objectif était de tester ce dispositif sur le long terme et dans des conditions diversifiées ; et ainsi de permettre à différents patrons de tester la grille afin qu'ils puissent l'adopter.

Afin de perfectionner les grilles à langoustines, un passage des différents montages dans le bassin de l'Ifremer de Lorient a permis d'améliorer et valider les réglages.

### 2.2 Protocole des essais de la grille à langoustine

La grille à langoustine est testée sur des navires travaillant au chalut de fond jumeaux. Un seul des chaluts jumeaux est équipé du dispositif sélectif. Les captures réalisées avec le chalut équipé du dispositif sélectif sont comparées à celles du chalut dit « standard », conforme à la réglementation en vigueur dans la pêcherie étudiée.

L'échantillonnage des captures a été réalisé par un observateur mis à disposition par l'AGLIA. Pour chaque chalut, la fraction rejetée et la fraction débarquée sont examinées. Après traitement de la capture par l'équipage, il s'agit dans un premier temps d'évaluer la quantité totale de rejets dans chaque chalut [1] (exprimé en poids à partir du nombre de paniers, connaissant le poids d'un panier

plein). Un échantillon de rejet 'vrac' est alors pesé [2] et trié. Le ratio prélevé est enregistré [3]. Les langoustines de cet échantillon sont ensuite pesées [4] et les individus sont mesurés [5]. Si un sous échantillon par espèce est nécessaire, le ratio prélevé est enregistré [6]. Dans un second temps, le poids de langoustines de la fraction débarquée est obtenu à partir du *logbook* du bord où avec l'aide de l'équipage [7]. Un échantillon d'individus est mesuré [8] et son poids est enregistré [9]. Les fiches terrain relatives à la collecte des données à bord sont disponibles en annexe de ce rapport.

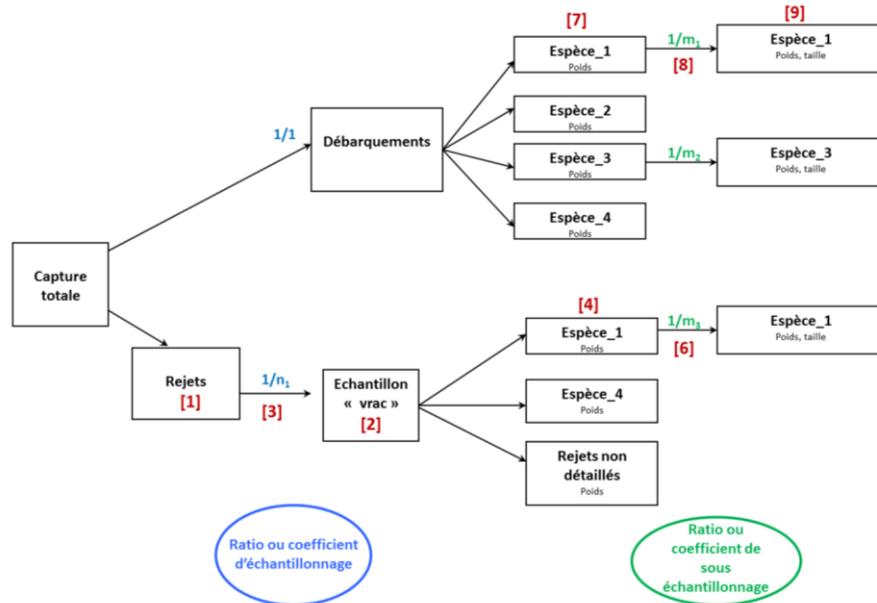


Figure 1 : Protocole d'échantillonnage des captures (fraction débarquée et fraction rejetée). (Mehault et al., 2018).

Cette méthode de comparaison de capture permet d'évaluer les pertes et les bénéfices en termes de débarquements et de rejets du dispositif testé par rapport à l'engin communément utilisé par la flottille. Le fait que le navire soit équipé de chaluts jumeaux, la comparaison des captures entre le chalut standard et le chalut sélectif est réalisée en même temps sur les mêmes zones. Chaque individu a la même probabilité d'entrer dans le chalut sélectif ou le chalut standard au cours de la même opération de pêche.

Lorsque cela a été possible, les chaluts ont été changé de côté lors des essais de la grille afin de valider les résultats indépendamment de la variation possible d'efficacité du chalut en fonction du côté du navire.

### 3 Les prototypes de grilles à langoustines testés et les résultats

Trois prototypes de grille à langoustines ont été développés par l'Ifremer en début d'année 2018. La description de ces grilles, de leurs essais et des résultats est détaillée.

#### 3.1 Grille 1 : Grille à biellettes en ertalon

##### 3.1.1 Description de la grille

Une des grilles développées était composée de biellettes en matériau ertalon. Le matériau est rigide mais l'utilisation de biellette permet à la grille de s'articuler (Figure 2).

Chaque biellette mesure 30 cm de haut, et 20 mm de diamètre. Les méplats sont larges de 13 mm. Afin d'assurer un espacement de 13 mm entre chaque barre de la grille, des rondelles en caoutchouc de 3,5 mm d'épaisseur ont été intercalées entre chaque biellette. L'assemblage des biellettes a été réalisé le long d'un bout ou d'un câble acier inox avec serre-câble, selon les cas.

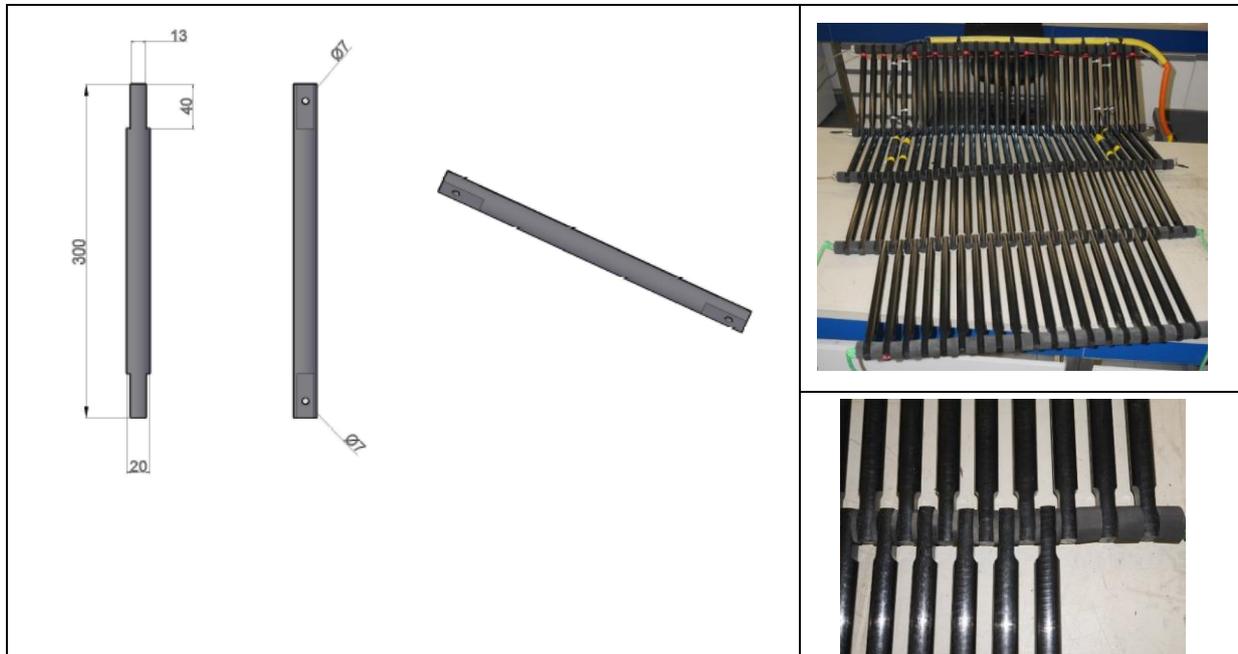


Figure 2 : Schéma et photo de la grille à biellettes en ertalon.

L'avantage de la mise en œuvre de cette grille est qu'elle ne nécessite pas de moule pour la fabrication des biellettes. Cependant, le matériau utilisé confère une rigidité aux barreaux.

### 3.1.2 Les conditions expérimentales

Les essais de la grille à biellette en ertalon se sont déroulés sur 5 jours, en mai 2018 à bord d'un chalutier langoustinier du Guilvinec de 14,9 m de long. Le navire est équipé de chaluts jumeaux de maillage de cul de 80 mm. 13 traits ont été échantillonnés pendant cette marée.

Lors de ces essais, le navire travaillait sur des fonds sableux et vaseux, et dans des conditions de mer allant de « belle » à « peu agitée ».

### 3.1.3 Les résultats des essais en mer

#### **Sélectivité**

La sélectivité de la grille à biellette en ertalon est évaluée au regard de la différence des débarquements et des rejets de langoustine entre les 2 chaluts. Ces différences sont analysées selon deux calculs différents :

- **Analyse tout trait** : Calcul de la différence entre le poids des captures de langoustine dans le chalut sélectif et le chalut standard de l'ensemble des captures de langoustine réalisées et échantillonnées sur la marée.
- **Analyse trait par trait** : Moyenne des calculs de la différence entre le poids des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard pour chaque trait échantillonné.

L'analyse « tout trait » permet d'évaluer la perte globale à la fin de la marée que ce soit en débarquements ou en rejets. Ce chiffre est celui qui intéresse le plus les patrons de pêche car il permet notamment d'estimer la perte de débarquement et de chiffre d'affaires pour le navire ainsi que le pourcentage de rejet en moins à trier sur le pont et donc le gain de temps de tri. L'analyse « trait par trait » donne une moyenne des résultats à chaque trait. Elle permet notamment d'observer la régularité des résultats dans la marée.

Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <u>tous traits</u>	<b>-12,2%</b>
Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <u>analyse trait par trait</u>	<b>-10,6% [<math>\sigma</math> 12,9%]</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <u>tous traits</u>	<b>-11,9%</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <u>analyse trait par trait</u>	<b>-7,3% [<math>\sigma</math> 21,8%]</b>

Tableau 1 : Différence des débarquements et des rejets de langoustines entre le chalut sélectif et le chalut standard – Grille à biellettes en ertalon

Les comparaisons de captures (Tableau 1) révèlent qu'il y a une diminution des captures de langoustines avec le chalut sélectif dans des proportions équivalentes que ce soit pour les rejets ou les débarquements.

La répartition par taille des langoustines dans chaque chalut est présentée dans la Figure 3 et l'échappement des langoustines en nombre a été calculé.

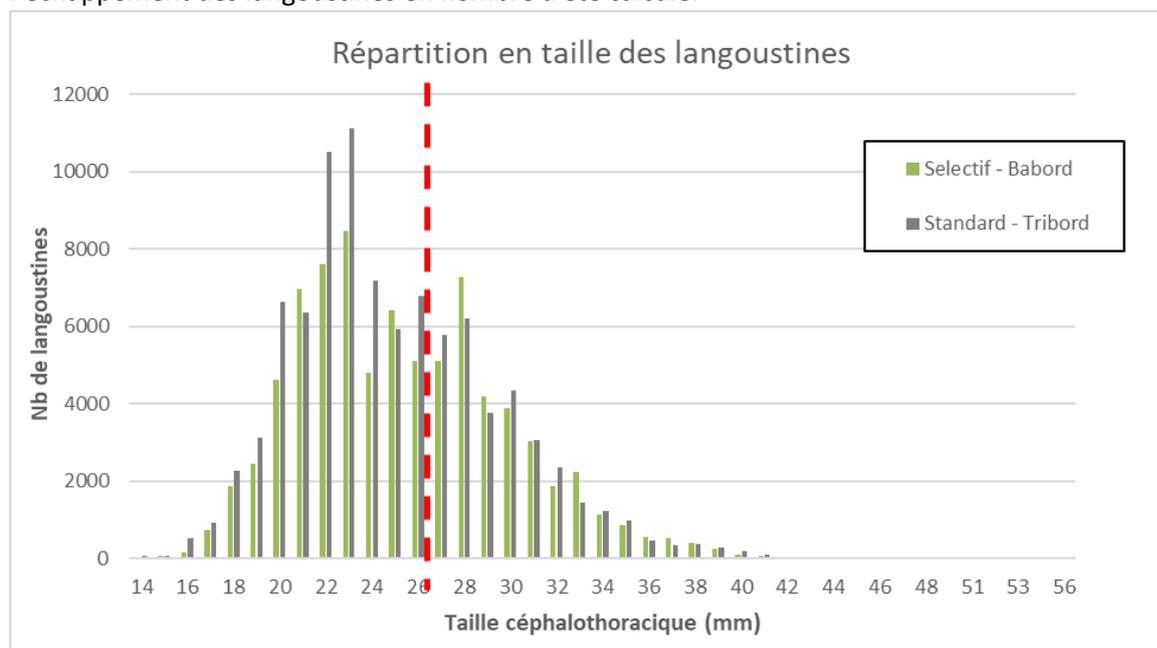


Figure 3 : Répartition par taille des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard – Grille à biellette en ertalon

Echappement Langoustines (en nombre) :

- ✓ Captures globales : -12,6%
- ✓ Captures sous taille (LC<27mm) : -19,9%
- ✓ Captures commercialisables (LC>27mm) : +1,9%

La présentation de l'échappement en nombre s'affranchit de l'effet « tri » du navire et présente la différence du nombre de langoustines en fonction de leur taille inférieure ou supérieure à 9 cm (27 mm de longueur céphalothoracique).

L'échappement en nombre montre une meilleure sélectivité sur les langoustines sous taille et une absence de perte de langoustines de tailles commercialisables.

### **Ergonomie & résistance de la grille**

A l'issue de 5 jours de mer, la grille n'a pas occasionné de problème d'un point de vue ergonomique que ce soit au virage ou au filage.

Cependant, certaines rondelles étaient cassées réduisant ou augmentant l'espace entre les barreaux (Figure 4). La grille ainsi utilisée n'était donc plus réglementaire.

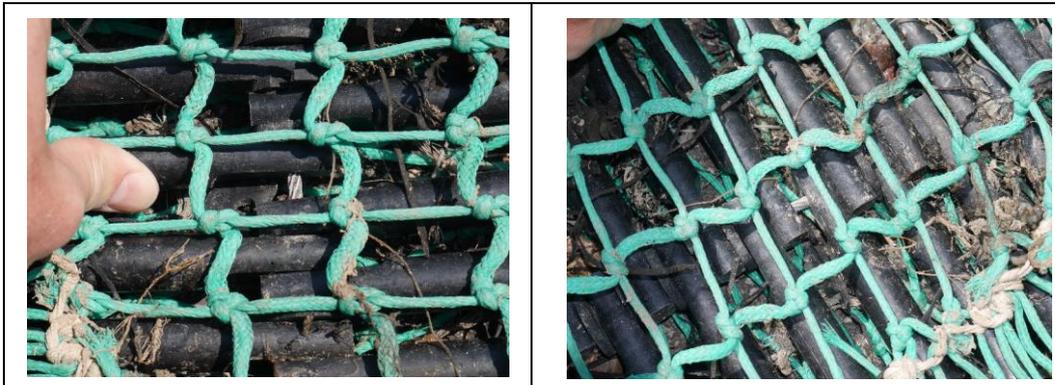


Figure 4 : Photos de la grille à biellette en ertalon après 5 jours de mer

### **Conclusion**

D'une part, le montage de la grille à biellette en ertalon dans la partie droite a été fastidieux pour les équipementiers. D'autre part, cette dernière a rapidement été endommagée lui conférant un caractère non réglementaire. Bien que les résultats de sélectivité soient mitigés (mauvais sur la comparaison des poids mais meilleurs avec le calcul de l'échappement en nombre), le développement de cette grille n'a pas été poursuivi dans le cadre du projet OPTISEL car sa résistance sur le long terme semble loin d'être atteinte.

## 3.2 Grille 2 : La grille à biellette en polyuréthane moulé à chaud

### 3.2.1 Description de la grille

La seconde grille développée était composée de biellettes en matériau polyuréthane moulé à chaud. La souplesse du matériau et l'utilisation de biellettes confère à la grille une grande flexibilité (Figure 5).

Chaque biellette mesure 30 cm de haut, et 20 mm de diamètre. Les méplats sont larges de 13 mm à une extrémité de la biellette et de 20 mm à l'autre extrémité. Afin d'assurer un espacement de 13 mm entre chaque barreau de la grille, les biellettes sont assemblées de telle sorte qu'un méplat de 13 mm soit entre 2 méplats de 20 mm. L'assemblage des biellettes a été réalisé le long d'un bout.

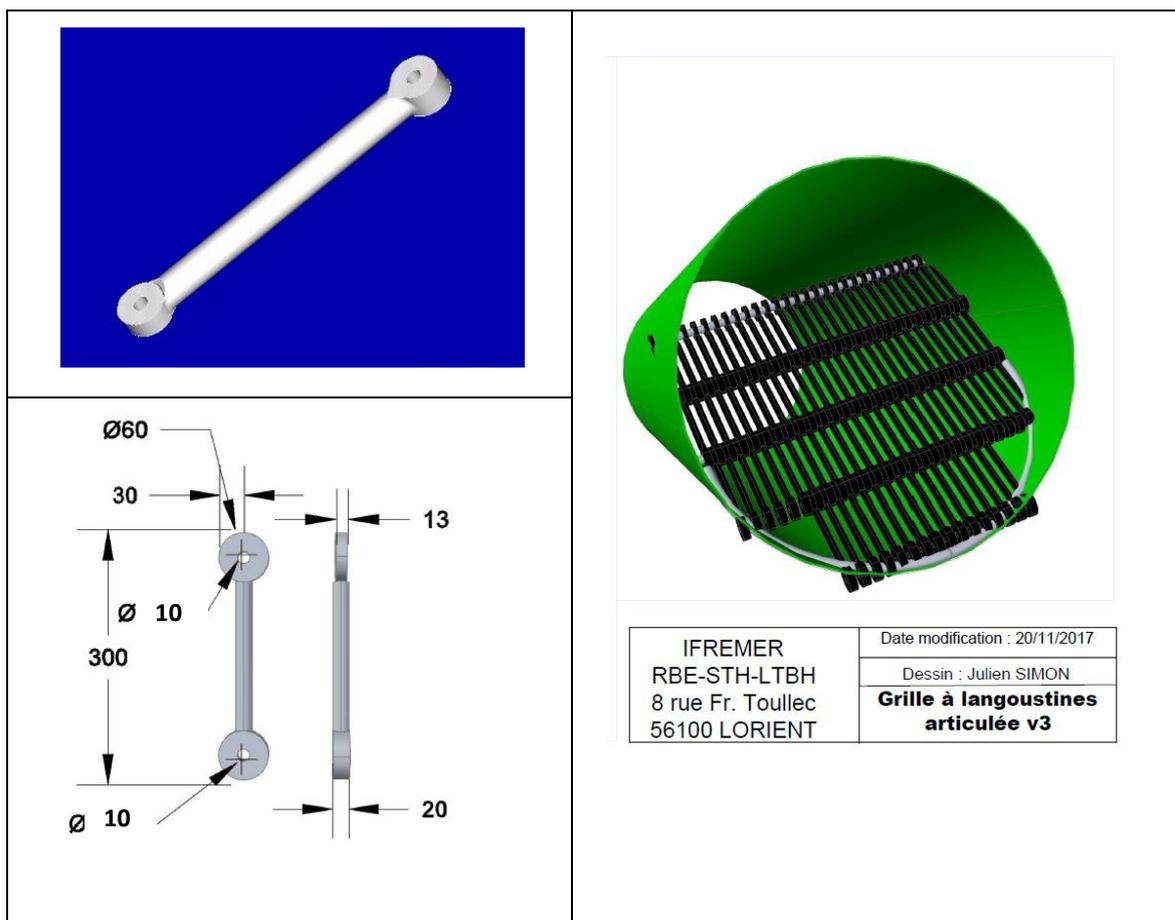


Figure 5 : Schéma et photo de la grille à biellettes en PU moulé à chaud.

L'utilisation d'un moule est nécessaire pour la fabrication de ces biellettes. Le matériau polyuréthane moulé à chaud propose une souplesse du matériau avec une mémoire de forme très intéressante.

### 3.2.2 Les conditions expérimentales

Les essais de la grille à biellettes en polyuréthane moulé à chaud se sont déroulés sur 5 jours, en juin 2018 à bord d'un chalutier langoustinier du Guilvinec de 17m de long. Le navire est équipé de chaluts jumeaux de maillage de cul de 80 mm. 12 traits ont été échantillonnés pendant cette marée.

Lors de ces essais, le navire travaillait sur des fonds sableux et vaseux, et dans des conditions de mer allant de « belle » à « peu agitée ».

### 3.2.3 Les résultats des essais en mer

#### **Sélectivité**

La sélectivité de la grille à biellette en polyuréthane moulé à chaud est évaluée au regard de la différence des débarquements et des rejets de langoustine entre les 2 chaluts. Ces différences sont analysées selon deux calculs différents :

- **Analyse tout trait** : Calcul de la différence entre le poids des captures de langoustine dans le chalut sélectif et le chalut standard de l'ensemble des captures de langoustine réalisées et échantillonnées sur la marée.
- **Analyse trait par trait** : Moyenne des calculs de la différence entre le poids des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard pour chaque trait échantillonné.

L'analyse « tout trait » permet d'évaluer la perte globale à la fin de la marée que ce soit en débarquements ou en rejets. Ce chiffre est celui qui intéresse le plus les patrons de pêche car il permet notamment d'estimer la perte de débarquement et de chiffre d'affaires pour le navire ainsi que le pourcentage de rejet en moins à trier sur le pont et donc le gain de temps de tri. L'analyse « trait par trait » donne une moyenne des résultats à chaque trait. Elle permet notamment d'observer la régularité des résultats dans la marée.

Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>tous traits</b>	<b>-34,0%</b>
Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>analyse trait par trait</b>	<b>-32,9% [<math>\sigma</math> 9,9%]</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>tous traits</b>	<b>-57,6%</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>analyse trait par trait</b>	<b>-56,5% [<math>\sigma</math> 14,0%]</b>

Tableau 2 : Différence des débarquements et des rejets de langoustines entre le chalut sélectif et le chalut standard – Grille à biellettes en PU moulé à chaud

Les comparaisons de captures (Tableau 2) révèlent qu'il y a une très importante diminution des captures de langoustines avec le chalut sélectif. Cette grille engendre une très bonne sélectivité sur la petite langoustine mais également des pertes commerciales de langoustines très importantes.

La répartition par taille des langoustines dans chaque chalut est présentée dans la Figure 6 et l'échappement des langoustines en nombre a été calculé.

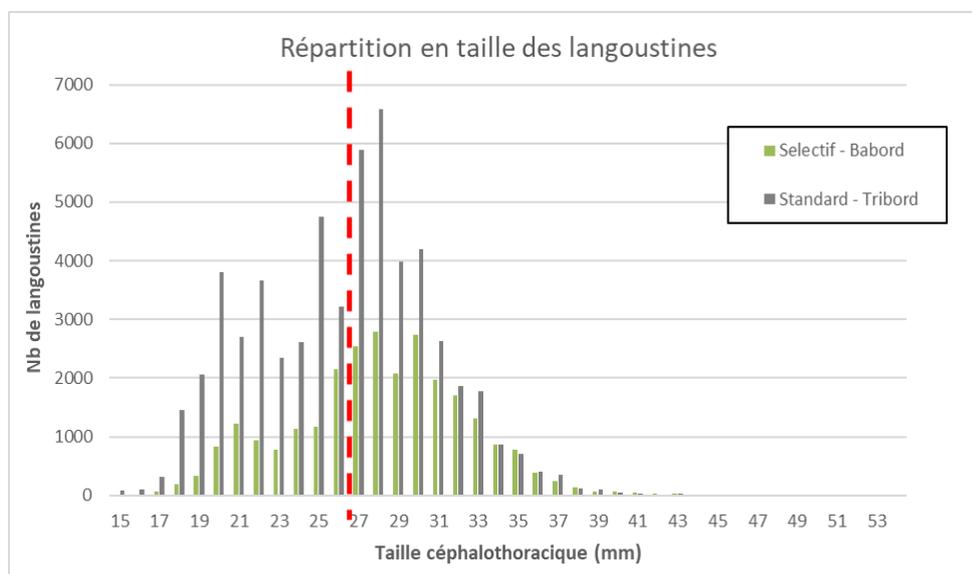


Figure 6 : Répartition par taille des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard – Grille à biellettes en PU moulé à chaud

Echappement Langoustines (en nombre) :

- ✓ Captures globales : - 53,1%
- ✓ Captures sous taille (LC<27mm) : -67,5%
- ✓ Captures commercialisables (LC>27mm) : -40,0%

La présentation de l'échappement en nombre s'affranchit de l'effet « tri » du navire et présente la différence du nombre de langoustines en fonction de leur taille inférieure ou supérieure à 9 cm (27 mm de longueur céphalothoracique).

L'échappement en nombre confirme les résultats obtenus par comparaison de capture, soit un échappement très important de langoustines sous taille mais également de langoustines commerciales.

### **Ergonomie & résistance de la grille**

A l'issue de 5 jours de mer, la grille n'a pas occasionné de problème d'un point de vue ergonomique que ce soit au virage ou au filage.

Par ailleurs, un barreau a cassé et les gâchettes qui peuvent être utilisées pour maintenir l'angle de la grille se logeaient entre les rondelles augmentant l'espace entre les barreaux de la grille (Figure 7).



Figure 7 : Photos de la grille à biellette en PU moulé à chaud après 5 jours de mer

### **Conclusion**

D'une part, le montage de la grille à biellette en PU moulé à chaud dans la partie droite a été fastidieux pour les équipementiers. D'autre part, cette dernière a rapidement été endommagée avec la casse d'un barreau. Et enfin, les résultats de sélectivité obtenus montrent des pertes commerciales très importantes, liés potentiellement au barreau cassé et à l'augmentation de l'espacement de certains barreaux. Le développement de cette grille n'a donc pas été poursuivi dans le cadre du projet OPTISEL.

## **3.3 Grille 3 : La grille pliante 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud**

### **3.3.1 Description de la grille**

La troisième grille développée est composée de 6 panneaux en matériau polyuréthane moulé à chaud. Le moulage à chaud du polyuréthane confère au matériau davantage de souplesse qu'au modèle moulé à froid (testé dans le projet REDRESSE). La souplesse du matériau et l'utilisation de 6 pièces articulées confèrent à la grille une grande flexibilité qui a entraîné l'ajout d'un renfort sur la partie elliptique afin de diminuer les mouvements des barreaux (Figure 8).

La grille mesure 898 mm de largeur pour 970 mm de hauteur. Les barreaux ont un diamètre de 20 mm. Elle est composée de 4 parties rectangulaires identiques et 2 parties elliptiques. Les 6 morceaux sont assemblés par des bouts.

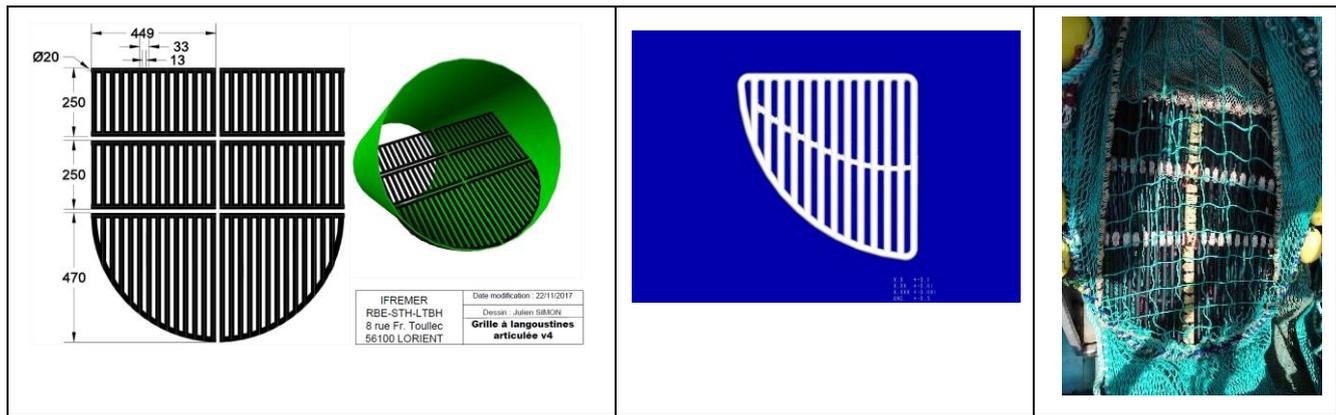


Figure 8 : Schéma et photo de la grille 6 morceaux en PU moulé à chaud.

Le montage de la grille en 6 morceaux dans la partie droite du chalut est identique à celui réalisé pour la grille du projet REDRESSE (Figure 9).

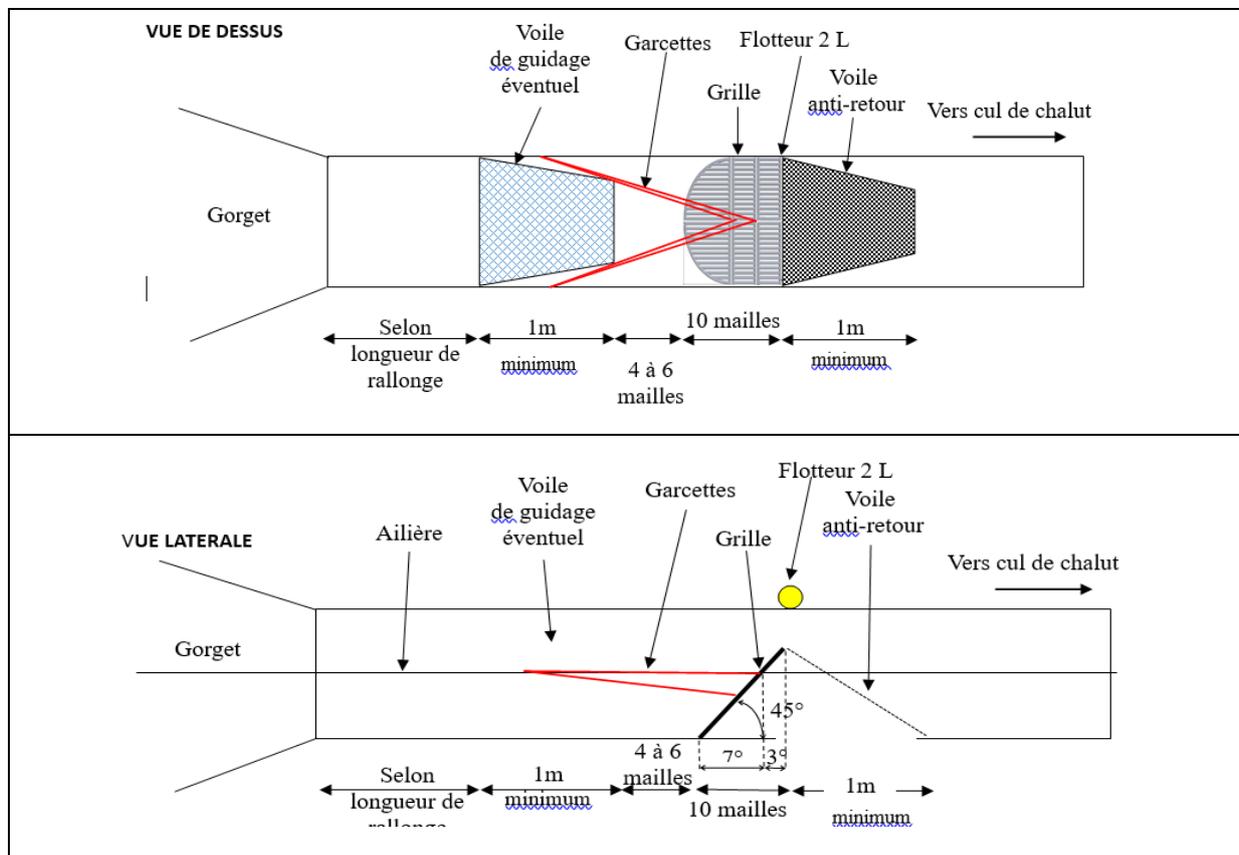


Figure 9 : Schéma de montage dans la partie droite du chalut de la grille en 6 morceaux en PU moulé à chaud

### 3.3.2 Les conditions expérimentales

Les essais de la grille en 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud se sont déroulés sur 10 jours, en avril et mai 2018 à bord de 2 chalutiers langoustiniers du Guilvinec de 14,9 m de long. Les navires sont équipés de chaluts jumeaux de maillage de cul de 80 mm. 24 traits ont été échantillonnés pendant ces 2 marées.

Lors de ces essais, les navires ont travaillé sur des fonds sableux et vaseux, et dans des conditions de mer allant de « belle » à « agitée ».

Cependant, sur un des 2 navires des modifications ont été apportées par l'équipage sur le montage de la grille au niveau des garcettes. La grille qui ne jouait pas son rôle avant cette modification a montré des résultats satisfaisants pour l'équipage suite à cette ajustement.

Les résultats présentés tiendront compte des opérations de pêche après modification de ce navire ainsi que de l'ensemble des opérations de pêche de l'autre navire ayant réalisé ces essais.

### 3.3.3 Les résultats des essais en mer

#### **Sélectivité**

La sélectivité de la grille pliante en 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud est évaluée au regard de la différence des débarquements et des rejets de langoustine entre les 2 chaluts. Ces différences sont analysées selon deux calculs différents :

- **Analyse tout trait** : Calcul de la différence entre le poids des captures de langoustine dans le chalut sélectif et le chalut standard de l'ensemble des captures de langoustine réalisées et échantillonnées sur la marée.
- **Analyse trait par trait** : Moyenne des calculs de la différence entre le poids des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard pour chaque trait échantillonné.

L'analyse « tout trait » permet d'évaluer la perte globale à la fin de la marée que ce soit en débarquements ou en rejets. Ce chiffre est celui qui intéresse le plus les patrons de pêche car il permet notamment d'estimer la perte de débarquement et de chiffre d'affaires pour le navire ainsi que le pourcentage de rejet en moins à trier sur le pont et donc le gain de temps de tri. L'analyse « trait par trait » donne une moyenne des résultats à chaque trait. Elle permet notamment d'observer la régularité des résultats dans la marée.

Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>tous traits</b>	<b>-10,2%</b>
Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>analyse trait par trait</b>	<b>-4,6% [<math>\sigma</math> 20,4%]</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>tous traits</b>	<b>-38,3%</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>analyse trait par trait</b>	<b>-22,6% [<math>\sigma</math> 47,9%]</b>

Tableau 3 : Différence des débarquements et des rejets de langoustines entre le chalut sélectif et le chalut standard – Grille pliante en 6 morceaux en PU moulé à chaud

Les comparaisons de captures (Tableau 3) mettent en évidence des résultats intéressants puisque l'on note une diminution des rejets de langoustines avec le chalut sélectif de l'ordre de 20 à 30 %. Des pertes commerciales de langoustines sont également présentes.

La répartition par taille des langoustines dans chaque chalut est présentée dans la Figure 10 et l'échappement des langoustines en nombre a été calculé.

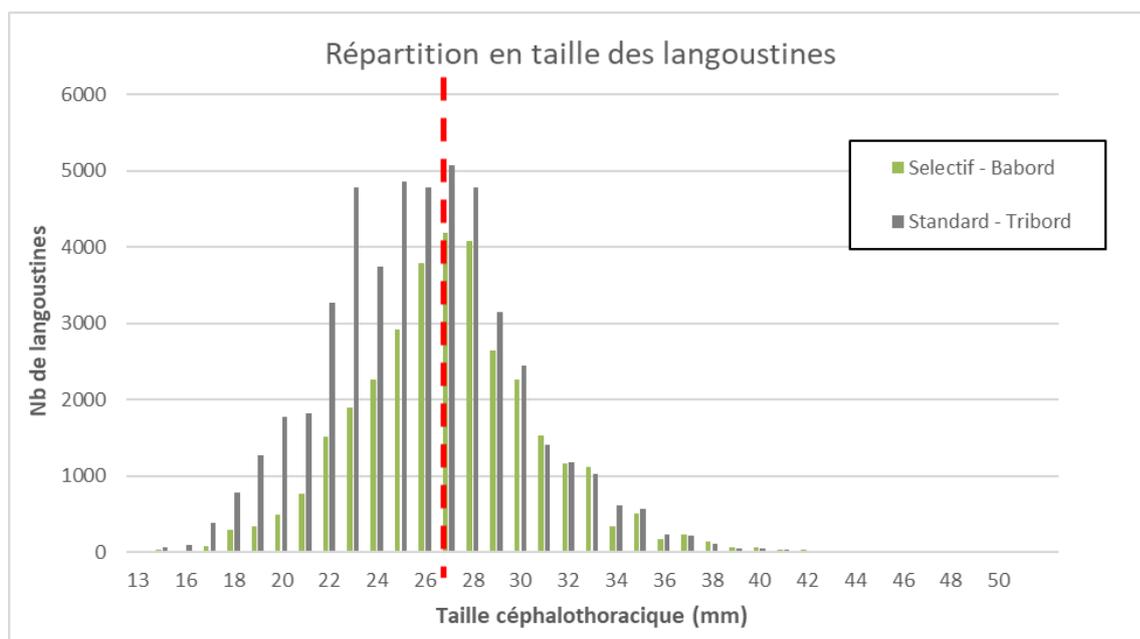


Figure 10 : Répartition par taille des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard – Grille pliante en 6 morceaux en PU moulé à chaud

#### Echappement Langoustines (en nombre) :

- ✓ Captures globales : -38,7%
- ✓ Captures sous taille (LC<27mm) : -47,9%
- ✓ Captures commercialisables (LC>27mm) : -11,4%

La présentation de l'échappement en nombre s'affranchit de l'effet « tri » du navire et présente la différence du nombre de langoustine en fonction de leur taille inférieure ou supérieure à 9 cm (27 mm de longueur céphalothoracique).

L'échappement en nombre confirme les résultats obtenus par comparaison de capture, soit un échappement intéressant de langoustines sous taille. Une perte de captures commerciales est toutefois visible et à limiter au maximum.

#### Ergonomie & résistance de la grille

A l'issue des 10 jours de mer, la grille n'a pas occasionné de problème d'un point de vue ergonomique que ce soit au virage ou au filage.

Par ailleurs, la grille n'a pas montré de faiblesse au niveau de sa résistance.

#### Conclusion

Cette grille a donc été sélectionnée par ses bons résultats sur la résistance et l'ergonomie de la grille d'une part et les résultats de sélectivité encourageants d'autre part. La diminution des pertes commerciales engendrées sur les petites tailles (<30mm de longueur céphalo-thoracique) est la problématique que rencontre cette grille et sur laquelle le perfectionnement de son développement s'est concentré.

### 3.4 Grille 3 bis : Première évolution du montage de la grille pliante 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud

#### 3.4.1 Description du montage

Afin d'optimiser la grille pliante 6 morceaux en PU moulé à chaud au maximum, et notamment de diminuer les pertes commerciales de langoustines, une première évolution a été réalisée sur son montage dans la partie droite du chalut. En effet, une hypothèse de l'origine de ces échappements est une déformation et ouverture trop importante des mailles fixées et entourant la grille. Pour valider cette hypothèse, un cylindre de 2 m de long, en PA et de petit maillage (30 mm) a été fixé à l'extérieur et entourant le chalut afin de limiter les échappements de langoustines.

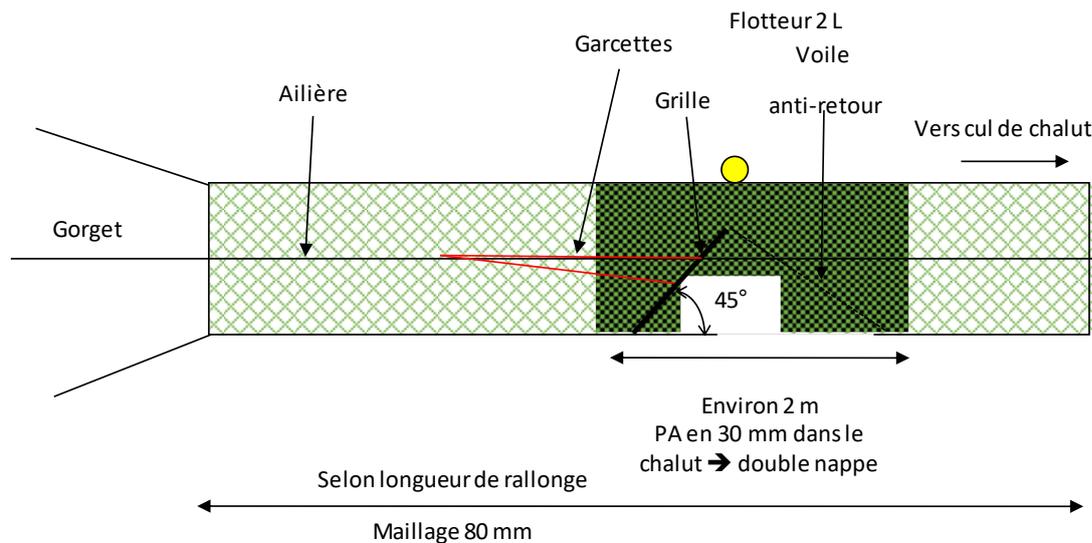


Figure 11 : Schéma de la première évolution du montage de la grille pliante 6 morceaux en PU moulé à chaud

#### 3.4.2 Les conditions expérimentales

Les essais de la grille en 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud avec le cylindre de petit maillage ajouté autour de la grille se sont déroulés sur 15 jours, en juin et juillet 2018 à bord de 3 chalutiers langoustiniers du Guilvinec d'environ 15 m de long. Les navires sont équipés de chaluts jumeaux de maillage de cul de 80 mm. 32 traits ont été échantillonnés pendant ces 3 marées. Lors de ces essais, les navires ont travaillé sur des fonds sableux et vaseux, et dans des conditions de mer allant de « belle » à « agitée ».

#### 3.4.3 Les résultats des essais en mer

##### **Sélectivité**

La sélectivité de la grille pliante en 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud avec le cylindre de petit maillage ajouté autour est évaluée au regard de la différence des débarquements et des rejets de langoustine entre les 2 chaluts. Ces différences sont analysées selon deux calculs différents :

- **Analyse tout trait** : Calcul de la différence entre le poids des captures de langoustine dans le chalut sélectif et le chalut standard de l'ensemble des captures de langoustine réalisées et échantillonnées sur la marée.
- **Analyse trait par trait** : Moyenne des calculs de la différence entre le poids des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard pour chaque trait échantillonné.

L'analyse « tout trait » permet d'évaluer la perte globale à la fin de la marée que ce soit en débarquements ou en rejets. Ce chiffre est celui qui intéresse le plus les patrons de pêche car il permet notamment d'estimer la perte de débarquement et de chiffre d'affaires pour le navire ainsi que le pourcentage de rejet en moins à trier sur le pont et donc le gain de temps de tri. L'analyse « trait par trait » donne une moyenne des résultats à chaque trait. Elle permet notamment d'observer la régularité des résultats dans la marée.

Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>tous traits</b>	<b>+1.4%</b>
Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>analyse trait par trait</b>	<b>-3.6% [<math>\sigma</math> 15.4%]</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>tous traits</b>	<b>-29.1%</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>analyse trait par trait</b>	<b>-23.1% [<math>\sigma</math> 21.1%]</b>

Tableau 4 : Différence des débarquements et des rejets de langoustines entre le chalut sélectif et le chalut standard – Grille pliante en 6 morceaux en PU moulé à chaud avec cylindre en petit maillage ajouté autour

Les comparaisons de captures (Tableau 4) présentent de bons résultats de sélectivité. Les rejets de langoustines ont diminué dans le chalut sélectif pour plus de 20% et les pertes commerciales sont faibles voire inexistantes selon la méthode de calcul.

La répartition par taille des langoustines dans chaque chalut est présentée dans la Figure 12 et l'échappement des langoustines en nombre a été calculé.

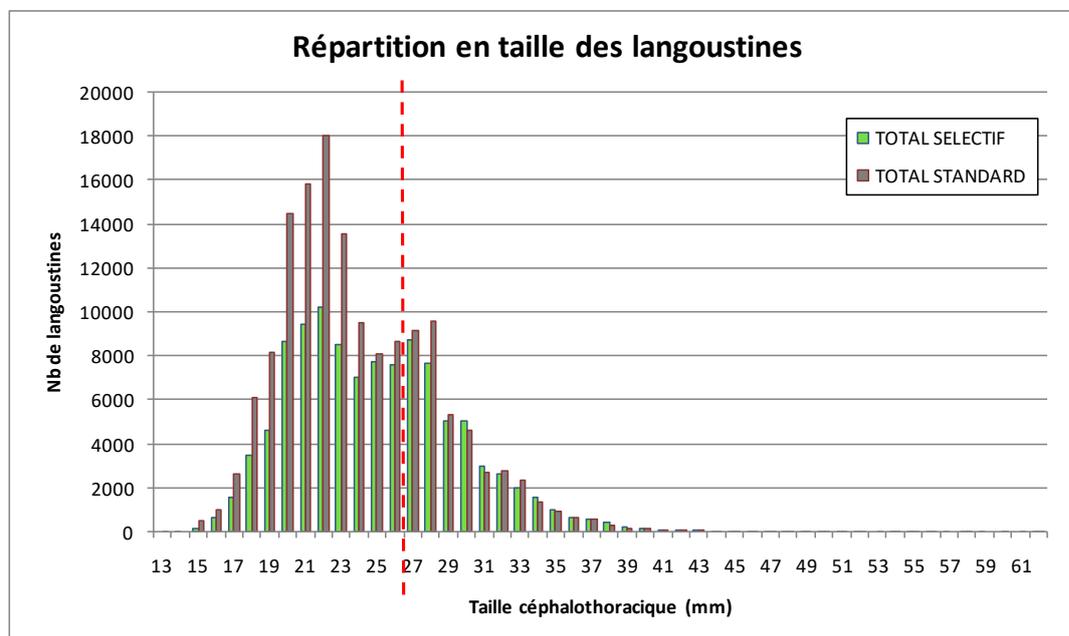


Figure 12 : Répartition par taille des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard – Grille pliante en 6 morceaux en PU moulé à chaud avec cylindre en petit maillage ajouté autour

**Echappement Langoustines (en nombre) :**

- ✓ Captures globales : -26.3%
- ✓ Captures sous taille (LC<27mm) : -34.5%
- ✓ Captures commercialisables (LC>27mm) : -4.7%

La présentation de l'échappement en nombre s'affranchit de l'effet « tri » du navire et présente la différence du nombre de langoustine en fonction de leur taille inférieure ou supérieure à 9 cm (27 mm de longueur céphalothoracique).

L'échappement en nombre confirme les résultats obtenus par comparaison de capture, soit un échappement intéressant de langoustines sous taille et une perte des captures commerciales de langoustines limitée.

### **Ergonomie & résistance de la grille**

Ces 15 jours de test supplémentaires ont confirmé qu'il n'y a pas de problème occasionné d'un point de vue ergonomique que ce soit au virage ou au filage ; et que la grille ne montre toujours pas de faiblesse au niveau de sa résistance. Cependant, le cylindre en PA de petit maillage ajouté autour de la grille crée une double nappe et augmente le poids du chalut.

### **Conclusion**

Les pertes commerciales de langoustines occasionnées par l'ouverture trop importante des mailles fixées autour de la grille sont donc restreintes par l'utilisation d'un petit maillage fixé autour du chalut. La réalisation d'un « kit grille à langoustine » pour lequel la grille serait montée dans un petit maillage a vu le jour pour être testé.

## 3.5 Grille 3 ter : Seconde et dernière évolution du montage de la grille pliante 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud

### 3.5.1 Description du montage

Suite aux résultats de la première évolution, un « kit grille à langoustine » a été créé pour proposer un montage « propre » de la grille dans un petit maillage afin de limiter au maximum les pertes commerciales.

La grille est donc montée comme précédemment, mais dans un cylindre en PE 3 mm de maillage 60 mm étiré (au lieu du 80 mm standard utilisé). Ce cylindre en maillage 60 mm d'environ 2m de long avec la grille pliante 6 morceaux montée à l'intérieur est appelé « kit grille à langoustines » (Figure 13).

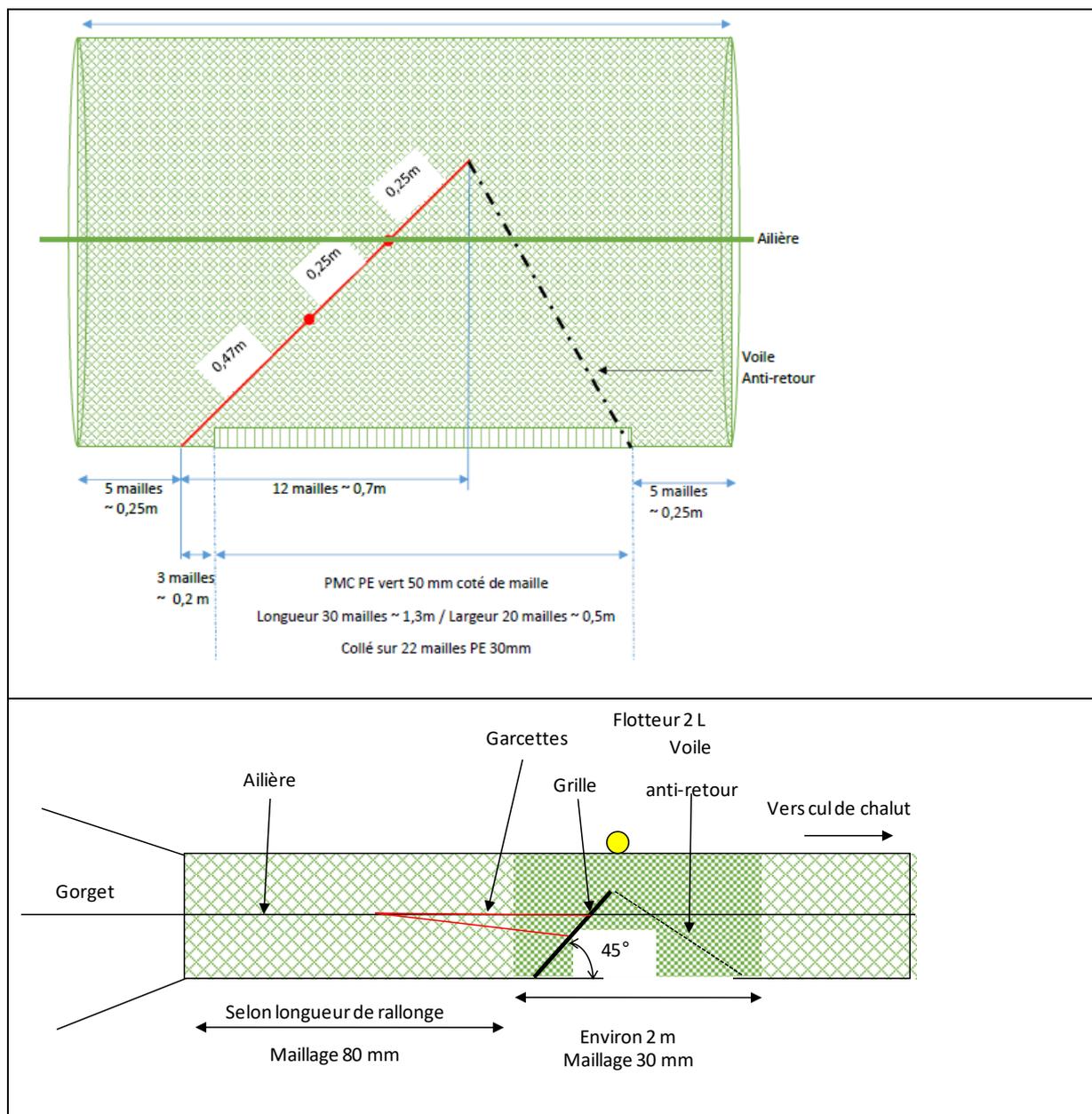


Figure 13 : Schéma du « kit grille à langoustines »

### 3.5.2 Les conditions expérimentales

Les essais du « kit grille à langoustines » se sont déroulés sur 8 jours, en septembre 2018 à bord d'un chalutier langoustinier de Lorient de 16,75 m de long. Le navire est équipé de chaluts jumeaux de maillage de cul de 80 mm. 22 traits ont été échantillonnés pendant ces 2 marées.

Lors de ces essais, les navires ont travaillé sur des fonds sableux et vaseux, et dans des conditions de mer allant de « belle » à « agitée ».

### 3.5.3 Les résultats des essais en mer

#### **Sélectivité**

La sélectivité de la grille pliante en 6 morceaux en polyuréthane moulé à chaud est évaluée au regard de la différence des débarquements et des rejets de langoustine entre les 2 chaluts. Ces différences sont analysées selon deux calculs différents :

- **Analyse tout trait** : Calcul de la différence entre le poids des captures de langoustine dans le chalut sélectif et le chalut standard de l'ensemble des captures de langoustine réalisées et échantillonnées sur la marée.
- **Analyse trait par trait** : Moyenne des calculs de la différence entre le poids des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard pour chaque trait échantillonné.

L'analyse « tout trait » permet d'évaluer la perte globale à la fin de la marée que ce soit en débarquements ou en rejets. Ce chiffre est celui qui intéresse le plus les patrons de pêche car il permet notamment d'estimer la perte de débarquement et de chiffre d'affaires pour le navire ainsi que le pourcentage de rejet en moins à trier sur le pont et donc le gain de temps de tri. L'analyse « trait par trait » donne une moyenne des résultats à chaque trait. Elle permet notamment d'observer la régularité des résultats dans la marée.

Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>tous traits</b>	<b>+1.1%</b>
Diff. des <b>débarquements de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>analyse trait par trait</b>	<b>+10.7% [<math>\sigma</math> 34.0%]</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>tous traits</b>	<b>-9.1%</b>
Diff. des <b>rejets de langoustines</b> (poids) sélectif/témoin- <b>analyse trait par trait</b>	<b>-18.7% [<math>\sigma</math> 33.0%]</b>

Tableau 5 : Différence des débarquements et des rejets de langoustines entre le chalut sélectif et le chalut standard – « Kit grille à langoustines » avec grille pliante en 6 morceaux en PU moulé à chaud

Les comparaisons de captures (Tableau 5) révèle une absence de perte commerciale de langoustines. Cependant, la sélectivité sur les petites langoustines apparaît moins importante.

La répartition par taille des langoustines dans chaque chalut est présentée dans la Figure 14 et l'échappement des langoustines en nombre a été calculé. La présentation de l'échappement en nombre s'affranchit de l'effet « tri » du navire et présente la différence du nombre de langoustine en fonction de leur taille inférieure ou supérieure à 9 cm (27 mm de longueur céphalothoracique).

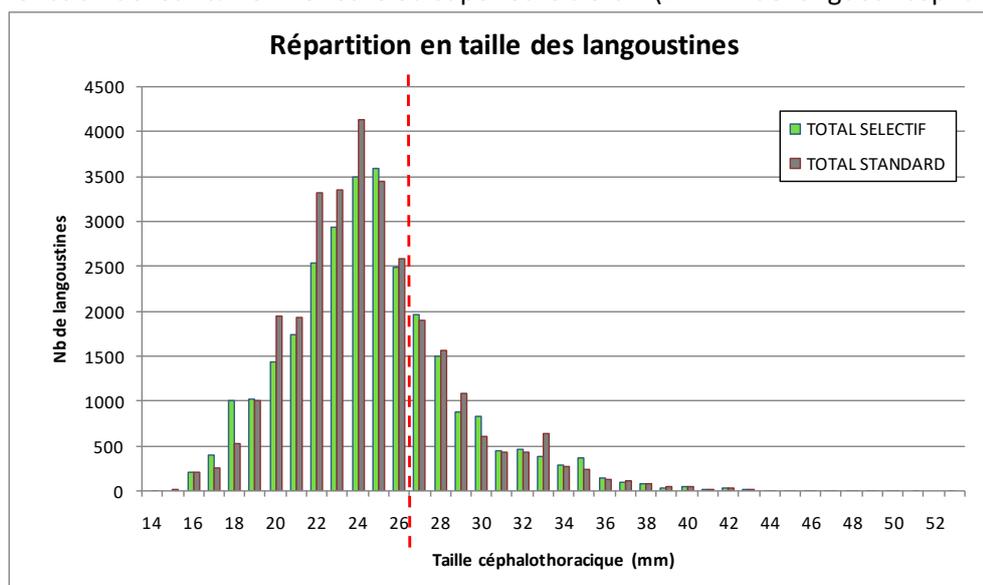


Figure 14 : Répartition par taille des captures de langoustines dans le chalut sélectif et le chalut standard – « Kit grille à langoustines » avec grille pliante en 6 morceaux en PU moulé à chaud

#### Echappement Langoustines (en nombre) :

- ✓ Captures globales : -6.2%
- ✓ Captures sous taille (LC<27mm) : -8.2%
- ✓ Captures commercialisables (LC>27mm) : -0.2%

L'échappement en nombre confirme les résultats obtenus par comparaison de capture, soit une absence de perte commerciales de langoustines mais un échappement moins important des petites langoustines.

#### Ergonomie & résistance de la grille

Ces 8 jours de test supplémentaires confirment toujours l'absence de problème occasionné d'un point de vue ergonomique que ce soit au virage ou au filage. La grille ne montre toujours pas de faiblesse au niveau de sa résistance dans le temps.

#### Conclusion

Malgré une optimisation de la sélectivité de la grille sur les rejets à travailler, ce « kit grille à langoustine » avec la grille pliante 6 morceaux en PU moulé à chaud a été validée pour la réalisation des essais à large échelle qui se sont déroulés en 2019. En effet, l'absence de problème d'ergonomie de la grille, sa résistance dans le temps, et l'absence de pertes commerciales sont des atouts nécessaires qui permettent aux professionnels d'envisager ce dispositif sélectif comme acceptable.

## 4 La grille optimisée et résultats

L'aboutissement du développement technologique de la grille a permis de passer à la seconde phase du projet. Il s'agissait alors de la tester en conditions commerciales sur plusieurs navires et plusieurs semaines afin d'évaluer ses performances en termes de captures. Ces essais visent la réduction des rejets de langoustines tout en évitant l'échappement de sole de taille commerciale.

### 4.1 Matériel et méthode de l'étude de la sélectivité

#### 4.1.1 Les navires volontaires

8 navires ont participé aux essais de grille à langoustine. Il s'agissait de chalutiers qui ciblent la langoustine sur la grande vasière du golfe de Gascogne (Figure 15: carte des essais de la grille à langoustine sur la grande vasière du golfe de Gascogne). 4 d'entre eux étaient immatriculés au Guilvinec et les 4 autres à Lorient. Ils étaient tous équipés du « kit grille à langoustine », mais les caractéristiques des navires et de leur chalut pouvaient varier (Tableau 6).

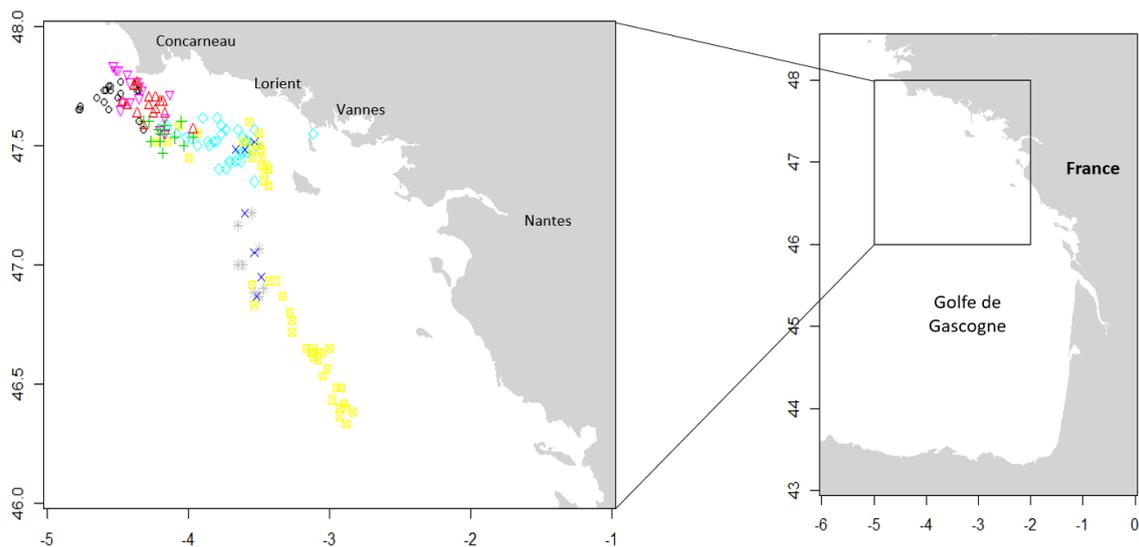


Figure 15: carte des essais de la grille à langoustine sur la grande vasière du golfe de Gascogne

Tableau 6: Caractéristiques des navires et de leurs chaluts impliqués dans les expérimentations de grilles à langoustine

Navire	Taille navire (m)	Puissance navire (kW)
A	14,3	173
B	15,3	211
C	14,9	447
D	14,9	250
E	16,75	323
F	11,98	132
G	15,9	331
H	14,9	250

#### 4.1.2 Chaluts et grille à langoustine

Les 8 navires étaient gréés avec des chaluts jumeaux avec d'un côté le chalut standard habituellement utilisé par les navires et de l'autre côté le chalut sélectif équipé de la grille à langoustine. Chaque chalut de chaque navire avait un cul de 80mm (maillage nominal) en fil double de 4mm de diamètre. Afin de vérifier l'évolution du maillage, une vingtaine de mailles de la rallonge, de la nappe de filet composant le kit autour de la grille et de la partie terminale du cul de chalut ont été mesurées avec la jauge Omega au début et à la fin des essais. L'espacement entre les barreaux de chaque grille a été mesuré avec un pied à coulisse. 5 matériaux distincts de cul de chalut ont été recensés parmi les huit navires : le BreizhForce et le BZL de chez Le Drezen, le Docksteel de chez DEMK, le polysteel et le jaune de chez Naberan.

#### 4.1.3 Plan d'échantillonnage

Les grilles sélectives à langoustines ont été confiées à chacun des huit navires pour les utiliser pendant la haute saison de langoustine de mai à août 2019. L'échantillonnage porte sur la langoustine pour laquelle la grille doit permettre la réduction des captures de tailles non commerciales. Les mesures en tailles et en poids ont été enregistrées. Les soles de taille commerciale ont aussi été échantillonnées afin de quantifier son éventuel échappement. La grille étant dimensionnée pour l'échappement de petites langoustines, les mesures réalisées sur la sole portent sur les poids et non pas sur les tailles des individus. Ces données ont été collectées pour chaque chalut (le sélectif équipé de la grille et le standard commercial) et chaque fraction (les rejets et les débarquements). Lorsque de la godaille était observée à bord, elle était échantillonnée et intégrée à la fraction débarquée. Le protocole d'échantillonnage n'imposant pas de durée de traîne, les poids et nombres d'individus capturés ont été standardisés par heure. Les captures de sole et de langoustine ont été échantillonnées par un observateur embarqué sur chaque navire pendant plusieurs jours de la période d'essais (Tableau 7).

Tableau 7: Période, nombre de jours et nombre de traits échantillonnés sur chaque navire

Navire	Nb jours	Nb. Traits	
		échantillonnés	Mois
A	5	18	Mai
	5		Août
B	5	19	Juillet
	5		Août
C	6	15	Août
D	4	9	Mai
E	5	35	Mai
	9		Juillet
F	6	25	Juin
	4		Juillet
	3		Août
G	7	51	Mai
	6		Juin
	1		Juillet
	5		Août
H	5	9	Mai

##### 4.1.3.1.1 Les poids

La capture était triée par l'équipage comme à son habitude, en séparant la fraction rejetée de la fraction débarquée. Après le tri, 4 catégories de langoustines sont observées : les rejets, la godaille destinée à l'équipage, les petites et les grosses langoustines de taille commercialisable. Les 3 dernières catégories sont regroupées sous la fraction « débarquements ».

Lorsque le poids de langoustine d'une fraction était trop important pour que tous les individus qui la composent soient mesurés, un échantillon était prélevé. Le poids des

échantillons de langoustine était compris entre 1kg et 3 kg selon la taille des individus. Ces poids d'échantillon permettent d'obtenir une distribution en taille des langoustines représentative de la composition de la capture. Le ratio d'échantillonnage ( $m = \text{poids total de langoustine dans la fraction} / \text{poids de l'échantillon de langoustine}$ ) est enregistré en vue de l'élévation du nombre d'individus par taille dans chacune des fractions (cf. Figure 1).

#### 4.1.3.1.2 Les tailles et proportions retenues

La longueur céphalothoracique des langoustines a été mesurée au millimètre avec un pied à coulisse (Figure 16). Afin d'être représentatif de la capture, les échantillons étaient suffisamment larges pour couvrir toute la gamme de tailles observée dans chacune des fractions. Les distributions en tailles des langoustines dans chaque fraction ont été obtenues par la multiplication du ratio d'échantillonnage issus des poids ( $m$ ) avec le nombre d'individus mesurés pour chaque taille.

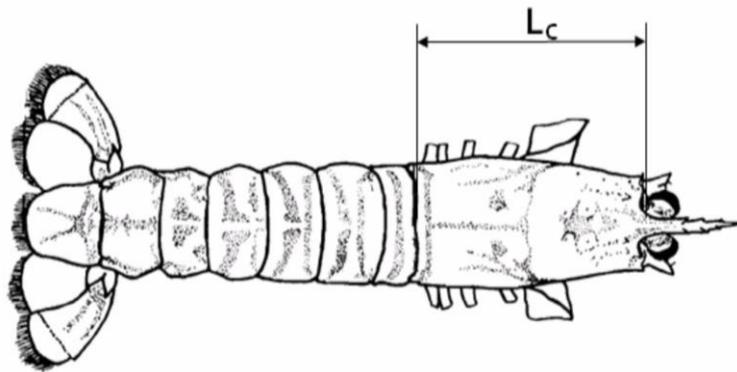


Figure 16 : Mesure de la longueur céphalothoracique ( $L_c$ ) de la langoustine. Longueur totale =  $3.3 * L_c$

Afin d'être comparables, les nombres d'individus observés pour chaque taille et chaque trait ont été divisés par la durée de traîne. Une fois les nombres d'individus aux tailles connus pour chaque fraction, la proportion retenue par le chalut sélectif est calculée pour chacune des tailles. La proportion retenue est exprimée par  $pr_t = \text{Nb.Sel}_t / (\text{Nb.Sel}_t + \text{Nb.Std}_t)$ , avec  $pr_t$  la proportion de langoustines de taille  $t$  retenu par le dispositif,  $\text{Nb.Sel}_t$  et  $\text{Nb.Std}_t$  le nombre de langoustines observées par taille dans le chalut sélectif et standard respectivement. L'évolution de cet indicateur  $pr_t$  en fonction de la taille permet d'évaluer l'efficacité du dispositif sélectif à laisser échapper les individus inférieurs à la taille marchande et retenir les individus commercialisables. Pour la langoustine du golfe de Gascogne, cette taille est établie à 9cm de longueur totale (27mm de longueur céphalothoracique).

#### 4.1.4 Analyse des données

##### 4.1.4.1 Comparaison des poids de fraction de langoustine et de sole

Les durées de traines n'étant pas imposées par le protocole expérimental, elles pouvaient varier d'une traîne à l'autre, d'un navire à l'autre. Afin d'être comparables, les poids des fractions ont été rapportées à l'heure en divisant le poids de capture de chacune des deux espèces par la durée de traîne. Les captures horaires du chalut standard ont été comparées à celle du chalut équipé de la grille sélective avec un test apparié de comparaison de

moyenne *t*-test en cas de distribution normale ou avec un test de comparaison de médiane Mann-Whitney en cas d'absence de normalité des données.

#### 4.1.4.2 Modélisation des proportions retenues de langoustine

La proportion retenue ( $pr_t$ ) a été calculée pour chaque taille et chaque trait de chalut. Les queues de distribution en tailles ont été retirées du jeu de données : les modèles s'appuient sur 95% des données, les effectifs aux tailles correspondants aux quantiles [0,025 : 0,975]. Cette procédure permet d'éviter que les très gros individus ou très petits individus biaisent le comportement des modèles statistiques sur les classes de tailles les plus fréquentes.

## 4.2 Résultats de sélectivité

### 4.2.1 Les tailles

La taille moyenne des individus rejetés est de 23mm (médiane =23, écart-type = 4.6), celle des individus débarqués est de 33mm (médiane = 33mm, écart-type = 6.7) et celle des individus de la godaille est de 26mm (médiane = 26mm, écart-type = 2.7) (Figure 17). La godaille étant débarquée par l'équipage, elle est associée à la fraction des débarquements.

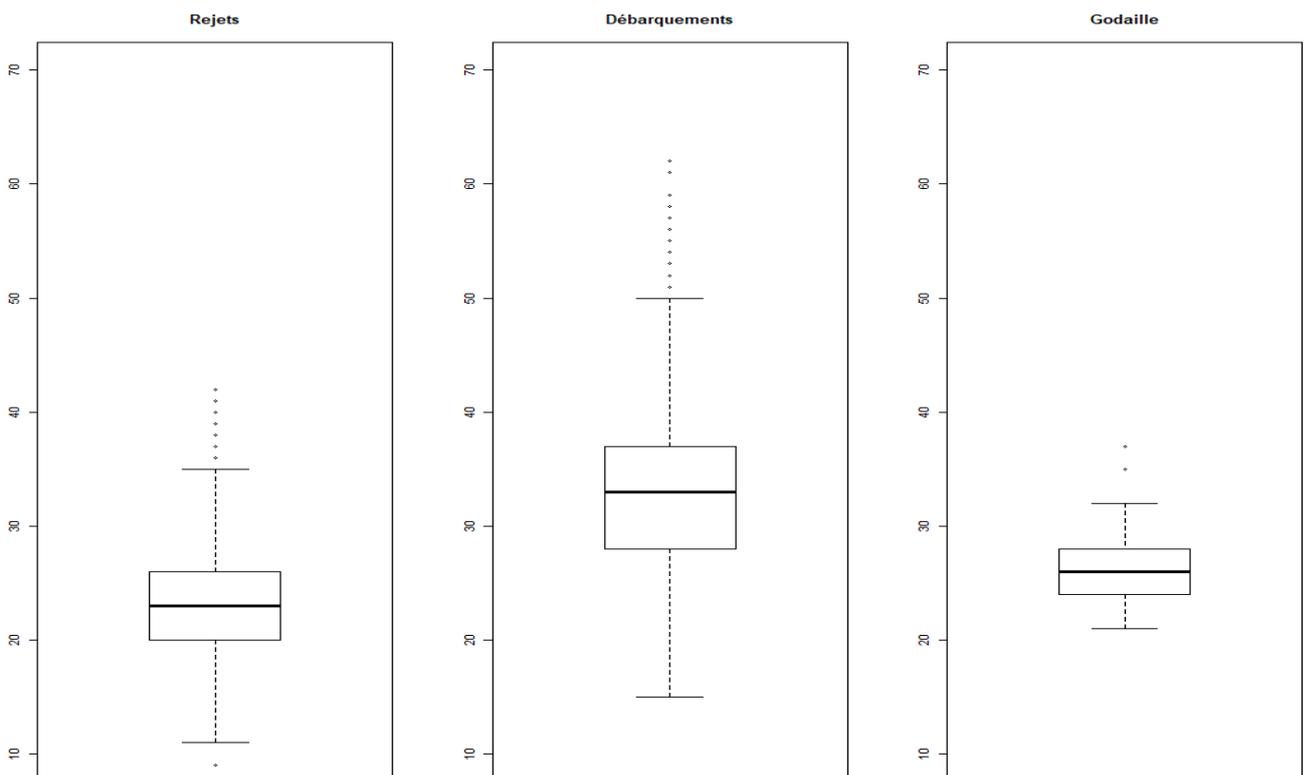


Figure 17: distribution des tailles de langoustine dans chacune des fractions de la capture (longueur céphalothoracique en mm). Le trait gras horizontal des boxplots représente la médiane.

La proportion moyenne d'individus hors taille dans la fraction débarquée varie de 16 à 35% selon les traits et les navires. Elle est en moyenne de 25% (écart-type = 7.0).

La gamme de tailles des langoustines capturées aux cours des expérimentations, toutes fractions confondues, s'étend de 9mm à 62mm de longueur céphalothoracique (soit de 3cm à 20cm de longueur totale). Après avoir retiré 2.5% des effectifs sur chaque queue de distribution, la gamme de

taille utilisée pour le traitement des données s'étend de 19mm à 33mm (soit de 6cm à 11cm de longueur totale).

Quelle que soit la taille, le nombre moyen de langoustines capturées par heure est toujours supérieur dans le chalut standard. Le chalut sélectif capture en moyenne 31% de moins d'individus inférieur à 9cm et 12% de moins d'individus supérieur à 9cm que le chalut standard (Figure 18).

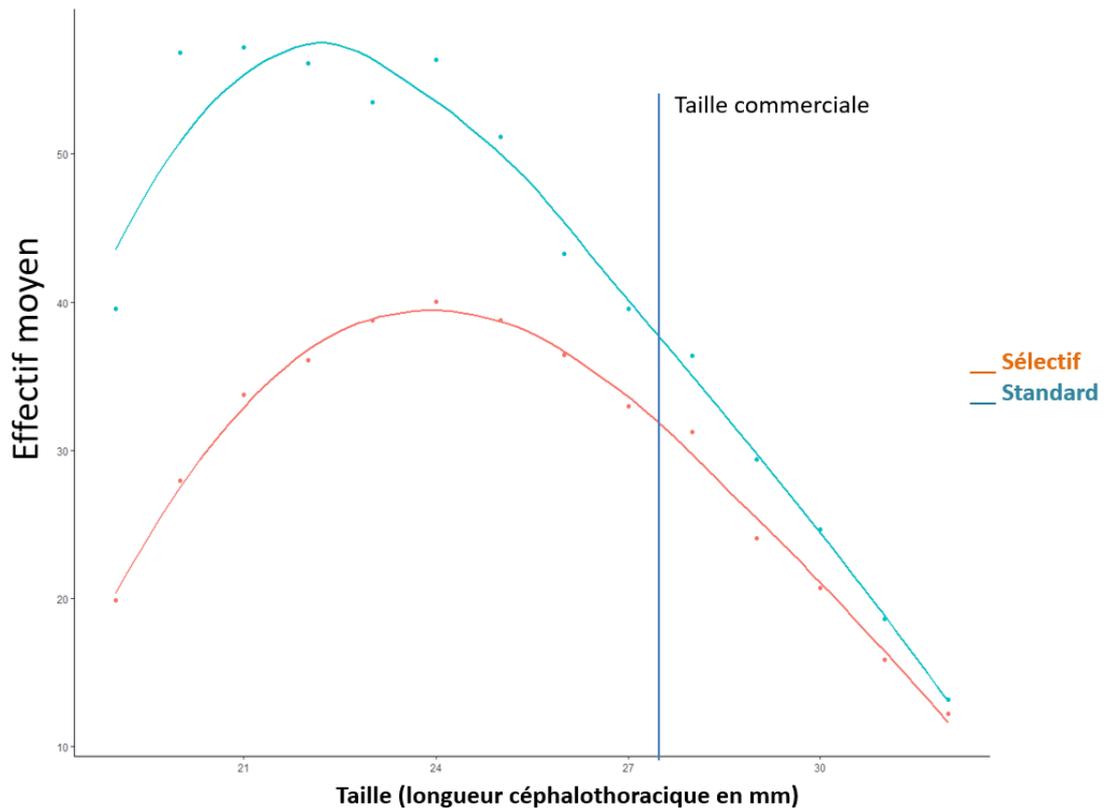
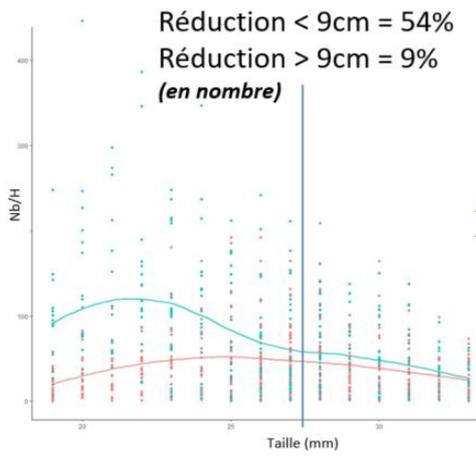
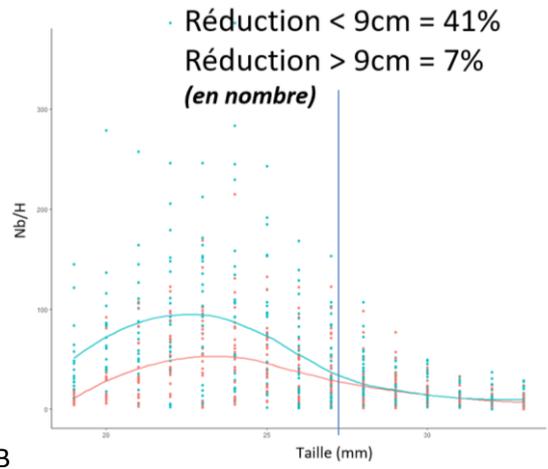


Figure 18: Effectifs moyens de langoustine (en nombre d'individus par heure de chalutage) pour le chalut sélectif et le chalut standard en fonction de la taille

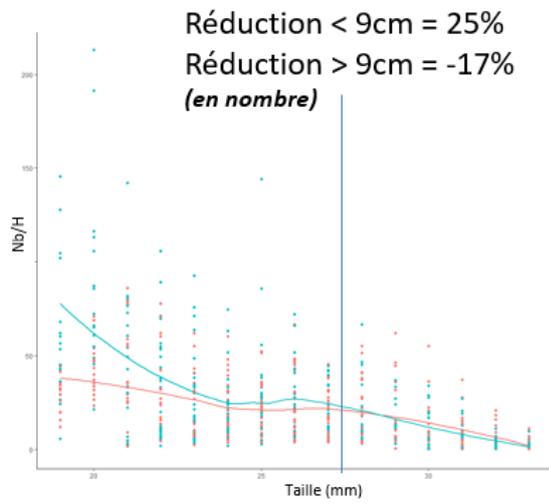
L'observation des distributions en tailles navire par navire (Figure 19) confirme que le chalut sélectif pêche moins de langoustines inférieures à 9cm que le chalut standard. Le taux de réduction de langoustine avec le chalut sélectif est variable d'un navire à l'autre : il varie de 12 à 54% pour les individus de moins de 9cm et de 3 à 17% pour les plus de 9cm. Cette représentation graphique ne tient pas compte des pratiques de tri des équipages, autrement dit de la composition en tailles des fractions débarquées et rejetées.



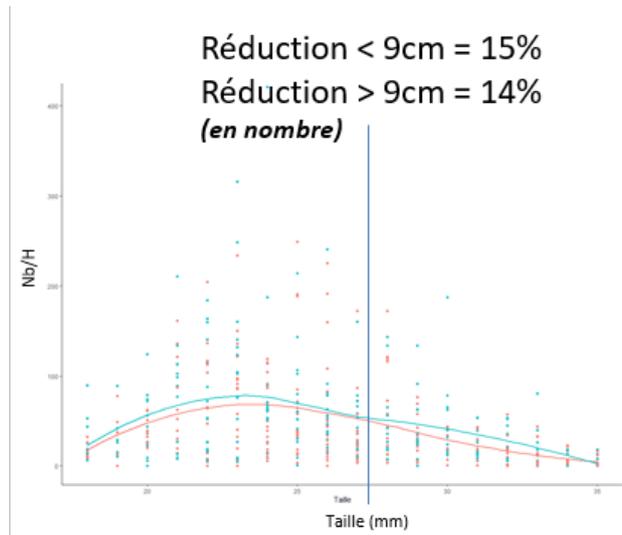
A



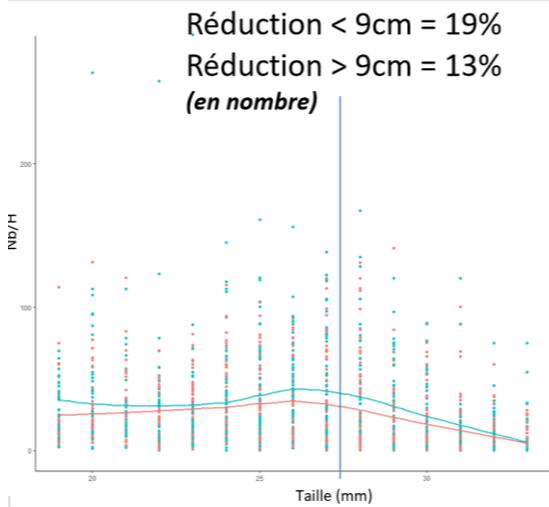
B



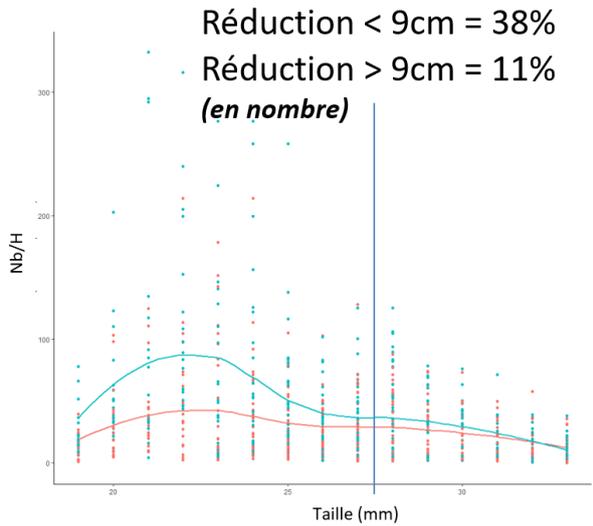
C



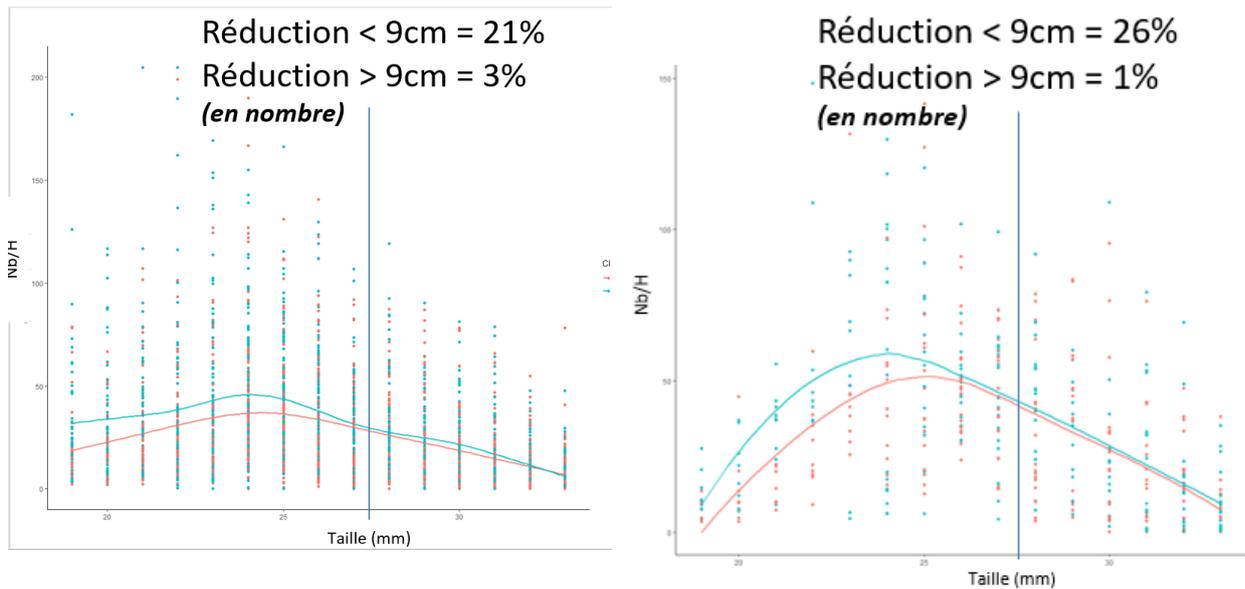
D



E



F



G

H

Figure 19: Distribution en taille des langoustines observée sur chacun des 8 navire (de A à H). En abscisse la longueur céphalothoracique en mm. En ordonnées le nombre d'individus capturé par heure de chalutage. Le trait vertical bleu représente la taille commerciale de 9cm de longueur totale. Les points correspondent à l'effectif observé à chaque trait. Les courbes sont issues des modèles. En bleu les valeurs observées pour le chalut standard et en orange les valeurs observées pour le chalut sélectif.

Pour chaque navire, la proportion de langoustine retenue aux tailles ( $pr_t$ ) pour chaque trait a été modélisée avec un GLM (Figure 20). La proportion retenue tend à augmenter avec la taille des individus, mais une grande variabilité inter-trait est observée.

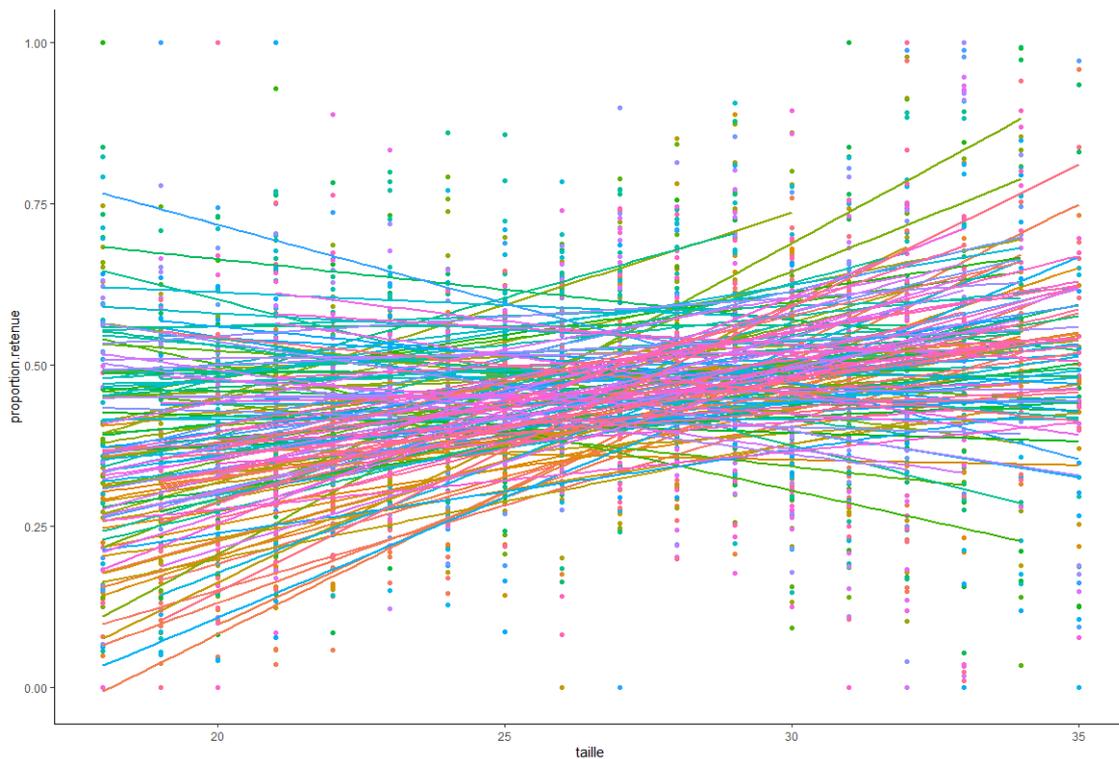


Figure 20: Proportion de langoustine retenue par le chalut sélectif en fonction de la taille pour chacun des 171 traits échantillonnés. Chaque couleur représente un navire.

Un GLM global a ensuite été ajusté sur les proportions retenues de l'ensemble 171 traits échantillonnés ainsi que pour chacun des navires (Figure 21). Les paramètres de ces modèles montrent des pentes distinctes pour chacun des navires : une forte pente indique une forte relation entre la proportion d'individus retenue et leur taille, et donc une forte sélectivité. L'intersection entre chacune des courbe et l'axe horizontal 0.5 indique la taille à laquelle le chalut standard et le chalut sélectif capturent des effectifs équivalents. Le GLM global montre que les deux chaluts capturent les langoustines de manière équivalente à partir de 30mm de longueur céphalothoracique (environ 9.9cm de longueur totale), par conséquent les pertes commerciales sont observées sur des individus de longueur céphalothoracique comprise entre 27 et 30 mm.

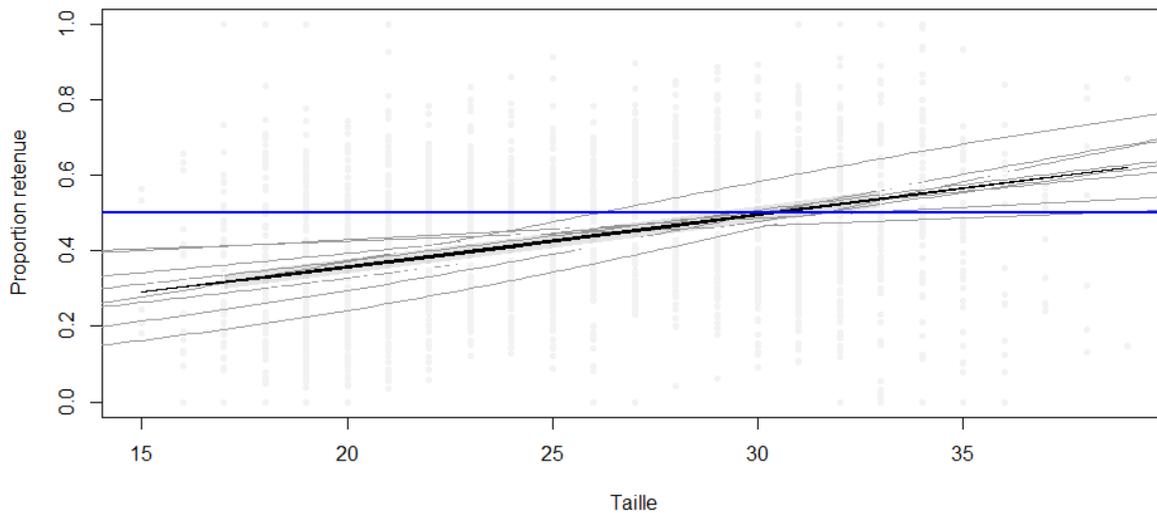


Figure 21: GLM ajusté sur les proportions de langoustines retenue par le chalut sélectif. Courbe grise : GLM correspondant à chacun des 8 navires. Courbe noire : GLM correspondant à l'ensemble des 171 traits échantillonnés lors du projet. Points gris : proportion retenue pour chaque taille et chaque trait observé. La ligne horizontale bleue correspond à la proportion retenue de 0.5, indiquant une capture équivalente dans le chalut sélectif et le chalut standard.

#### 4.2.1 Les poids

Le poids moyen de débarquements de langoustine dans le chalut sélectif et le chalut standard est respectivement de 23.5kg et 24.9kg. Cette différence n'est pas significative ( $t$ -test,  $p=0.33$ , différence moyenne de 3%,  $\sigma = 22\%$ ). Le poids moyen de rejets de langoustine est de 12.2kg dans le chalut sélectif contre 17.3kg dans le chalut standard. Cette différence est fortement significative ( $t$ -test,  $p=1.5 \cdot 10^{-6}$ , réduction moyenne des rejets de 20%,  $\sigma = 44\%$ ) (Figure 22). Les débarquements cumulés représentent 4073kg pour le chalut sélectif et 4312kg pour le chalut standard (soient 6% de débarquements en moins dans le chalut sélectif sur l'ensemble des 8 navires). Les rejets cumulés représentent 2110kg pour le chalut sélectif et 2994kg pour le chalut standard (soient 30% de rejets de moins dans le chalut sélectif pour l'ensemble des 8 navires).

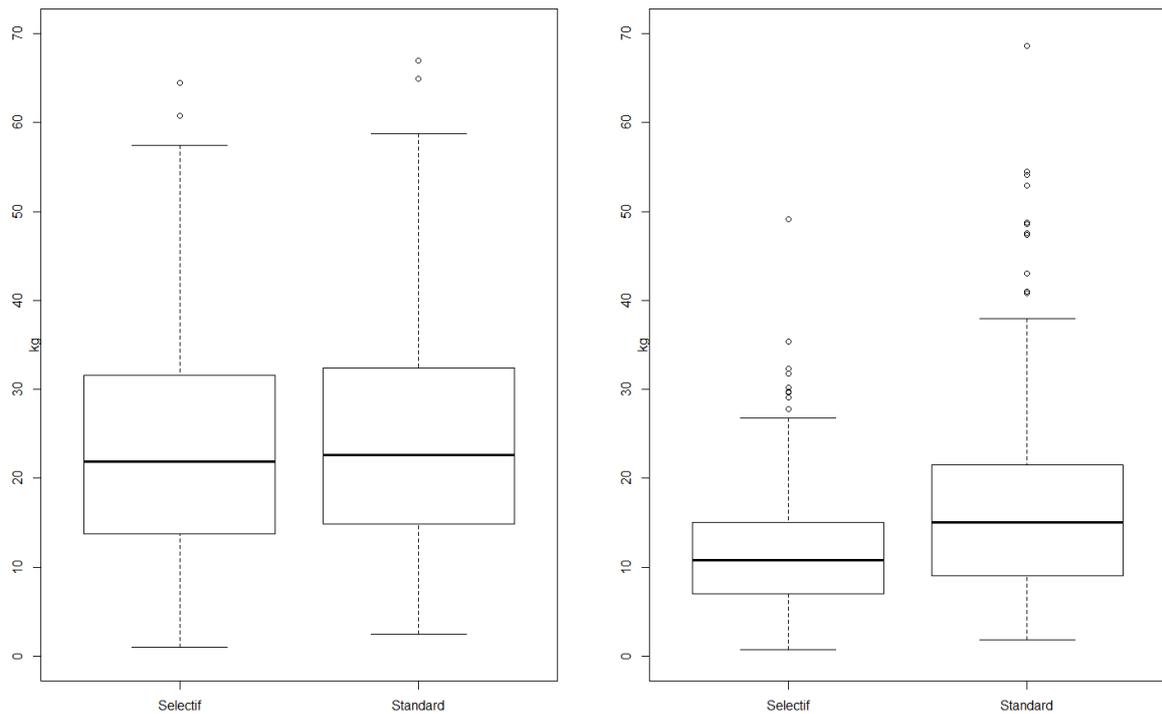


Figure 22: Distribution des poids (en kg) de langoustine des fractions débarquées (à gauche) et des fraction rejetées (à droite) pour le chalut sélectif et le chalut standard. La ligne noire représente la médiane.

Le poids moyen de débarquement de sole dans le chalut sélectif est égal à celui du chalut standard : il est de 0.8kg. Le poids moyen de rejets de sole est de 0.05kg dans le chalut sélectif et de 0.07kg dans le chalut standard. Cette différence n'est pas significative ( $t$ -test,  $p=0.4$ ) (Figure 23). Il n'y a donc pas de perte de captures de sole engendrée avec la grille à langoustine.

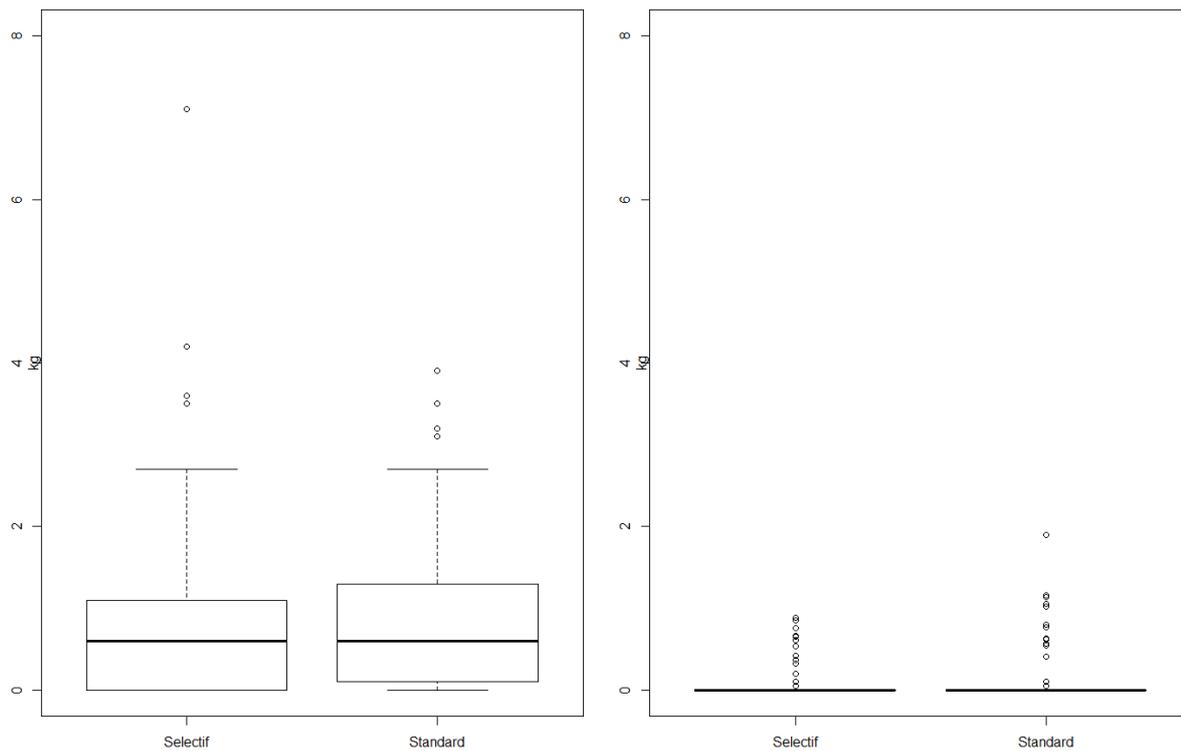


Figure 23: Distribution des poids (en kg) de sole des fractions débarquées (à gauche) et des fraction rejetées (à droite) pour le chalut sélectif et le chalut standard. La ligne noire représente la médiane.

La représentation graphique des poids obtenus dans chaque chalut et pour chaque traine (Figure 24) confirme que le chalut standard capture un poids d'individus destinés à être rejetés plus important que le chalut sélectif. Plus le poids des captures destinées à être rejetées est grand, plus la différence entre le poids observé dans le chalut standard et dans le chalut sélectif est grande. Cette tendance est beaucoup moins marquée pour la fraction débarquée. Ces représentations graphiques tiennent compte des pratiques de tri des équipages, autrement dit de la composition en tailles des fractions débarquées et rejetées.

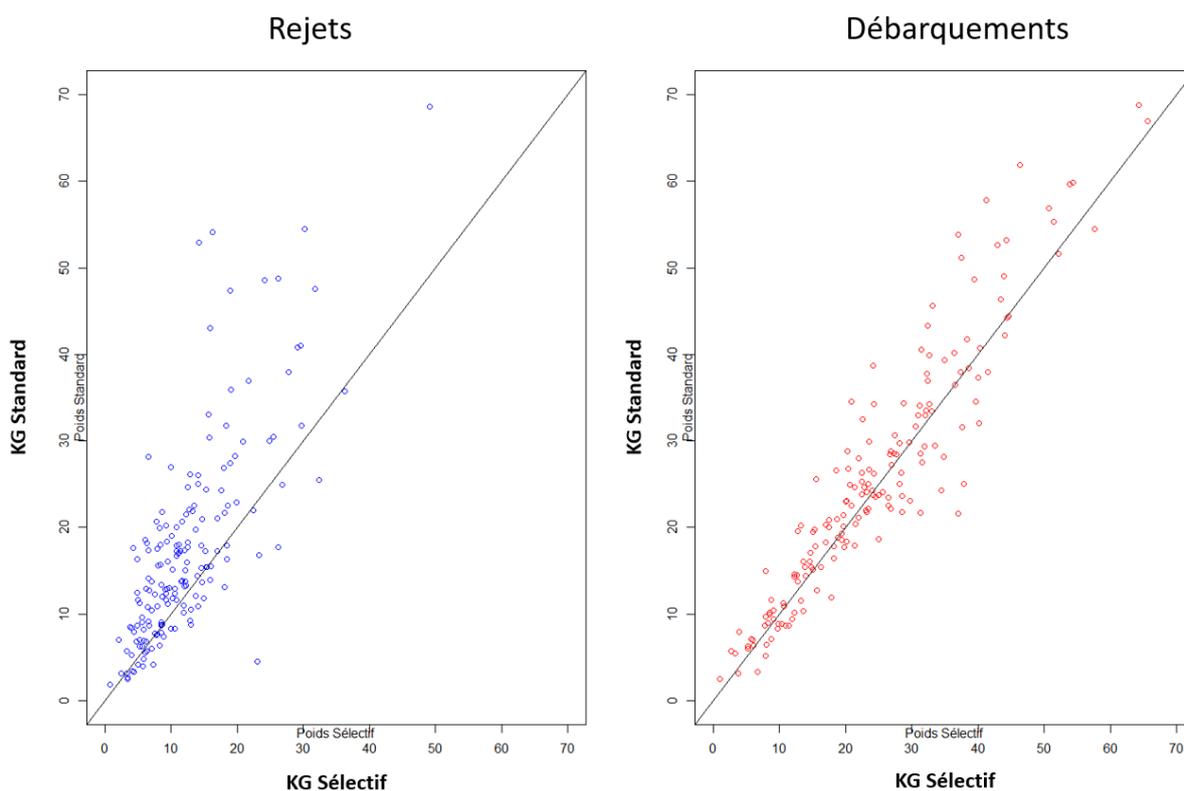


Figure 24: Représentation appariée des poids de langoustine observés dans le chalut sélectif et dans le chalut standard pour le 8 navires volontaires. Les points situés sur la bissectrice indiquent que le chalut sélectif a capturé le même poids que le chalut standard. Chaque point représente une traine.

Le pourcentage de différence en poids entre le chalut standard et le chalut sélectif, oscille entre 9 et 46% de réduction pour les rejets, et entre 19% de réduction à 1% de gain pour les débarquements selon les navires (Tableau 8).

Tableau 8: Poids cumulés de chaque fraction pour chaque chalut sur le nombre de traines réalisé pour chaque navire volontaire.

Navire	Nombre de traines	Rejets			Débarquements		
		Ch. Stand. (kg)	Ch. Sél. (kg)	% différence	Ch. Stand. (kg)	Ch. Sél. (kg)	% différence
A	18	503	271	-46	639	519	-19
B	19	513	322	-37	221	219	+1
C	15	174	130	-25	215	215	0
D	9	180	163	-9	292	279	-4
E	35	375	332	-11	832	828	<1
F	17	361	205	-43	426	418	-2
G	51	742	558	-25	1461	1380	-6
H	9	142	125	-12	222	211	-5

L'ensemble, la grille à langoustine a montré des résultats de sélectivité qui ont satisfait les professionnels qui l'ont testé. En effet, 5 navires sur les 8 ont gardé la grille sur du long terme pendant plusieurs semaines à plusieurs mois sans que des indemnisations ne soit versées par ailleurs.

Trois navires (A, D et H) n'ont pas souhaité travailler avec la grille plus d'une dizaine de jours. Le navire A travaille dans des fonds durs et le « kit à langoustine » s'abimait très rapidement. Pour les navires D et H, les résultats n'étaient pas suffisamment bons pour continuer à utiliser la grille.

## 4.3 Etude de la résistance de la grille

### 4.3.1 Protocole des mesures de déformations des grilles

Afin de suivre le comportement mécanique de la grille lors d'une journée de pêche, des jauges de déformations ont été placées sur les barreaux des différentes grilles. Le but de cette instrumentation est double. Dans un premier temps, il est nécessaire de vérifier que les déformations auxquelles sont soumises la grille lors du passage sur l'enrouleur sont bien en deçà de la résistance du matériau. Dans un second temps, du fait de l'utilisation d'un élastomère comme matériau constituant (i.e. faible raideur), il est nécessaire de vérifier que les barreaux ne s'écartent pas lors d'une action de pêche, afin que la grille garde ses propriétés sélectives. Pour ce faire, deux types d'essais ont été réalisés. Afin de caractériser le comportement de la grille immergée en eau mais sans action de pêche, des essais ont été conduits dans la veine de courant de l'Ifremer à Lorient à des vitesses de courant allant de 0.2 à 1.8 nœuds. Ensuite, le comportement de la grille a été caractérisé en mer sur des chalutiers langoustiniers en action de pêche.

### 4.3.2 Les résultats sur la résistance de la grille

Ce dernier point est conforté par les mesures de déformations effectuées en bassin et en mer ainsi que les relevés dimensionnels sur grilles neuves et après saison de pêche. Les résultats de ces essais sont présentés ci-après.

#### 4.3.2.1 Comportement mécanique du polyuréthane à chaud avant et après vieillissement accéléré

En premier lieu, il est nécessaire de s'intéresser au matériau constituant de la grille, i.e. le polyuréthane mis en œuvre à chaud. Afin d'obtenir ses propriétés mécaniques à long terme, des essais de vieillissement accélérés ont été conduits à l'Ifremer en eau de mer à 60°C pour une durée de 9 mois. Des essais de traction ont ensuite été réalisés. Les résultats sont présentés en Figure 25.

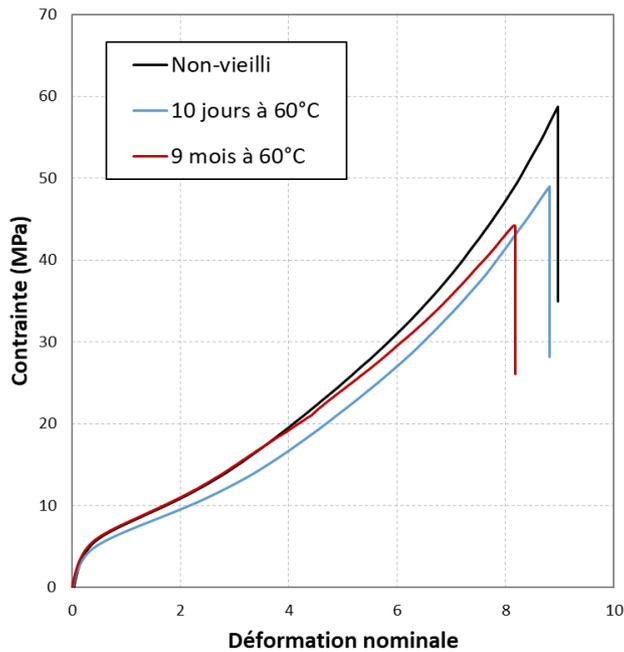


Figure 25 : Courbe de traction d'échantillons de polyuréthane à chaud avant et après vieillissement accéléré à 60°C

Ces essais mécaniques permettent de montrer que le matériau utilisé ici possède une grande capacité à se déformer, avec une déformation à rupture supérieure à 800%, typique d'un élastomère. Aussi, après 9 mois de vieillissement en eau de mer à 60°C, les propriétés mécaniques sont relativement peu affectées, avec une déformation à rupture de 800%. Cela permet de confirmer l'intérêt de ce type de matériau pour cette application.

#### 4.3.2.2 Mesure des déformations de la grille en bassin et en mer

Bien que les mesures de déformations aient été réalisées sur chacune des trois grilles, les résultats retenus concernent seulement la grille pliante en PU à chaud. Les résultats concernant les deux autres grilles étaient peu concluants car les déformations vues par ces deux grilles étaient surtout dues au mouvement entre les biellettes (dû à l'assemblage), et non aux déformations des biellettes seules.

Au total, six jauges ont été collées sur la grille pliante en PU à chaud (Figure 26). Ces différents emplacements permettent de déterminer si les barreaux s'écartent lors d'une action de pêche.

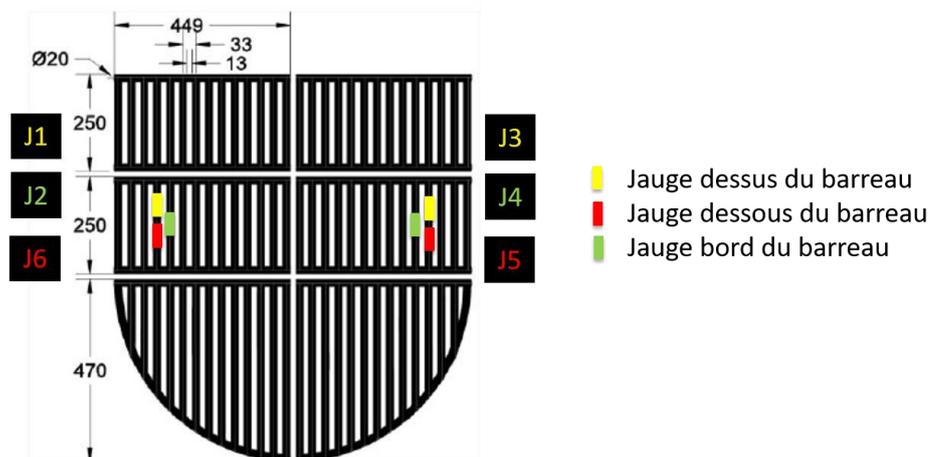


Figure 26 : Emplacement des jauges de déformation sur la grille pliante en PU à chaud

○ En bassin

Deux types d'essais ont été réalisés en bassin à des vitesses de courant comprises entre 0.2 et 1.8 nœuds. Dans un premier temps, l'effet de la vitesse du courant sur l'écartement entre barreaux est étudié (Figure 27.a). Dans un second temps, une configuration de grille obstruée (colmatée) a été investiguée à l'aide d'une bâche fixée sur la grille (Figure 27.b). Le but de ce second essai est de vérifier si le colmatage induit des déformations additionnelles faibles. Les résultats de ces deux essais sont présentés en Figure 28.

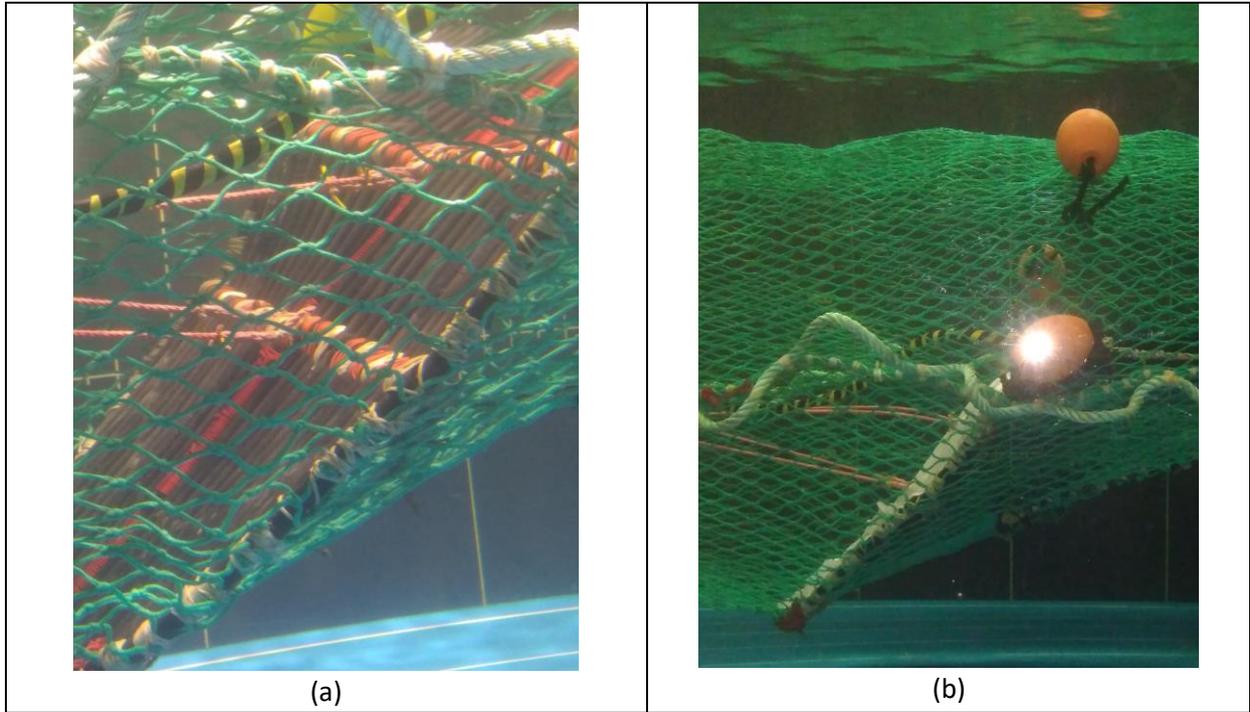


Figure 27 : Essais menés dans la veine de courant de Lorient (a) Grille normale (b) Simulation de grille obstruée/colmatée

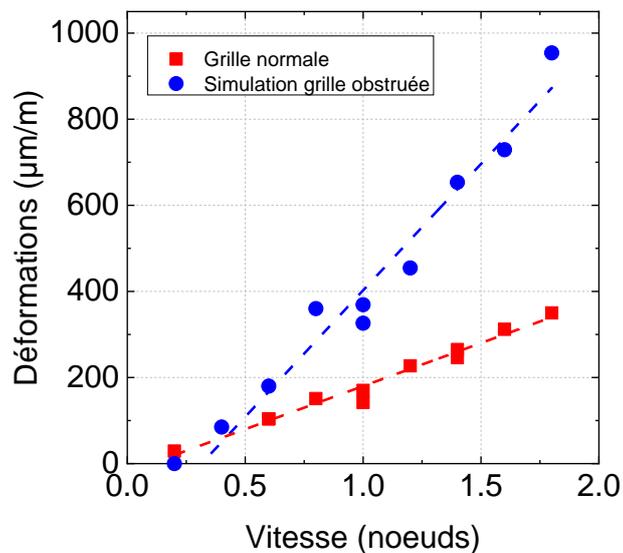


Figure 28 : Effet de la vitesse du courant sur les déformations vues par les barreaux de la grille en configuration normale (rouge) et obstruée (bleue)

Premièrement, on observe que plus la vitesse de courant augmente, plus les déformations vues par les barreaux de la grille sont élevées. On peut également noter que ces déformations évoluent linéairement avec la vitesse du courant. Cependant, dans les deux configurations (grille normale et colmatée), les niveaux de déformations perçus par la grille sont très faibles ( $\approx 1000 \mu\text{m}/\text{m}$  soit 0.1%). Le matériau utilisé ici est un élastomère. Ces matériaux ont des propriétés mécaniques qui leur permettent généralement d'atteindre une déformation à rupture proche de 1000% (voir Figure 25). Le faible niveau de déformation perçu par la grille lors des essais en bassin montre que les barreaux se déforment très peu dans le courant. Ces résultats permettent d'assurer que l'écart de 13 mm entre les barreaux n'est que peu affecté par la vitesse du courant, même si l'on extrapole les déformations aux vitesses de traits utilisées par les langoustiniers (3.3 nœuds soit environ  $640 \mu\text{m}/\text{m}$  pour la grille en configuration normale).

- En mer

Les essais en bassin ont permis de mettre en évidence que la vitesse de courant n'avait que peu d'influence sur le comportement de la grille qui garde ses propriétés sélectives même dans le cas d'une grille colmatée. Cette section concerne maintenant le comportement de la grille en mer, lors d'une action de pêche à bord d'un langoustinier. Deux questions sont soulevées ici. La première concerne la résistance de la grille lors de son passage sur l'enrouleur (Figure 29). Lors de précédents prototypes de grilles, notamment en aluminium en en polyuréthane à froid, des casses liées à l'enroulement étaient observées. La seconde question concerne le comportement de la grille immergée en action de pêche et sa capacité à garder ses propriétés sélectives. Pour ce faire, les données de déformation de la grille ont été enregistrées sur un total de 10 traits. Les résultats sont présentés en Figure 30.

La Figure 29 présente l'évolution des déformations vues par la grille lors son premier enroulement sur le navire. Durant les 200 premières secondes, la grille est posée à plat sur le pont, ce qui justifie le fait que très peu de déformations soient observées, la grille ne bouge pratiquement pas. Ensuite, de 200 à environ 300 secondes, la grille est enroulée, des déformations sont observées. Cependant, celles-ci ne dépassent guère  $1500 \mu\text{m}/\text{m}$ , soit 0.15 %. Enfin, entre 300 et 400 secondes, la grille est installée sur l'enrouleur et est prête à être mise à l'eau. Ici, les déformations maximales sont d'environ 0.1%. Il a été montré en Figure 25 que la déformation à rupture de ce matériau est supérieure à 800%. Les déformations vues par la grille sont donc négligeables comparées à la résistance du matériau. Ces résultats justifient le fait qu'aucune des grilles pliantes n'ait cassé au cours des saisons 2018 et 2019. L'enroulement de cette nouvelle grille en polyuréthane à chaud n'est a priori plus un obstacle.

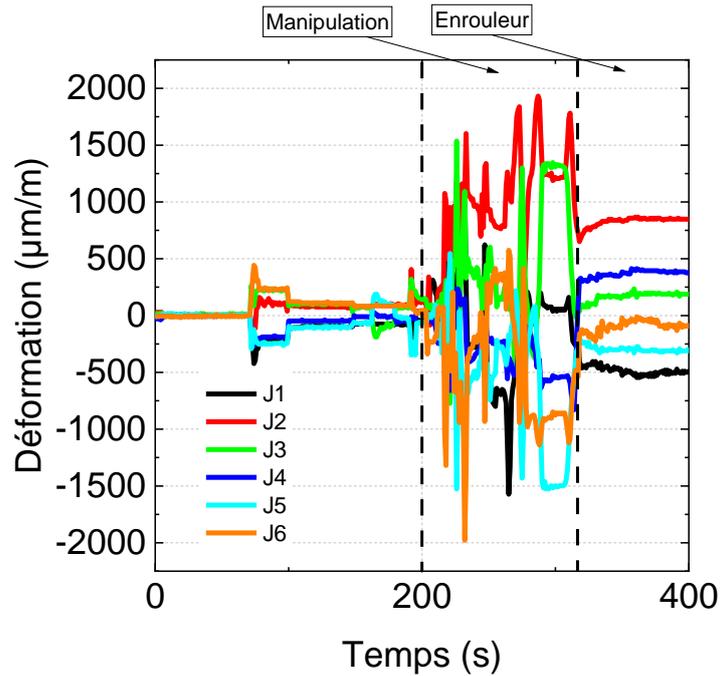


Figure 29 : Déformations vues par la grille lors de son passage sur l'enrouleur

Les résultats présentés en Figure 30 permettent de mettre en évidence que pour chacun des traits enregistrés, une fois la grille en place et en action de pêche, les déformations vues par la grille sont stables et faibles (max 0.3%). Quelques pics de déformations sont observés lors de la mise en eau, mais ceux-ci ne dépassent pas 0.7%, ce qui est une nouvelle fois bien en dessous des capacités du matériau. Le fait que les déformations soient stables lors d'un trait permet d'affirmer que les barreaux ne s'écartent pas lors d'une action de pêche et permet donc à la grille de garder ses propriétés sélectives.

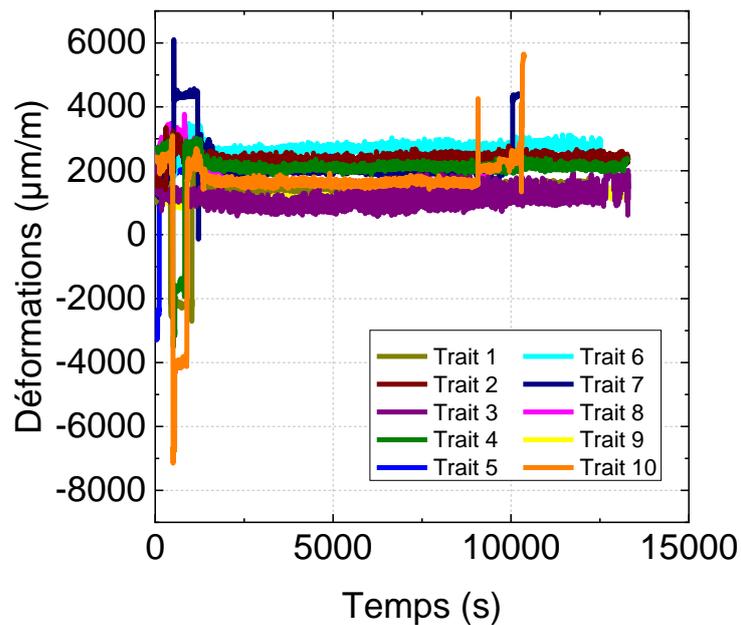


Figure 30 : Déformations vues par la grille lors d'une action de pêche

#### 4.3.2.3 Variations dimensionnelles de la grille après une saison de pêche

Enfin, des mesures dimensionnelles sur chacune des grilles utilisées en 2019 ont été relevées avant et après la saison. Le but de cette étude est de vérifier si des variations dimensionnelles dues au vieillissement sont apparues suite à une saison de pêche. Au total, plus de 1000 valeurs ont été relevées sur les différentes grilles. Les résultats de ces relevés sont présentés dans le Tableau 9 et montrent que bien que l'écart type augmente légèrement après une saison de pêche, les valeurs moyennes sont plus qu'acceptables.

Tableau 9 : Variations dimensionnelles des barreaux de la grille avant et après la saison de pêche

<b>Dimensions grille Neuve/ Après Saison</b>	<b>Espacement entre barreaux (mm)</b>	<b>Diamètre des barreaux (mm)</b>
Avant	13,09 ± 0,20	19,65 ± 0,14
Après	13,75 ± 0,92	19,72 ± 0,44

Plusieurs explications peuvent être présentées quant aux modifications dimensionnelles observées après une saison de pêche. Concernant l'augmentation de diamètre des barreaux, lors de l'immersion en mer, le matériau absorbe de l'eau, ce qui peut conduire à un gonflement entraînant une modification dimensionnelle. Aussi, lorsque la grille est à quai ou sur le pont, celle-ci est exposée à des changements de températures réguliers et est également soumise à des rayonnements UVs. De telles expositions peuvent conduire à des modifications chimiques irréversibles dans le matériau et entraîner des modifications dimensionnelles. Cependant, on peut noter que les variations observées ici sont relativement faibles. Quant à l'augmentation de l'espacement entre barreaux, cette modification peut venir du fait que la grille ait perdu en raideur après une saison de pêche. Après des chargements répétés, il est connu que certains élastomères peuvent perdre une partie significative de leur raideur, même après les premiers cycles de chargement. Du fait de cette chute de raideur, lors de la mesure entre barreaux (faite au pied à coulisse), il est possible que la mesure ait été faite légèrement différemment. Dans tous les cas, tout comme pour l'augmentation du diamètre des barreaux, les modifications dimensionnelles sont faibles.

Pour conclure, le matériau utilisé qui est le polyuréthane moulé à chaud semble adapté à l'utilisation qui en est attendue de par sa résistance dans le temps, sa souplesse et à la fois bonne mémoire de forme qui l'empêche de casser et se déformer. La forme en 6 morceaux donnée à la grille lui confère son rôle de sélectivité tout en évitant une variation de l'espacement des barreaux.

## 5 Conclusion / Discussion

Le développement de la grille à langoustine a demandé de nombreuses étapes et projets. L'avancée des réflexions et propositions faites dans le projet OPTISEL se nourrit des années d'études de l'Ifremer et l'Agria sur ce dispositif (ASCGG, REDRESSE, GRILLETINE, etc.). L'avancée en itération à travers le projet OPTISEL a permis, à partir de 3 prototypes, de proposer une grille optimisée dans sa conception.

L'analyse des captures de langoustine porte sur 171 traits réalisés sur 8 navires. Elle montre que la grille a permis une réduction significative des individus inférieurs à la taille commerciale par rapport aux captures réalisées avec le chalut standard. La quantification de cette réduction dépend de la méthode de calcul : en nombre d'individus inférieurs à 9 cm, cette réduction est estimée à 31%.

La réduction de la part de langoustines rejetées, en poids, est aussi significative, mais elle est dépendante des pratiques de tri des équipages. Moyennée sur l'ensemble des traits, elle est estimée en moyenne à 20%, et à 30% si elle est calculée à partir du cumul des poids de captures observé sur l'ensemble des traits et navires de l'expérimentation.

De la même façon, la réduction de la capture commerciale de langoustine est estimée à 12% en nombre, et varie de 3% à 6% en poids selon la méthode de calcul. Les distributions en tailles montrent que cette réduction concerne essentiellement les individus de petite taille commerciale (entre 9 et 10cm).

En parallèle, les poids de captures de sole ont été enregistrés. Aucune différence significative n'a été observée entre le chalut standard et le chalut équipé de la grille ; mais le poids des captures de sole était très faible.

D'autre part, aucun problème d'ergonomie ni de résistance de la grille n'a été remonté. Les travaux réalisés sur les déformations et le vieillissement de la grille indiquent que le matériau utilisé est tout à fait adapté au dispositif testé.

A noter que la grille à langoustine a été testée pendant plusieurs semaines à plusieurs mois sur 8 langoustiniers du golfe de Gascogne. Cinq d'entre eux l'ont gardée à bord, alors qu'aucune indemnisation n'était versée, profitant du temps de tri gagné par des pochées présentant moins de rejets de langoustine.

Cependant, l'ensemble de ces résultats montre que, même si la grille a été adoptée pendant plusieurs semaines par 5 navires langoustiniers, elle n'est pas adaptée à tous les navires. En effet, lorsqu'elle a été utilisée dans les fonds « durs », les résultats de sélectivité et de résistance du montage étaient mauvais. Le « kit grille à langoustine » frottant sur le fond étaient fortement abimés. Des améliorations seraient à prévoir pour éviter l'usure de la partie du filet inférieur des kits. De plus, ce « kit » ergonomique dans son utilisation de pêche est relativement complexe et long à produire. Il n'est pas aisément réalisable par les professionnels eux-mêmes et demande une confection chez un équipementier. Ce « kit » est difficilement réparable lors d'une avarie de par sa complexité et l'utilisation de petits maillages.

Par conséquent, la grille à langoustine développée dans le cadre du projet OPTISEL est adaptée au travail de certains chalutiers langoustiniers qui ne travaillent pas dans les fonds durs. Des pertes commerciales sont toujours existantes, bien que moindres que celles observées avec les autres grilles testées et non significatives statistiquement sur l'ensemble des essais réalisés. Par ailleurs, la révision de la réglementation de l'ANP Langoustine décrivant les dispositifs sélectifs serait à envisager pour pouvoir utiliser le « kit grille à langoustine » dans l'état, c'est-à-dire, avec la présence d'une nappe de petit maillage.

Projet après projet, les résultats obtenus sur les travaux de la grille à langoustines s'améliorent et tendent vers un dispositif utilisable par des professionnels qui travaillent dans des conditions adaptées au fonctionnement de la grille.

## Remerciements

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre du programme OPTISEL, porté par l'AGLIA en partenariat avec l'IFREMER. Ce programme bénéficie du soutien financier du FEAMP et de France Filière Pêche. Merci aux équipages des navires ayant testé la grille à langoustine pour leur collaboration et leur retour d'expérience.

## Table des figures et tableaux

FIGURE 1 : PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE DES CAPTURES (FRACTION DEBARQUEE ET FRACTION REJETEE). (MEHAULT ET AL., 2018). .....	6
FIGURE 2 : SCHEMA ET PHOTO DE LA GRILLE A BIELLETTES EN ERTALON. ....	7
FIGURE 3 : REPARTITION PAR TAILLE DES CAPTURES DE LANGOUSTINES DANS LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – GRILLE A BIELLETTE EN ERTALON.....	8
FIGURE 4 : PHOTOS DE LA GRILLE A BIELLETTE EN ERTALON APRES 5 JOURS DE MER .....	9
FIGURE 5 : SCHEMA ET PHOTO DE LA GRILLE A BIELLETTES EN PU MOULE A CHAUD. ....	10
FIGURE 6 : REPARTITION PAR TAILLE DES CAPTURES DE LANGOUSTINES DANS LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – GRILLE A BIELLETTES EN PU MOULE A CHAUD .....	11
FIGURE 7 : PHOTOS DE LA GRILLE A BIELLETTE EN PU MOULE A CHAUD APRES 5 JOURS DE MER.....	12
FIGURE 8 : SCHEMA ET PHOTO DE LA GRILLE 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD. ....	13
FIGURE 9 : SCHEMA DE MONTAGE DANS LA PARTIE DROITE DU CHALUT DE LA GRILLE EN 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD .....	13
FIGURE 10 : REPARTITION PAR TAILLE DES CAPTURES DE LANGOUSTINES DANS LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – GRILLE PLIANTE EN 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD .....	15
FIGURE 11 : SCHEMA DE LA PREMIERE EVOLUTION DU MONTAGE DE LA GRILLE PLIANTE 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD .....	16
FIGURE 12 : REPARTITION PAR TAILLE DES CAPTURES DE LANGOUSTINES DANS LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – GRILLE PLIANTE EN 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD AVEC CYLINDRE EN PETIT MAILLAGE AJOUTE AUTOUR.....	17
FIGURE 13 : SCHEMA DU « KIT GRILLE A LANGOUSTINES » .....	19
FIGURE 14 : REPARTITION PAR TAILLE DES CAPTURES DE LANGOUSTINES DANS LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – « KIT GRILLE A LANGOUSTINES » AVEC GRILLE PLIANTE EN 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD .....	20
FIGURE 15 : CARTE DES ESSAIS DE LA GRILLE A LANGOUSTINE SUR LA GRANDE VASIERE DU GOLFE DE GASCOGNE.....	22
FIGURE 16 : MESURE DE LA LONGUEUR CEPHALOTHORACIQUE ( $L_c$ ) DE LA LANGOUSTINE. LONGUEUR TOTALE = $3.3 * L_c$ .....	24
FIGURE 17: DISTRIBUTION DES TAILLES DE LANGOUSTINE DANS CHACUNE DES FRACTIONS DE LA CAPTURE (LONGUEUR CEPHALOTHORACIQUE EN MM). LE TRAIT GRAS HORIZONTAL DES BOXPLOTS REPRESENTE LA MEDIANE. ....	25
FIGURE 18: EFFECTIFS MOYENS DE LANGOUSTINE (EN NOMBRE D'INDIVIDUS PAR HEURE DE CHALUTAGE) POUR LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD EN FONCTION DE LA TAILLE.....	26
FIGURE 19: DISTRIBUTION EN TAILLE DES LANGOUSTINES OBSERVEE SUR CHACUN DES 8 NAVIRE (DE A A H). EN ABSCISSE LA LONGUEUR CEPHALOTHORACIQUE EN MM. EN ORDONNEES LE NOMBRE D'INDIVIDUS CAPTURE PAR HEURE DE CHALUTAGE. LE TRAIT VERTICAL BLEU REPRESENTE LA TAILLE COMMERCIALE DE 9CM DE LONGUEUR TOTALE. LES POINTS CORRESPONDENT A L'EFFECTIF OBSERVE A CHAQUE TRAIT. LES COURBES SONT ISSUES DES MODELES. EN BLEU LES VALEURS OBSERVEES POUR LE CHALUT STANDARD ET EN ORANGE LES VALEURS OBSERVEES POUR LE CHALUT SELECTIF. ....	28
FIGURE 20:PROPORTION DE LANGOUSTINE RETENUE PAR LE CHALUT SELECTIF EN FONCTION DE LA TAILLE POUR CHACUN DES 171 TRAITS ECHANTILLONNES. CHAQUE COULEUR REPRESENTE UN NAVIRE.....	28
FIGURE 21: GLM AJUSTE SUR LES PROPORTIONS DE LANGOUSTINES RETENUE PAR LE CHALUT SELECTIF. COURBE GRISE : GLM CORRESPONDANT A CHACUN DES 8 NAVIRES. COURBE NOIRE : GLM CORRESPONDANT A L'ENSEMBLE DES 171 TRAITS ECHANTILLONNES LORS DU PROJET. POINTS GRIS : PROPORTION RETENUE POUR CHAQUE TAILLE ET CHAQUE TRAIT OBSERVE. LA LIGNE HORIZONTALE BLEUE CORRESPOND A LA PROPORTION RETENUE DE 0.5, INDIQUANT UNE CAPTURE EQUIVALENTE DANS LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD.....	29
FIGURE 22: DISTRIBUTION DES POIDS (EN KG) DE LANGOUSTINE DES FRACTIONS DEBARQUEES (A GAUCHE) ET DES FRACTION REJETEES (A DROITE) POUR LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD. LA LIGNE NOIRE REPRESENTE LA MEDIANE.....	30
FIGURE 23: DISTRIBUTION DES POIDS (EN KG) DE SOLE DES FRACTIONS DEBARQUEES (A GAUCHE) ET DES FRACTION REJETEES (A DROITE) POUR LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD. LA LIGNE NOIRE REPRESENTE LA MEDIANE. ....	31
FIGURE 24: REPRESENTATION APPARIEE DES POIDS DE LANGOUSTINE OBSERVES DANS LE CHALUT SELECTIF ET DANS LE CHALUT STANDARD POUR LE 8 NAVIRES VOLONTAIRES. LES POINTS SITES SUR LA BISSECTRICE INDIQUENT QUE LE CHALUT SELECTIF A CAPTURE LE MEME POIDS QUE LE CHALUT STANDARD. CHAQUE POINT REPRESENTE UNE TRAIN. ....	32
FIGURE 25 : COURBE DE TRACTION D'ÉCHANTILLONS DE POLYURETHANE A CHAUD AVANT ET APRES VIEILLISSEMENT ACCELERE A 60°C .....	34
FIGURE 26 : EMPLACEMENT DES JAUGES DE DEFORMATION SUR LA GRILLE PLIANTE EN PU A CHAUD .....	34
FIGURE 27 : ESSAIS MENES DANS LA VEINE DE COURANT DE LORIENT (A) GRILLE NORMALE (B) SIMULATION DE GRILLE OBSTRUEE/COLMATEE .....	35

FIGURE 28 : EFFET DE LA VITESSE DU COURANT SUR LES DEFORMATIONS VUES PAR LES BARREAUX DE LA GRILLE EN CONFIGURATION NORMALE (ROUGE) ET OBSTRUEE (BLEUE) .....	35
FIGURE 29 : DEFORMATIONS VUES PAR LA GRILLE LORS DE SON PASSAGE SUR L'ENROULEUR .....	37
FIGURE 30 : DEFORMATIONS VUES PAR LA GRILLE LORS D'UNE ACTION DE PECHE.....	37
TABLEAU 1 : DIFFERENCE DES DEBARQUEMENTS ET DES REJETS DE LANGOUSTINES ENTRE LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – GRILLE A BIELLETES EN ERTALON .....	8
TABLEAU 2 : DIFFERENCE DES DEBARQUEMENTS ET DES REJETS DE LANGOUSTINES ENTRE LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – GRILLE A BIELLETES EN PU MOULE A CHAUD .....	11
TABLEAU 3 : DIFFERENCE DES DEBARQUEMENTS ET DES REJETS DE LANGOUSTINES ENTRE LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – GRILLE PLIANTE EN 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD .....	14
TABLEAU 4 : DIFFERENCE DES DEBARQUEMENTS ET DES REJETS DE LANGOUSTINES ENTRE LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – GRILLE PLIANTE EN 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD AVEC CYLINDRE EN PETIT MAILLAGE AJOUTE AUTOUR .....	17
TABLEAU 5 : DIFFERENCE DES DEBARQUEMENTS ET DES REJETS DE LANGOUSTINES ENTRE LE CHALUT SELECTIF ET LE CHALUT STANDARD – « KIT GRILLE A LANGOUSTINES » AVEC GRILLE PLIANTE EN 6 MORCEAUX EN PU MOULE A CHAUD .....	20
TABLEAU 6: CARACTERISTIQUES DES NAVIRES ET DE LEURS CHALUTS IMPLIQUES DANS LES EXPERIMENTATIONS DE GRILLES A LANGOUSTINE .....	22
TABLEAU 7: PERIODE, NOMBRE DE JOURS ET NOMBRE DE TRAITS ECHANTILLONNES SUR CHAQUE NAVIRE .....	23
TABLEAU 8: POIDS CUMULES DE CHAQUE FRACTION POUR CHAQUE CHALUT SUR LE NOMBRE DE TRAINES REALISE POUR CHAQUE NAVIRE VOLONTAIRE .....	32
TABLEAU 9 : VARIATIONS DIMENSIONNELLES DES BARREAUX DE LA GRILLE AVANT ET APRES LA SAISON DE PECHE.....	38

## Bibliographie :

Cornou A.S., Goascoz N., Quinio-Scavinner M., Prioul F., Sabbio A., Dubroca L., Renaud F., Rochet M.J., 2018. Captures et rejets des métiers de pêche français - Résultats des observations à bord des navires de pêche professionnelle en 2017, 410pp.

FranceAgrimer, 2019. Données de ventes déclarées en halles à marée en 2018. 91P.

Méhault, S., Larnaud, P., Rimaud, T., Cuillandre, JP., Morandeau, F., Simon, J. et Vacherot, JP., 2018. Essais de dispositifs sélectifs par les flottilles chalutières du golfe de Gascogne. Programme REDRESSE. RBE/STH/LTBH/2018.002, 164pp.

## Annexe : Formulaire d'échantillonnage à bord

<b>OPTISEL - Chalut</b>	
Fiche navire	
Information navire	
Nom du Navire	Longeur (Ht)
Immat	Jauge brute
Nom du patron	Puissance (Kw ou CV)
Information sur la marée d'expérimentation	
Nbre de traits étudiés:	
J1:	/J2: /J3: /J4: /J5: /J6: /J7: /J8: // Total:
Remarques/observations	
Information sur les chaluts	
Taille panneaux:	Poids panneaux:
Type de panneaux:	Longueur Corde de Dos:
Nb de boules et Volumes:	Grilles à cailloux?:
Dispo sélectif langoustine utilisé:	
Plan du chalut classiquement utilisé	
<p style="text-align: center;"> <b>Ailes supérieures</b>              ..... mm  <b>Grand dos</b>              ..... mm  <b>Petit dos</b>              ..... mm  <b>Gorget</b>              ..... mm  <b>Rallonge</b>              ..... mm              -Longueur rallonge ..... mailles              -Diam fil rallonge : .....              -Longueur cul ..... mailles              -Diam fil cul : .....  <b>Cul</b>              .... mm           </p> <p style="text-align: center;"> <b>Ailes inférieures</b>              ..... mm  <b>Pieds d'ailes</b>              ..... mm  <b>Ventre</b>              ..... mm           </p>	

<b>OPTISEL - Chalut</b>		
<b>Fiche Passerelle</b>		
Date	N° Trait	Num Photo correspondantes
Espèces cibles:	<u>Dispositif sélectif:</u>	<u>Sélectif:</u> Babord Tribord <u>Standard:</u> Babord Tribord
<b>Le trait</b>		
Heure début de traîne (fin de filage)	Heure fin de traîne (début de virage)	
Vitesse de traîne	Heure cul sur le pont	
Latitude Début Longitude début	Avarie? (Préciser sur quel chalut)	
Latitude fin Longitude fin	Type de trait effectué? (rectiligne, courbe, destructuré,...)	
<b>L'environnement</b>		
Profondeur moyenne (m)	Etat de la mer:	
Coeff Marée/courants:	Hauteur Houle:	
Force du vent (Beaufort)	Direction du vent	
Température de l'air	P.Atmosphérique	Type de substrat
<b>Observations</b>		

Date :	Navire	N°trait	Chalut Témoin ? expérimental ?
--------	--------	---------	--------------------------------

### La capture débarquée (Poids en kg et Nombre)

Mesures des individus si présence de plus de 5 individus dans le standard

Espèce	Chalut témoin	Chalut sélectif	Espèce	Chalut témoin	Chalut sélectif
Petite Roussette (P)			Pageots (P)		
Emissole tachetée (P)			Maigre (P)		
Emissole lisse (P)			<b>Rouget-barbet</b> (MP)		
Raies (ttes espèces) (P)			Mulets (P)		
Congre commun (P)			Grande Vive (P)		
Tacaud commun (P)			<b>Maquereau commun</b> (MP)		
<b>Eglefin (Anon)</b> (MP)			Bonite à dos rayé (P)		
<b>Morue</b> (MP)			Barbue (P)		
<b>Merlan</b> (MP)			Turbot (P)		
<b>Lieu jaune</b> (MP)			<b>Cardine franche</b> (MP)		
<b>Lingue (Julienne)</b> (MP)			Limande-sole (P)		
Phycis de fond(P)			<b>Plie</b> (MP)		
<b>Merlu commun</b> (MP)			<b>Sole commune</b> (MP)		
<b>Baudroies</b> (P) Entier/Vidé/queue			Soles (+ S. du Sénégal) (P)		
Saint-Pierre (P)			<b>Langoustine (P)</b> (MP)		
Grondins (P)			<b>Langoustine (G)</b> (MP)		
<b>Bar commun</b> (MP)			Tourteau (P)		
<b>Bar tacheté</b> (MP)			Araignée (P)		
<b>Chinchards</b> (MP)			Galathée (P)		
Dorade grise (P)					
<b>Seiche</b> (adultes) (P)					
<b>Seiche</b> (casserons) (P)					
<b>Encornet</b> (MP)					
Dorade royale (P)					

OPTISEL - Chalut							
Mensurations		Chalut <input type="checkbox"/> Standard <input type="checkbox"/> Experimental		Navire		N° trait	
Esp.		Esp.		Esp.		Esp.	
Frac.	<input type="checkbox"/> Rejets <input type="checkbox"/> Débarq. <input type="checkbox"/> Autre	Frac.	<input type="checkbox"/> Rejets <input type="checkbox"/> Débarq. <input type="checkbox"/> Autre	Frac.	<input type="checkbox"/> Rejets <input type="checkbox"/> Débarq. <input type="checkbox"/> Autre	Frac.	<input type="checkbox"/> Rejets <input type="checkbox"/> Débarq. <input type="checkbox"/> Autre
Poids tot.		Poids tot.		Poids tot.		Poids tot.	
Poids ech.		Poids ech.		Poids ech.		Poids ech.	
Coef. (1/m)		Coef. (1/m)		Coef. (1/m)		Coef. (1/m)	
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
9		9		9		9	
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
9		9		9		9	
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
9		9		9		9	
0		0		0		0	
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
4		4		4		4	
5		5		5		5	
6		6		6		6	
7		7		7		7	
8		8		8		8	
9		9		9		9	
0		0		0		0	