



# PASAMER

## Palangre Automatique pour le Sabre et le Merlu

Rapport final  
Mars 2017

Travaux réalisés avec le soutien financier de :



# PROJET PASAMER

## Palangre Automatique pour le Sabre et le Merlu

### 2014-2016

Ce document doit être cité de la façon suivante :

Projet PASAMER – Rapport final Palangre Automatique pour le Sabre et le Merlu - 56 Pages

#### Contributeurs :

G. LE LEC, M. GUEGUEN – CMCS  
R. FAGEOT, F. THERET, T. FILIPPI – SCAPÊCHE  
B. VINCENT – IFREMER

#### Contacts :

G. LE LEC ([georges.lelec@cooperationmaritime.fr](mailto:georges.lelec@cooperationmaritime.fr))  
M. GUEGUEN ([mathilde.gueguen@cooperationmaritime.fr](mailto:mathilde.gueguen@cooperationmaritime.fr))

Coopération Maritime Conseil & Services – CMCS  
24 Rue du Rocher  
75008 PARIS

01 53 42 47 90

## Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu France Filière Pêche qui à travers ce type de projet participe à l'adaptation de la filière aux contraintes énergétiques et environnementales et en particulier Morgane RAMONET pour son écoute et sa collaboration au déroulement du projet.

Nous remercions également la Région Bretagne pour son soutien financier.

Ce projet n'aurait pu aboutir sans la participation et l'expérience des marins de la Scapêche. Nous remercions chaleureusement tous les membres d'équipage du navire Héliotrope.

Merci aussi à l'IMR Bergen pour l'encadrement scientifique des essais en mer.



## Porteur de projet



### **CMCS**

Adresse : 24 rue du Rocher – 75008 Paris  
Téléphone : 01 53 42 47 90

## Partenaires



### **SCAPECHE**

Adresse : 17 Bd Abbé Le Cam – CP 18 – 56326 Lorient Cedex  
Téléphone : 02 97 37 10 11 - 06 74 63 52 04



### **IFREMER**

Adresse : 8 rue François Toullec – 56100 LORIENT  
Téléphone : 02 97 87 38 30 - 06 73 58 45 62



### **IMR Bergen**

Adresse : P.O. Box 1870 Nordnes – 5817 Bergen – Norway

## Résumé

En 2014, la Coopération Maritime Conseil et Services, la Scapêche et l'Ifremer Lorient se sont regroupés pour engager une réflexion sur des techniques de pêche alternatives (au chalut) dans le cadre de l'appel à projets de France Filière Pêche sur la « Diminution des rejets ». L'Héliotrope, ex-chalutier a été armé pour expérimentation à la Palangre Automatique pour le Sabre et le Merlu qui a donné son nom au projet PASAMER. L'objectif de ce projet cofinancé par France Filière Pêche et la Région Bretagne, est d'adapter la palangre automatique à la capture du Sabre et du Merlu avec l'ambition de développer une technique plus sélective, moins énergivore, et potentiellement impactant moins les fonds marins comparé au chalutage, tout en garantissant une rentabilité économique essentielle à la pérennité d'une entreprise de pêche. En parallèle, l'automatisation doit permettre de diminuer la pénibilité de ce métier et ainsi le rendre plus attractif.

Durant plus de vingt mois, des essais se sont ainsi déroulés en condition réelle d'exploitation et ont permis d'évaluer la viabilité économique et la faisabilité technique.

Les conclusions de cette étude montrent que malgré de nombreux essais et modifications au niveau des paramètres de pêche (gréement de la ligne, zone, profondeur de pêche), les rendements de pêches commerciales ainsi que les niveaux de rejets obtenus, n'ont pas permis d'envisager une exploitation pérenne de la palangre automatique dirigée sur le sabre et le merlu.

Cependant certains résultats nous permettent de dire que cette technique pourrait avoir un avenir dans d'autres conditions de mise en œuvre en ciblant notamment d'autres espèces.

## Abstract

In 2014, the Coopération Maritime Conseil et Services, Scapêche and Ifremer Lorient joined forces to discuss alternative fishing techniques (to trawling) within the framework of the call for projects of France Filière Pêche on the " Decrease of discards". PASAMER project has been designed to adapt the automatic longline to the capture of blackscabbard and hake. This technique, when developed, should reduce discards, fuel consumption and mitigate seabed impacts compared to trawling, while ensuring an economic sustainability. In addition, the automation of the fishing technique should decrease hardness work and so making it more attractive for fishermen.

Trials in real condition of exploitation took place during more than 20 months and allowed to estimate the economic viability and technical feasibility.

The conclusions of this study show that despite numerous trials and modifications of factors affecting fishing efficiency (such as gear parameters, fishing area, depth of fishing grounds), the yields of commercial fishing and the levels of discards observed did not allow to consider a viable exploitation of automatic longline when targeting blackscabbard and hake.

However, some results show that this automatic longline could be viable under other conditions especially when targeting other species.

## Glossaire

ACC : Espèces ACCessoires  
ADCP : Acoustique Doppler Current Profiler  
CIEM : Conseil International pour l'Exploration de la Mer  
CMCS : Coopération Maritime Conseil & Services  
COPIL : Comité de Pilotage  
CPUE : Capture Par Unité d'Effort (Catch Per Unit Effort)  
FFP : France Filière Pêche  
GPS : Global Positioning System  
IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer  
IMR : Institute of Marine Research  
kgF : Kilogramme-Force  
LTBH : Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutiques  
MN : Mille Nautique  
N : Newton (Unité de mesure de la Force)  
ND : Nœud (marin)  
OBSMER : Observations à la Mer  
ODP : Opérations de Pêche  
PASAMER : Palangre Automatique pour le Sabre et Merlu  
PCP : Politique Commune de la Pêche  
REJ : Volume REJetés  
SCAPECHE : Société Centrale des Armements Mousquetaire à la Pêche

# Table des matières

1.	Description du projet .....	9
1.1	Contexte et objectifs .....	9
1.2	Déroulement du projet .....	9
1.3	Résultats attendus .....	9
2.	Matériel et méthode.....	10
2.1	Description des différentes phases du projet.....	10
2.1.1	Phase 1 : pré-étude – 8 mois (mai 2014 à décembre 2014).....	10
2.1.2	Phase 2 : Essais préliminaires pêcheries Ouest Ecosse et Mer Celtique - 10 mois (décembre 2014 à septembre 2015) .....	11
2.1.3	Phase 3 : Essais palangre semi-pélagique - 10 mois (octobre 2015 à juillet 2016) ..	12
2.2	Technique de pêche à la palangre .....	12
2.2.1	Etude du comportement des palangres par essais en mer et simulation.....	12
3.	Résultats .....	14
3.1	Chronologie moyenne d'une opération de pêche .....	15
3.2	Vitesses de chute .....	16
3.3	Hauteur des flotteurs.....	20
3.4	Dérive de la palangre.....	25
3.5	Positions des captures sur les palangres .....	25
3.6	Hook-timer .....	27
3.7	Bilan de l'échantillonnage .....	28
3.7.1	Composition des captures .....	29
3.7.2	Analyse stratifiée .....	32
3.8	Analyse économique.....	34
3.8.1	Chiffre d'affaire comparé à celui d'un chalutier.....	36
3.8.2	Consommation Gasoil comparée aux volumes débarqués .....	37
4.	Discussion et recommandations.....	38
4.1	Efficacité de pêche et valorisation des captures.....	38
4.2	Simulation et conception des palangres.....	39
4.3	Analyse économique.....	39
4.4	Ergonomie et sécurité .....	40
4.5	Perspectives .....	40

## Table des annexes

Annexe 1 : Résultats préliminaires de simulation .....	42
Annexe 2 : Analyse des résultats obtenus avec les hook-timer .....	46
Annexe 3 : Mesure des caractéristiques physiques des constituants de la palangre .....	47
Annexe 4 : Développement du simulateur d'opération de pêche à la palangre .....	51
Annexe 5 : Poster présenté au groupe de travail Fishing Technology and Fish Behaviour du CIEM en 2016.....	54
Annexe 6 : Cartographie des zones de capture des 3 principales espèces.....	55

# Table des illustrations

## Figures

Figure 1.	Photos de l'Héliotrope (photos Scapêche) .....	14
Figure 2.	Photos de Racks de rangement des palangres par « rails » séparés. ....	14
Figure 3.	Schéma de montage des palangres décollées. Flotteurs en jaune, lests en noir. ....	15
Figure 4.	Profils mesurés de chute d'une palangre de fond (en haut, chute de la partie centrale en gris) et d'une palangre décollées (en bas, chute d'un lest en bleu et des deux flotteurs voisins). ....	17
Figure 5.	Profils de chute simulée. En haut, palangre de fond 4 rails, en bas palangre décollée 1 rail. ....	19
Figure 6.	Vues de palangres décollées avec courant latéral de 1 nœud et courant arrière de 0.5 nœud. ....	20
Figure 7.	Pour les traits T2 T4 T5, courbes d'immersion pour les essais de palangres décollées. ....	21
Figure 8.	Pour les traits T2 T4 T5, hauteur au-dessus du fond des sommets de la ligne. ....	23
Figure 9.	Hauteur moyenne mesurée des sommets de la maîtresse .....	23
Figure 10.	Hauteur moyenne mesurée des milieux lest-flotteur pour les traits T4 et T5. ....	24
Figure 11.	Écart mesuré au GPS entre la trajectoire de filage de la palangre (trait droit entre les sondes 239m et 177m) et la trajectoire de virage (trait courbe). ....	25
Figure 12.	Mise en place des modules sur un rail (avançons en cordé bleu). (Ifremer / B. Vincent) .....	27
Figure 13.	Filage, sortie d'un avançon équipé d'un timer (Ifremer / B. Vincent) .....	27
Figure 14.	Carte présentant les opérations de pêche échantillonnées et les volumes capturés par sous-rectangle CIEM .....	29
Figure 15.	Diagramme présentant la composition des captures .....	30
Figure 16.	Présentation des CPUE en 3 catégories sous forme de graphique en boîtes à moustache .....	31
Figure 17.	Diagramme présentant la composition des rejets .....	31
Figure 18.	CPUE sous forme de boîte à moustache pour les 6 espèces principales en fonction de la profondeur .....	33
Figure 19.	Graphique comparatif des volumes et CA entre l'Héliotrope et un chalutier .....	36
Figure 20.	Graphique comparatif entre l'Héliotrope et un chalutier du CA par homme d'équipage. ....	36
Figure 21.	Comparaison des volumes débarqués en fonction de la consommation de gasoil sous forme de boîte à moustache entre l'Héliotrope et un chalutier .....	37

## Tableaux

Tableau 1.	Résumé des traits effectués et observations réalisées (SO : sonde pression température StarOddi).....	16
Tableau 2.	Vitesses de chute mesurées selon la configuration et la profondeur. Pour T2 les lests font 8.4 kg, pour T4 et T5, les lests font 11.4 kg .....	18
Tableau 3.	Vitesse de chute (m/s) pour une palangre de fond 4 rails et écart à la valeur mesurée, pour laquelle le courant est inconnu. ....	18
Tableau 4.	Vitesse de chute (m/s) pour la palangre décollée 1 rail avec lests de 8.4 kg, et écart à la valeur mesurée, pour laquelle le courant est inconnu .....	18
Tableau 5.	Vitesse de chute (m/s) pour la palangre décollée 1 rail avec lests de 11.4 kg, et écart à la valeur mesurée, pour laquelle le courant est inconnu .....	19
Tableau 6.	Hauteur simulée des flotteurs et milieu lest-flotteur pour différentes vitesses de courants .....	24
Tableau 7.	Répartition du nombre de captures par segment de 10 hameçons sur la palangre décollée (Trait T2).....	26
Tableau 8.	Répartition du nombre de captures par segment de 10 hameçons sur la palangre décollée (Trait T4).....	26
Tableau 9.	Bilan des marées échantillonnées .....	28
Tableau 10.	Composition des captures et taux de rejets par espèce .....	30
Tableau 11.	Table de contingence du nombre d'opérations de pêche en fonction de la strate « profondeur » .....	32
Tableau 12.	Table de contingence du nombre d'opérations de pêche en fonction des strates « profondeur » et « latitude » .....	34
Tableau 13.	Récapitulatif des marées entre octobre 2015 et novembre 2016 .....	35
Tableau 14.	Comparatif des prix moyens réalisés par espèces entre l'Héliotrope et un chalutier .....	37

# 1. Description du projet

## 1.1 Contexte et objectifs

Le projet PASAMER a été conçu dans un contexte de prix du gasoil fluctuants et dans le but de réfléchir à une technique de pêche innovante moins impactante réputée plus sélective.

Ce projet avait pour objectif d'adapter la palangre automatique à la capture du sabre et du merlu. Cette technique, une fois mise au point, permettrait de réduire les rejets lors de la capture de ces deux espèces et de réduire la consommation de carburant.

Le merlu et le sabre sont actuellement capturés, par certaines flottilles, à l'aide de palangres manuelles. Ce métier est efficace mais difficile physiquement et l'automatisation de cette technique permettrait de rendre le métier de la palangre plus attractif pour les marins.

La Coopération Maritime Conseil & Services, la Scapêche, l'Ifremer Lorient et l'IMR Bergen se sont regroupés pour répondre à l'appel à projets de FFP, sur l'axe thématique 2 « Diminution des rejets (objectif PCP) ». Un consortium a été ainsi créé, rassemblant les partenaires sus-cités.

## 1.2 Déroulement du projet

Les travaux sur la palangre automatique ont débuté par une période d'apprentissage de ce métier sur les espèces classiquement capturées à l'aide de palangres automatiques. Ensuite les actions de recherche et développement ont porté sur l'adaptation de cette technique aux captures de sabre dans un premier temps et de merlu dans un second temps.

Le projet a débuté au mois de Mai 2014 et s'est achevé en Décembre 2016.

La Coopération Maritime Conseil & Services était le chef de file du projet PASAMER et assurait le pilotage et la coordination des actions entre les différents partenaires.

La Scapêche en tant qu'armateur du palangrier a assuré la coordination technique tout au long du projet. Sur la durée du projet, cela signifie :

- Conduite et planification des essais en mer
- Participation aux COPIL
- Participation à la rédaction du rapport final

L'Ifremer Lorient a assuré les tâches suivantes sur la durée du projet :

- Modélisation numérique des opérations de pêche à la palangre
- Mesures en mer
- Participation aux COPIL
- Participation à la rédaction du rapport final

L'IMR Bergen a assuré l'encadrement scientifique des essais en mer.

Le projet s'est déroulé en 5 phases de la pré-étude jusqu'à l'analyse des résultats des tests sur les pêcheries sabre et merlu.

## 1.3 Résultats attendus

Le projet « PASAMER » est un projet ambitieux dont les résultats doivent permettre de renforcer les connaissances techniques et scientifiques sur le métier de la palangre automatique.

Le développement de ce métier, réputé plus économe en carburant et moins impactant sur le fond que le chalut, permettrait une diversification de certaines pêcheries. Enfin, la mise au point de la palangre automatique, permettrait à l'avenir de rendre accessible cette technologie à des petits navires et ainsi augmenter l'attractivité de ce métier (moins de pénibilité, plus de rendement...).

## 2. Matériel et méthode

### 2.1 Description des différentes phases du projet

La CMCS a porté l'ensemble du projet PASAMER, tant le suivi administratif et financier que la communication ou la coordination des acteurs et des tâches dans un souci d'efficacité.

Dans le but d'assurer un suivi optimal du projet, l'ensemble des partenaires s'est réuni lors des « Comités de Pilotage » auxquels participait France Filière Pêche. Chaque réunion a fait l'objet de comptes rendus des discussions et des rapports d'activité ont été rédigés (Scapêche, Ifremer).

La communication étant un facteur important pour assurer une bonne gestion, de nombreux échanges ont eu lieu entre les partenaires via téléphone, e-mail, et rencontres.

#### 2.1.1 Phase 1 : pré-étude – 8 mois (mai 2014 à décembre 2014)

Cette phase a été suivie par l'ensemble des partenaires. Elle s'est organisée de la façon suivante :

##### Etude de la technique et choix du matériel

- Embarquement du patron de l'Héliotrope en Norvège. Embarquement sur un palangrier côtier avec 4 hommes d'équipage et 20 000 hameçons mis à l'eau par jour.
- Bibliographie, échanges avec fournisseurs de matériel (FiskevegnBFG).
- Recherche d'informations sur le choix des lests et flotteurs à retenir pour la palangre semi-pélagique.
- Recherche d'informations sur les lignes utilisées au Portugal pour le sabre et en Espagne pour le merlu.

Ces retours d'expériences ont permis de prévoir 6 mois d'apprentissage à bord pour résoudre les problèmes techniques (bateau, équipement palangre, technique de pêche).

Les problèmes suivants ont été étudiés pendant la phase 3 :

- **Sabre :** Après mise au point de la technique semi-pélagique, voir les appâts à utiliser et possibles problèmes de solidité des avançons aux morsures des sabres.
- **Merlu :** Problèmes attendus sur les appâts, la visibilité des avançons et la taille des hameçons.

La Scapêche a également bénéficié des conseils et recommandations fournis par l'équipage du palangrier de la Scapêche « Ile de La Réunion » qui utilise couramment cette technique pour capturer la légine dans les mers australes.

## Description & justification des travaux en simulation

L'Ifremer Lorient a développé un outil de simulation numérique du comportement d'une palangre pendant son filage et sa phase de coulée. Ce type d'outil est justifié par la nécessité d'optimiser la conception des palangres afin de positionner correctement les hameçons dans la colonne d'eau (hauteur au-dessus du fond) et de couler la palangre le plus rapidement possible pour limiter les temps morts et profiter de la durée d'efficacité limitée des appâts. Cet outil permet de modéliser la palangre en intégrant ses différents composants : maîtresse, avançons et hameçons, flotteurs et lests. Le modèle de comportement de la palangre permet d'observer le temps de coulée et la position (hauteur au-dessus du fond) de ses composants.

Afin de limiter les coûts de développement, les caractéristiques de la palangre sont saisies par une interface logicielle simplifiée (script texte descriptif). Le module de simulation a été développé à partir d'algorithmes existants. Une première validation partielle du modèle a été faite à partir d'essais en bassin de Lorient en eau calme, visant à reconstituer la coulée d'une portion de palangre.

### **2.1.2 Phase 2 : Essais préliminaires pêcheries Ouest Ecosse et Mer Celtique - 10 mois (décembre 2014 à septembre 2015)**

Cette seconde phase était normalement dédiée à l'apprentissage du métier de la palangre automatique de fond sur des espèces couramment capturées par les pêcheurs norvégiens en Ouest-Ecosse.

En pratique, cette phase s'est déroulée en Ouest-Ecosse et Mer Celtique. Des essais de palangre « classique » entièrement posée sur le fond se sont déroulés de décembre 2014 à septembre 2015 (10 mois).

Au cours de ces essais, plusieurs marins norvégiens ont embarqué : 2 marins sur la 1<sup>ère</sup> marée, puis sur janvier / février (3 marins embarqués sur 3 marées) puis 1 marin embarqué en mars.

Des essais sur les appâts ont été pratiqués : utilisation de l'encornet, en plus du maquereau.

Au cours de cette phase, différents problèmes (pour certains résolus) ont été rencontrés sur l'Héliotrope (techniques, formation de l'équipage, conflits d'usage, quotas, ...).

Il y a eu :

- un problème de safran, qui a nécessité un arrêt d'un mois (fin décembre 2014 à fin janvier 2015)
- un problème de tenue à la mer
- un problème de carène pas assez immergée qui a été résolu par l'ajout de lests sous la quille en Juillet 2015
- un problème de vireur et de démêleuse (décembre 2014) qui a été résolu
- un problème d'usure rapide des lignes qui a été résolu
- un problème de chevauchement des hameçons qui a été résolu par le changement des rails en Septembre 2015
- un problème d'équipage non formé et peu de postulants pour ce métier mais ce n'est plus le cas
- un problème de cohabitation avec les autres métiers et quotas disponibles.

### **2.1.3 Phase 3 : Essais palangre semi-pélagique - 10 mois (octobre 2015 à juillet 2016)**

Les travaux de cette phase ont porté sur l'apprentissage de la technique semi-pélagique. La palangre utilisée est la même que la palangre de fond. Pour la rendre semi-pélagique on positionne à intervalles réguliers et en alternance des lests et des flotteurs. Le logiciel de simulation développé par Ifremer permet de déterminer le poids des lests et la flottabilité des flotteurs pour obtenir les configurations à tester en mer (différentes altitudes de la palangre par rapport au fond).

Les premiers essais de palangres semi-pélagiques ont été réalisés en novembre 2015 (embarquement de François THERET Scapêche et Benoît VINCENT Ifremer). Les palangres semi-pélagiques étaient utilisées en alternance avec les palangres de fond. A noter que les conditions climatiques difficiles ont largement limité la liberté d'action du navire.

Le responsable Sécurité de la Scapêche Pierre Masure a réalisé un embarquement en octobre 2015.

Les premières mesures faites par un observateur embarqué ont commencé en Décembre 2015 : 1 palangre sur 2 entièrement échantillonnée par jour.

Au cours de ces essais les problèmes suivants ont été constatés :

- Roulis trop important et « violent ».
- Manœuvrabilité pour le virage (safran). Le bureau d'études Hydrocécane de Nantes a analysé ces problèmes entre janvier et février 2016, il préconisait l'installation d'un Flume (Système anti-roulis pour un coût avoisinant les 200 K€).
- Adaptation et aménagement envisagés pour pouvoir utiliser les lignes semi-pélagiques. Actuellement, essais uniquement avec quelques rails (1080 hameçons par rail).
- Tester différents appâts et avançons, une fois la mise au point de la technique semi-pélagique terminée

Les essais des flotteurs et lests réalisés sur la marée du 2 au 10 novembre 2015 montrent qu'une recherche approfondie sur les courants et leur prise en compte dans les opérations pêche est nécessaire. Les effets de la topographie du fond sur la palangre sont également à approfondir. Enfin, un modèle mieux adapté de timer d'hameçon doit permettre d'obtenir des résultats exploitables.

## **2.2 Technique de pêche à la palangre**

### **2.2.1 Etude du comportement des palangres par essais en mer et simulation**

#### **Objectifs :**

- Evaluer la vitesse de chute des palangres de fond et surtout des palangres décollées en fonction de leur conception. Par conception, on entend principalement le dimensionnement des flotteurs et des lests, la ligne mère étant considérée comme non modifiable. On admet en effet que les appâts sont plus attractifs pendant les deux premières heures. Le temps passé entre la mise à l'eau de la ligne et son arrivée sur le fond est un donc un facteur important sur le pouvoir de capture d'une palangre, en particulier pour des sondes importantes de plusieurs centaines de mètres.

- Evaluer la hauteur des hameçons au-dessus du fond dans le cas des palangres décollées.
- Compte tenu du nombre important de paramètres intervenant dans la stratégie de pêche à la palangre (lest de la ligne, nombre d'hameçons par rail, vitesse de filage, sonde, courant...), une approche par modélisation et simulation paraît la plus pertinente. La majeure partie du travail de l'Ifremer dans ce projet a donc consisté à développer un logiciel permettant de modéliser de façon simple une palangre et un simulateur d'opération de pêche à la palangre. Ces outils ont été construits sur la base de modules existants. Les grandes étapes de ces développements sont listées dans l'Annexe 4 : Développement du simulateur d'opération de pêche à la palangre.
- A partir de ces développements, le simulateur a été utilisé pour estimer les durées de chute, la géométrie et les effets du courant de différentes conceptions de palangres décollées. Nous présentons ces résultats préliminaires dans l'Annexe 1 : Résultats préliminaires de simulation. Ces conceptions ont ensuite évolué au cours du projet et ont convergé vers celles utilisées pendant les essais en mer.
- La modélisation d'une palangre nécessite une connaissance fine des caractéristiques physiques de ses composants. Cela passe par une phase d'essais en bassin pour affiner les paramètres de poids apparent et de flottabilité. Ces essais sont détaillés dans l'Annexe 3 : Mesure des caractéristiques physiques des constituants de la palangre.
- Enfin des essais à la mer permettent de confronter les résultats de simulation à la réalité. Ces essais permettent de mesurer les vitesses de chute et la hauteur des flotteurs.

### 3. Résultats

Durant près de 20 mois, de nombreux essais ont été réalisés en condition réelle d'exploitation d'un navire de pêche. Malgré quelques problèmes techniques évoqués plus avant, l'héliotrope a réalisé 361 jours de mer soit 246 jours de pêche entre janvier 2015 et Aout 2016.

Ces essais nous ont permis de prospecter un large spectre de zones (entre 46° Nord à 61° Nord) et de profondeurs (entre 90 et 900m), et d'expérimenter largement la technique de la palangre automatique en modifiant méthodiquement les paramètres de pêche (nombre d'hameçons, longueur des avançons, flotteurs, lests) afin d'affiner la technique.



Figure 1. *Photos de l'Héliotrope (photos Scapêche)*

Si la grande majorité des campagnes de pêche ont été consacrées à la palangre de fond, des essais approfondis ont été menés à la palangre décollée. Par comparaison à la palangre de fond, il s'agit de gréer la ligne avec des flotteurs à intervalles réguliers entre les rails d'hameçons, qui permettent ainsi de décoller les appâts au-dessus du fond.

En pratique, les palangres décollées sont constituées d'un rail (1620m de maîtresse environ). Un flotteur et un lest sont placés en alternance distants de 180m (environ toutes les épissures). Chaque flotteur (lest) est lié à la ligne mère avec un petit bout cassant par un snap (agrafe) via un bout d'environ 5 m.

La Figure 3 illustre ce montage. Les orins, les portions de cordage de 80m entre les ancres et la maîtresse elle-même, sont constitués d'un cordage bitumé de 9 mm de diamètre (voir les caractéristiques dans l'Annexe 3 : Mesure des caractéristiques physiques des constituants de la palangre). Les 4 flotteurs utilisés sont des boules de « 8 litres » qui ont une flottabilité réelle en eau de mer d'environ 5.5 kgF. Les lests utilisés sont formés de 4 maillons de chaîne pour une masse de 8.4 kg, et éventuellement d'une manille additionnelle de 3 kg.



Figure 2. *Photos de Racks de rangement des palangres par « rails » séparés.*

Les palangres sont assemblées en mettant bout à bout plusieurs rails. Ce type de rangement et le fait d'alterner palangres de fond et palangres décollées rendaient très difficile la possibilité d'utiliser toujours le même rail en palangre décollée pour les essais.

La capacité de l'Héliotrope est de 31 rails. Au maximum et dans de bonnes conditions, 28 rails peuvent être filés et virés sur 24h. Un rail a une maîtresse d'environ 1620m pour environ 1066 hameçons. Chaque rail nécessite un peu plus d'une boîte de 25kg de maquereau, d'encornet ou de hareng (qui se montre trop fragile et se détache souvent de l'hameçon au filage). Le coût de l'appât est en moyenne de 1.5€/kg.

Les lignes sont filées à la vitesse de 6 à 6.5 nœuds avec le courant par l'arrière pour éviter que les orins ne reviennent et fassent des boucles sur les hameçons et les ancres.

Le virage est fait à la vitesse moyenne de 1.5 nœud. Au virage, bien que cela soit très variable, on observe une moyenne de 1 poisson valorisable pour 30 hameçons pour les zones fréquentées pendant ces essais.

Sur une base (environ 10 jours), environ 30% des hameçons sont remplacés.

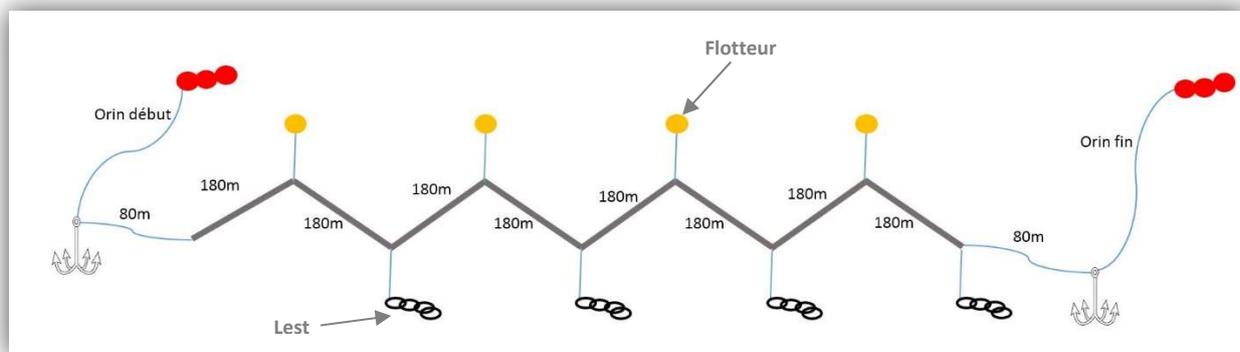


Figure 3. *Schéma de montage des palangres décollées. Flotteurs en jaune, lests en noir.*

### 3.1 Chronologie moyenne d'une opération de pêche

Pour une palangre de 5 rails (environ 8250m), on observe la chronologie moyenne suivante :

- Temps 0 : mise à l'eau des bouées, de la balise GPS, de l'orin
- 1 minute : mise à l'eau de la première ancre puis d'une portion de 80m de cordage, puis du début de la ligne mère
- 9 minutes : fin de mise à l'eau du premier rail
- 18 minutes : fin de la mise à l'eau du deuxième rail
- 50 minutes : les 5 rails sont à l'eau, le bateau ralenti pour éviter une traction trop forte sur la ligne.
- Mise à l'eau de l'orin et de l'ancre.
- 51 minutes : mise à l'eau des bouées et de la balise GPS.

La durée du virage est d'environ 35 minutes par rail si tout se déroule bien.

Cinq traits ont été instrumentés. Le Tableau 1 résume le type d'information collectée pour chaque trait.

Date Début filage Fin virage	Caractéristiques	Mesure	Hook-Timer	Observation répartition captures
<b>Trait 1</b> 4/11/2015 15h17 20h09	4 rails, palangre de fond Sonde 100m Filage vers le sud, 0.5 nœud de courant arrière Coef 39	2 GPS 3 SO	5	
<b>Trait 2</b> 8/11/2015 7h34 15h31	1 rail, <b>palangre décollée</b> Sonde 280m Coef 61	3 SO		X
<b>Trait 3</b> 8/11/2015 21h01 3h05	4 rails, palangre de fond Sonde 280m Coef 65	1 SO	25	
<b>Trait 4</b> 9/11/2015 9h53 18h36	1 rail, <b>palangre décollée</b> Avec une manille en plus sur lest. Sonde 170m. Coef 72	4 SO		X
<b>Trait 5</b> 10/11/2015 7h46 18h40	1 rail, <b>palangre décollée</b> Même config que T4. Sonde 300 m. Coef 78	6 SO		

**Tableau 1.** *Résumé des traits effectués et observations réalisées (SO : sonde pression température StarOddi)*

### 3.2 Vitesses de chute

Les vitesses de chute sont mesurées au niveau du lest central d'une palangre décollée ou de la partie centrale d'une palangre de fond. Pour la palangre décollée, l'arrivée sur le fond se voit de manière nette sur les mesures de profondeur, alors que la stabilisation des flotteurs est plus lente et est de surcroît soumise aux courants. Les vitesses de chute semblent de plus assez constantes (Figure 4).

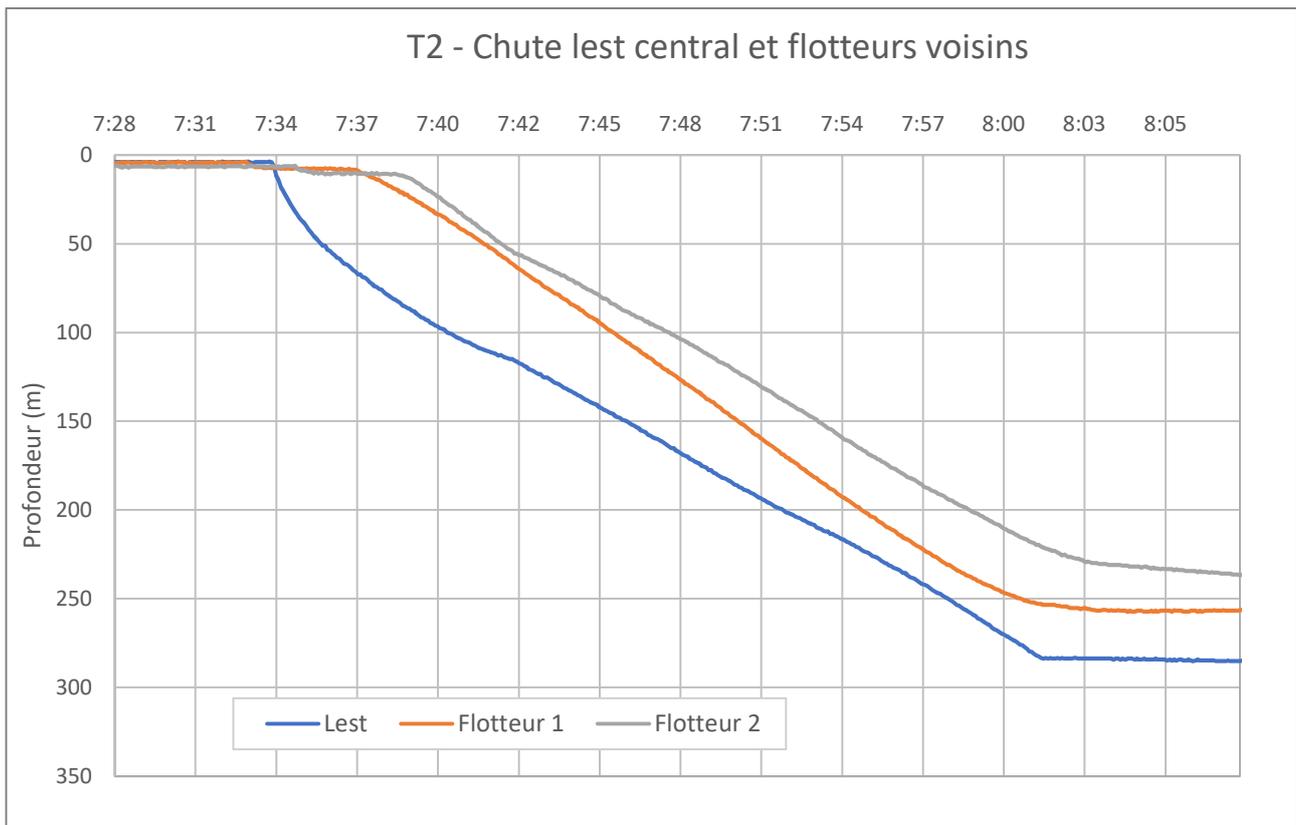
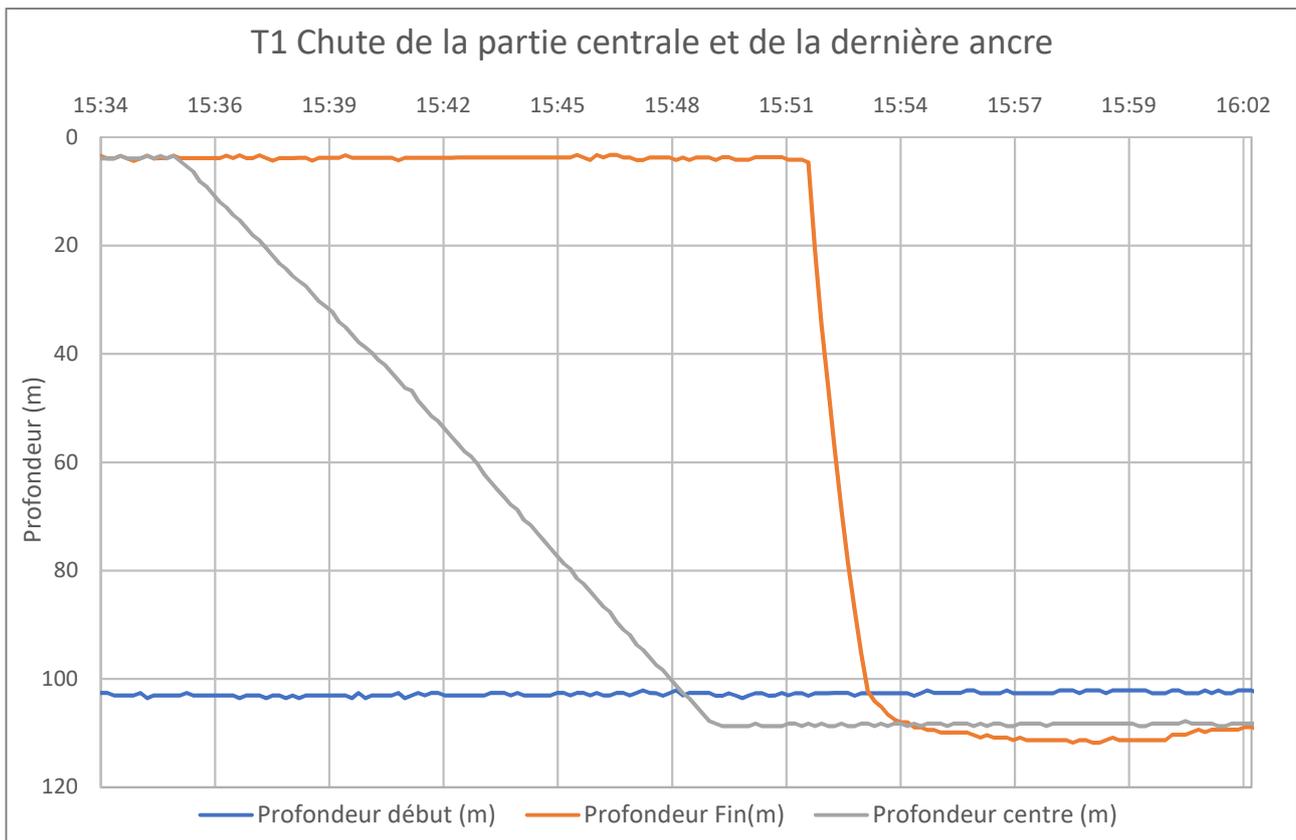


Figure 4. Profils mesurés de chute d'une palangre de fond (en haut, chute de la partie centrale en gris) et d'une palangre décollées (en bas, chute d'un lest en bleu et des deux flotteurs voisins).

D'après la figure 4, on observe une bonne linéarité de la profondeur en fonction du temps. On observe aussi de façon claire l'arrivée du lest sur le fond, par comparaison avec la stabilisation des flotteurs.

		Profondeur (m)	Durée chute (s)	Vitesse (m/s)
Palangre de fond	T1	108	820	<b>0.119</b>
	T3	294	2405	<b>0.120</b>
Palangre décollée	T2	278	1650	<b>0.168</b>
	T4	274	1400	<b>0.196</b>
	T5	160 158	830 850	<b>0.193</b> <b>0.186</b>

**Tableau 2. Vitesses de chute mesurées selon la configuration et la profondeur. Pour T2 les lests font 8.4 kg, pour T4 et T5, les lests font 11.4 kg**

Le Tableau 2 donne les valeurs de vitesses mesurées à partir des enregistrements des sondes pression/température. On note une très bonne reproductibilité de la vitesse (0.12m/s) de la palangre de fond, bien que les sondes soient dans un rapport de presque 3. Pour les palangres décollées, T2 avait des lests de 8.4kg et T4 et T5 des lests de 11.4 kg, ce qui explique la différence des vitesses (+12%). Le plus grand écart à la moyenne de la vitesse pour T4 et T5 (0.192) est de 3%, ce qui montre également une bonne reproductibilité.

Une série de simulations de filage d'une palangre de fond de 4 rails avec différents courants et pour une sonde de 280m donne les résultats suivants pour la vitesse de chute (Tableau 3) :

	Sans courant	1.0 nd arrière	1.0 nd latéral
Palangre de fond	0.132 +10%	0.137 +12%	0.131 +9%

**Tableau 3. Vitesse de chute (m/s) pour une palangre de fond 4 rails et écart à la valeur mesurée, pour laquelle le courant est inconnu**

Le modèle surestime donc d'environ 10% la vitesse réelle de chute et cette vitesse semble être peu sensible au courant.

Une série de simulations de chute d'une palangre décollée avec lests de 8.4kg sur un fond de 280m et pour différents courants donne les résultats suivants :

	Sans courant	0.5 nd arrière	0.5 nd latéral	1.0 nd latéral
Palangre décollée	0.214 +27%	0.183 +9%	0.182 +8%	0.172 +2%

**Tableau 4. Vitesse de chute (m/s) pour la palangre décollée 1 rail avec lests de 8.4 kg, et écart à la valeur mesurée, pour laquelle le courant est inconnu**

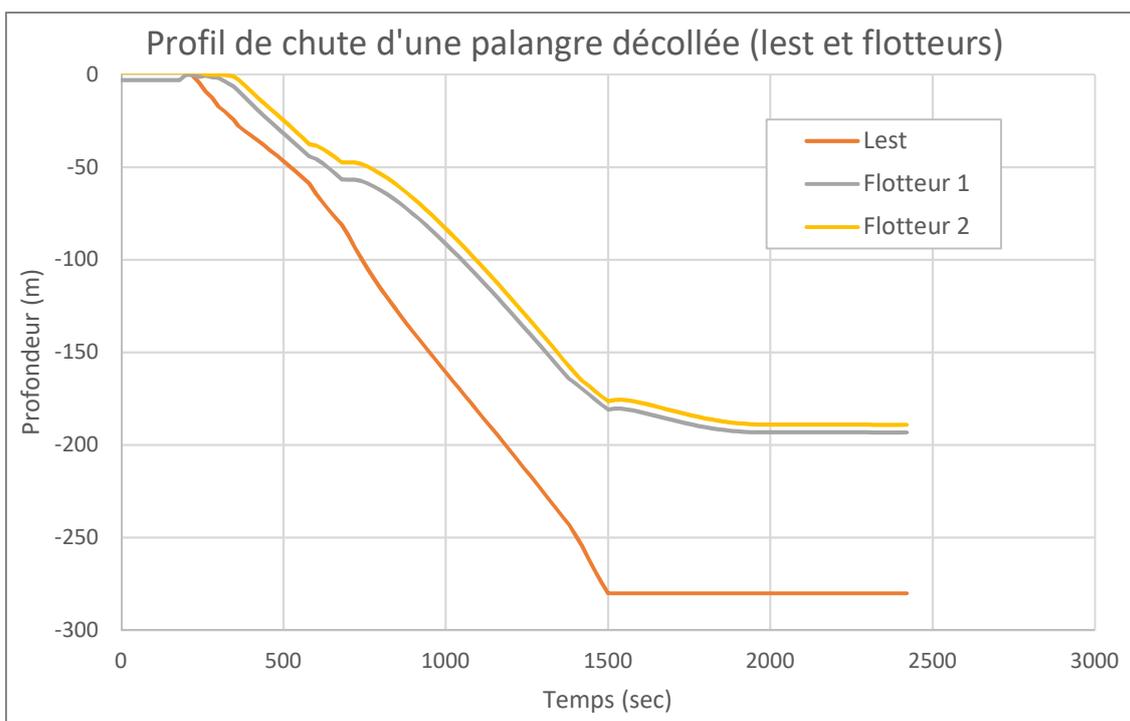
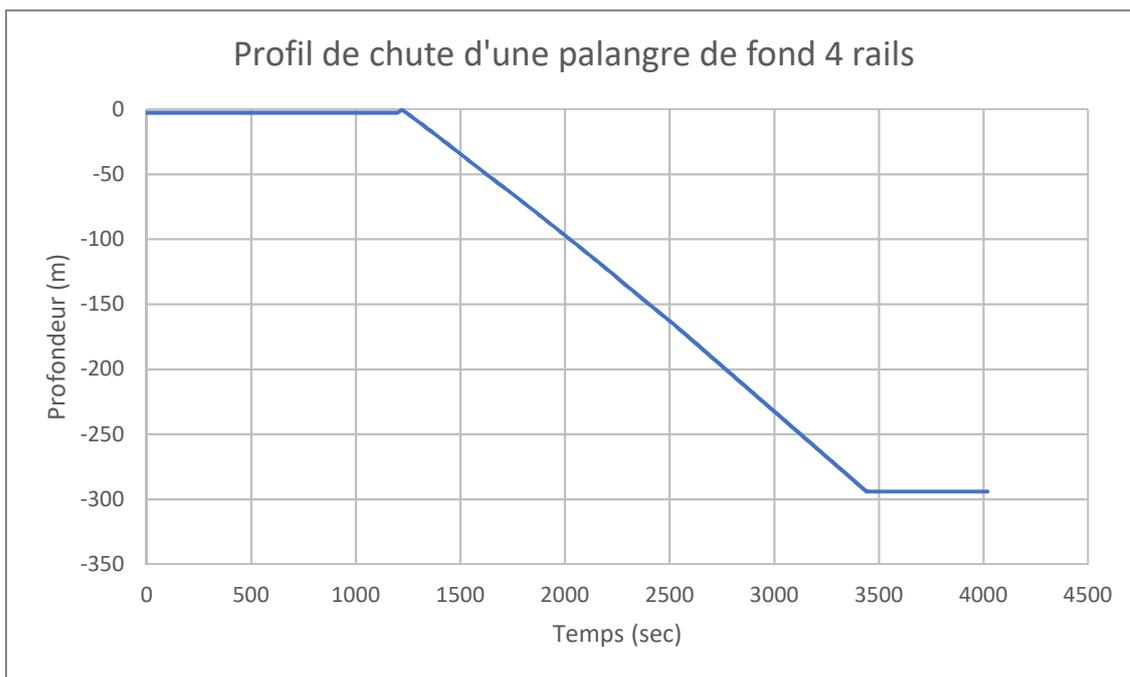
On sait qu'il y avait des courants lors des essais d'une vitesse de 0.5 à 1 nœud, on est donc tenté d'exclure le cas simulé « sans courant ». Le modèle surestime alors la valeur mesurée d'un même ordre de grandeur que la palangre de fond. Là aussi, la vitesse est assez peu sensible à la valeur du courant.

La palangre décollée avec ajout de 3 kg par lest (11.4 au lieu de 8.4 kg) donne les résultats suivants :

	Sans courant	1.0 nd arrière	1.0 nd latéral	0.5 nd latéral
Palangre décollée Lests +3kg	0.235 +22%	0.193 +1%	0.197 +3%	0.219 +14%

**Tableau 5.** Vitesse de chute (m/s) pour la palangre décollée 1 rail avec lests de 11.4 kg, et écart à la valeur mesurée, pour laquelle le courant est inconnu

On peut conclure de ces essais que le modèle reproduit les vitesses de chute des deux types de palangre de manière très satisfaisante. Le modèle reproduit les effets d'une augmentation de lest de façon assez précise : le passage de 8.4 à 11.4 kg se traduit par une augmentation de vitesse mesurée de 12% et simulée de 10% (chute sans courant, meilleure précision avec courant).



**Figure 5.** Profils de chute simulée. En haut, palangre de fond 4 rails, en bas palangre décollée 1 rail.

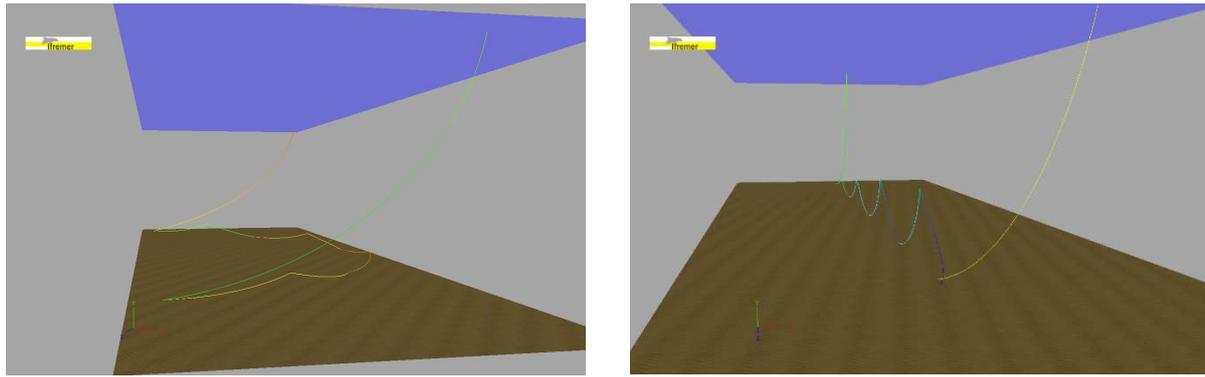
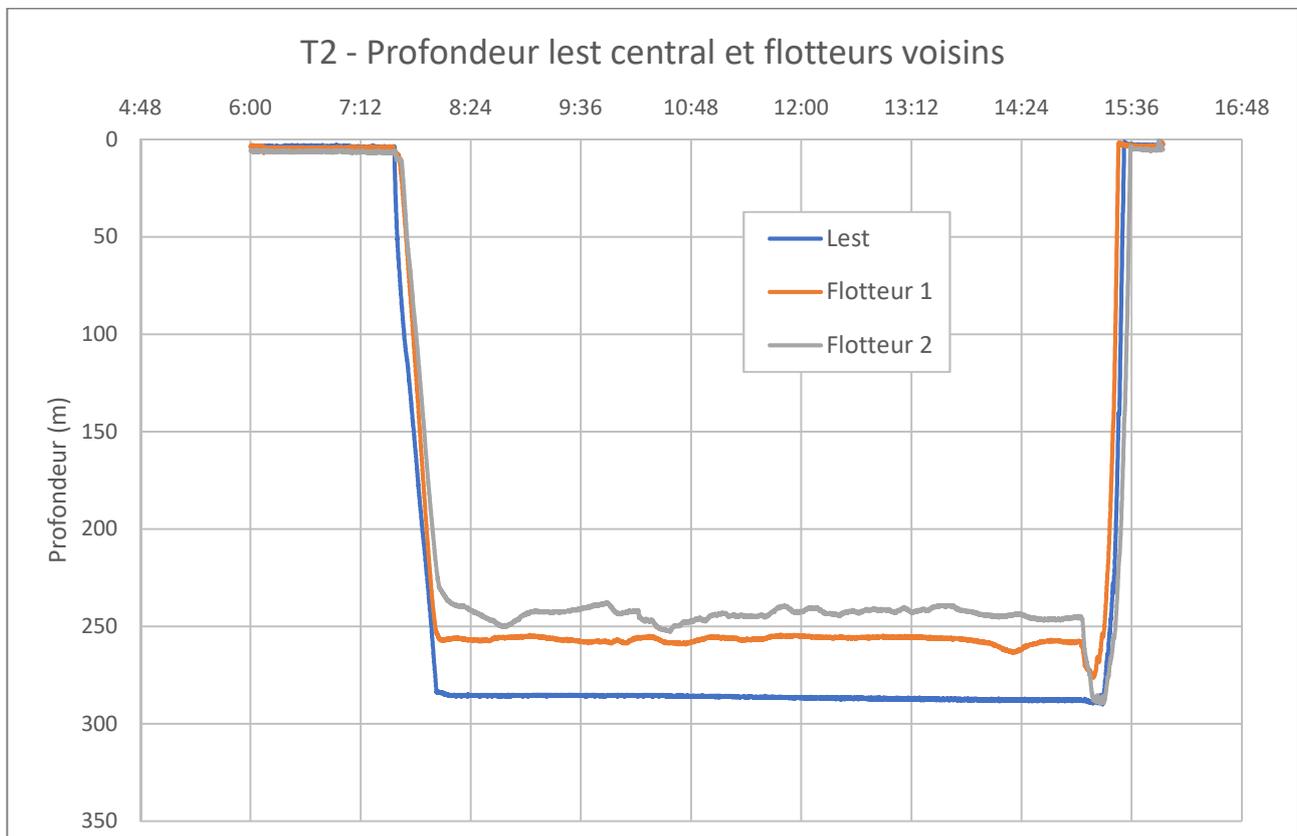


Figure 6. *Vues de palangres décollées avec courant latéral de 1 nœud et courant arrière de 0.5 nœud.*

### 3.3 Hauteur des flotteurs

En se référant à la figure 6, les deux flotteurs centraux étaient équipés d'une sonde pression-température pour les 3 traits avec palangre décollée (T2 T4 T5). La référence de profondeur était obtenue avec une sonde placée au niveau du lest entre ces deux flotteurs. Les sondes étaient toujours installées sur la ligne mère.

Pour les traits 4 et 5, une sonde intermédiaire a été ajoutée à mi-longueur entre la 2<sup>ème</sup> bouée et le 2<sup>ème</sup> lest. Ce capteur intermédiaire permet « d'évaluer » la forme de la portion de maîtresse entre le lest et le flotteur. Dans le cas où la maîtresse aurait été décollée sur toute cette longueur, ce capteur intermédiaire aurait mesuré approximativement la profondeur moyenne du lest et du flotteur (les simulations montrent en fait que la forme de chaîne entre flotteur et lest a une flèche de l'ordre de 6m). Pour le trait 5, une seconde référence de profondeur a été ajoutée sur le lest 2.



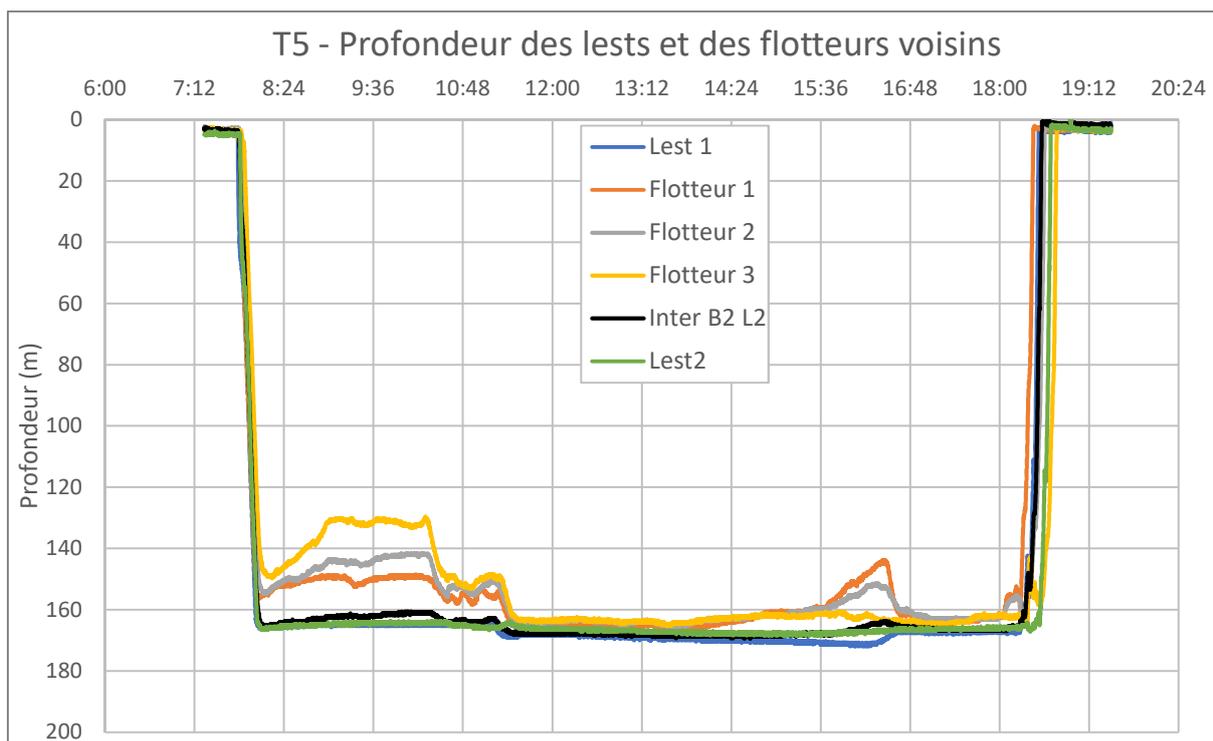
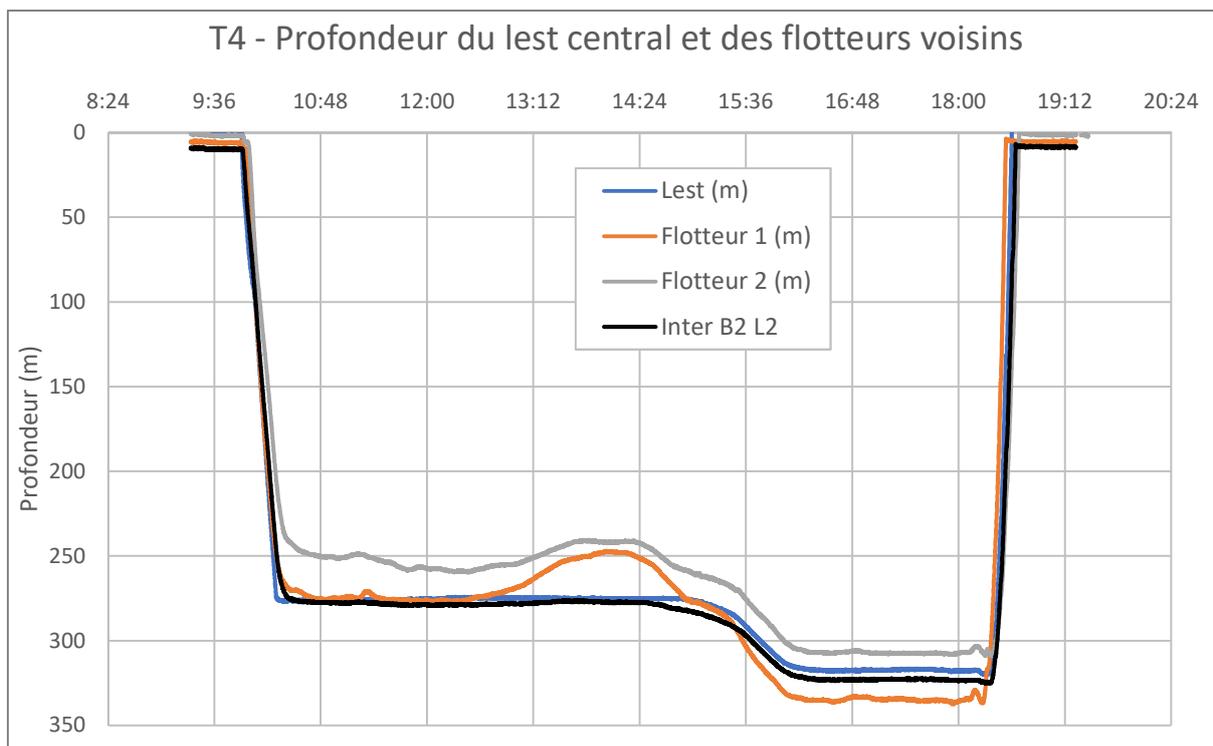
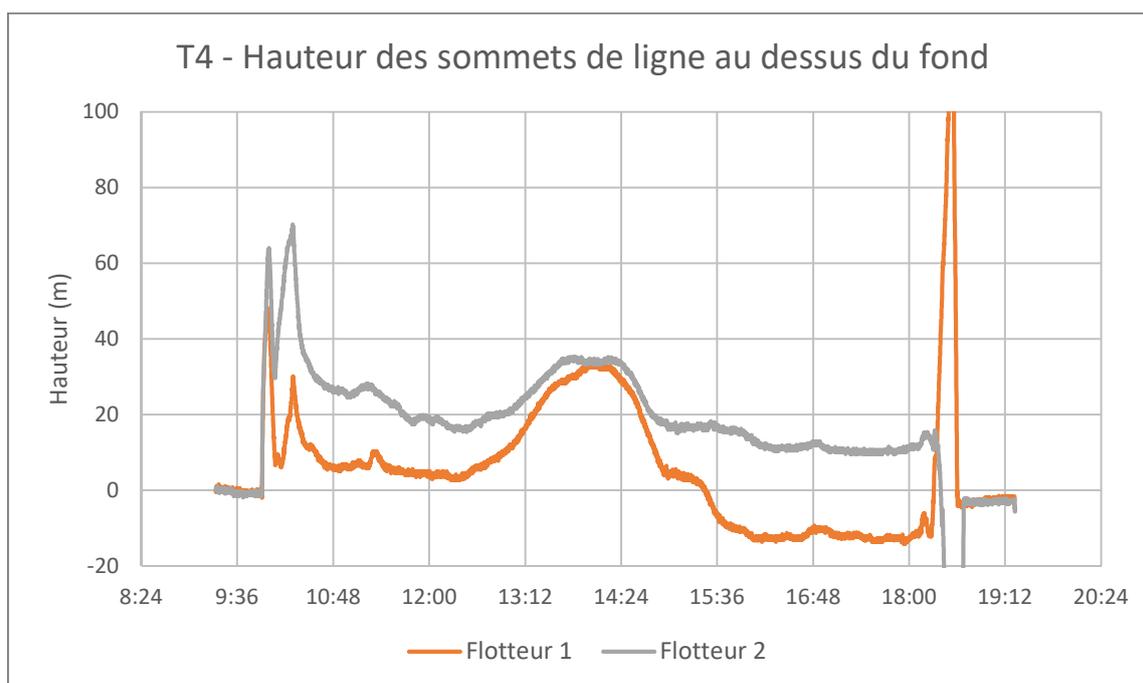
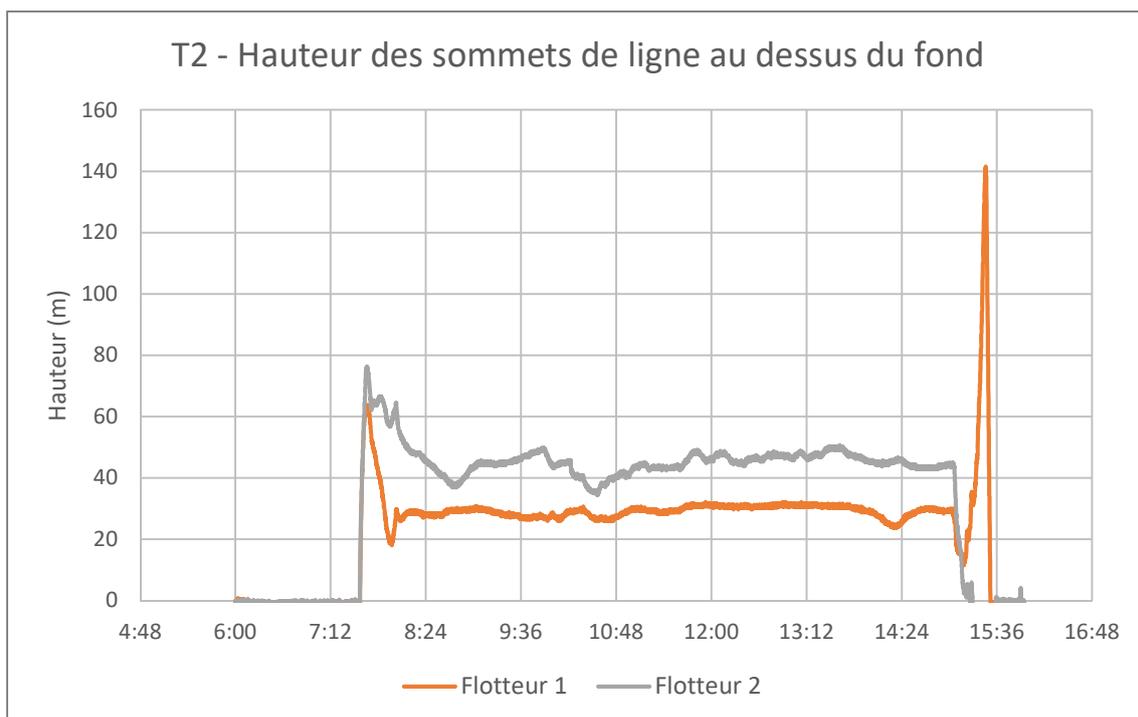


Figure 7. *Pour les traits T2 T4 T5, courbes d'immersion pour les essais de palangres décollées.*

La Figure 7 présente les profondeurs d'immersion des différents capteurs pour les 3 essais de palangres décollées (T2 T4 T5). On note une configuration étonnante pour le trait 4 où un flotteur se trouve plus profond que le lest central. Cela est probablement dû au fait que ce lest servant de référence de profondeur était posé sur un fond moins important. On observe aussi que les profondeurs des lests évoluent au cours du temps : de l'ordre de 50m pour T4 et 7 m pour T5 (lest 1). Une explication possible est le glissement de la ligne sur un fond irrégulier sous l'effet du courant. Cette observation a motivé l'installation d'une seconde référence de profondeur. L'incertitude des sondes pression-température utilisée est inférieure à 9m (0.6% de l'étendue de mesure), cela explique les mesures de profondeurs non nulles lorsque la palangre est à bord.

Pour les traits 4 et 5, on conclut qu'au moins la moitié de la portion de maîtresse entre le flotteur et le lest est au sol ou très proche du sol. La palangre ne semble donc pas pouvoir se déployer verticalement autant que les simulations le prévoient.

A partir de ces mesures de profondeur d'immersion, en utilisant comme référence de profondeur les valeurs enregistrées par la sonde disposée sur le lest central, on peut reconstituer la hauteur des flotteurs au-dessus du fond. Il ne s'agit pas exactement de la hauteur des flotteurs, qui nous intéresse peu, mais de la hauteur des points les plus hauts de la maîtresse (appelés « sommets de ligne » dans les graphes suivants). Les flotteurs se trouvent environ 5 m plus haut. Cette approche est discutable lorsque la profondeur de référence change au cours du temps mais nous ne disposons pas d'autre référence. Pour le trait 5 les références sont suffisamment constantes.



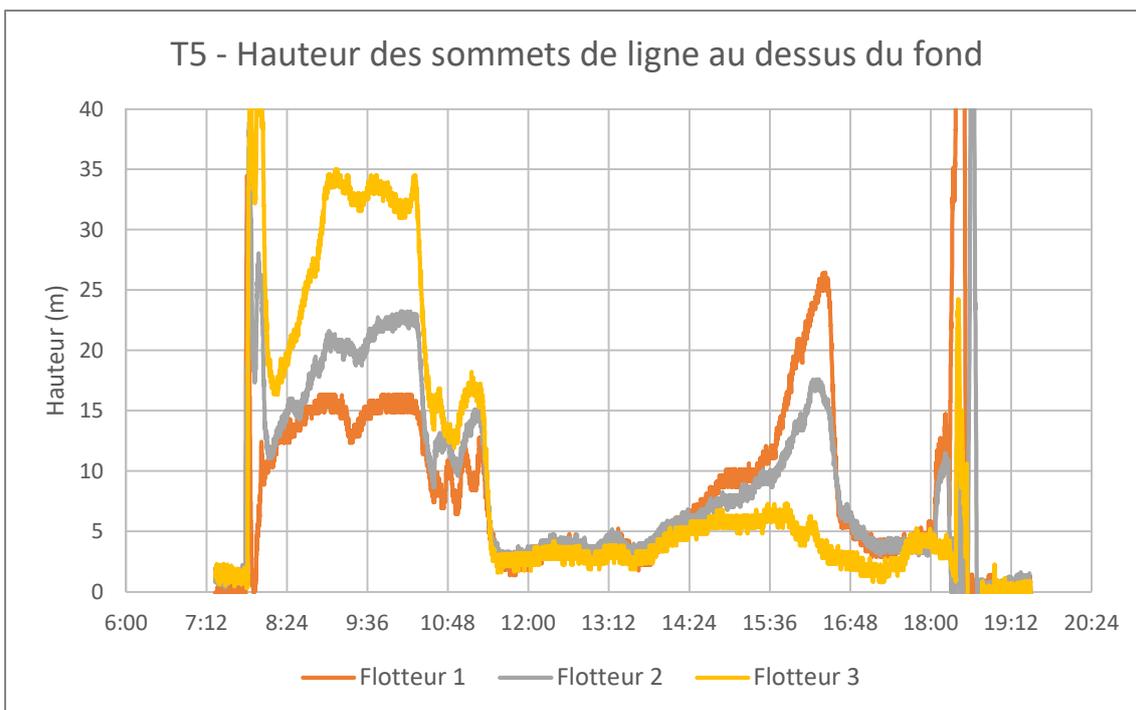


Figure 8. *Pour les traits T2 T4 T5, hauteur au-dessus du fond des sommets de la ligne.*

On observe une variabilité assez grande de la hauteur des flotteurs au cours du temps. On retrouve l'anomalie de hauteur pour le trait 4.

Les données sont présentées de façon synthétique sur les Figures 9 et 10. Les points bleus sont les valeurs moyennes de hauteur et les minimums et maximums sont représentés par les barres d'incertitude. L'anomalie du trait 4 n'est pas prise en compte. On note une décroissance des valeurs moyennes qui est peut-être liée au fait que le coefficient de marée allait en augmentant au cours de la campagne d'essais. Les fluctuations (min-max) ont plutôt une tendance à augmenter au cours des essais. On retient de ces essais que les flotteurs peuvent avoir une hauteur de 0 à 55 m au-dessus du fond. Les milieux lest-flotteur restent assez près du fond avec une hauteur moyenne inférieure à 5 m et une variation de 0 à 10m.

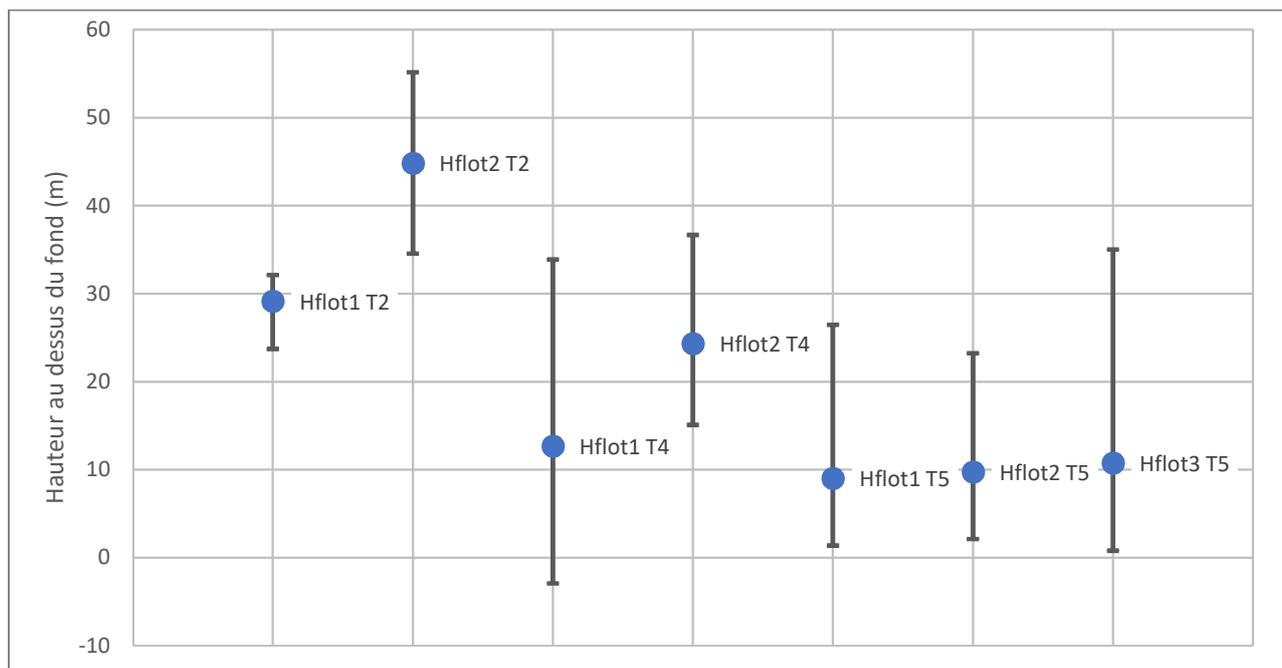


Figure 9. *Hauteur moyenne mesurée des sommets de la maîtresse*

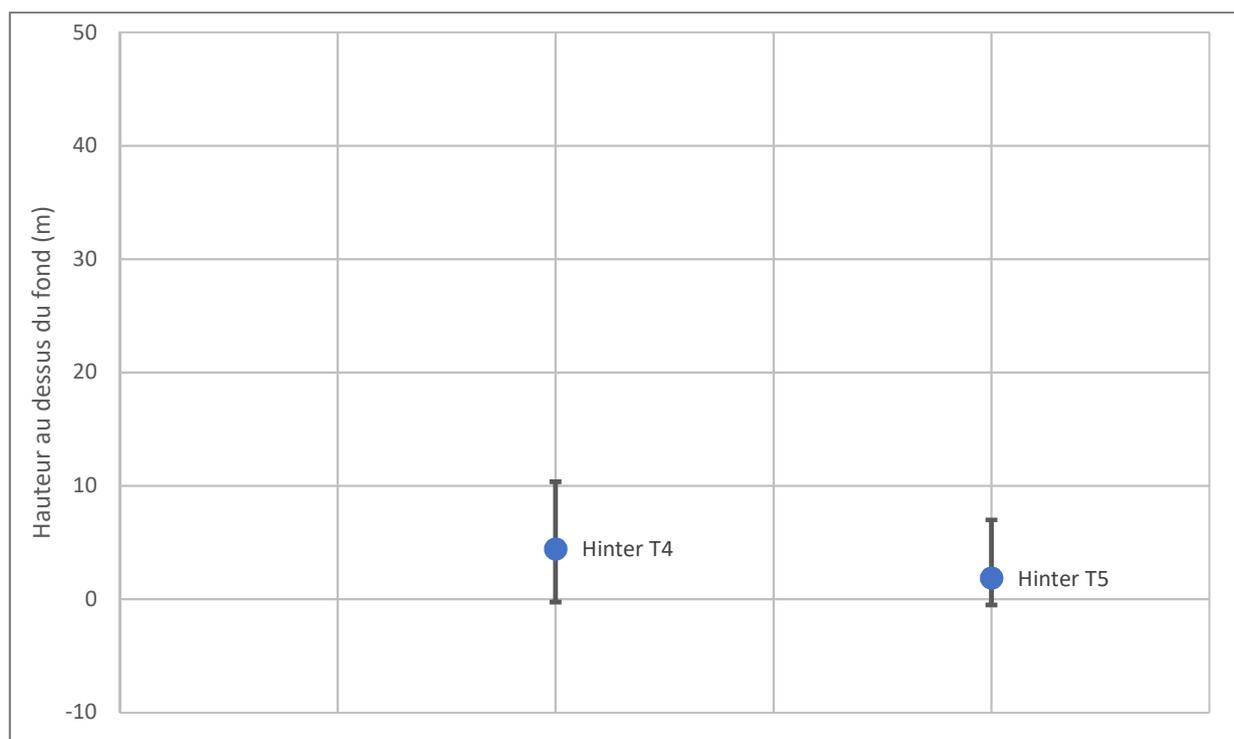


Figure 10. *Hauteur moyenne mesurée des milieux lest-flotteur pour les traits T4 et T5.*

La palangre décollée a été simulée avec différentes vitesses et orientations de courant. Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 6.

Configuration	Flotteur 1 (75)	Flotteur 2 (45)	Flotteur 3 (15)	Inter (52)
Courant nul 8.4kg	94	83	65	27
1 nd latéral 8.4kg	19	17	19	4
0.5 nd arrière 8.4kg	53	76	88	20
0.5 nd latéral 8.4kg	15	16	19	4
Courant nul 11.4 kg	94	81	63	26
0.5 nd latéral 11.4kg	16	17	22	4
<b>Hauteur max</b>	<b>94</b>	<b>83</b>	<b>88</b>	<b>27</b>
<b>Hauteur min</b>	<b>15</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>4</b>

Tableau 6. *Hauteur simulée des flotteurs et milieu lest-flotteur pour différentes vitesses de courants*

Pour la comparaison avec les mesures, on ne peut pas calculer de hauteur moyenne car on ne connaît pas la répartition du courant pendant la durée des trois traits. On peut par contre comparer les valeurs min. et max. de hauteur : les flotteurs simulés se positionnent entre 15 m et 94 m au-dessus du fond (contre 0-55m mesuré) et le point milieu entre flotteur et lest se positionne entre 4 et 27m au-dessus du fond (contre 0-10m mesuré).

L'ordre de grandeur est bien reproduit par la simulation mais des données plus précises de courant sont nécessaires pour mieux comprendre les écarts entre modèle et réel. La topographie du fond est probablement aussi à l'origine des écarts entre mesure et calcul : par exemple une pente du fond fausse la profondeur de référence mesurée et des roches peuvent entraver la ligne et limiter la

hauteur d'un flotteur, d'autant plus que les lignes décollées doivent dériver de façon importante pendant leur phase de pêche (lestes intermédiaires briqués au virage).

### 3.4 Dérive de la palangre

On observe une dérive des palangres qui peut être importante en présence de courant.

Les extrémités subissent moins de dérive car elles arrivent plus rapidement sur le fond, entraînées par les ancres. Les courants de l'ordre d'un nœud sont possibles. Ce phénomène de dérive, qui doit se produire essentiellement pendant la longue descente de la palangre vers le fond laisse penser que les courants de surface et les courants au fond sont peut-être différents, puisque le filage est fait courant arrière. Une instrumentation telle qu'un ADCP (Acoustique Doppler Current Profiler) de coque permettrait de lever ce doute et d'optimiser le filage des palangres, éventuellement d'anticiper la dérive pour simplifier le virage et positionner la palangre de façon plus précise sur des fonds particuliers. Dans ce cas une trajectoire navire pour le filage pourrait être évaluée par simulation.

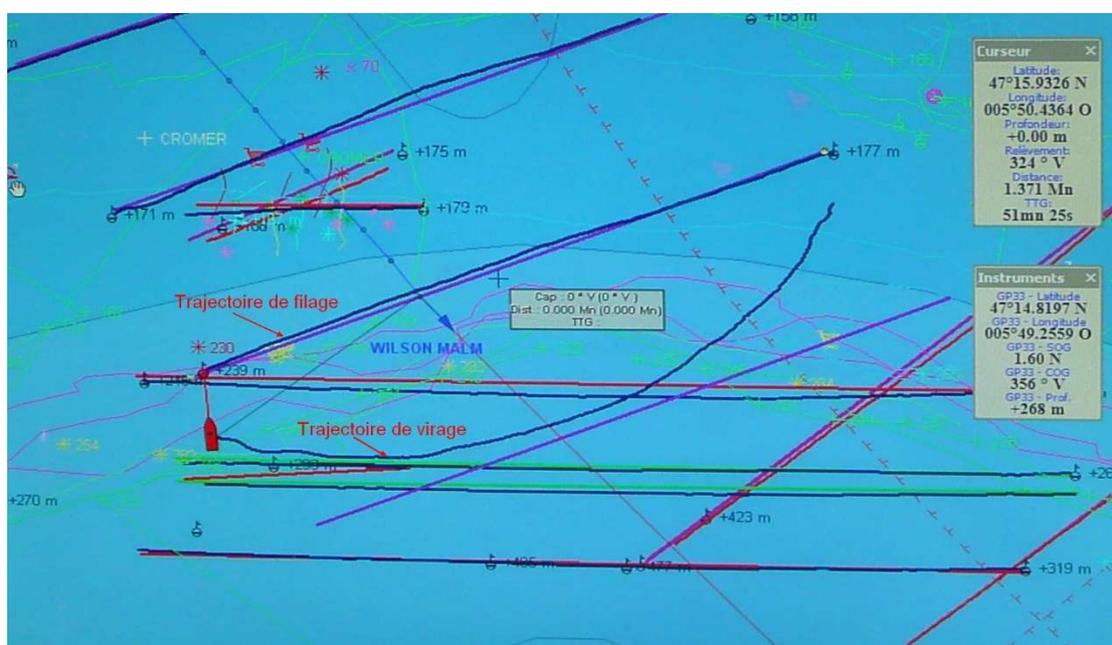


Figure 11. **Écart mesuré au GPS entre la trajectoire de filage de la palangre (trait droit entre les sondes 239m et 177m) et la trajectoire de virage (trait courbe).**

Dans le cas d'un courant de 1 nœud, pour une sonde de 300m et une vitesse de chute de 0.12 m/s, la dérive de la palangre est de l'ordre de  $300/0.12 / 3600 = 0.7$  MN. Le positionnement précis d'une palangre sur un fond important, de l'ordre de 1000m sera donc particulièrement difficile sans connaissance du courant et sans moyen de l'anticiper, d'autant plus que la vitesse de chute sera peut-être plus faible du fait de l'augmentation du diamètre de la maîtresse (passage de 9 à 10 mm pour les sondes de 800m).

### 3.5 Positions des captures sur les palangres

L'objectif de cette partie n'est pas d'évaluer l'efficacité en pêche de la palangre décollée (on se réfèrera plutôt à « Bilan de l'échantillonnage ») mais de confirmer le fait que des portions importantes de ligne mère sont posées au fond ou à proximité du fond, très probablement sous l'effet du courant.

Le tableau n°7 présente les captures réalisées sur une palangre décollée (trait n°2). Le tableau doit être parcouru en commençant par le premier orin (case en bas à gauche), en montant vers le premier

flotteur (colonne grisée) puis en redescendant vers le premier lest (colonne blanche) et en terminant par le deuxième orin.

Flotteur		Flotteur		Flotteur		Flotteur		Orin2
								3
	2							1
1		2	2				1	
2	1				3			2
2	2	1		1	2		2	
3		2	4	2	2	3		1
			2	3		2	1	2
<b>Orin1</b>	<b>Lest</b>		<b>Lest</b>		<b>Lest</b>		<b>Lest</b>	

**Tableau 7. Répartition du nombre de captures par segment de 10 hameçons sur la palangre décollée (Trait T2)**

Pour le trait T2, la capture se compose en grande partie de roussettes et de chiens. On trouve majoritairement ces élasmobranches à proximité des lests, sur environ un tiers jusqu'à la moitié de la longueur de maîtresse (distance comptée depuis le lest vers le flotteur),

Par comparaison avec le trait 3 où le nombre d'élasmobranches capturés était de 520 pour 4 rails soit 130 par rail, on a ici 55 individus par rail. Ceci est cohérent avec l'hypothèse que la palangre repose sur le fond sur une assez grande partie, de l'ordre du tiers à la moitié.

Le même comptage est reproduit pour le trait 4 (Tableau 8) :

Flotteur		Flotteur		Flotteur		Flotteur		Orin2
								1
								1
								1
				2				1
				1				
1	1				1			
1	1	1			1	2	2	
	1	1	2		2	2	2	
	1	1	1				1	2
<b>Orin1</b>	<b>Lest</b>		<b>Lest</b>		<b>Lest</b>		<b>Lest</b>	

**Tableau 8. Répartition du nombre de captures par segment de 10 hameçons sur la palangre décollée (Trait T4)**

On retrouve une conclusion similaire à celle du trait T2, même si la palangre semble un peu plus décollée du fond.

L'observation de la répartition des espèces benthiques permet de déduire que les palangres reposent sur le fond, sur une distance qui correspond à la moitié de la distance lest-flotteur.

### 3.6 Hook-timer

Il était prévu d'équiper une série d'avançons de hook-timers de marque NKE (chronomètres se déclenchant au moment où le poisson mord). Ce matériel avait déjà été utilisé au Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutique (LTBH) sur des palangres manuelles. Un test en caisson hyperbare a été fait pour valider une utilisation à 1000m alors que les modules sont prévus pour une profondeur de 600m.



Figure 12. *Mise en place des modules sur un rail (avançons en cordé bleu). (Ifremer / B. Vincent)*

Les expérimentations menées avec ces horloges de capture ont montré des limites techniques liées à leur utilisation :

- Premièrement, le temps nécessaire pour leur mise en place sur la ligne (les lignes se présentent hors des magasins seulement au moment où elles sont filées),
- Deuxièmement, leur déploiement est problématique car elles ne peuvent être stockées dans les magasins de stockage des avançons lors du virage, ce qui implique de devoir stopper l'enrouleur de la ligne mère pour récupérer l'instrument lors du virage. Cette manipulation impacte la tension de la ligne et provoque des à-coups susceptibles de décrocher des captures.
- Troisièmement, il semble que la majorité des captures réalisées sur les instruments ne provoquent pas de tension suffisante pour déclencher le hook-timer. Le détail des relevés effectués se trouve en Annexe 2 : Analyse des résultats obtenus avec les hook-timers.



Figure 13. *Filage, sortie d'un avançon équipé d'un hook-timer (Ifremer / B. Vincent)*

Toutes ces observations montrent que les hook-timers testés s'avèrent inadaptés à la palangre automatique. Dans l'hypothèse d'une utilisation ultérieure, une étude de faisabilité complémentaire auprès du fabricant serait à réaliser.

### 3.7 Bilan de l'échantillonnage

Entre décembre 2014 et août 2016, un observateur (Océanic Développement) a embarqué afin de collecter des données concernant les paramètres de pêche (nombre d'hameçon, profondeur, positions...) et les captures (commerciales et rejetées).

Dans un second temps ces embarquements ont permis d'instrumenter les palangres en déployant des capteurs de profondeur température, afin de collecter des informations complémentaires concernant le comportement de l'engin en pêche.

Aux termes du projet, 8 marées et 127 opérations de pêche (OdP) ont été échantillonnées selon le protocole Obsmer, soit près de 395000 hameçons.

Début de marée	Fin de marée	Nb OdP échantillonnées	Nb hameçons échantillonnés
01/12/2015	14/12/2015	29	69 120
14/12/2015	23/12/2015	19	52 920
10/02/2016	20/02/2016	7	29 160
21/02/2016	03/03/2016	10	47 520
23/04/2016	04/05/2016	13	41 040
13/06/2016	25/06/2016	19	58 000
28/06/2016	07/07/2016	12	39 000
28/07/2016	10/08/2016	18	58 000
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>127</b>	<b>394 760</b>

Tableau 9. Bilan des marées échantillonnées

La carte ci-dessous renseigne les positions des opérations de pêche échantillonnées ainsi que les niveaux de captures associées par sous rectangle CIEM.

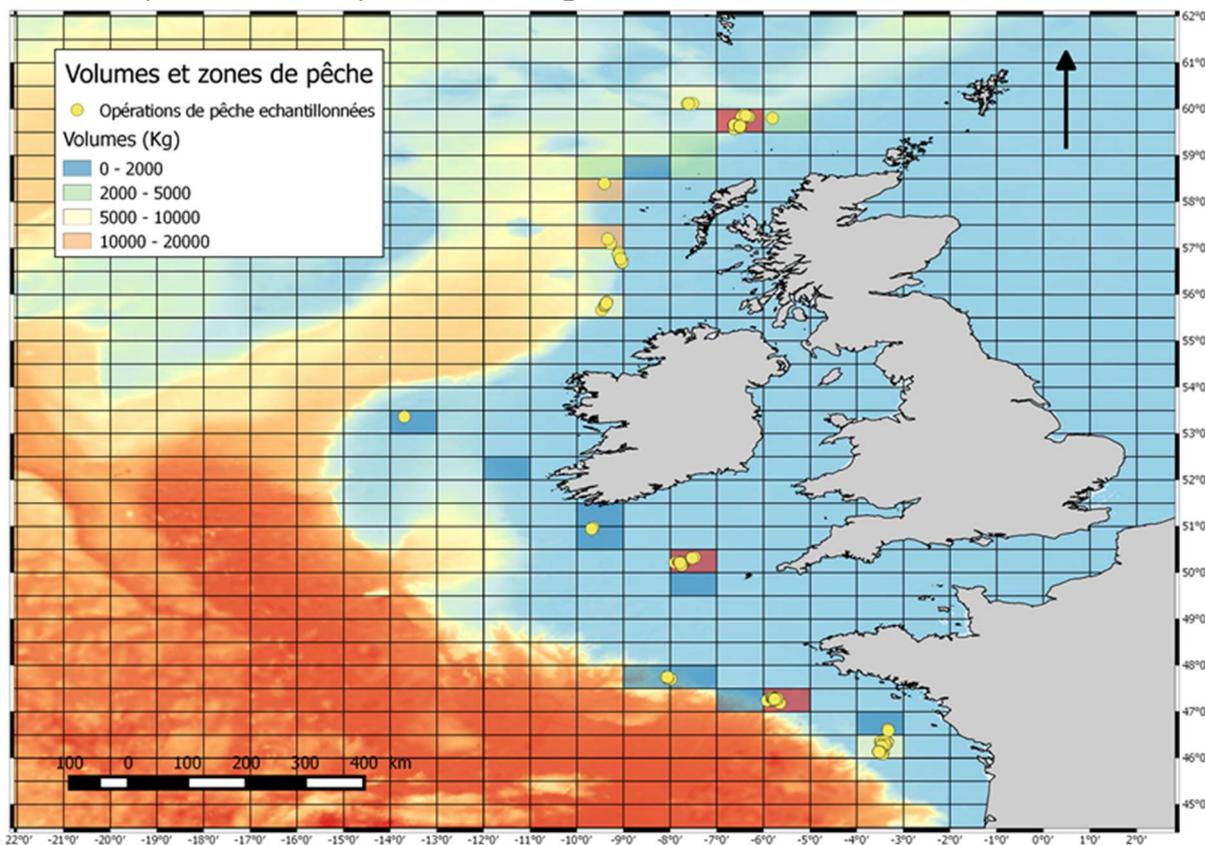


Figure 14. Carte présentant les opérations de pêche échantillonnées et les volumes capturés par sous-rectangle CIEM

### 3.7.1 Composition des captures

L'analyse exploratoire de ces résultats permet de dresser un premier descriptif de la composition des captures associées. A noter que les espèces marquées d'un astérisque sont interdites au débarquement.

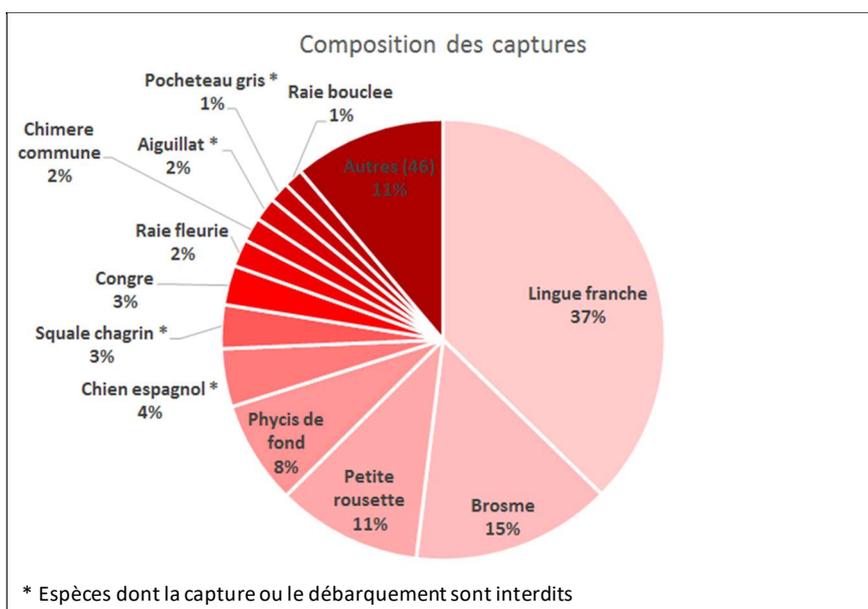


Figure 15. *Diagramme présentant la composition des captures*

Espèce	Part de l'espèce dans la capture	CPUE Kg/1000 hameçons	Taux de rejet moyen de l'espèce (%)
Lingue franche	37%	78,42	1,77% [0-16,92]
Brosme	15%	32,77	0,53% [0-4,43]
Petite roussette	11%	22,16	90,43% [0-100]
Phycis de fond	8%	17,04	6,43% [0-46,67]
Chien espagnol	4%	9,60	100,00% [100-100]
Squale chagrin	3%	7,22	100,00% [100-100]
Congre	3%	6,35	20,83% [0-100]
Raie fleurie	2%	4,42	8,07% [0-43,5]
Chimère commune	2%	4,01	5,05% [0-31,22]
Aiguillat	2%	3,62	100,00% [100-100]
Pocheteau gris	1%	3,32	100,00% [100-100]
Raie bouclée	1%	3,2	0,35% [0-0]
Autres (44)	11%	0,54	NA
Sabre noir	0,03%	0,06	0% [0-0]
Merlu	0,02%	0,05	0% [0-0]

Tableau 10. *Composition des captures et taux de rejets par espèce*

Le tableau ci-dessus présente les principales espèces capturées en pourcentage par rapport à la capture totale. Associé à ces valeurs, sont présentés les captures par unité d'effort en kilogramme par 1000 hameçons. Enfin, le taux de rejet moyen est calculé à partir du total capturé sur l'ensemble des opérations échantillonnées. Les valeurs présentées entre crochets apportent une information concernant la dispersion des données en affichant le 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> quartile des taux de rejets calculés par opération de pêche.

A noter que les 4 premières espèces composant les captures au cours des 8 marées observées, représentent 74% des volumes. D'autre part ce tableau présente également les captures de sabre noir et de merlu, qui représentent respectivement 0,03% et 0,02%, soit moins de 50kg pour les 2 espèces cumulées.

Les zones de capture des 4 principales espèces commerciales sont présentées sur cartes en annexe.

Le graphique ci-dessous présente la distribution des volumes capturés par opération de pêche en 3 catégories, par unité d'effort (CPUE) pour 1000 hameçons. Les représentations graphiques sous forme de boîtes à moustaches comparent ainsi les volumes des espèces cibles (Merlu et Sabre), les volumes des espèces accessoires (ACC), c'est-à-dire tout ce qui est commercialisé autre que les espèces cibles, et les volumes rejetés (REJ).

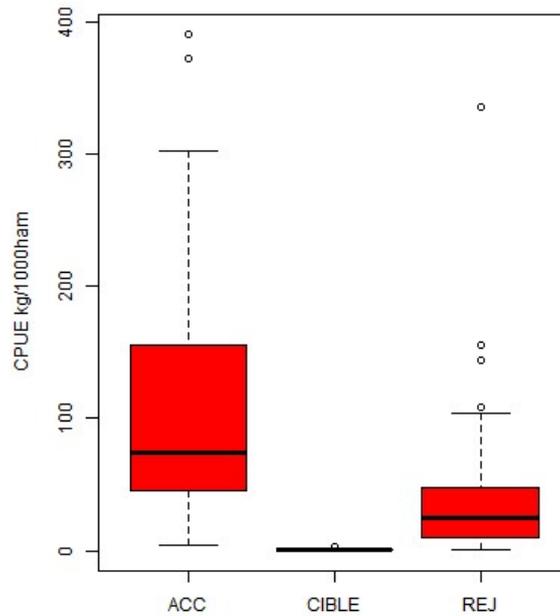


Figure 16. *Présentation des CPUE en 3 catégories sous forme de graphique en boîtes à moustache*

Il apparaît clairement sur ce graphique que le merlu et le sabre sont quasi-inexistants dans les captures. L'intégralité des captures commercialisées sont donc représentées dans les espèces accessoires avec une valeur médiane à 73,9Kg pour 1000 hameçons mis à l'eau. Pour les captures rejetées la médiane est à 23,4Kg.

La composition des rejets est présentée à travers le graphique suivant.

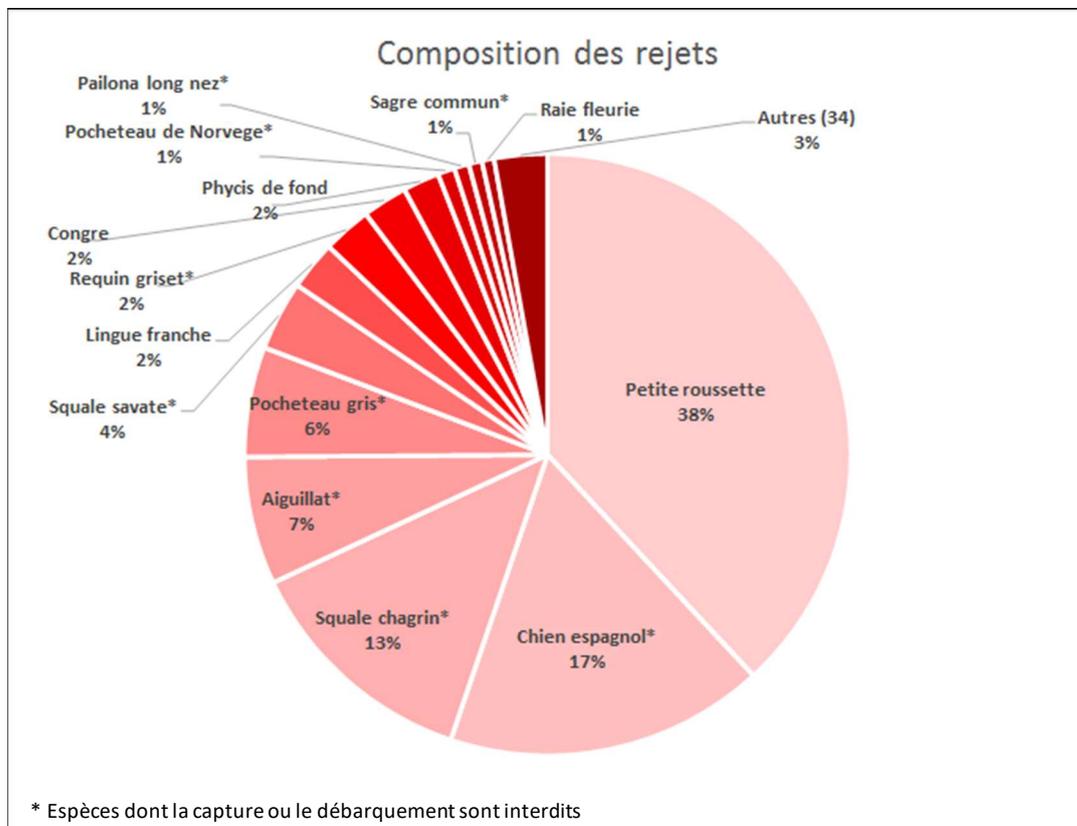


Figure 17. *Diagramme présentant la composition des rejets*

En termes de proportion, les rejets composent en moyenne 25,04% de captures (dont 90% de cartilagineux). A l'échelle des opérations de pêche échantillonnées, l'analyse descriptive de ces résultats montre que 50% des valeurs sont comprises entre 9,92% et 45,8%.

Grâce aux données issues du programme d'observation à la mer (OBSMER), les taux de rejets réalisés lors des essais ont été comparés avec les données de l'échantillonnage réalisé à bord des chalutiers hauturiers d'une longueur supérieure à 18m évoluant en Ouest Ecosse (Cornou A.S et al. 2016). Ainsi il apparaît que la fraction rejetée de ces navires est estimée à 12,4% en moyenne alors que l'on atteint le double, près de 25,04% lors des essais à la palangre. De plus, nous avons montré que ces rejets se composent en grande majorité d'espèces de cartilagineux (90%).

### 3.7.2 Analyse stratifiée

La stratification repose sur l'idée que les pratiques et donc les captures peuvent varier selon plusieurs facteurs (profondeur, zone de pêche, engin, etc...). Dès lors, il est important de sélectionner les captures échantillonnées en tenant compte de ces variables si l'on souhaite expliquer certains des résultats obtenus lors de ces essais.

Ce type d'analyse repose également sur la condition de disposer de suffisamment d'observations pour pouvoir tirer des conclusions. En règle générale l'on considère qu'une analyse statistique est suffisamment robuste à partir d'une trentaine d'observations.

Suite aux discussions avec le patron et mais aussi en fonction des données disponibles, 2 variables potentiellement explicatives ont été identifiées pour décrire les résultats :

- La latitude
- La profondeur

Une première exploration des résultats a été menée en analysant la distribution des captures en fonction de la profondeur, pour les 6 premières espèces capturées en volume.

Le tableau de contingence suivant donne le nombre d'occurrences pour chaque classe de profondeur.

Classe	Profondeur (m)	Nombre d'opération de pêche
1	0-100	16
2	100-200	42
3	200-300	8
4	300-400	2
5	400-500	16
6	500-600	18
7	600-700	19
8	700-800	0
9	>800	5

**Tableau 11. Table de contingence du nombre d'opérations de pêche en fonction de la strate « profondeur »**

Même si les résultats présentés plus loin apportent quelques éléments, il faudra garder à l'esprit que le jeu de données n'est pas suffisamment robuste pour pouvoir conclure quant à la capturabilité en fonction de la profondeur.

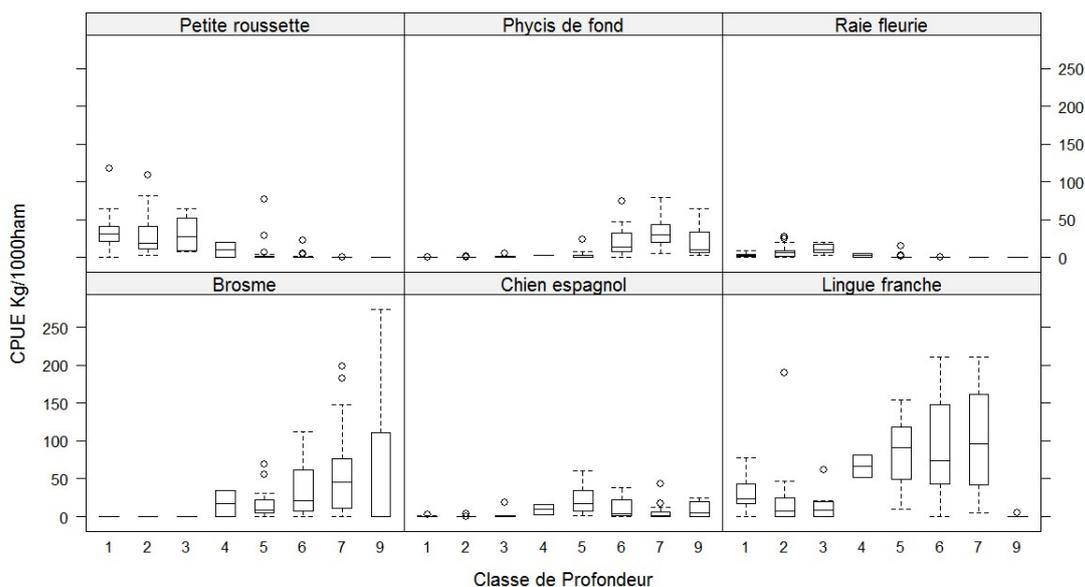


Figure 18. **CPUE sous forme de boîte à moustache pour les 6 espèces principales en fonction de la profondeur**

Il ressort de ces graphiques que la raie fleurie et la roussette sont capturées essentiellement sur une tranche de profondeur entre 0 et 400m. Au contraire le phycis de fond (mostelle), le brosme et la lingue franche apparaissent principalement sur des profondeurs supérieures à 500m.

La table de contingence ci-dessous présente les occurrences d'opération de pêche échantillonnées à partir d'une double stratification. Cette approche a pour objectif d'expliquer les résultats de capture par la profondeur mais aussi par la latitude.

La strate « Profondeur » a été divisée en 9 classes comme présenté dans le tableau n°4. La strate « Latitude » est divisée en 2 classes, la zone sud située entre 46 et 54° de latitude nord et la zone nord entre 54 et 62° nord.

Classe Latitude	Classe Profondeur	Nombre d'Opération de pêche
1	1	17
1	2	42
1	3	8
1	4	1
1	5	2
1	6	1
1	7	0
1	8	0
1	9	3
2	1	0
2	2	0
2	3	0
2	4	1
2	5	14
2	6	17
2	7	19
2	8	0
2	9	2

**Tableau 12. Table de contingence du nombre d'opérations de pêche en fonction des strates « profondeur » et « latitude »**

Il résulte de cette table que le nombre d'observations est insuffisant pour pouvoir corréler la variabilité des captures à la profondeur et à la latitude. Les résultats ne seront donc pas présentés.

### 3.8 Analyse économique

Les essais qui se sont déroulés à bord de l'Héliotrope sur près de 21 mois ont permis d'évaluer la rentabilité économique de cette technique dans les conditions de sa mise en œuvre.

Les données présentées ici se rapportent aux marées postérieures aux travaux de modification du système d'automatisation de la palangre. C'est également la fin d'une période d'apprentissage de la technique pour l'équipage, c'est pourquoi il existe une certaine cohérence à mettre de côté les données antérieures dans ce chapitre.

Le tableau ci-dessous apporte des éléments concernant l'effort de pêche, les volumes et les chiffres d'affaires réalisés entre octobre 2015 et Aout 2016.

En rouge, les marées échantillonnées.

Date vente	Tonnage (T)	Nb jour de mer	Nb Jour de pêche	Nb Hameçons Total
15/10/2015	13,73	13	11	190 080
26/10/2015	12,55	11	9	170 640
13/11/2015	10,71	9	6,5	139 320
02/12/2015	6,24	12,5	9,5	119 880
15/12/2015	9,11	13	11	191 160
24/12/2015	5,38	9	7,5	116 640
19/01/2016	17,33	11	5	81 000
01/02/2016	14,95	13	5	116 640
24/02/2016	16,43	12	7	77 760
04/03/2016	21,28	10	5	112 320
25/03/2016	24,22	9	6	102 600
04/04/2016	25,99	9	7	135 000
24/04/2016	23,57	12	9	166 320
06/05/2016	10,65	11	8	118 800
26/05/2016	25,54	12	9	145 800
06/06/2016	34,94	12	9	213 840
28/06/2016	25,51	13	9	183 600
08/07/2016	12,99	11	7,5	120 960
11/08/2016	10,78	14	11	171 720
<b>TOTAL</b>	<b>321,88</b>	<b>217</b>	<b>152</b>	<b>2 674 080</b>

Tableau 13. Récapitulatif des marées entre octobre 2015 et novembre 2016

### 3.8.1 Chiffre d'affaire comparé à celui d'un chalutier

Les données ci-dessous comparent les chiffres d'affaires réalisés entre l'Héliotrope et un chalutier effectuant des marées d'une durée équivalente sur les mêmes zones de pêche.

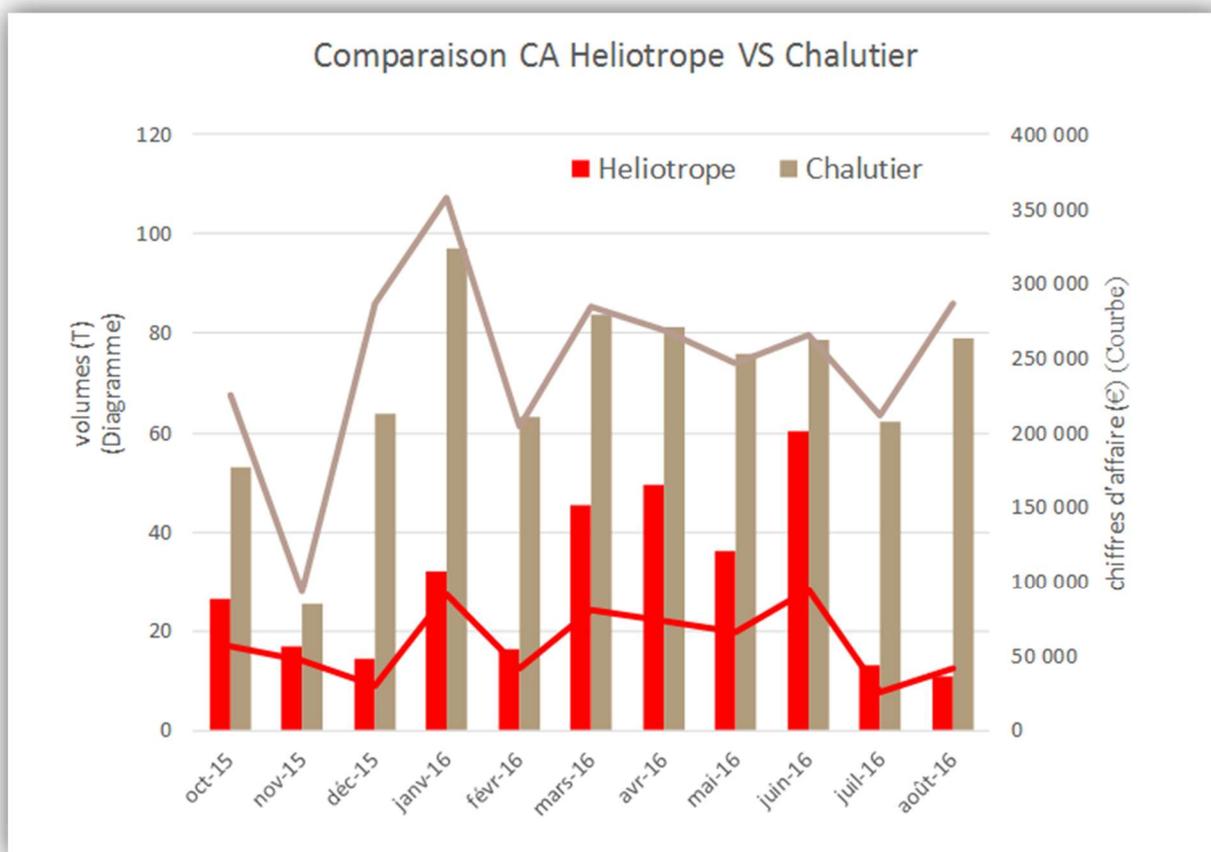


Figure 19. *Graphique comparatif des volumes et CA entre l'Héliotrope et un chalutier*

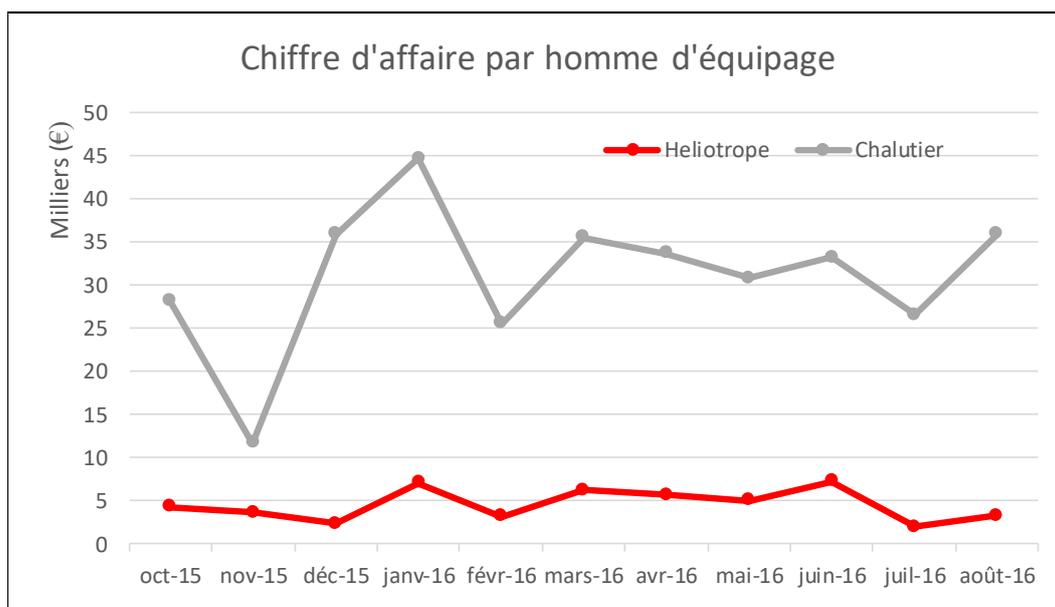


Figure 20. *Graphique comparatif entre l'Héliotrope et un chalutier du CA par homme d'équipage*

Les courbes ci-dessus rapportent les chiffres d'affaires réalisés au nombre d'hommes embarqués, soit 13 marins sur l'Héliotrope et 8 sur le chalutier.

Ces données sont complétées par le tableau suivant qui dresse un comparatif des prix moyens réalisés par l'Héliotrope sur la même période.

Espèces	Prix moyen ventes Héliotrope (€)	Prix moyen ventes Chalutier (€)
Lingue franche	2,34	2,35
Brosme	1,31	1,57
Mostelle	1,44	1,42
Raie fleurie	1,77	1,35
Cabillaud	4,44	3,62
Raie chardon	2,30	1,88

Tableau 14. Comparatif des prix moyens réalisés par espèces entre l'Héliotrope et un chalutier

### 3.8.2 Consommation Gasoil comparée aux volumes débarqués

Le calcul des volumes débarqués en fonction de la consommation (exprimé en Kg/Litre de gasoil) est un bon indicateur pour évaluer l'importance du poste carburant vis-à-vis de l'exploitation d'un navire. Ici, nous avons choisi de comparer les données de l'Héliotrope avec celle d'un chalutier de taille équivalente travaillant sur les mêmes zones durant la même période.

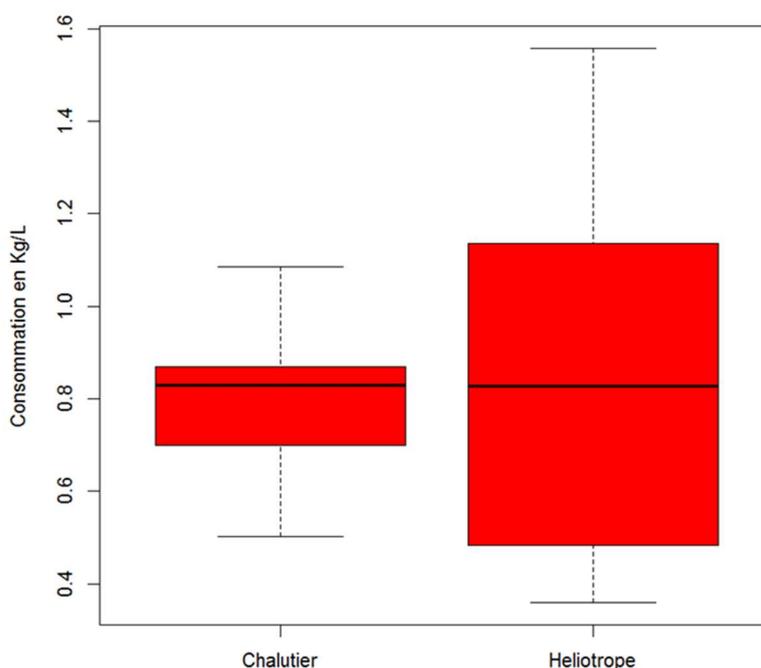


Figure 21. Comparaison des volumes débarqués en fonction de la consommation de gasoil sous forme de boîte à moustaches entre l'Héliotrope et un chalutier

D'après les données présentées il apparaît que la variabilité des résultats est plus importante sur l'Héliotrope que celle d'un chalutier. Ce résultat s'explique par la variabilité des niveaux de captures à bord de l'Héliotrope durant les essais.

Le graphique ci-dessus donne une valeur médiane pour l'Héliotrope à 0,84Kg de poisson par litre de gasoil consommé ce qui est supérieur au chalutier qui affiche une valeur de 0.80Kg/L.

## 4. Discussion et recommandations

### 4.1 Efficacité de pêche et valorisation des captures

La palangre manuelle utilisée par les navires espagnols pour cibler le merlu diffère des systèmes automatiques sur plusieurs aspects :

- Le matériau de la ligne mère (mono filament) et son diamètre (plus fin)
- Le matériau de l'avançon (mono filament), son diamètre (plus fin) et sa longueur (plus long)
- Le type et la dimension de l'hameçon (plus petit)
- L'appât (principalement la sardine)
- La mise en œuvre de la palangre (semi-pélagique : flotteurs et lests alternés sur la ligne mère)

Tous ces paramètres peuvent avoir un effet sur l'efficacité de pêche pour le merlu et certains d'entre eux vont probablement être plus importants que les autres. Par exemple, il a été montré que généralement les petits hameçons sont plus efficaces que les grands pour plusieurs espèces de poisson de fond et pour le merlu en particulier.

L'efficacité de capture des petits hameçons sur le merlu devrait donc être comparée avec celle des plus grand EZ-hameçons utilisés pour la palangre automatique. Cette comparaison devrait être effectuée à bord d'un navire utilisant la palangre semi-pélagique type espagnol en ne modifiant que la taille de l'hameçon. L'hameçon utilisé par les espagnols pour le merlu ne pouvant pas être utilisé dans un système automatique, si l'utilisation d'un gros hameçon s'avère nettement moins efficace on pourrait conclure que la palangre automatique n'est pas adaptée à la capture du merlu.

Si les gros hameçons étaient suffisamment efficaces pour la capture du merlu, il faudrait ensuite expérimenter l'influence sur la capturabilité des autres facteurs qui sont incompatibles avec le système de palangre automatique : la ligne mère en mono filament, les longs avançons en mono filament et l'utilisation de la sardine comme appât.

Herrmann (2016) a testé l'effet de la taille de l'hameçon, de la longueur et du diamètre de l'avançon et a constaté que l'utilisation d'un diamètre plus important de l'avançon provoque une diminution significative de la capture de merlu. Cependant, l'effet du diamètre et du matériau de la ligne mère n'a pas été testé dans cette étude.

Il faut donc retenir que si l'on veut automatiser une technique de palangre manuelle, il faut partir de la technique manuelle performante et tester un par un, avec cette technique, l'ensemble des facteurs contraignants (taille d'hameçon, longueur d'avançon, etc.) indispensables à l'automatisation. Il ne faut envisager le passage aux systèmes automatiques qu'après cette phase d'essais préliminaires.

Des travaux identiques devraient être menés sur les palangres à utiliser pour la capture du sabre, les palangres utilisées au Portugal pour le sabre étant similaires à celles utilisées par les espagnols sur le merlu.

Globalement les captures de merlu et de sabre ont été anecdotiques au cours des essais avec les lignes semi-pélagiques. Cela montre que la palangre utilisée n'est pas adaptée à la capture de ces espèces. En se basant sur les conclusions d'études réalisées sur les performances de différents types de palangres on peut considérer que cette absence de capture est due aux facteurs suivants : diamètre et matériau de la ligne mère et des avançons, taille de l'hameçon et type d'appât. Ainsi il est raisonnable de conclure qu'une pêche de merlu ou de sabre viable ne peut pas être développée en utilisant le système automatique utilisé aux cours de ce projet.

Concernant le reste des captures, la palangre automatique a montré une certaine efficacité sur les espèces accessoires. Ces volumes bien que faibles en comparaison d'un chalutier, auraient dû être compensés par une survalorisation des débarquements qui n'a pas eu lieu. Il apparaît donc que si

des améliorations peuvent encore être faites sur la technique de pêche, une attention toute particulière doit être portée aux débouchés commerciaux qui conditionnent également la réussite du projet.

Au niveau de la composition des rejets, l'Héliotrope a fait face à des captures accidentelles de cartilagineux et notamment de requins profonds très importantes. Ces captures ont souvent contraint le navire à changer de zone car les requins ont tendance à mordre plus rapidement à l'appât que les espèces recherchées. A noter également que la prédation des captures par les puces de mer sur certaines zones, constituait un problème supplémentaire récurrent à la prospection.

## 4.2 Simulation et conception des palangres

La ligne mère des palangres testées lors de ces essais a un diamètre de 9 mm qui a ensuite été augmenté à 10 mm pour des questions de résistance au moment du virage sur des fonds plus importants. La prise au courant, qui rabat la palangre vers le fond, devient alors un problème majeur puisqu'il n'est plus possible de la déployer verticalement. On pourrait augmenter le nombre de flotteurs mais les limites techniques humaines et de sécurité sont rapidement atteintes. La question du diamètre de la maîtresse est donc primordiale.

Sur ce point, il s'avère que la surface de ligne mère (1 rail=1600m soit 14m<sup>2</sup> de surface projetée en prise au courant) rend ce cordage peu adapté au fonctionnement d'une palangre décollée dans un courant important. Il semble donc illusoire de vouloir maintenir la palangre en hauteur dans ces conditions.

L'effet important du courant, qui empêche des lignes de se déployer en hauteur justifierait l'installation d'un Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) de coque qui permettrait de disposer d'avantage d'informations concernant la force et la direction du courant jusqu'au fond afin d'optimiser les filages.

Les logiciels pour la simulation des palangres développés pour le projet PASAMER se sont montrés aptes à prédire les vitesses de chute et la forme d'une palangre décollée. Ils pourront être utilisés pour d'autres travaux de dimensionnement. Des données précises dans les zones d'essais de la vitesse de courant permettraient d'affiner l'analyse de ses effets.

## 4.3 Analyse économique

Les résultats économiques de l'Héliotrope durant ces expérimentations sont donc à l'image des résultats de la pêche, c'est à dire très faibles. En comparaison avec un chalutier de taille équivalente évoluant sur les mêmes zones, la différence en termes de chiffre d'affaires est 3 à 4 fois inférieure. Cette différence augmente encore davantage lorsque que l'on rapporte le chiffre d'affaires au nombre de marins embarqués puisque malgré l'objectif de réduire leur effectif grâce au système d'automatisation, nous n'avons pu descendre en dessous de 13 membres d'équipage. Un chiffre élevé en comparaison des 7 à 8 marins nécessaires à l'exploitation d'un chalutier de taille équivalente.

Cela étant, si les essais n'ont pas été concluants sur la pêcherie de sabre et de merlu, nous avons constaté qu'elle pourrait avoir un intérêt sur de plus petites unités en ciblant des espèces à fortes valeurs ajoutées comme le pagre, la dorade ou le cernier.

## 4.4 Ergonomie et sécurité

Les lests et flotteurs doivent être accrochés à la main à la ligne mère. Actuellement il n'existe pas d'équipement permettant de faciliter cette opération. La méthode retenue pendant ces essais consiste à poser les lests (maillons de chaîne) ou les flotteurs sur le rebord de la fenêtre du tableau arrière en sortie de boîteuse. Ces éléments peuvent donc tomber si les mouvements du navire sont importants. Cette opération a été faite systématiquement par le bosco car les autres membres d'équipage l'estiment trop dangereuse (risque d'être accroché par un hameçon si la main sort trop). Actuellement l'aménagement périphérique à la boîteuse est adapté à la palangre de fond et pas à une palangre décollée. Il faudrait aménager :

- Un espace de stockage des lests et flotteurs
- Un Guide permettant de faire sortir lests et flotteurs sans engager la sécurité de l'opérateur
- Idéalement un système permettant de convoier lests et flotteurs depuis le poste de virage jusqu'au lieu de stockage

## 4.5 Perspectives

Dans le cadre de ce projet les expérimentations ont été menées sur l'Héliotrope, ancien chalutier pêche fraîche de 33m. Ces travaux ont montré que la palangre automatique de type « autoline » est techniquement maîtrisée et fonctionne très bien avec un équipage qui peut se former en quelques mois. Mais elle s'est avérée ne pas être rentable sur ce navire et pour les espèces recherchées.

Cependant il est possible d'utiliser la même technique sur de plus petites unités. Ces systèmes sont couramment utilisés dans les pays nordiques comme la Norvège ou l'Islande sur des palangriers de 12 à 16m. A titre d'exemple, un embarquement a été réalisé dans notre pré-étude sur une unité de 16m en Norvège, avec 4 marins à bord, au cours duquel l'équipage pouvait mettre à l'eau 20 000 hameçons par jour de pêche. Une grande diversité d'espèces peut être capturée, peut-être en privilégiant des secteurs où le chalutage n'est pas possible (réglementation, fonds accidentés).

Enfin, il existe un autre système de palangre automatique dénommé « selectfish ». Cette technique permet d'utiliser une ligne mère et des avançons en mono filament ainsi que des hameçons plus petits. Cet équipement, utilisable sur des navires de 12m à 30m, serait probablement plus polyvalent et facilement utilisable pour mettre en œuvre des palangres décollées du fond.

# ANNEXES

---

## Annexe 1 : Résultats préliminaires de simulation

Suite au développement du simulateur, une série de simulations a été réalisée afin d'explorer différentes conceptions de palangres décollées.

Les configurations suivantes sont testées ci-dessous :

- Cinq rails soit 8200m de maîtresse.
- Orins de 1000m (pour toutes les sondes).
- Lests (flotteurs) disposés tous les 200m ou tous les 400m pour réduire le travail d'accrochage/déaccrochage. On teste donc une longueur flotteur-lest de 100m ou 200m. Une distance de 180m entre lest et flotteur a aussi été testée. Les flotteurs font 3 ou 6 kgF sauf pour la distance de 180m (6.5 kgF).
- Trois sondes testées : 800m, 500m, 200m.
- Les ancres en acier ont une masse de 36 kg.

Toutes ces données se retrouvent détaillées dans les scripts descriptifs des palangres.

### 1. Géométrie

Le Tableau 16 résume les résultats de simulation pour différentes sondes et différentes configurations : distances entre lests et flotteurs, caractéristiques des lests et flotteurs.

Sonde	800m				500m				200m				
	100m		200m		100m		180m	200m		100m		200m	
Distance Lest-flotteur													
Lest	3kgF	1.5kg	6kgF	3kgF	3kgF	1.5kg	6kgF	6kgF	3kgF	3kgF	1.5kg	6kgF	3kgF
Flotteur	6kgF	3kgF	6kgF	3kgF	6kgF	3kgF	6.5kgF flotta	6kgF	3kgF	6kgF	3kgF	6kgF	3kgF
Hauteur flotteur	26.6m	26.3	58.8 59.4	62.5	20.8	22.0	52	48.5	50.0	12.9m	13.6	31.6	31.5
Durée chute <sup>1</sup>	5380s	7160	5360 5380	6880	3820	4940	3760	3720	4820	1960s	2460	1860	2300
Distance ancres	7508	7469	7403 7397	7374	7779	7749	7575	7640	7642	7938m	7936	7844	7842
Durée chute ancre <sup>1</sup>	1480	1540	1560 1520	1580	840	860	880	860	860	280s	280	280	280

Résumé des résultats des simulations pour toutes les configurations. La durée de chute concerne le flotteur au centre de la palangre.

Simulations complémentaires avec variante sur les flotteurs et lests :

Pour une force de flottabilité de 5.5 kgF pour chaque flotteur et une distance de 180m entre lests et flotteurs, la durée pour que le lest du milieu de palangre arrive au sol est de :

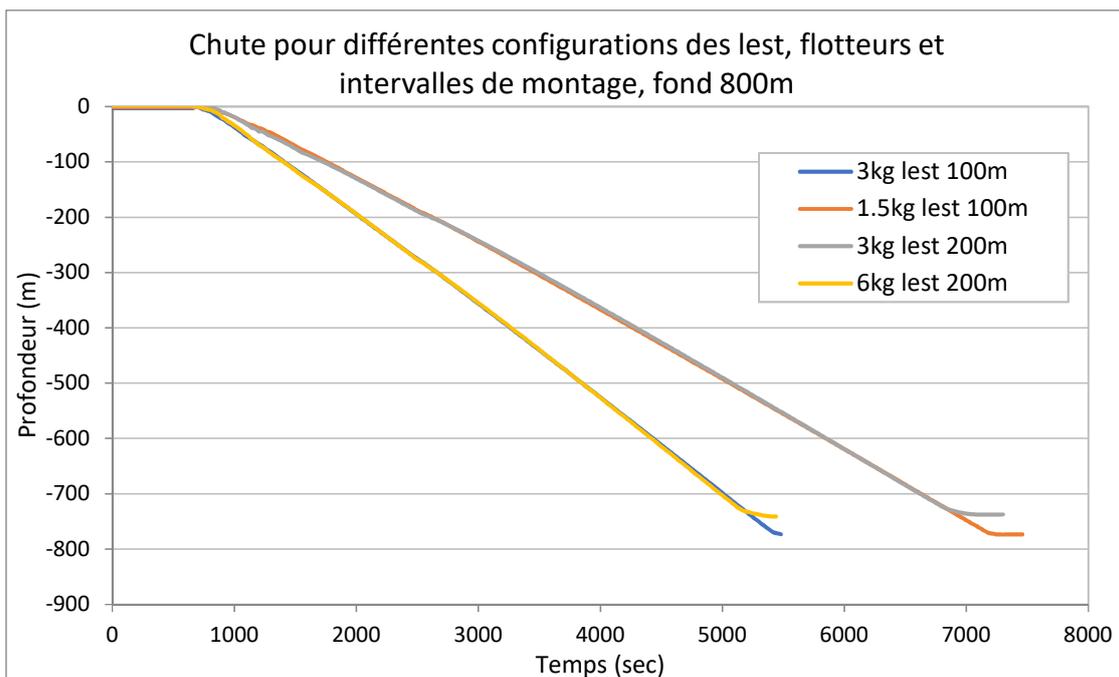
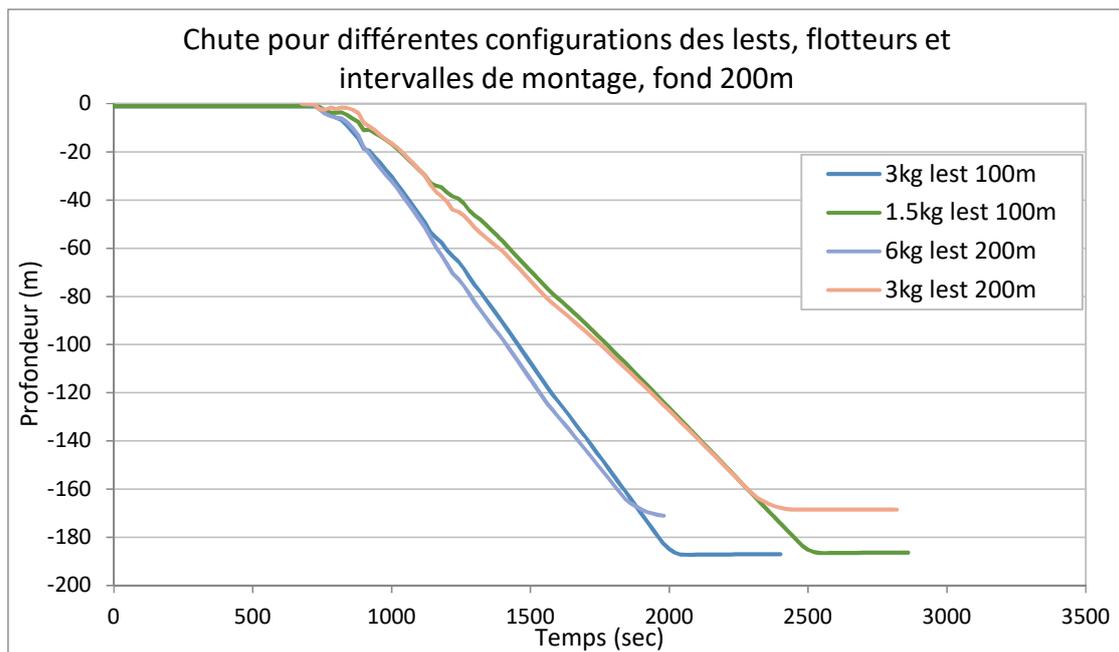
- 6520 sec pour des lests de poids apparent 5.48 kgF, flotteur à 53.7 m au-dessus du fond
- 5820 sec pour des lests de poids apparent 7.3 kgF, flotteur à 52.5 m au-dessus du fond
- 5100 sec pour des lests de poids apparent 9.13 kgF, flotteur à 51.5 m au-dessus du fond

Pour ces 3 simulations la sonde est de 800m et la longueur entre 2 lests (flotteurs) est de 360m.

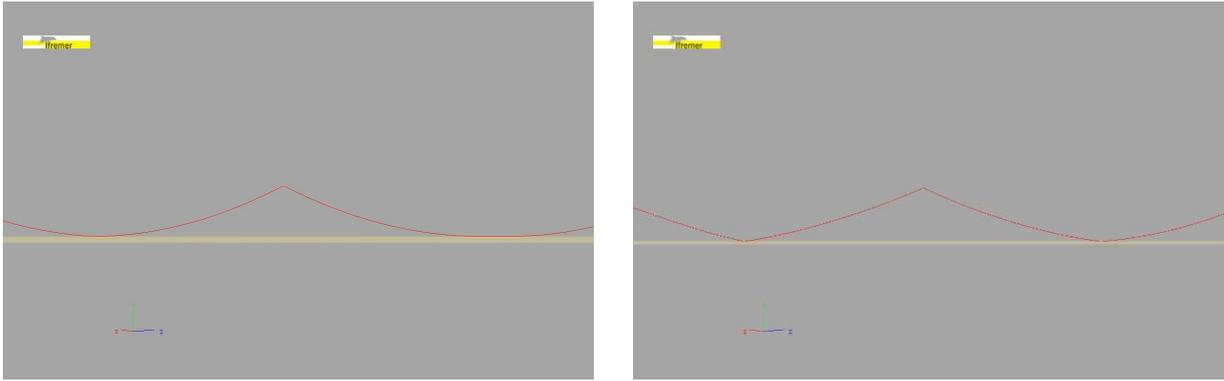
<sup>1</sup> Pour le flotteur central

On peut observer :

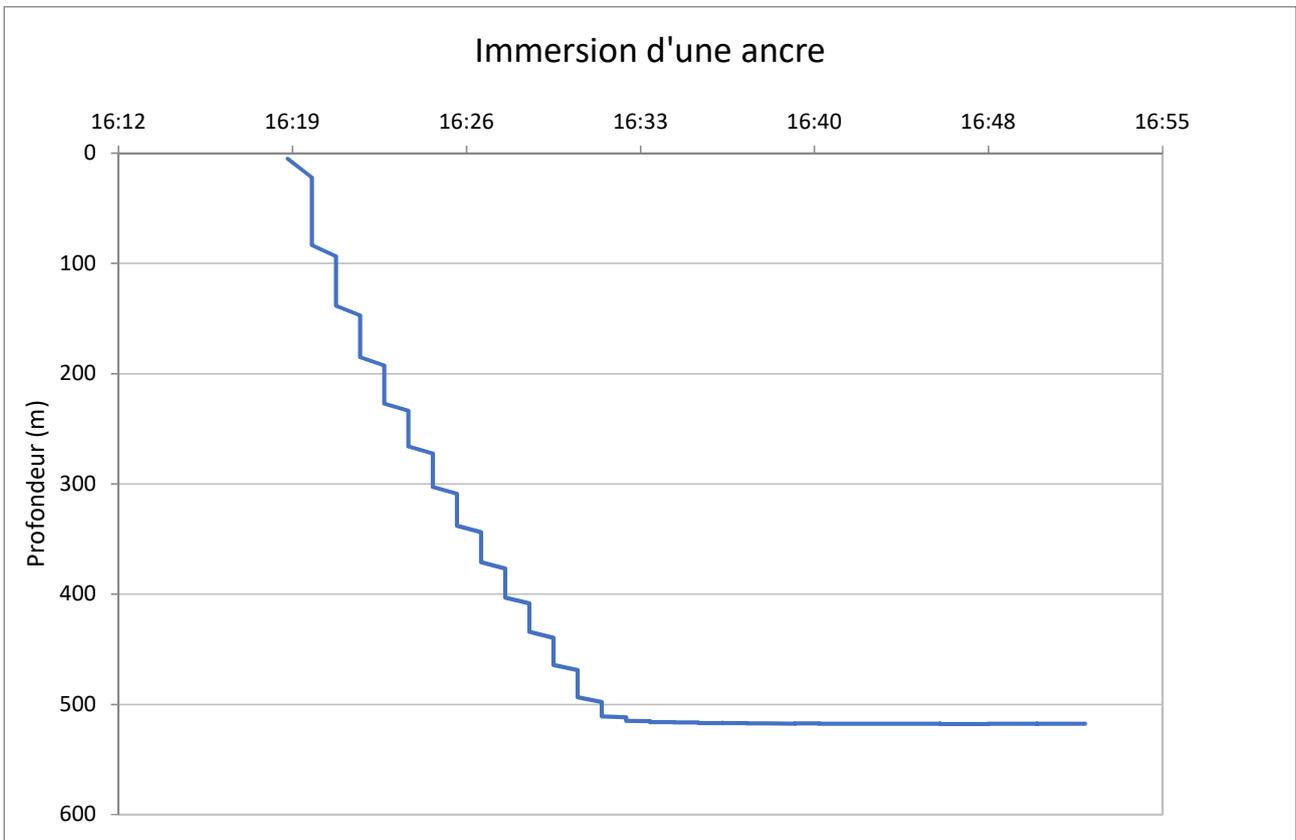
- Le lien entre la hauteur des flotteurs, la sonde et la distance entre les ancres. La hauteur des flotteurs au-dessus du fond augmente lorsque la sonde augmente : on l'explique par le fait que plus la chute est longue (sonde importante) et plus la palangre se referme, accentuant les V entre lests et flotteurs.
- On retrouve logiquement une hauteur de flotteur quasiment doublée lorsqu'on double la distance flotteur-lest.
- Pour la sonde de 500m on retrouve une durée de chute de la première ancre proche de l'unique valeur préliminaire mesurée à la mer.
- Une variabilité importante de la géométrie de la palangre en fonction des conditions.
- La durée nécessaire pour stabiliser la palangre sur le fond est environ 30% plus longue avec le petit lest.



Profil de chute du flotteur central pour les différentes configurations, sonde 200m (haut) et 800m (bas)



Forme d'une portion de palangre, lest 6kg, sonde 500m. A gauche distance lest-flotteur de 200m, flotteur 6kgF, à droite distance lest-flotteur 180m, flotteur 6.5 kgF. D'après la simulation, le flotteur est 4 m plus haut dans le cas 2 et les lignes quittent le fond plus rapidement.



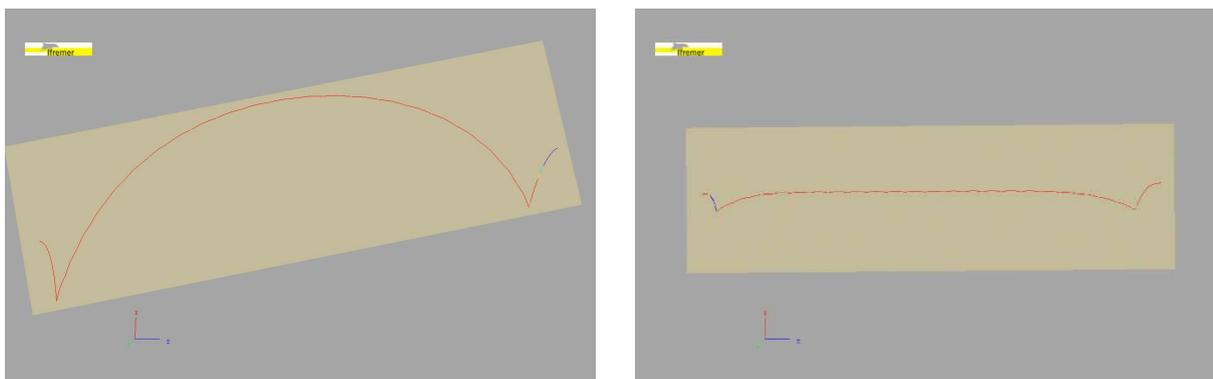
Mesure de la chute d'une ancre lors d'un premier essai en mai 2015. L'immersion de l'ancre à 16h19, arrivée de l'ancre à 500m à 16h31 soit une chute de 12 minutes environ, à comparer avec la durée de chute théorique de 840 secondes, soit 14 minutes.

## 2. Effets du courant

Les effets du courant sont importants car la valeur de la flottabilité compense tout juste le poids de la palangre. Il n'y a donc pas ou peu de réserve pour maintenir les flotteurs en hauteur.

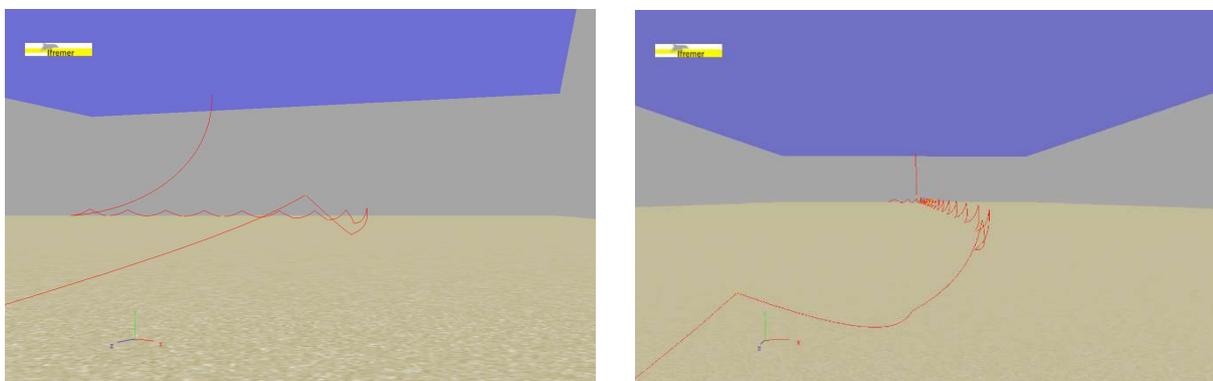
Deux simulations sont réalisées : un courant de 0.5 m/s (#1 nœud) ou 0.15 m/s (#0.3 nœud) est ajouté perpendiculairement à la direction de filage de la palangre. Les essais sont faits pour la palangre ayant une distance flotteur-lest de 180m, des lests de 6kgF et des flotteurs de 6.5 kgF.

On observe une déformation de la posée de la palangre, qui sera d'autant plus importante que la profondeur est importante.



Vue de dessus des trajectoire de posée de la palangre pour un courant de 1 nœud (gauche) et 0.3 nœud (droite). La filage est fait dans la direction  $-z$  (vers la gauche des images) en ligne droite, le courant est dans la direction  $x$  (vers le haut).

Comme attendu les flotteurs se rapprochent du fond : à 12.5 m pour le courant de 1 nœud et 40m pour le courant de 0.3 nœud, au lieu de 52m sans courant.



Forme de la palangre avec 1 nœud de courant transversale (gauche) ou 0.3 nœud (droite).

## Annexe 2 : Analyse des résultats obtenus avec les hook-timers

Compte tenu du risque important de casser les hook-timers au moment du filage (vitesse de filage de la ligne d'environ 3m/s), un premier essai a été fait avec 5 modules. Aucun module ne s'est déclenché et un module a été endommagé.

Un second essai (T3, le 8 novembre, sonde 280m, palangre de fond 4 rails) a été fait avec 25 modules positionnés en fin de rail 2. Une sonde pression-température a été installée à proximité des hook-timers. La palangre a été filée à 21h. La portion de palangre équipée des modules s'est posée sur le fond à 21h45. Lors du virage, les modules ont été récupérés entre 2h10 et 2h49. Sur les 25 modules :

- 5 modules avaient un poisson (gros chien, chimère, raies) mais n'ont pas déclenché,
- 3 modules indiquaient 5h49 / 5h50. Ils ont donc été déclenchés lors du passage dans la boîteuse,
- 2 modules indiquaient un temps de 1 et 4 min et avait une petite raie et une roussette, ils ont donc été déclenchés en fin de remontée à bord, et non au moment où les poissons ont mordu,
- 1 module indiquait 56 minutes mais avait perdu son poisson, ou avait été déclenché en accrochant le fond.
- Les autres (14 modules) n'avaient pas déclenché et n'avaient pas de poisson. Soit car aucun poisson n'a mordu, soit car les poissons qui ont mordu se sont décrochés (estimation des pertes par décrochement de l'ordre de 30%) et les modules ne sont pas assez sensibles (déclenchements donnés à 3kgF de traction), ce point étant antagoniste avec le fait que des modules se déclenchent au passage dans la boîteuse.

On ne tire donc aucune information de cette série d'essais avec hook-timer.

## Annexe 3 : Mesure des caractéristiques physiques des constituants de la palangre

Afin d'affiner les données de poids apparent des composants de palangre utilisés dans le simulateur, une portion de maîtresse et ses avançons ont été pesés en eau calme dans le bassin de Lorient.

### 1. Pesée de la ligne mère et avançons

#### Pesé des éléments en eau douce

Une portion de palangre est pesée en eau douce, séparément de ses éléments. Par la suite, on exprime abusivement les poids, poids apparents et poussée d'Archimède en gr à la place de grF ( $1 \text{ grF} = 9.81 \times 0.001 = 9.81 \text{E-3 N}$ ).

La longueur de la maîtresse est de 25.80 m, diamètre 9mm câblé.

16 avançons de 35 cm PA diamètre 3mm cordé sont répartis sur cette longueur.

Le premier avançon est à 1.30 m d'une extrémité, le dernier avançon à 0.80 m de l'autre extrémité, 1.50 m entre chaque avançon.

Le capteur de force utilisé est un capteur à jauges de contraintes de marque Antran de 50 N. Le conditionneur de capteur est un ARD154 de marque « MeasurementSpecialities ». Un convertisseur 14 bits est utilisé pour la numérisation des mesures. Les poids de calibrage du capteur font 208 gr et 606 gr (dans l'air).

La portion de palangre est restée plusieurs jours dans l'eau pour la débarrasser des bulles d'air qui perturbent la pesée. On obtient les valeurs suivantes :

- Poids dans l'eau de l'ensemble : 466 gr, masse dans l'air : 2173 gr
- Ligne mère seule avec attaches : 379 gr, masse dans l'air : 2020 gr
- Les avançons avec hameçons : 85 gr, masse dans l'air : 150 gr

On en déduit :

Le poids apparent de la ligne mère équipée des attaches est de 18 gr/m. Dans le simulateur, on peut saisir une masse linéique de 0.0783 kg/m et un coefficient de flottabilité : 0.23.

Le poids apparent d'un avançon plus un hameçon est de 5.31gr. Dans le simulateur, on peut saisir : une masse linéique de 0.00937 kg/m et coefficient de flottabilité : 0.57. Ou en négligeant le poids apparent de l'avançon et en utilisant un lest pour modéliser l'hameçon : poids apparent de l'hameçon : 5.31 gr et masse : 9.37 gr.

## Passage de l'eau douce à l'eau de mer.

Pour prendre en compte la poussée d'Archimède supérieure de l'eau de mer, on peut calculer le volume de chaque partie à partir de la différence masse – poids apparent :

- Ligne mère et attache : volume #  $2020 - 379 = 1641 \text{ cm}^3$ .
- Poussée d'Archimède en eau de mer #  $1641 \times 1.025 = 1682 \text{ gr}$ .

Le poids apparent de la ligne mère et de ses attaches en eau de mer est plus faible de 41gr, soit 338 gr (au lieu de 379gr/m écart à l'eau douce de 9%).

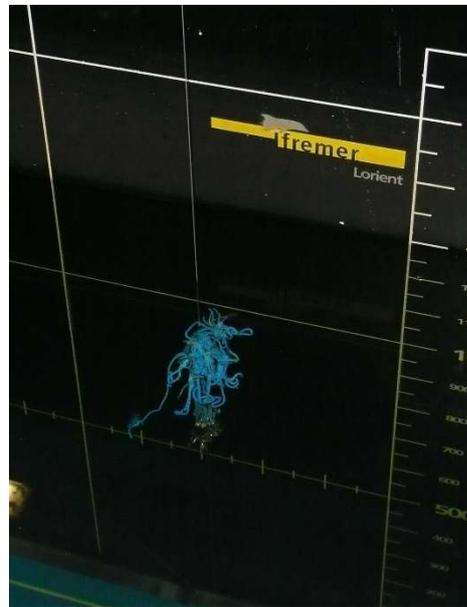
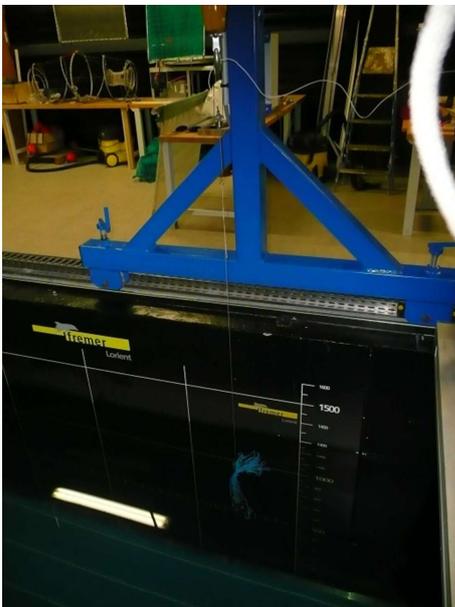
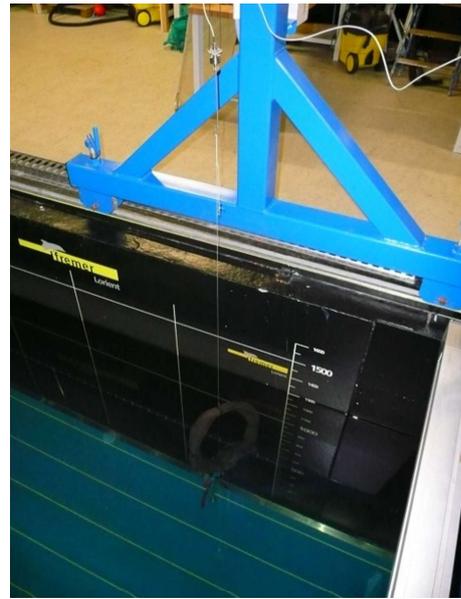
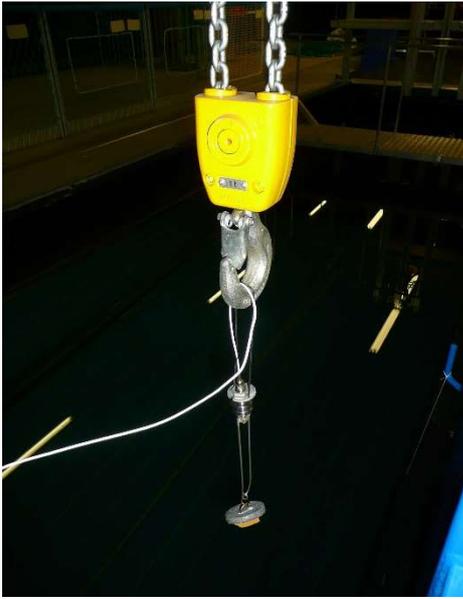
De même pour les avançons : volume #  $150 - 85 = 65 \text{ cm}^3$ . Poussée d'Archimède = 65 gr en eau douce et 66.6 gr en eau de mer.

Le poids apparent en eau de mer est de  $150 - 66.6 = 83.4 \text{ gr}$  (écart à l'eau douce de 2%)

Valeurs à utiliser dans le simulateur en eau de mer

Elément	Masse linéique ou masse	Poids apparent	Coefficient de flottabilité
Ligne mère et attaches	$2020/25.80 = 78.3 \text{ gr/m}$	$338/25.80 = 13.10 \text{ gr/m}$	0.167
Avançon et hameçon	$150/16 = 9.37 \text{ gr}$	$83.4/16 = 5.21 \text{ gr}$	

Valeurs de poids et flottabilité utilisées dans les scripts.



Calibration du capteur de force, pesée de l'ensemble, pesée des avançons et des hameçons seuls.

## Pesée des flotteurs

Ces pesées ont été réalisées le 12/10/2015 au bassin de Lorient. Le principe est d'immerger un ou plusieurs flotteurs en le tirant sous la surface libre par l'intermédiaire d'une poulie maintenue au fond du bassin. La force de flottabilité est donc perturbée par les frottements de la poulie qui renvoie vers la surface la tension qui est mesurée par un capteur de 250N.

Deux boules jaunes de 8 litres ont été testées.

Masses mesurées : 2412, 2414 gr, moyenne 2413 gr

Flottabilité mesurée en eau douce : 5260 et 5450 grF, moyenne 5355 grF

On en déduit le volume moyen : 7.77 litres. La poussée d'Archimède en eau de mer est donc 7.962 kgF. La force de flottabilité moyenne par boule « 8 litres » est donc de 5.55 kgF.

Trois boules de chalut de 4 litres ont été testées.

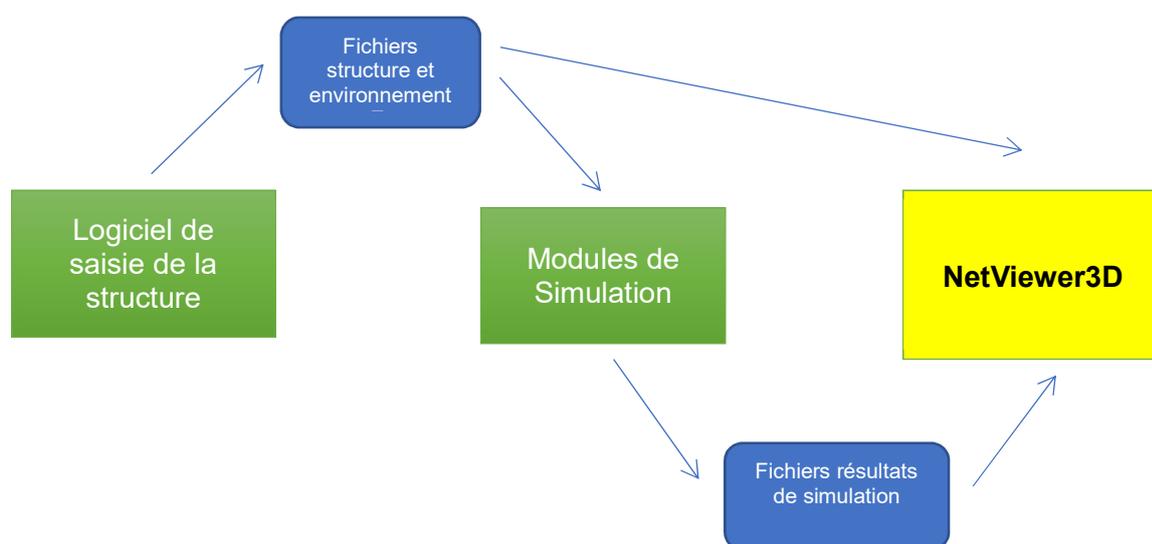
Masses mesurées : 1767, 1741, 1763 gr, moyenne 1757 gr

Flottabilité mesurée en eau douce pour les 3 boules ensemble : 6200 gr

On en déduit : le volume des 3 boules :  $6200 + 3 \times 1757 = 11.471$  litres, la poussée d'Archimède en eau de mer est donc de 11.757 kgF, la force de flottabilité par boule est donc de 2.16 kgF.

## Annexe 4 : Développement du simulateur d'opération de pêche à la palangre

Les développements de la suite logicielle de conception et simulation des engins de pêche et structures marines ont débuté en 2009 dans le cadre du CPER 2006-2013. Cette suite intègre des composants indépendants, en particulier l'interface de saisie des paramètres de la structure sous forme d'un script descriptif et les modules de calcul, produits internes IFREMER-LTBH. Le logiciel NetViewer est le résultat d'une sous-traitance et permet de faire la visualisation en 3D des résultats de simulation.

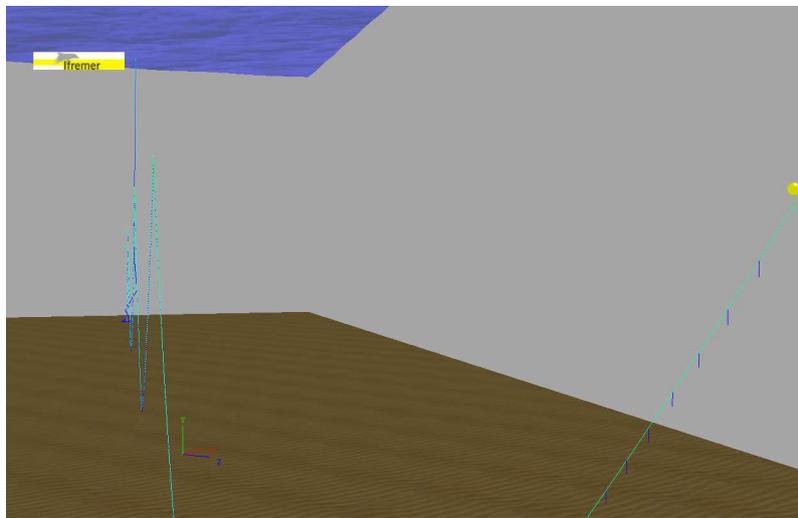
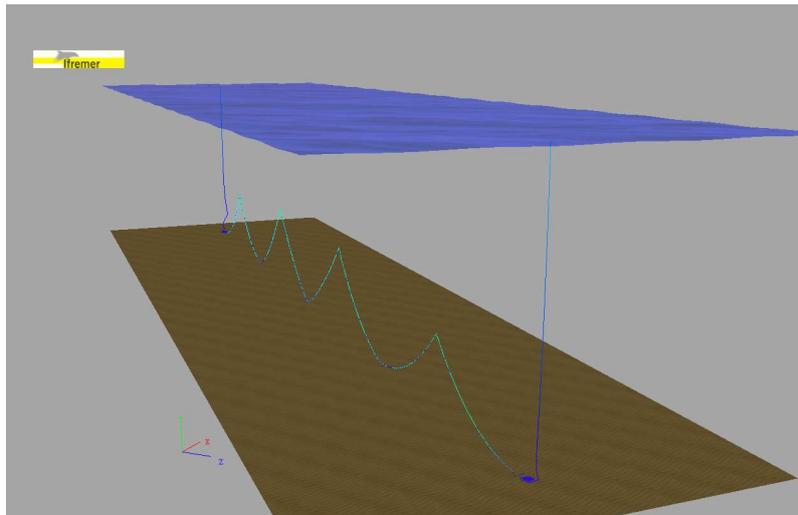


Articulation symbolique des différents composants indépendants intervenant pour la simulation des structures de pêche ou d'élevage. Tous les fichiers en entrée ou sortie des modules de simulation ne sont pas représentés ici.

Pour les besoins du projet PASAMER, une série de développements a été apportée au simulateur, au module de saisie et aux modules de simulation :

- Modification de la partie de création de gréement qui était uniquement adaptée à la modélisation de gréement de chaluts ou de sennes. Représentation graphique détaillée des données pour simplifier l'écriture des scripts.
- Les palangres étant définies de manière très répétitive, des « groupes virtuels » ont été créés. Ils permettent la répétition de façon simple d'un ensemble d'éléments (typiquement d'une portion de maîtresse, d'une attache, d'un avançon et d'un hameçon).
- Développement d'un algorithme de simplification de la palangre pour réduire les temps de calcul des simulations, deux options étaient possibles : laisser à l'utilisateur le soin de simplifier lui-même la définition de la palangre dans le but de simplifier la simulation, ou alors saisir tous les constituants de la palangre réelle et la simplifier automatiquement à un degré choisi par l'utilisateur. La première option présente des risques d'erreur et est fastidieuse. La seconde permet de conserver les détails de conception pour la réalisation éventuelle d'un plan de fabrication. C'est cette deuxième option qui a été retenue.

- Algorithme de filage développé pour reproduire la manœuvre, selon une vitesse et une trajectoire du navire choisies par l'utilisateur. Un paramètre de « seuil de force » qui déclenche la mise à l'eau des éléments de palangre a dû être introduit dans le code. Il se trouve que ce paramètre a une influence importante sur les résultats : un seuil trop faible provoque la mise à l'eau de « paquets » de palangre qui représentent autant de « mou », accélère artificiellement la vitesse de chute et augmente la hauteur des flotteurs. A l'autre extrémité, un seuil trop grand peut se traduire par l'incapacité de filer (la palangre reste à bord) ou imposer trop de tension dans la ligne mère. Le critère retenu pour les simulations présentées ici est d'utiliser le seuil le plus faible possible mais ne provoquant pas de filage par paquet. Une valeur de 1500N a été utilisée. Des essais à 3000N montrent que les résultats (vitesse de chute et hauteur de flotteurs) sont très proches. Par contre un seuil de 300N est insuffisant.
- Mise en place d'indicateurs spécifiques à la palangre permettant de tracer les grandeurs caractéristiques (par exemple profil de chute d'un point de la palangre, hauteur moyenne au-dessus du fond d'une portion de palangre etc ...).
- Lors du filage, les orins peuvent être traités de deux manières différentes. (1) Ils peuvent être filés comme la palangre, ils sont donc filés progressivement au fur et à mesure de l'avance du palangrier. Cela a pour effet d'augmenter la surface « balayée » par la palangre en limitant le rapprochement de ses deux extrémités mais le temps de filage est plus long. La conséquence est aussi de réduire la vitesse d'immersion des ancres et des extrémités de la palangre en les maintenant plus tendues et donc de réduire la hauteur du premier et dernier flotteur. (2) Les orins peuvent aussi être mouillés « en paquet », ce qui correspond plutôt à la pratique du bord.



Simulation d'une palangre décollée « non simplifiée ». Le temps de calcul est de 2h10min alors que la même palangre avec un niveau de simplification de 5 nécessite moins de 6 min de calcul.

# Annexe 5 : Poster présenté au groupe de travail Fishing Technology and Fish Behaviour du CIEM en 2016

## Reconversion of a trawler to a longliner to target blackscabbard and hake

B. Vincent IFREMER  
benoit.vincent@ifremer.fr

F. Théret SCAPÉCHE  
ftheret@comata.com



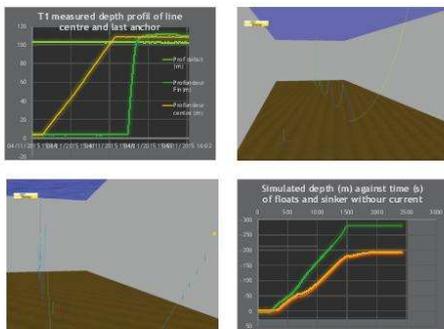
Heliotrope is the name of the longliner. It is a former trawler of 33.8m. Autoline system makes it possible to deploy about 30 km of lines and 25000 hooks each 24 h. Crew is made of 13 sailors. First time his technic is tested in France.

### Objectives :

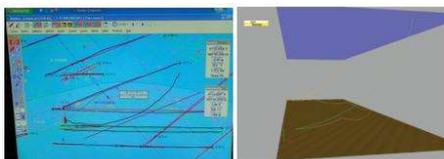
- Experiment a new fishing technic for the fishing company.
- Reduce seabed impact, fuel consumption and bycatch (to be proved) compared to trawling.
- Additional tests on blackscabbard and hake using an off bottom longline.



Off bottom longline design what achieved using a dedicated simulation software developed during the project. Optimization of the longline design is of importance to reduce the time the line needs to reach its fishing depth (bait efficiency, time to wait).



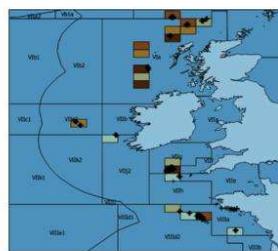
Depth loggers were used to validate simulation results. Differences with simulation were about 10% for sinking velocity and couldn't be compared for float height as the current velocity was unknown. Catch timers were used unsuccessfully. Undercurrents have important effects : floats height strongly reduces with current intensity.



The Heliotrope skipper had training in Norway. Then, about 6 months to train the crew who was new to métier. Norwegian sailors were taken onboard 2 months to teach the crew. Important crew member turnover at the beginning, stabilized now.

Bait : squid, mackerel, herring.

### Catch and fishing area (year 2015)



Species	Code	Total Weight	%
Ling	LIN	115861	44
Tusk	USK	58925	22
Blue ling	BLI	24622	9
Greater forkbeard	GFB	21902	8
European conger	COE	18163	7
Haddock	HAD	10385	4
Atlantic cod	COD	9108	3
Cuckoo ray	RJN	6177	2
Blackscabbard	BSF	7.5	0
Hake	HKE	153	0
		265303	

An observer will detail catches during 10 trips of 11 days (2015-2016)

### Economical facts

- Reconversion cost : 2.5 millions euros
- Loss in 2015 : 1.3 million euros
- No French market for tusk (low value)
- Fish quality gives no extra value



Ifremer



COOPÉRATION MARITIME

Project partners : Scapêche fishing company, IFREMER and « Coopération Maritime » with federate most of French cooperation structures of professional artisanal fishing. The project is co-funded by France Filière Pêche.



Ifremer



## Annexe 6 : Cartographie des zones de capture des 3 principales espèces

