

Rapport de stage

présenté par

Jordane LIMONET

Promotion Lucien Laubier 2018-2021

Dispositif anti-déprédation pour la pêche à la palangre



pélagique

Stage de fin d'études
pour l'obtention du diplôme de
Cadre Technique
Génie de l'environnement marin

Maître(s) de stage : M. Bach Pascal et Mme Rabearisoa Njaratiana

Date de stage : du 19/04/2021 au 30/09/2021

Entreprise ou Organisme :

IRD, Station Ifremer, Avenue Jean Monnet, 34200 Sète
+33 4 99 57 32 33

Remerciements

Je remercie ma famille pour m'avoir toujours supporté dans mes projets et mon parcours universitaire atypique et pour son soutien émotionnel et financier. Merci à eux pour m'avoir rendu visite durant ce stage.

Merci à Intechmer pour m'avoir accepté au sein de son cursus. Merci aux professeur.e.s et à leur écoute et leur patience pendant ces deux années très particulières de crise sanitaire. Merci à Régis Gallon qui a été mon tuteur de stage. Merci à l'Ifremer, l'IRD et à l'UMR Marbec pour m'avoir accueilli dans leurs locaux et au sein de leurs équipes.

Je tiens à remercier mes maîtres de stage Njaratiana Rabearisoa et Pascal Bach pour avoir accepté de m'intégrer au sein de ce projet et pour m'avoir suivi tout au long de ce stage. Merci à Njaratiana pour m'avoir trouvé un logement à Sète et m'avoir accompagné lors de sorties terrain. Merci à chacun d'eux pour leur personnalité accueillante, bienveillante et leur écoute, qui m'ont permis de passer un stage agréable malgré certaines conditions difficiles liées à la crise sanitaire. Merci à Pascal Bach pour sa disponibilité tout au long du stage et lors de la relecture de ce rapport et ses bons conseils et pour son optimisme.

Merci aux autres membres du projet Paradep, Nicolas Guillon et Marc Soria qui ont répondu avec une grande rapidité aux questions que j'ai pu leur poser.

Merci à certains collègues de la station Ifremer tels que Aurélien, Alexandre, Stéphanie avec qui j'ai pu passer de bons moments au travail. Un immense merci à Babett pour ses bons conseils et sa joie de vivre qui m'ont aidé à garder le cap lors de l'écriture de ce rapport.

Je remercie également l'association Odysée plongée pour sa collaboration au sein du projet. Un remerciement particulier à Jean Christophe, Manu et Florent, les plongeurs qui se sont mouillés pour les essais, et parfois lors de conditions difficiles de houle et de température. Je remercie aussi l'association pour m'avoir permis de découvrir les fonds marins Sétois et pour sa philosophie humaniste et de partage, voulant faire découvrir le monde marin à ceux qui en ont le moins l'opportunité.

Et enfin, un merci très chaleureux à mes colocataires Alexandra, Cécile et Dolly qui égayent mon quotidien. Merci à Alexandra de son magnifique accueil et qui m'a permis de m'intégrer aisément dans la vie sétoise, et de faire de belles rencontres.

Table des matières

Présentation de la structure d'accueil	1
Présentation des activités confiées.....	3
Introduction.....	4
Contexte	4
Qu'est-ce que la pêche à la palangre ?	4
La déprédation et ses conséquences	7
Les dispositifs anti-déprédation	8
Paradep et cadre du stage	11
Dispositif « PARADEP », version 3	11
Objectifs du Stage.....	14
Partie I : Tests et analyses des essais à La Réunion de mars 2021	14
Contexte et objectif.....	14
Matériel et méthode	16
Partie 1 des expérimentations : mise à l'eau et déclenchement de l'étui	16
Partie 2 des expérimentations : Déclenchement intempestif ou non lors du virage et du filage	18
Résultats.....	19
Partie 1 des expérimentations : mise à l'eau et déclenchement de l'étui	19
Partie 2 des expérimentations : Déclenchement intempestif ou non lors du virage et du filage	27
Conclusion	28
Partie II : Recherches et tests d'un nouveau matériau de filet.....	29
Contexte et objectif.....	29
Matériel et méthode	30

Matériel	30
Méthode	30
Résultats	34
Filets n°1	34
Filets n°2 et 3	35
Filets n°4	35
Filets 5	37
Conclusion	38
Partie III : Acceptabilité d'une innovation par les professionnels de la pêche	38
Contexte général	38
Enquête d'acceptabilité.....	39
Analyse	39
Résultats de l'enquête.....	39
Conclusion	39
Conclusion générale du stage	40
Conclusion personnelle	41
Bibliographie	43
Liste des annexes.....	1
Extended Abstract	19
Introduction.....	19
Part I: Video analysis of La Réunion trials (March 2020)	21
Part II: Research and testing of new net materialsnets	23
Part III: Acceptability of an innovation by fishing professionals	24
General conclusion	25
Abstract	26
Résumé	27

Liste des figures

Figure 1	Organigramme Marbec	2
Figure 2	Diagramme de Gantt des différentes tâches confiées lors de mon stage	3
Figure 3	Carte montrant l'effort de pêche à la palangre pélagique en 2000, source : Lewison et al., 2004	5
Figure 4	Schéma d'une palangre pélagique (source Beverly et al., 2003)	5
Figure 5	Détail d'une palangre pélagique (source Beverly et al., 2003)	5
Figure 6	En haut de gauche à droite : espadon et albacore ; en bas de gauche à droite : thon obèse et germon	6
Figure 7	Palangrier pélagique réunionnais ©Paradep.com	6
Figure 8	Mammifères marins à dents impliqués dans la déprédation. A gauche : globicéphale tropical, à droite : faux orque ©skyrock.com	7
Figure 9	Conséquences de la déprédation. A gauche : thon déprédaté par un requin, à droite : espadon déprédaté par un odontocète, ©Paradep.com	8
Figure 10	Tori line tracté à l'arrière du bateau pour effaroucher les oiseaux de mer attaquant les appâts, © Seafood New Zealand	9
Figure 11	Schéma d'un "parapluie" pour la pêche à la palangre démersale, (d'après Goetz et al., 2011)	9
Figure 12	Araignée » recouvrant un thon déprédaté (source : Paradep.com)	10
Figure 13	« Chaussette » recouvrant un thon (source : Rabearisoa et al., 2012)	10
Figure 14	Schéma de l'effaroucheur (source : Rabearisoa et al., 2015)	10
Figure 15	Dispositif Paradep, dernière version (V3) ©SATIM	12
Figure 16	Schéma de l'étui : (1) face avant, (2) ressort plat, (3) ogive en liège, (4) lame de verrouillage, (5) écrou, (8) mousqueton, (9) crochet de verrouillage, (10) pince crochet de l'avançon, ©SATIM	12
Figure 17	Photos de la dernière version V3-2 (gauche) et attache de l'épervier sur le mousqueton (gauche), ©Rabearisoa. Les cercles rouges représentent des encoches, faites pour placer l'avançon dans ces dernières afin d'assurer un meilleur maintien du boîtier sur l'avançon	13
Figure 18	Disposition des câbles de rigidification (en rouge): (1) haut, milieu, bas (H/M/B), (2) haut, milieu (H/M), (3) haut et bas (H/B), (4) longueur, largeur et haut (L/L/M)	16

Figure 19	Schéma représentant l'expérimentation, (1) : bouée flottante, (2) étui, (3) épervier, (4) bidon	17
Figure 20	Images issues des analyses vidéo	19
Figure 21	Diagramme boîte à moustache sur les scores calculés à partir des analyses vidéo des configurations possibles des câbles destinés à rigidifier les voiles (médiane en trait noir gras, les extrémités basses et hautes des boîtes représentent respectivement les 1 ^{er} et 3 ^{eme} quartiles et les traits verticaux les valeurs extrêmes)	20
Figure 22	Diagramme boîte à moustache des scores calculés à partir des analyses vidéo des dimensions des voiles (médiane en trait noir gras, les extrémités basses et hautes des boîtes représentent respectivement les 1 ^{er} et 3 ^{eme} quartiles et les traits verticaux les valeurs extrêmes)	21
Figure 23	Histogramme des scores des médianes avec écart types sur la nouvelle sélection des critères	23
Figure 24	Diagramme en boîte comparant les scores entre les essais des versions V3-1 et V3-2 (médiane en trait noir gras, les extrémités basses et hautes des boîtes représentent respectivement les 1 ^{er} et 3 ^{eme} quartiles et les traits verticaux les valeurs extrêmes)	26
Figure 25	Voiles non déployées lors de la descente	26
Figure 26	De haut en bas de droite à gauche : 1) filets 2 et 3, 2) filets 5 perforés, 3) faux thon, 4) sortie tests	33
Figure 27	Déploiement du filet lors de tests au pont de la victoire à Sète	34
Figure 28	A gauche : descente des filets, à droite : recouvrement partiel du thon par les filets	35
Figure 29	De haut en bas, de gauche à droite : difficultés de la sortie du boîtier, déploiement des filets lors de la descente, recouvrement partiel du thon	36
Figure 30	Descente des voiles	37
Figure 31	Recouvrement du poisson par les filets avec les mailles perforées	37
Figure 32	Recouvrement satisfaisant du poisson avec filet non perforé	37

Liste des tableaux

Tableau 1	Différentes configurations de filets de la version V3-1	13
Tableau 2	Taille des effectifs pour l'évaluation des scores en fonction des configurations des câbles rigidifiants	20
Tableau 3	Médiane des scores en fonction de la configuration des câbles rigidifiants	20
Tableau 4	Taille des effectifs échantillonnés par dimensions des voiles	21
Tableau 5	Médianes des scores en fonction de la dimension des voiles	21
Tableau 6	Effectifs échantillonnés sur les 8 configurations de voiles différentes	22
Tableau 7	Scores en fonction des 8 configurations de voiles	22
Tableau 8	Tableau résumant les moyennes pour chaque essai	23
Tableau 9	Moyennes des critères conservés	24
Tableau 10	Comparaison entre les premiers (été 2020) et les second essais (La Réunion mars 2021) du prototype V3	25
Tableau 11	Retours et notes des expérimentateurs sur le filage	27
Tableau 12	Retours et notes des expérimentateurs sur le virage	27
Tableau 13	Caractéristiques des différents filets testés	33
Tableau 14	Liste des critères retenus pour évaluer les nouveaux filets n°2, 3, 4	34
Tableau 15	Scores moyens sur le comportement des voiles entre les filets en PEHD, et les filets 2, 3 et 4	36
Tableau 16	Résumé des points acquis et des modifications préconisées pour le prototype Paradep	40

Liste des abréviations

IRD	Institut de Recherche pour le Développement
UMR	Unité mixte de recherche
MARBEC	Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation
FEAMP	Fonds Européens pour les Affaires Maritimes et la Pêche
EPST	Établissement public à caractère scientifique et technologique

Présentation de la structure d'accueil

Le stage a eu lieu à la station Ifremer de Sète où cohabitent plusieurs organismes tels que l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), le Centre National de Recherche Scientifique (CNRS), l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) et l'Université Montpellier. L'IRD était mon organisme d'accueil et se trouve être un organisme public français de recherche à caractère scientifique et technique (EPST). Il emploie 1180 ingénieurs et techniciens et 833 chercheurs travaillant dans 75 unités de recherches différentes.

Le projet Paradep est lié à l'UMR MARBEC qui comprend les différents organismes cités plus haut et s'avère être un des laboratoires les plus renommés travaillant dans le domaine de la biologie marine. 8 domaines scientifiques sont ciblés :

- Ecologie évolutive et adaptation
- Individus, populations et habitats
- Dynamique et fonctionnement des communautés
- Micro-organismes et interactions avec les macro-organismes
- Contaminants : devenir et réponses
- Aquacultures durables
- Systèmes littoraux d'usages multiples
- Approche écosystémique des pêches

Mon stage s'inscrit donc dans le dernier domaine de recherche cité, « Approche écosystémique des pêches ».

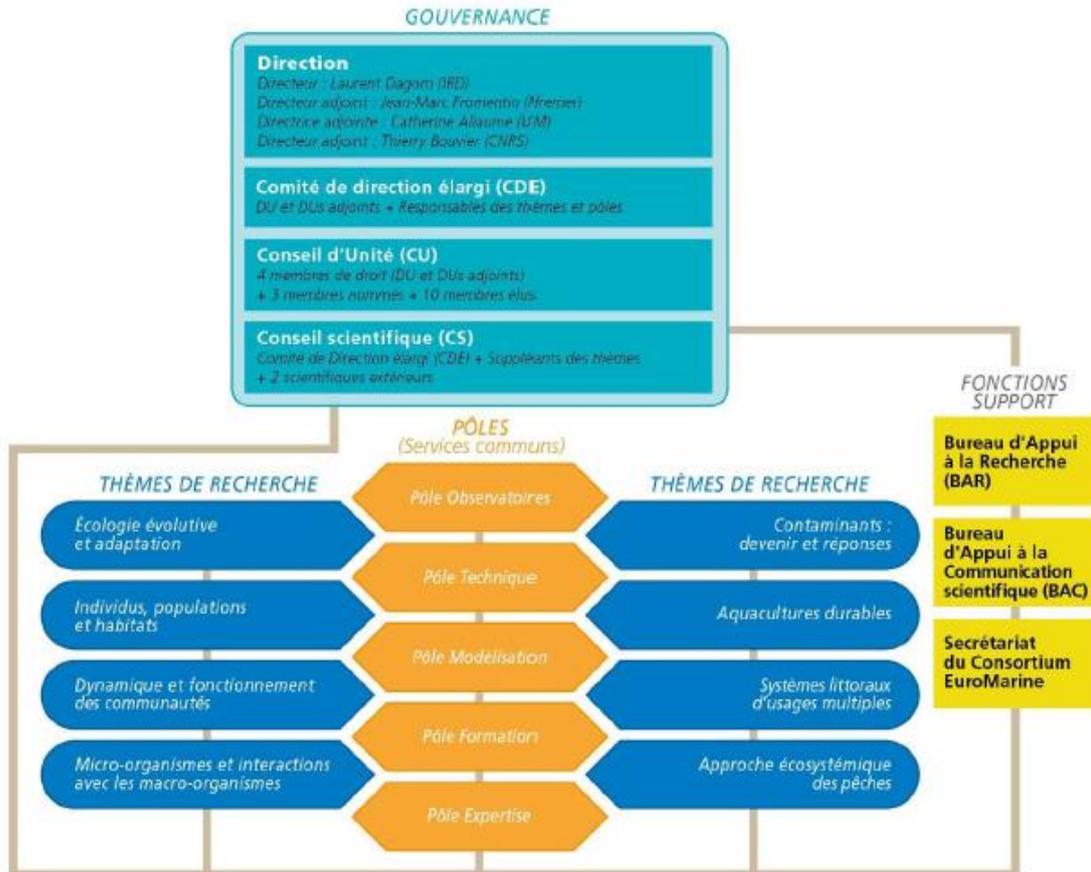


Figure 1 : Organigramme de MARBEC

Présentation des activités confiées

Durant ce stage plusieurs tâches m'ont été confiées. J'ai tout d'abord fait de la bibliographie sur la problématique de la déprédation au sens large. J'ai ensuite analysé les vidéos des essais des nouveaux prototypes du projet Paradep, réalisés à La Réunion en mars 2021 puis j'ai réalisé quelques analyses statistiques afin d'interpréter et de rédiger les résultats obtenus.

Par la suite j'ai assisté mes maîtres de stages dans la recherche d'un nouveau matériau de filet. J'ai donc fait des tests sur les différents filets obtenus afin d'analyser de nouvelles vidéos et de faire des choix sur le nouveau matériau.

Parallèlement j'ai fait de la bibliographie sur la question de l'acceptabilité d'une nouvelle technologie pour comprendre ces mécanismes par rapport aux pêcheurs et au projet Paradep.

Enfin, j'ai rédigé mon rapport de stage.

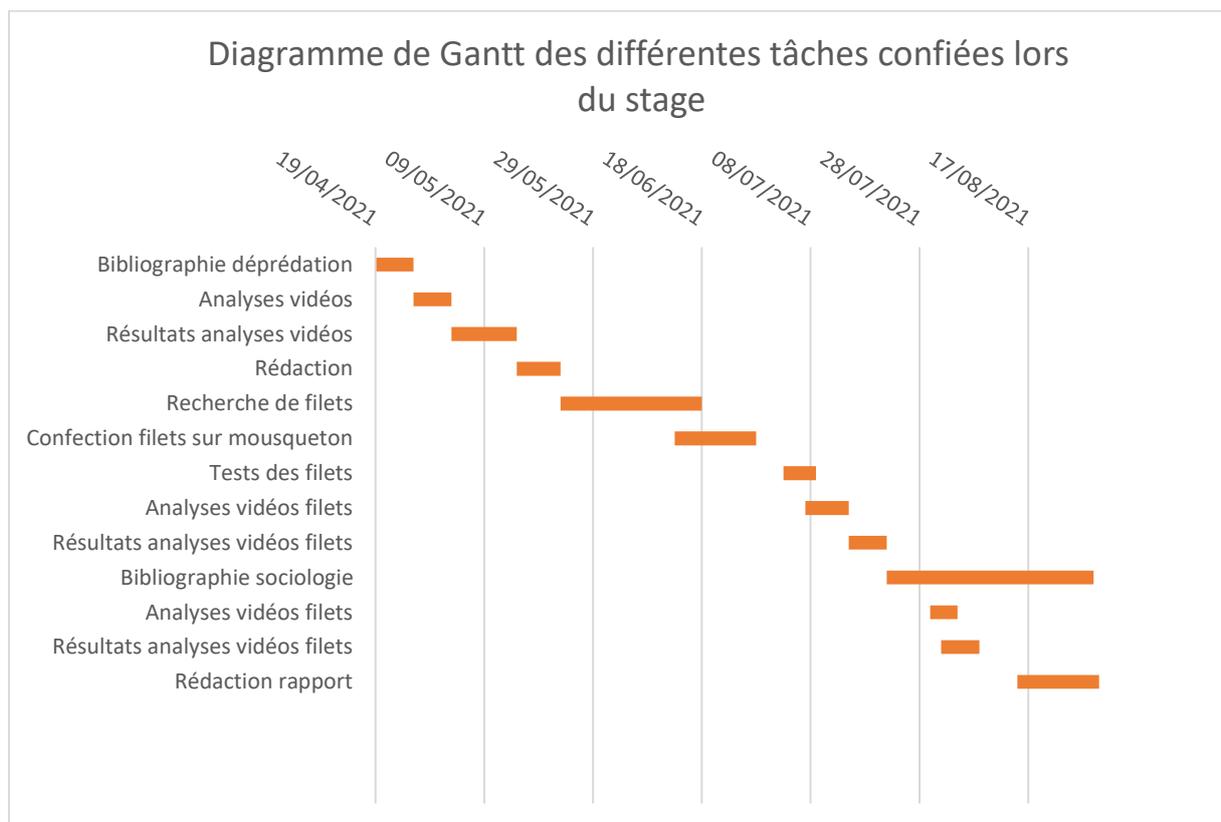


Figure 2 : diagramme de Gantt des différentes tâches confiées lors de mon stage

Introduction

Contexte

Qu'est-ce que la pêche à la palangre ?

La pêche à la palangre pélagique est un type de pêche qui s'est développé à la fin du 19^{ème} siècle au Japon, dans l'océan Pacifique puis qui s'est étendu dans les années cinquante dans l'océan Indien (Beverly et al., 2003). De nos jours, elle a lieu dans les zones équatoriales, tropicales et tempérées de l'océan mondial mais reste particulièrement présente dans l'océan Indien, Pacifique et Atlantique (Lewison et al., 2004) (figure 3). Son principe de fonctionnement consiste en une longue ligne mère (de 10km à 180km) faite généralement en nylon monofilament, posée à des profondeurs maximales variables (50m à 500m) en fonction de l'espèce ciblée. Sur cette ligne mère, sont accrochés, à intervalles réguliers, des avançons qui contiennent chacun un hameçon appâté (figure 4 et 5). La ligne est maintenue en surface par des bouées régulièrement espacées. Une partie de ligne comprenant les avançons entre 2 bouées est appelée segment ou « basket ». Un ensemble de segments correspond à une section. Les pêcheurs posent la palangre à l'eau, étape appelée « filage », puis la laissent la dériver plusieurs heures « temps de trempage ou temps de pêche », puis la remonte à bord lors du « virage », une fois qu'un certain nombre de poissons auront mordu aux hameçons (Bach et al., 2011). Les espèces pélagiques pêchées sont principalement le thon obèse (*Thunnus obesus*), l'albacore (*Thunnus albacares*), le germon (*Thunnus alalunga*) et l'espadon (*Xiphias gladius*), (figure 6).

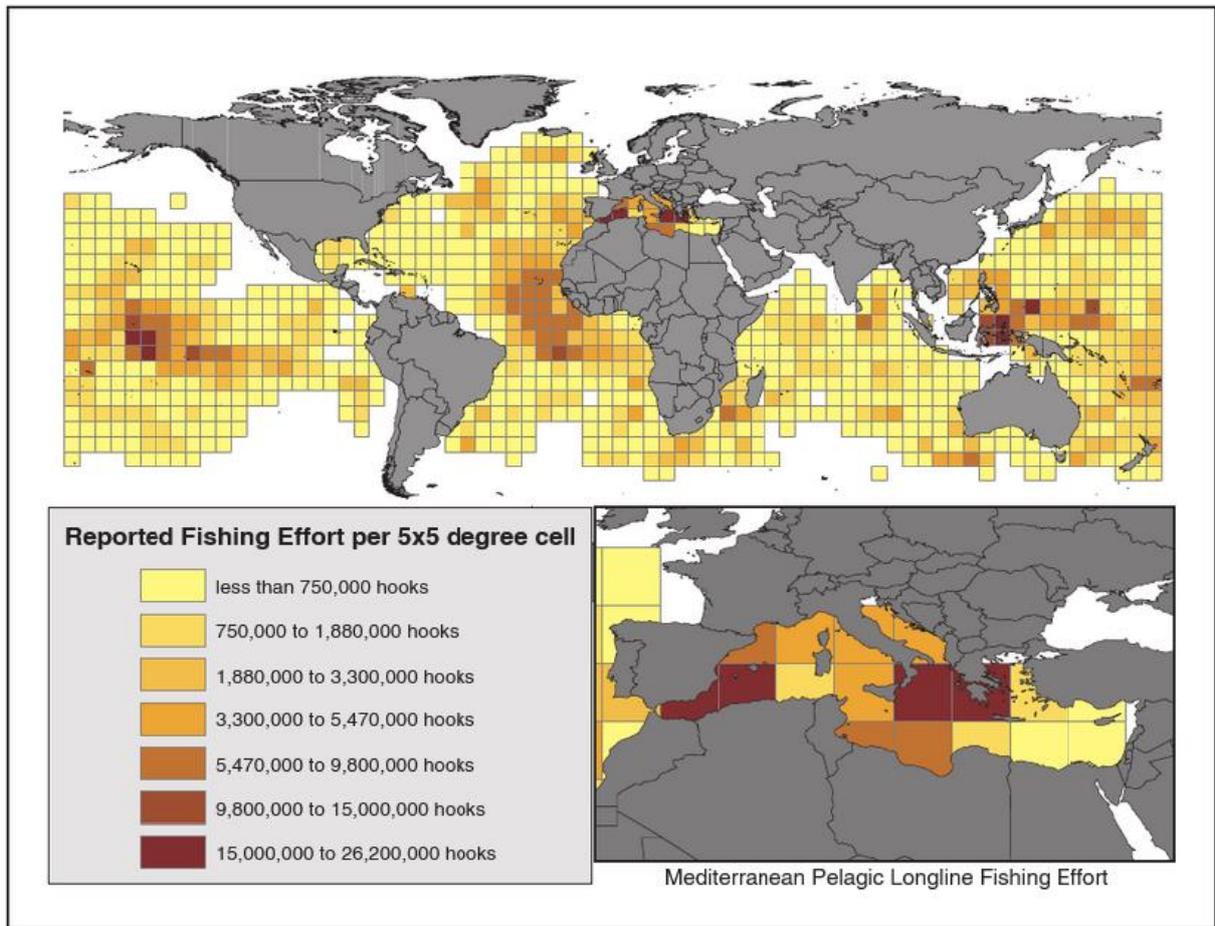


Figure 3: Carte montrant l'effort de pêche à la palangre pélagique en 2000, source : Lewison et al., 2004

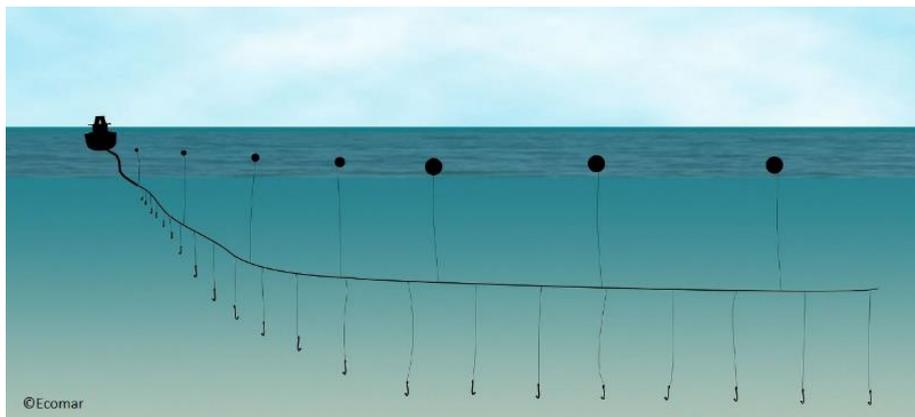


Figure 4 : schéma d'une palangre pélagique (source Beverly et al., 2003)

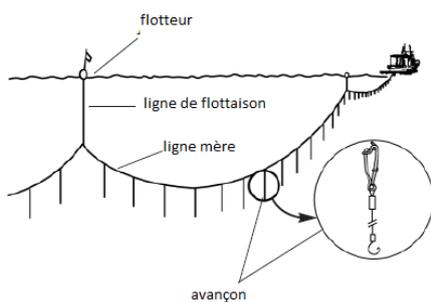


Figure 5 : détail d'une palangre pélagique (source Beverly et al., 2003)



Figure 6 : en haut de gauche à droite : espadon et albacore ; en bas de gauche à droite : thon obèse et germon



Figure 7 : Palangrier pélagique réunionnais ©Paradep.com

Cette technique de pêche, qui nécessite peu d'investissement en haute technologie et qui est simple à pratiquer s'est donc développée en lien avec le marché du sashimi (recette à base de thon cru), en plein essor. C'est donc dans ce contexte que certaines îles telles que La Réunion, Madagascar, ou les Seychelles, dans l'océan Indien

ont développé cette pratique de pêche qui apporte une valeur économique et sociale au territoire. Les zones de prospection des espèces ciblées se sont donc étendues et conduisent à de plus en plus d'interactions avec les grands prédateurs marins (cétacés et requins) qui chassent les mêmes espèces, menant ainsi à de la déprédation.

XXX

La déprédation et ses conséquences

La déprédation en milieu marin est le prélèvement, total ou partiel, de l'appât ou du poisson ciblé, sur les engins de pêche, par des grands prédateurs tels que les odontocètes, les requins, les calmars ou l'avifaune marine (Rabearisoa et al., 2012). Elle s'oppose par conséquent au terme de prédation qui est le prélèvement de proies nageant librement dans l'eau (Rabearisoa et al., 2018). Ce phénomène, encore mal connu, a été répertorié la première fois lors de pêche à la palangre ciblant le thon, en 1952 au Japon (Nishida and Shiba, 2003). De nos jours, la déprédation est présente dans tous les océans et impacte tous les types de pêches, avec un nombre de cas reportés augmentant chaque année (Hamer et al., 2015).

Ce phénomène existe également dans le domaine terrestre et s'avère être une réelle question économique notamment dans le domaine de la céréaliculture par exemple où certaines espèces d'oiseaux comme les Moineaux espagnols peuvent consommer une partie des récoltes en Algérie (Metzmacher et Dubois, 1981). Dans ce contexte, des protections physiques ont été mises en place afin de protéger les récoltes comme des filets recouvrant certaines cultures de fruitiers ou encore des dispositifs tels que des aéronefs pour effaroucher des merles (Wandrie et al., 2019)

Dans le cadre de la pêche, la déprédation entraîne des conséquences néfastes sur la biodiversité du milieu marin puisqu'elle impacte les populations d'odontocètes dont la plupart sont protégées. Les deux espèces majoritairement concernées dans notre contexte dans l'océan Indien, sont la fausse orque (*Pseudorca crassidens*) et le globicéphale tropical (*Globicephala macrorhynchus*), (figure 8). En effet, ces prédateurs peuvent se blesser ou se noyer avec l'hameçon ou le matériel de pêche lorsqu'ils prélèvent les proies hameçonnées. De plus, cette pratique modifie leur comportement de chasse puisqu'elle leur permet de se nourrir sans effort de prospection et de chasse (Hamer et al., 2015)



Figure 8: Mammifères marins à dents impliqués dans la déprédation. A gauche : globicéphale tropical, à droite : faux orque @skyrock.com

La déprédation mène également à une perte économique pour les pêcheurs qui voient leurs prises de poissons cibles diminuées (figure 9) et qui sont donc obligés d'augmenter leur effort de pêche. Un cout supplémentaire peut y être associé pour la réparation du matériel de pêche endommagé par les grands prédateurs(Hamer et al., 2015)

Enfin, cette pratique peut engendrer une sous-estimation des stocks de pêche et biaise ainsi les évaluations de stocks puisque les thons déprédatis ne sont pas comptabilisés, pouvant mener ainsi à une surpêche des espèces ciblées (Hamer et al., 2015).



Figure 9 : Conséquences de la déprédation. A gauche : thon déprédatisé par un requin, à droite : espadon déprédatisé par un odontocète, ©Paradep.com

Les dispositifs anti-déprédation

Afin de limiter la déprédation et ses impacts, différents types de dispositifs ont été mis en place par les scientifiques. Les premiers sont de types acoustiques et consistent à envoyer des ondes de hautes ou basses fréquences selon les technologies, pour dissuader les cétacés de s'approcher des bateaux ou des engins de pêche. Malheureusement ces procédés peuvent entraîner des échouages de cétacés (ondes hautes fréquences), ou encore dissuader les espèces de poissons ciblées par la pêche (ondes basses fréquences), comme c'est le cas pour la pêche aux filets démersaux (Hamer et al., 2015) et donc réduire de manière significative les revenus de l'activité. De plus, comme le démontre Jefferson et Curry (1996), les cétacés peuvent s'habituer aux bruits des basses fréquences et même interpréter ces signaux comme un « dinner bell » et donc comme un signal de présence de poissons capturés comme proies (Hamer et al., 2015).



Figure 10 : Tori line tracté à l'arrière du bateau pour effaroucher les oiseaux de mer attaquant les appâts, © Seafood New Zealand

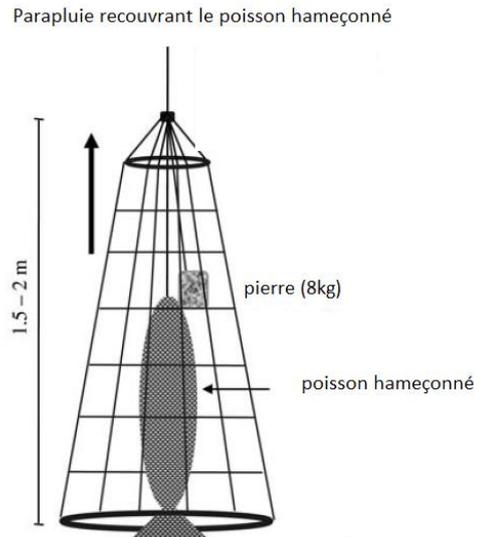


Figure 11: Schéma d'un "parapluie" pour la pêche à la palangre démersale, (d'après Goetz et al., 2011)

Les seconds systèmes anti prédation sont de type physique. Par exemple, dans le domaine terrestre comme dans le domaine marin, afin de dissuader les oiseaux qui peuvent venir manger les cultures ou les poissons hameçonnés et/ou les appâts, des effaroucheurs peuvent être mis en place (Wandrie et al., 2019). En mer, des tori lines (figure 10) sont ainsi déployées à bord de palangriers ou encore des entonnoirs sous-marins, qui permettent de guider les lignes à une certaine profondeur, rendant ainsi le poisson capturé ou l'appât déployé inaccessible (Løkkeborg, 2003). Pour des prédateurs tels que les requins ou les odontocètes, les chercheurs ont mis au point des dispositifs pour atténuer la prédation. Pour la palangre démersale, un système de cage plombée avec une pierre, venant recouvrir le poisson une fois hameçonné, appelé « parapluie » a été mis au point et testé au sud-ouest de l'Atlantique pour la Légine australe (*Dissostichus eleginoides*) (figure 11)(Goetz et al., 2011). Ce système semble être relativement efficace pour dissuader les cachalots de venir se nourrir vers les palangriers mais diminuerait également les prises de l'espèce cible, la légine (Goetz et al., 2011). Pour la palangre pélagique, des systèmes appelés « araignée » et « manche » ont été testés dans l'océan Indien pour la pêche de thonidés et de l'espadon (figures 12 et 13, Rabarisoa et al., 2012). Le premier consiste en un disque plastique de 10 cm de diamètre duquel part 8 bras en polyester de 120 cm de long et qui se déploie autour poisson lorsqu'il mord à l'appât. Le second système consiste à recouvrir totalement le thon hameçonné avec un tissu de type moustiquaire ou en propylène, afin de le protéger davantage des prédateurs. Pour

« l'araignée », il s'est avéré que les proies parvenaient encore à se faire déprédater à travers les filaments de nylon. Ces deux derniers dispositifs ont eu des résultats mitigés et semblent demander une certaine main d'œuvre de la part de l'équipage (Werner et al., 2015) (Rabearisoa et al., 2012). A la suite de ce travail, la même équipe a conçu un système appelé effaroucheur qui a été breveté (Bach et al., 2013) puis développé (figure 14) (Rabearisoa et al., 2015). Ce dispositif est censé surprendre les prédateurs qui nagent proche des engins de pêche et protéger physiquement les prises. Des résultats encourageants lors de tests en baie de Saint-Paul à La Réunion ont été obtenus, cependant, les dauphins résidents de la baie ont montré des signes d'habituation sur la fin des tests. Des réflexions ont continué d'être menées sur cette voie et ont conduit au projet Paradep dans lequel s'inscrit mon stage.



Figure 12 : « Araignée » recouvrant un thon déprédaté (source : Paradep.com)



Figure 13 : « Chaussette » recouvrant un thon (source : Rabearisoa et al., 2012)

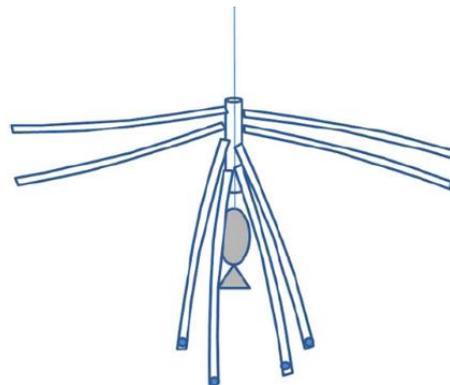


Figure 14 : Schéma de l'effaroucheur (source : Rabearisoa et al., 2015)

Paradep et cadre du stage

Dispositif « PARADEP », version 3

Le projet Paradep propose ainsi de diminuer la déprédation pour la pêche à la palangre pélagique qui vise principalement les espèces de thon (*Thunnus spp*) et l'espadon. Il a été déposé en 2018 et financé en 2019 à partir des Fonds Européens pour les Affaires Maritimes et la Pêche (FEAMP) et réuni à la fois des chercheurs halieutes (IRD), cétologues (CNRS, Chizé) et professionnels de la pêche (armements palangriers basés à La Réunion).

Ce projet a entre autres comme objectif de développer une innovation technologique qui serait installée sur les avançons des lignes des palangriers afin de protéger physiquement les poissons ciblés hameçonnés des grands « déprédateurs ». Il se présente sous la forme d'un boîtier métallique, fixé sur les avançons, contenant des filets, ou éperviers, qui sont libérés dans l'eau sous l'action d'une pression mécanique lorsque le poisson mord à l'hameçon. Ces filets descendent le long de l'avançon et viennent recouvrir le thon, le protégeant des « déprédateurs ». Le dispositif propose donc une triple protection : physique et visuelle grâce aux filets, et acoustique grâce au matériau métallique du boîtier qui modifierait la signature acoustique du thon, en tant que proie potentielle.

L'étui est fait d'acier inoxydable et mesure 18cm de hauteur avec une base rectangulaire mesurant 8*5cm. Sa partie supérieure est faite de liège pour assurer une certaine flottabilité du dispositif. La forme de dôme a été choisie pour optimiser l'hydrodynamisme lors du virage de la ligne. L'étui se fixe sur l'avançon grâce à une pince se refermant sur une lame de verrouillage. L'avançon doit être disposé dans la fente présente à l'extrémité du tore rectangulaire (figures 15 et 16). Les éperviers choisis pour cette version 3 de « PARADEP » sont en polyéthylène haute densité (PEHD), qui est un matériau résistant, imputrescible, léger et peu cher, et sont attachés à un mousqueton, et rangés dans le boîtier (figure 17). La différence entre les versions V3-1 et V3-2 réside dans les filets. La version V3-1 (Yven, 2020) disposait de filets découpés en deux pièces de forme pyramidale, selon 6 configurations différentes dépendantes des dimensions, du lest et du type de filet (tableau 1).



Figure 15 : Dispositif Parade, dernière version (V3) ©SATIM

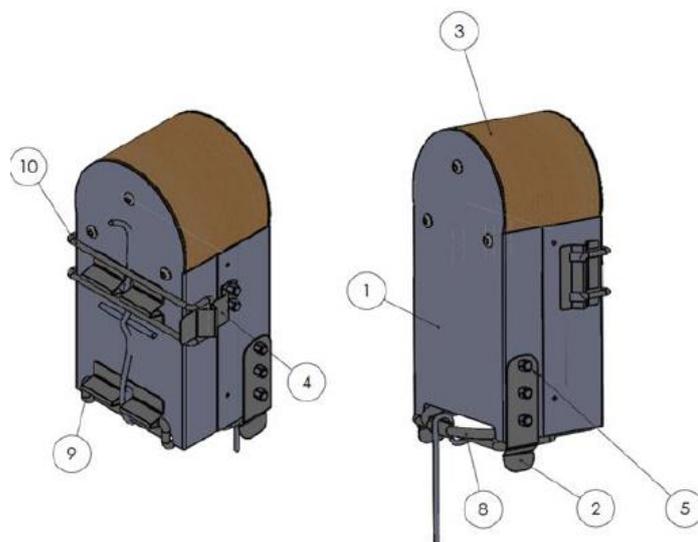


Figure 16 : Schéma de l'étui : (1) face avant, (2) ressort plat, (3) ogive en liège, (4) lame de verrouillage, (5) écrou, (8) mousqueton, (9) crochet de verrouillage, (10) pince crochet de l'avçon, ©SATIM

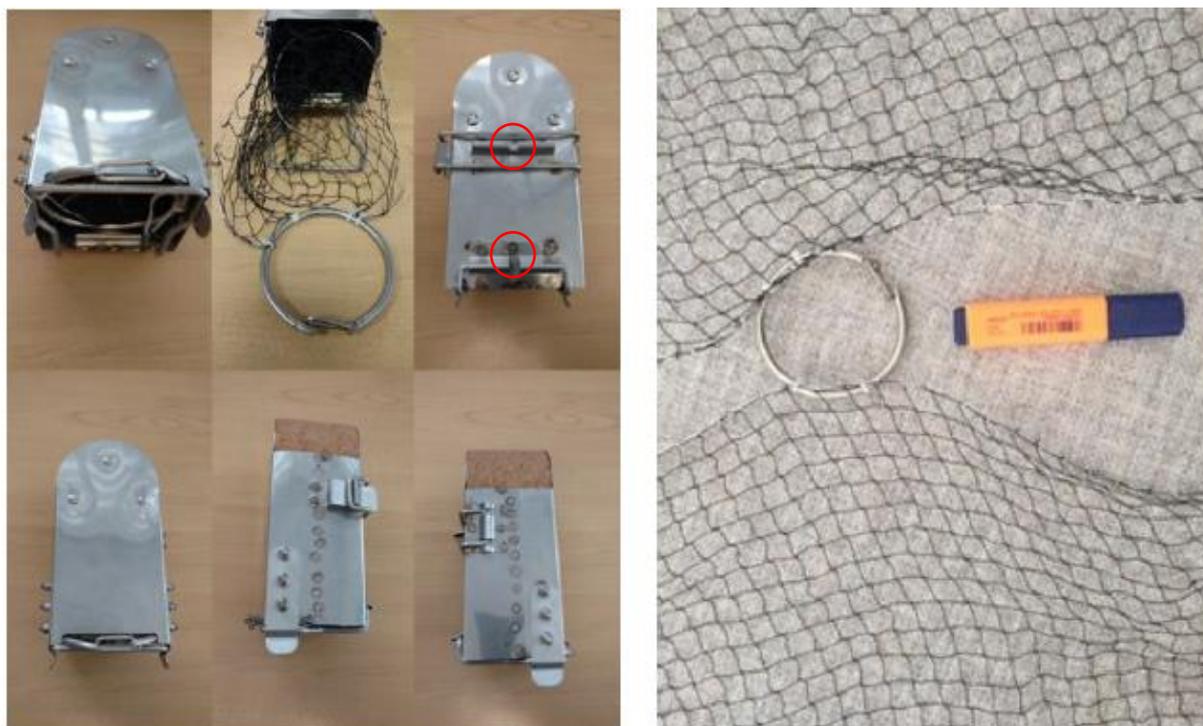


Figure 17 : Photos de la dernière version V3-2 (gauche) et attache de l'épervier sur le mousqueton (gauche), ©Rabearisoa. Les cercles rouges représentent des encoches, faites pour placer l'avçon dans ces dernières afin d'assurer un meilleur maintien du boîtier sur l'avçon

Tableau 1: Différentes configurations de filets de la version V3-1

Type de filet	n	n	n	n	D	D	D	D	A	A	A	A
Taille et forme	60*60 cm Pyramide	60*60 Pyramide	60*60 cm Pyramide	60*60 cm Pyramide	1m*1 m Pyramide	1m*1 m Pyramide	1m*1 m Pyramide	1m*1 m Pyramide	87*10 5 cm Pyramide	87*10 5 cm Pyramide	1*1 m Trapèze	1*1 m Trapèze
Lest : Olives en plomb	30g	30g	30g	30g	60g	60g	62g	62g	60g	60g	60g	60g
Poids total de la partie mobile (g)	149		140		232		224		190 g		196	

La version V3-2 présente plusieurs tailles de filet avec des configurations différentes concernant la disposition de câbles de rigidification en acier ont été découpées pour les tests (cf. figure 18 matériel et méthode Partie I).

Afin de tester l'optimalité du dispositif, des essais filmés en immersion ont été réalisés à La Réunion (cf. partie I).

Objectifs du Stage

Mon stage s'inscrit donc dans la mise en place du dispositif anti-déprédation « Paradep » pour la pêche à la palangre pélagique avant qu'il ne soit testé lors de conditions de pêches réelles et d'étudier les conditions d'acceptabilité de cette technologie auprès de la professionnels concernés.

J'ai donc dans un premier temps analysé les vidéos des tests réalisés à La Réunion en Mars 2020 afin d'évaluer divers critères du prototype retenus par l'équipe de recherche pilotant son développement : l'ouverture de l'étui, le déploiement des voiles pendant la descente le long de l'avançon, la capacité de l'ensemble épervier et mousqueton à bien évoluer le long de l'avançon notamment en présence de gréments tels que émerillon plombé, perles fluorescentes et le recouvrement du poisson. Une analyse comparative des critères a été faite par rapport aux tests réalisés l'année dernière (Yven, 2020).

Mon attention s'est ensuite portée sur le choix d'un nouveau type de matériau pour les filets par rapport à ceux testés en 2020 (Yven, 2020) afin de réaliser de nouveau tests de déploiement en mer à Sète.

Enfin, j'ai considéré la question de l'acceptabilité d'une nouvelle technologie grâce aux sources bibliographiques, pour pouvoir réaliser une enquête sociologie auprès des professionnels de la pêche palangrière pélagique à La Réunion sur l'acceptabilité du dispositif Paradep.

Partie I : Tests et analyses des essais à La Réunion de mars 2021

Contexte et objectif

En 2020, les stages de Chloé Yven (Yven, 2020), et Auriane Serval (Serval, 2020) avaient pour but de tester les versions V2 et V3-1 du dispositif. Les essais se sont déroulés dans la fosse de plongée de Nîmes et dans l'étang de Thau et différents critères tels que l'installation du dispositif, la descente et le déploiement des voiles le long de l'avançon, et le recouvrement du poisson ont été évalués. A la suite de cette évaluation, des améliorations ont donc été suggérées au prestataire en charge de la fabrication du prototype (Yven, 2020), et une version

V3-2 du prototype a été produite (Figure 17). Les modifications entre la version V3-1 et V3-2 ont portées sur les critères suivants :

- la forme du mousqueton, qui est passée d'une forme rectangulaire à une forme ronde avec une rigidification du mousqueton.

- le positionnement des lames ressort sur les côtés

- une rigidification de la pince qui maintient l'étui sur l'avançon

De nouveaux tests en immersion ont été menés et filmés à La Réunion en mars 2021 afin d'évaluer cette version V3-2 (cf. Partie : Matériel et Méthode). Les évaluations des divers composants de l'innovation PARADEP à partir des exploitations des vidéos portaient sur les critères suivants :

- le système de déclenchement et l'ouverture du dispositif

- le comportement de descente des filets le long de l'avançon

- le déploiement des voiles au cours de la descente

- le déclenchement intempestif ou non, du dispositif lors des manœuvres de virage et de filage

À la suite de ces analyses, de nouveaux tests d'éperviers (filets) seuls montés sur le mousqueton ont été réalisés et analysés afin de fournir au prestataire les caractéristiques définitives de l'innovation PARADEP à produire en 500 – 800 exemplaires pour évaluer l'efficacité de l'innovation lors de pêches commerciales.

Matériel et méthode

Partie 1 des expérimentations : mise à l'eau et déclenchement de l'étui

8 configurations de voiles ont été testées selon leur dimensions, 100cm*80 ou 100cm*60, et la disposition de câbles de rigidification (Figure 19)

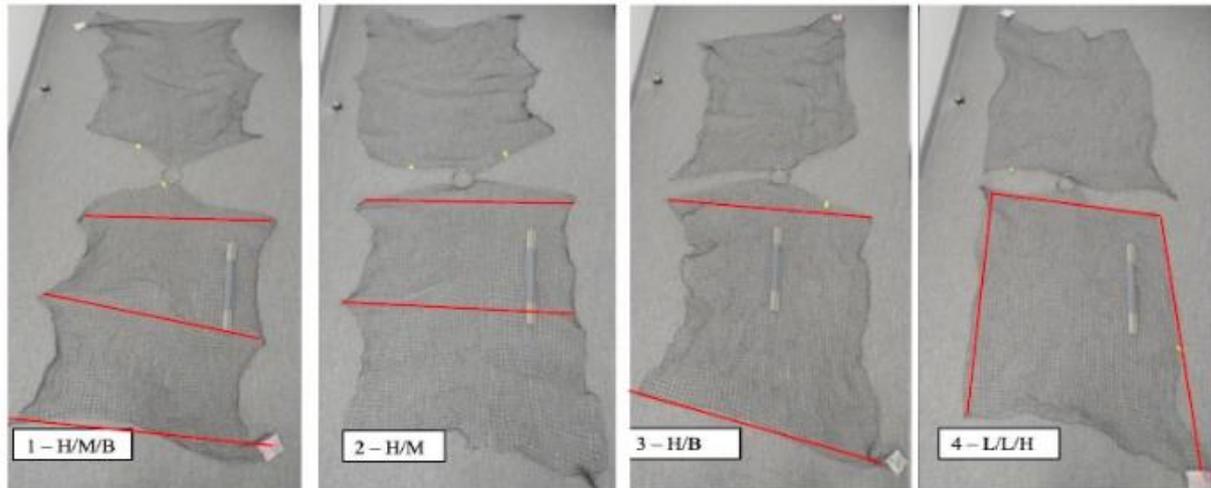


Figure 18 : Disposition des câbles de rigidification (en rouge): (1) haut, milieu, bas (H/M/B), (2) haut, milieu (H/M), (3) haut et bas (H/B), (4) longueur, largeur et haut (L/L/M)

Les tests se sont faits au large du Port dans la partie Ouest de l'île de La Réunion à bord du bateau du club de plongée « Le Dodo palmé », avec 3 plongeurs classe 1B.

Le matériel nécessaire était le suivant :

- 4 bouées bouchons
- 4 avançons complets (avec émerillons et boules phosphorescentes) de 15m de long sans hameçon
- 4 bidons de 5L remplis d'eau afin de simuler le thon capturé
- un système de fixation du bidon à l'avançon
- 4 étuis ParadeP numérotés pour être reconnaissables sur les vidéos
- 8 éperviers cousus sur mousqueton
- 3 caméras (1GoPro + batterie, et 2 Paralenz)

Le but de l'opération (figure 19) consiste à attacher une maquette de poisson en résine à l'extrémité basse de l'avançon, d'accrocher l'étui sur l'avançon en vérifiant que celui ne glisse pas, et d'attacher une bouée flottante à l'extrémité haute de l'avançon à l'aide d'une épingle (snap). Un des plongeurs, situé au bas vers le « poisson » déclenche le dispositif en tirant sur

l'avançon en simulant une capture. Les plongeurs filment ensuite l'étui avec son numéro permettant de l'identifier, puis le déclenchement, l'ouverture de l'étui, la descente, et le recouvrement du « poisson » par les voiles - épervier. Un plongeur filme en grand angle, un deuxième suit de près le dispositif le long de la descente, et le troisième reste proche du « poisson » pour filmer en contre plongée son recouvrement par les voiles-épervier.

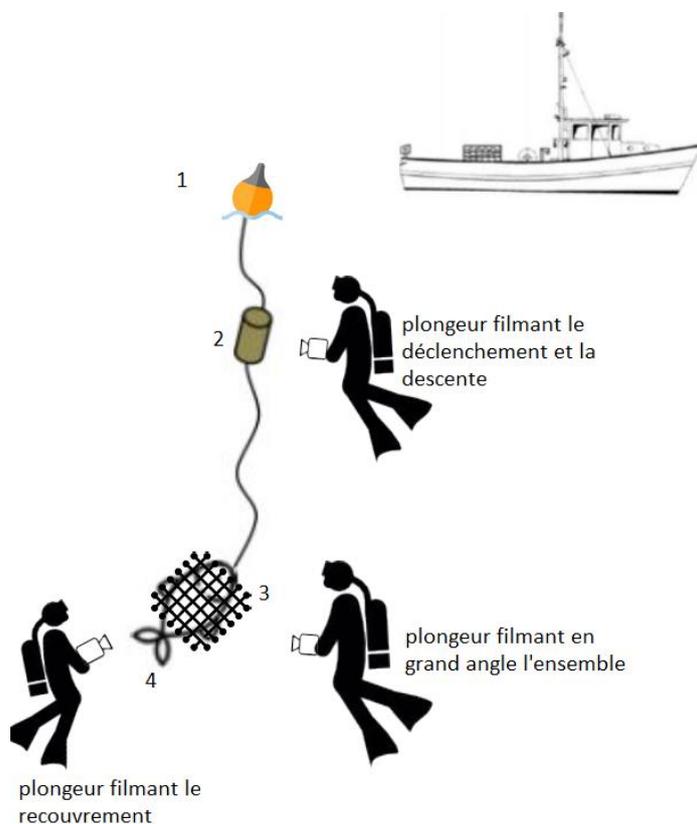


Figure 19 : Schéma représentant l'expérimentation, (1) : bouée flottante, (2) étui, (3) épervier, (4) bidon

4 essais sont faits par type de configuration de filets, menant ainsi à 16 tests.

Si le dispositif se bloque, le plongeur filmant le déclenchement/descente montre avec la caméra la source du blocage et le plongeur filmant en grand angle tente de débloquer le dispositif en tirant sur l'avançon, pouvant ainsi simuler un échappement de la capture.

Si l'épervier ne se déploie pas correctement sur le « poisson », le plongeur à côté agite le « poisson » afin de simuler une tentative d'échappement de la capture et palme devant pour simuler un courant.

Suite aux opérations de terrain, les vidéos sont récupérées puis analysées. La fiche de collecte des données est complétée au fur et à mesure du visionnage et comporte 22 critères (annexe1). Les critères peuvent être évalués quantitativement selon un score de 1, 2, ou 3 (3 étant le fonctionnement optimal du dispositif), ou qualitativement selon la réponse « oui » ou « non ». Les réponses « oui » correspondant à un mauvais fonctionnement du dispositif et « non » à un fonctionnement optimal (exemple : « Est-ce que le dispositif se boque ? »). Ainsi, afin d'établir un score total pour chaque essai, les réponses « oui » ont été remplacées par le score 0, et les « non » par un score de 1.

Ainsi, nous obtiendrons des scores bruts (annexe 1) établis en fonction des dimensions de voiles et de leur configuration. Nous établirons par la suite un nouveau score en ne sélectionnant que les critères les plus pertinents et un tableau avec ceux qui pourront être évalués lors de la mise en situation à bord des palangriers (annexe 2). Nous regarderons si la dimension des voiles influence significativement le score à partir d'un test de Wilcoxon (test non paramétrique avec comparaison des moyennes entre deux échantillons indépendants) du fait des faibles effectifs et de la normalité des données qui n'est pas vérifiée (test de Shapiro, $p\text{-value} < 0.005$). Nous réaliserons des tests de Kruskal Wallis pour voir s'il y a un effet des configurations de poses de câbles rigidifiants sur les scores et pour voir s'il y a des différences entre les huit configurations (dimension des voile et configuration des câbles). Dans un second temps nous comparerons les scores obtenus cette année aux scores déjà établis pour la version V3-1 lors de tests précédents (Yven, 2020). Dans cette optique, au vu des données non paramétriques des tests de Wilcoxon ont été réalisés. Tous les tests mentionnés ont été réalisés à partir du logiciel R (R Core Team, 2017).

Partie 2 des expérimentations : Déclenchement intempestif ou non lors du virage et du filage

Il s'agit ici de filmer depuis le bateau le comportement du boîtier lors du virage et du filage. Pour le filage, 4 avançons munis chacun d'un dispositif ont été accrochés à une bouée du bateau et jetés à l'eau pendant que le bateau faisait route puis ont été remontés à bord pour voir s'il y a eu déclenchement.

Pour le virage, deux avançons munis d'un dispositif sont placés de chaque côté du bateau et sont tractés pendant que le bateau fait route à une vitesse de 7 nœuds. Ils sont ensuite remontés à bord pour voir s'il y a eu déclenchement ou non.

Une fiche avec des scores a donc été donnée aux expérimentateurs (annexe 1).

Résultats

Partie 1 des expérimentations : mise à l'eau et déclenchement de l'étui

Nous obtenons un total de 19 vidéos (16+3) puisque nous avons 3 tests bis pour les dispositifs 1, 3 et 4 pour les voiles en 100*80cm. Le temps d'analyse par vidéo est légèrement plus élevé que le temps de la durée de la vidéo qui est en moyenne de 3minutes, afin d'avoir une analyse la plus fine possible du déroulement du test.

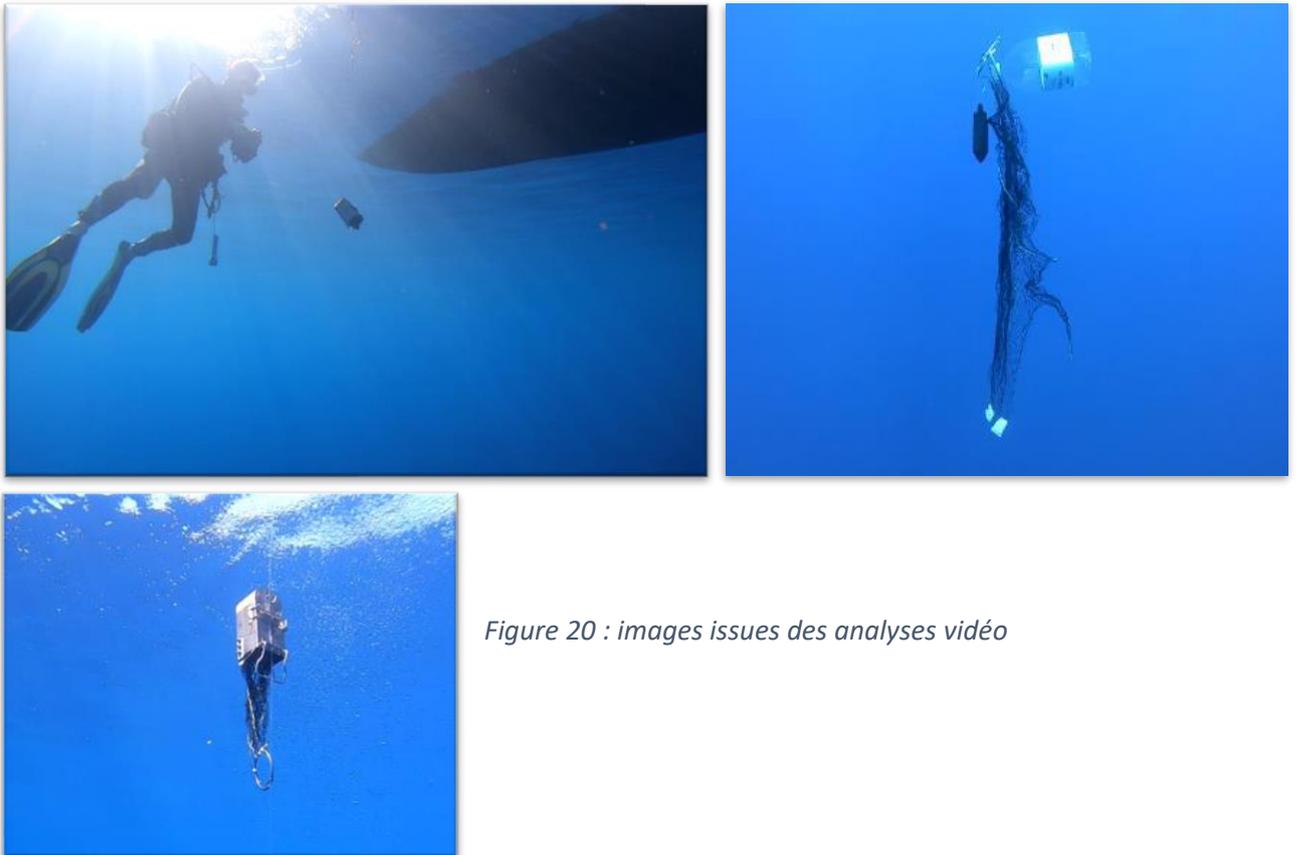


Figure 20 : images issues des analyses vidéo

Scores verticaux sur les configurations des prototypes

Un score vertical des données a été établi pour les 19 tests, dont le score maximal est de 27 et correspond ainsi à un fonctionnement optimal du dispositif. Ces scores sont basés sur la sélection des critères les plus pertinents (cf. matériel et méthode partie I).

Scores par configuration de câbles de rigidification

Tableau 2: Taille des effectifs pour l'évaluation des scores en fonction des configurations des câbles rigidifiants

	H/M/B	H/M	H/B	L/L/H
Effectifs échantillonnés	5	4	5	5

Tableau 3: Médiane des scores en fonction de la configuration des câbles rigidifiants

	1 H/M/B	2 H/M	3 H/B	4 L/L/H	Médiane générale
Médiane /27	18	17.5	20	19	18.5
Ecart type	1.9	2.6	1.5	1.1	

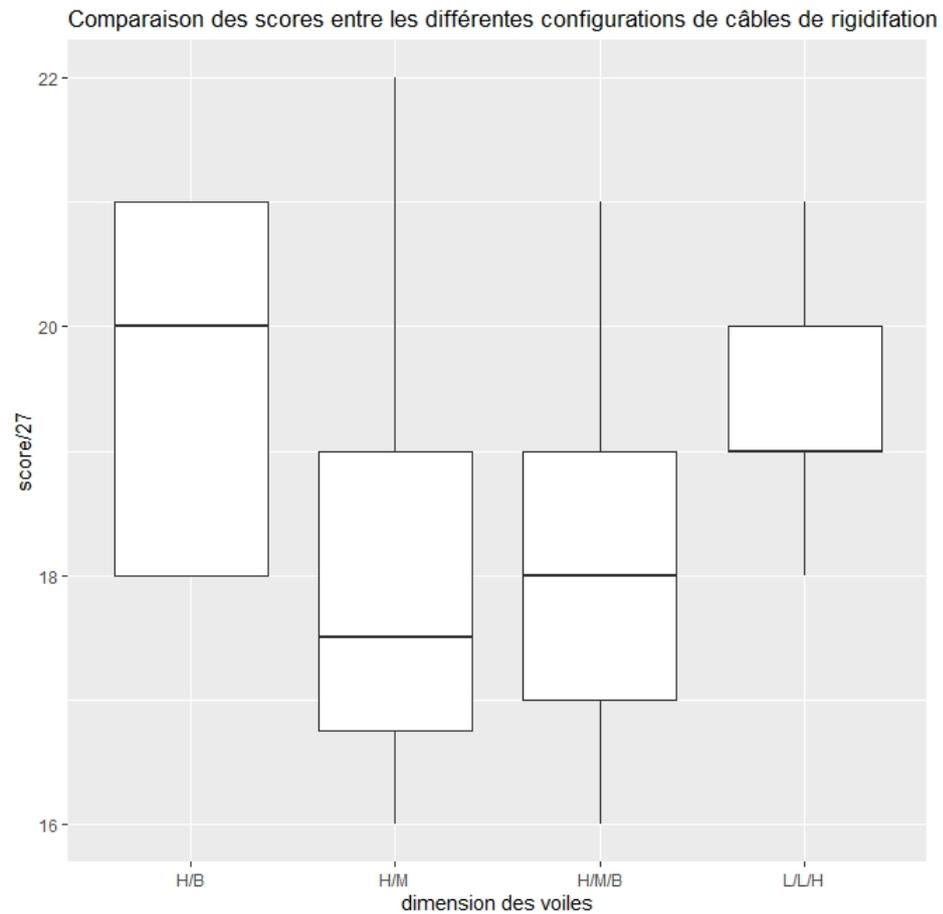


Figure 21 : Diagramme boîte à moustache sur les scores calculés à partir des analyses vidéo des configurations possibles des câbles destinés à rigidifier les voiles (médiane en trait noir gras, les extrémités basses et hautes des boîtes représentent respectivement les 1^{er} et 3^{ème} quartiles et les traits verticaux les valeurs extrêmes)

Le test de Kruskal Walliskruskal Walli indique qu'il n'y a pas de différences significatives (p -value <0.005) entre les scores des différentes configurations de poses des câbles de rigidification. Les moyennes sont comprises entre 17 et 20 sur 27 (figure 21).

Scores par dimension des voiles

Tableau 4 : Taille des effectifs échantillonnés par dimensions des voiles

	100*80cm	100*60cm
Effectifs échantillonnés	10	8

Tableau 5 : Médianes des scores en fonction de la dimension des voiles

	100*80cm	100*60cm	Médiane générale
Médiane /27	18	20	19
Ecart type	1.6	2.1	
Médiane /10	6.7	7.2	6.9

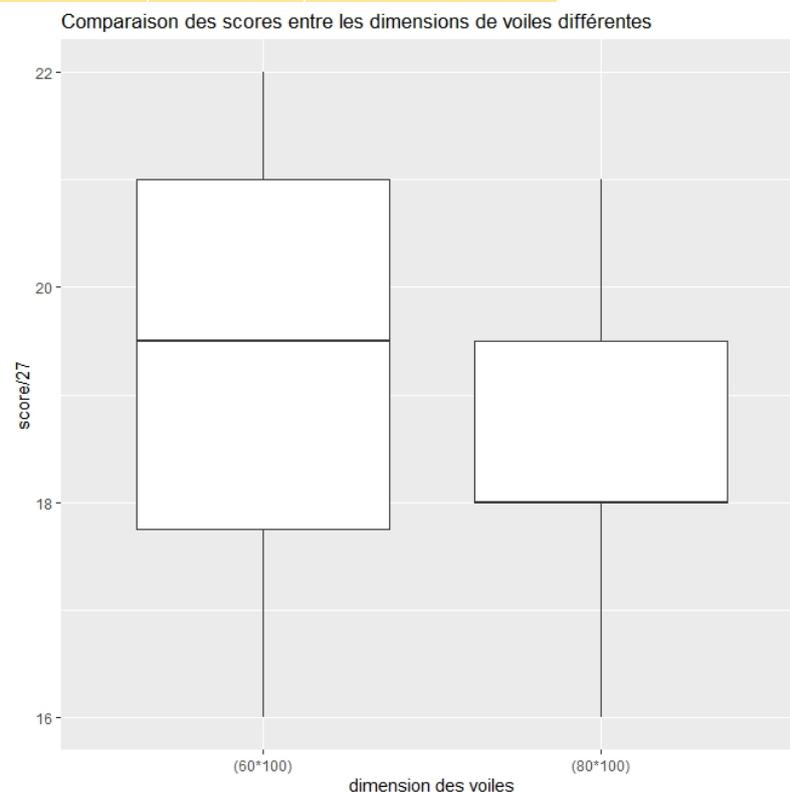


Figure 22 : Diagramme boîte à moustache des scores calculés à partir des analyses vidéo des dimensions des voiles (médiane en trait noir gras, les extrémités basses et hautes des boîtes représentent respectivement les 1^{er} et 3^e quartiles et les traits verticaux les valeurs extrêmes)

Le test de Wilcoxon est non significatif ($p\text{-value} < 0.005$). La dimension des voiles n'a pas d'effet significatif sur les scores des prototypes. D'après le graphique (figure 22), les moyennes des scores sont entre 18 et 20 pour une valeur maximale de 27.

Scores par configuration de voiles et par dimension des voiles

Tableau 6 : Effectifs échantillonnés sur les 8 configurations de voiles différentes

	80*100 config1	80*100 config 2	80*100 config 3	80*100 config 4	60*100 config 1	60*100 config 2	60*100 config 3	60*100 config 4
Effectifs échantillonnés	3	2	3	3	2	2	2	2

Tableau 7 : Scores en fonction des 8 configurations de voiles

	80*100 config 1	80*100 config 2	80*100 config 3	80*100 config 4	60*100 config 1	60*100 config 2	60*100 config 3	60*100 config 4	Méd générale
Médiane /27	19	17.5	18	19	17.5	19	20.5	20	19
Ecart type	2.5	0.7	1.7	1	0.7	4.2	0.7	1.4	
Médiane/10	5.9	6.7	7.8	6.7	6.7	5.9	7.4	7.0	6.7

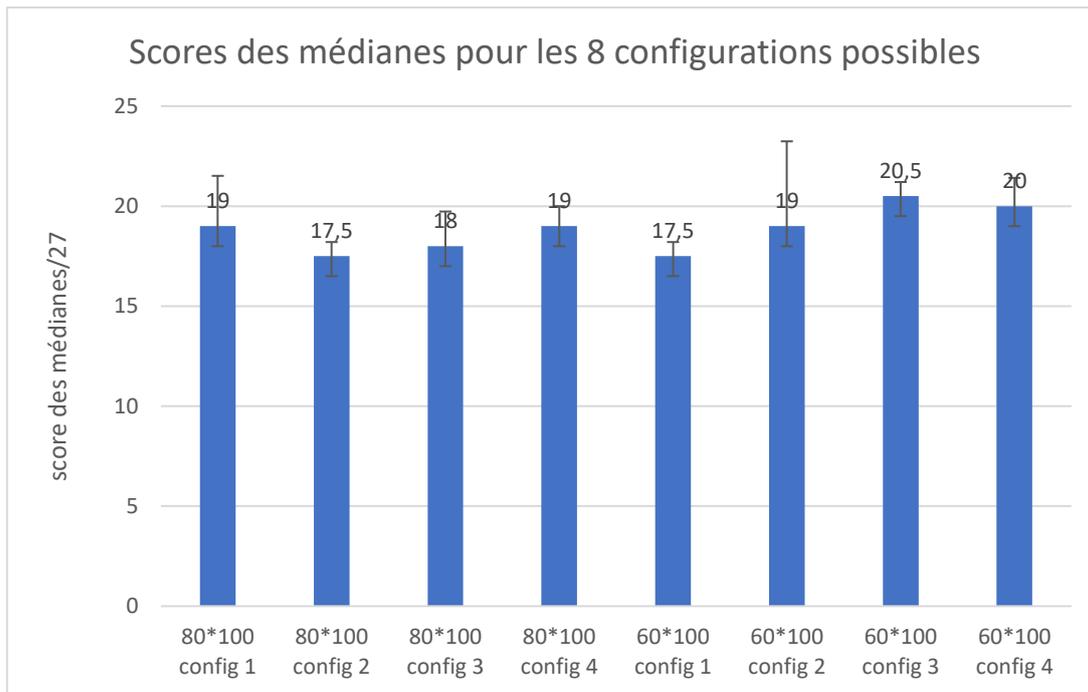


Figure :23: Histogramme des scores des médianes avec écart types sur la nouvelle sélection des critères

D’après le tableau 7 et la figure 23 nous constatons que les scores des 8 configurations sont sensiblement les mêmes.

Tableau 8: Tableau résumant les moyennes pour chaque essai

	Essais 1	Essais 2	Essais 3	Essais 4
Médianes des scores /27	18	19	18	20

Le tableau 8 montre que les moyennes des différents essais sont les mêmes.

Scores horizontaux sur les critères

Toujours sur la nouvelle sélection des critères, des scores horizontaux ont été cette fois calculés afin de déterminer où le prototype a besoin d’être amélioré. Le score maximal est de 3 et minimal de 1 sur certains critères ou de 0 ou 1 sur certains critères avec une notation binaire.

Une moyenne des scores de chaque critère a été calculée sur les 19 tests (4 tests par essais + 3 essais bis)

Tableau 9 : Moyennes des critères conservés

	Moyennes essais 1	Moyennes essais 2	Moyennes essais 3	Moyennes essais 4	Moyennes générales
Qualité de fixation de l'étui sur avançon (1/2/3)	Non testé				
Efficacité du flotteur (1/2/3)	3	3	3	3	3
Ouverture de l'étui (1/2/3)	2.5	3	1.75	2.5	2.4
Mousqueton bloqué dans l'étui : oui=0, non=1	1	1	1	1	1
Mousqueton ouvert, hors avançon : oui=0, non=1	1	0.9	0.5	0.75	0.8
Fluidité sortie épervier de l'étui (1/2/3)	1.5	1.7	2.25	3	2.1
Voiles bloquées dans l'étui : oui=0, non=1	0.5	0.6	1	1	0.8
Emmêlement voiles-étui : oui=0, non=1	1	1	1	1	1
Fluidité descente/ efficacité lestage VOILES (1/2/3)	3	3	3	3	3
Fluidité descente/ efficacité lestage MOUSQUETON (1/2/3)	Non testé				
Déploiement des voiles pendant la descente (1/2/3)	1	1	1	1	1
Blocage sur grément : oui=0, non=1	0.75	0.6	0.5	0.75	0.6
Emmêlement voiles avançon : oui=0, non=1	1	1	1	1	1
Déploiement des voiles autour du poisson (1/2/3)	1	1	1	1	1
Couverture du poisson (1/2/3)	1	1	1	1	1

Ainsi, après lecture du tableau 9 nous pouvons dire que certaines améliorations doivent être portées sur les voiles qui ne parviennent pas à bien se déployer et à recouvrir le « poisson ». En revanche, il semble que l'ouverture de l'étui et la descente du mousqueton et des voiles le long de l'avançon soient satisfaisants.

Comparaison des scores entre la version V3-1 (stage de Chloé Yven) et V3-2 (essais La Réunion 2021)

Nous avons ensuite comparé, pour les mêmes critères, les scores obtenus lors des tests au printemps 2020 de la version V3-1 (9 tests) et ceux obtenus lors des tests à La Réunion en mars 2021, de la version V3-2 (19 tests). Le tableau 10 ci-dessous résume donc cette comparaison et indique s'il y a une différence significative entre les 2 versions.

Tableau 10 : Comparaison entre les premiers (été 2020) et les second essais (La Réunion mars 2021) du prototype V3

	Moy 1 ^{er} essais (9 échantillons)	Moy 2 nd essais (19 échantillons)	Amélioration	P-value
Efficacité du flotteur (1/2/3)	2	3		<0.05*
Ouverture de l'étui (1/2/3)	3	2.4		>0.05
Mousqueton bloqué dans l'étui : oui=0, non=1	1	1	=	>0.05
Mousqueton ouvert, hors avançon : oui=0, non=1	NA	0.8		
Fluidité sortie épervier de l'étui (1/2/3)	1.2	2.1		<0.05*
Voiles bloquées dans l'étui : oui=0, non=1	0	0.8		<0.05*
Emmêlement voiles-étui : oui=0, non=1	0.9	1	=	>0.05
Fluidité descente/ efficacité lestage VOILES (1/2/3)	2.9	3	=	>0.05
Déploiement des voiles pendant la descente (1/2/3)	1	1	=	>0.05
Blocage sur gréement : oui=0, non=1	0.7	0.6	=	<0.05*
Emmêlement voiles avançon : oui=0, non=1	0.9	1	=	>0.05
Déploiement des voiles autour du poisson (1/2/3)	1	1	=	>0.05
Couverture du poisson (1/2/3)	1.1	1	=	>0.05

Les résultats reportés dans le tableau 10 montre une amélioration du fonctionnement du flotteur, et la nouvelle configuration des voiles permettrait une meilleure sortie de ces

dernières de l'étui et diminuerait ainsi leur blocage dans le boîtier. En revanche, le déploiement des voiles reste toujours un problème puisque celles-ci restent repliées sur elles-mêmes le long de la descente et ne recouvrent ainsi pas le poisson.

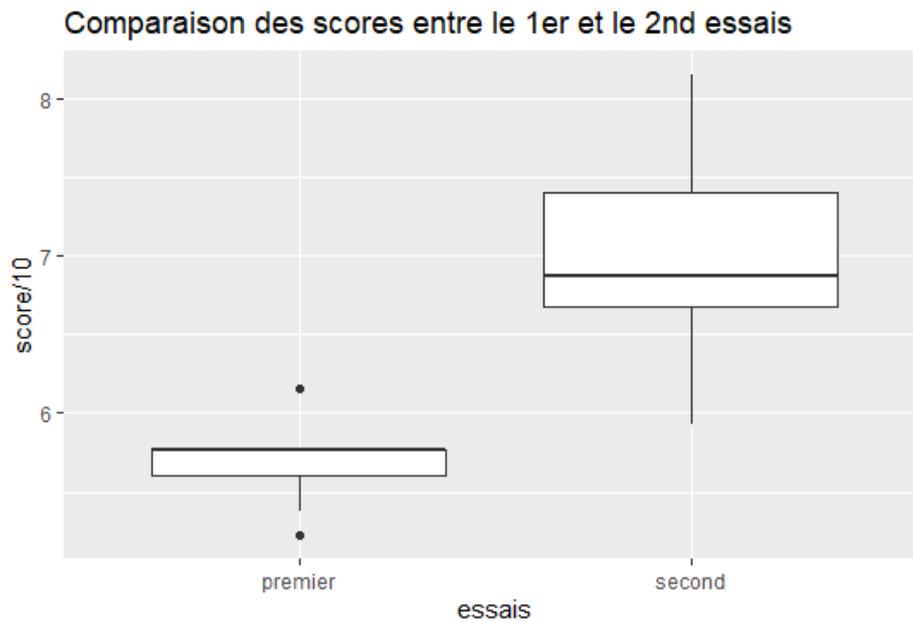


Figure 24 : Diagramme en boîte comparant les scores entre les essais des versions V3-1 et V3-2 (médiane en trait noir gras, les extrémités basses et hautes des boîtes représentent respectivement les 1^{er} et 3^e quartiles et les traits verticaux les valeurs extrêmes)

La figure 24 indique qu'il y a bien une différence significative de scores entre les deux versions ($p\text{-value}=1.82^{-5}$) et que la version V3-2 obtient un score plus important. Comme dit précédemment, le meilleur score s'explique donc par une flottabilité positive et une sortie des voiles plus efficace.



Figure 25 : Voiles non déployées lors de la descente

Partie 2 des expérimentations : Déclenchement intempestif ou non lors du virage et du filage

Le protocole de cette partie présenté dans le matériel et méthode n'a pu être suivi, ainsi nous disposons seulement de deux retours sur ces deux étapes, qui sont représentés par les scores ci-dessous.

Tableau 11 : Retours et notes des expérimentateurs sur le filage

FILAGE	Tenue en main	1/2/3	3	2
	Facilité d'accroche de l'étui sur l'avançon	1/2/3	1	1
	Facilité d'insertion de l'avançon dans le mousqueton	1/2/3	2	2
	Coulée avançon	1/2/3	1	1
	Déclenchement intempestif mise à l'eau	O/N	1	1
score /13			8	7

Tableau 12 : Retours et notes des expérimentateurs sur le virage

Virage	Temps de désinstallation du dispositif	1/2/3	1	1
	Déclenchement intempestif	O/N	1	0
score/4			2	1

Les avis des deux expérimentateurs sont sensiblement les mêmes et révèlent que l'insertion et la désinstallation de l'étui sur l'avançon sont des critères à améliorer et que des déclenchements intempestifs sont possibles surtout lors de vraies conditions de vitesse. De plus, ils ont jugé que la mise en place du boîtier sur l'avançon en situation réelle de pêche semble compliquée.

Quant au boîtier lui-même, les remarques ci-dessous ont été faites :

- les lames ressorts de verrouillage et celles maintenant le tore rectangulaire peuvent être coupantes et perdent de leur rigidité au fur et à mesure des utilisations
- le matériau du boîtier se déforme après quelques utilisations et mériterait d'être épaissi

- les boulons extérieurs et les soudures intérieures offrent une surface d'accroche et des aspérités propices à la corrosion
- le dôme en liège se putréfie en raison de l'humidité
- un dysfonctionnement de la pince de fixation de l'étui sur l'avançon
- tendance du mousqueton à s'ouvrir et à se déformer au fur et à mesure des utilisations

Conclusion

Les tests réalisés cette année sur la version V3-2 ont montré que ni la configuration des voiles, ni leur dimension n'avait d'influence sur leur descente et leur déploiement. Ceci peut s'expliquer du fait que les scores reflètent davantage les problèmes de déploiement, liés au matériau des éperviers. Ainsi, leur taille et les positions des câbles de rigidification semblent avoir peu d'importance. Par conséquent, nous ne pouvons conclure sur une configuration à privilégier. Cependant, puisque nous cherchons le meilleur compromis taille/volume il semble préférable de choisir une plus petite taille des voiles car cela diminuerait en même temps la taille de l'étui.

En ce qui concerne les scores focalisés sur chaque critère, nous avons pu constater que des améliorations significatives ont été faites par rapport à la version V3-1 sur l'efficacité du flotteur et la sortie des voiles du boîtier. Le dôme en liège n'ayant pas reçu de nouvelles modifications, il se pourrait que la meilleure flottabilité soit en réalité due au meilleur maintien du boîtier sur l'avançon, assuré par la lame ressort qui a subi une rigidification et aux encoches réalisées au dos du boîtier qui maintiennent davantage l'avançon (cf figure 17). En ce qui concerne la meilleure sortie des voiles, cela pourrait s'expliquer principalement par le changement de la forme du mousqueton. En effet, le mousqueton de la version V3-1 avait tendance à se mettre en travers de l'ouverture, empêchant ainsi la bonne sortie des éperviers. Une autre explication pourrait être la modification de la forme des éperviers. En effet les éperviers de la version V3-1 occupaient un volume trop important dans le boîtier ce qui empêchait une sortie fluide.

En revanche, il reste encore des modifications à apporter sur la conception même du boîtier, afin d'augmenter sa maniabilité, qui ont été transmises au prestataire chargé de la conception et qui sont résumées dans l'annexe 3.

Le point le plus important à corriger porte sur le déploiement des voiles, tout en prenant en compte leur volume afin d'optimiser le rapport volume/taille pour permettre en même une diminution de la taille de l'étui. Le PEHD qui est la matière des filets est un matériau trop rigide pour satisfaire les fonctions du prototype. Ainsi, quand les éperviers sortent du boîtier, ils restent replier sur eux-mêmes. Dans ce contexte, nous avons par la suite réfléchi à un nouveau matériau possible, plus souple et moins volumineux, nous conduisant à la deuxième partie du stage.

Partie II : Recherches et tests d'un nouveau matériau de filet

Contexte et objectif

Suite aux problèmes rencontrés avec les éperviers, il a été décidé de rechercher un nouveau type de matériau qui devait être plus souple que le PEHD afin d'obtenir un meilleur déploiement des voiles lors de la descente, un meilleur recouvrement du poisson hameçonné avec une densité de fil plus réduite que les filets déjà testé afin de pouvoir réduire la taille de l'étui encore in peu encombrant. Mon travail a donc été dans un premier temps de regarder des fournisseurs en industrie textile et de les contacter pour leur demander des échantillons. Parallèlement à cette recherche, il m'a été confié de tester le comportement dans l'eau d'échantillons de filets que nous avons déjà récupérés d'une entreprise de textiles industriels du nom de Boldoduc¹ et d'autres filets que nous avons trouvés dans un magasin Decathlon² au rayon des loisirs nautiques.

Dans un second temps, une fois pris contact avec un autre fournisseur (DMR rubans³) intéressé de participer à notre projet et ayant reçu des échantillons de filets, j'ai donc organisé des sorties en mer afin de tester le comportement de déploiement et de recouvrement des filets avec l'association de plongée Odyssee⁴. Pour chacun des tests, des films ont été réalisés puis les vidéos analysées en remplissant la grille de critères relatifs au déploiement et au recouvrement qui a déjà été utilisée pour les analyses vidéo faites à de La Réunion. Des scores ont ainsi été établis puis comparés à ceux obtenus avec les filets en PEHD.

¹ <https://www.boldoduc.fr/>, 15 chemin du Plateau, 69570 Dardilly

² <https://www.decathlon.fr/>, 1072 rue George Méliès, 34000 Montpellier

³ <http://www.dmr-rubans.com> 39 Rue de Quesnoy, 59560 Comines

⁴ <https://www.odyssee-sub.org> 37 Corniche de Neuburg, 34200 Sète

Matériel et méthode

Matériel

- Échantillons de filets
- Fil nylon pour coudre, aiguille, ciseaux
- Mousqueton du dispositif Paradep
- 2 Caméras Paralenz
- Avançon complet (avec émerillons et boules phosphorescentes) de 15m de long sans hameçon et système d'accroche aux extrémités (sur un bout du bateau et sur le faux thon)
- Une maquette d'un thon en résine de 70 cm

Méthode

5 types de filets différents ont été testés, les uns à la suite des autres, où les caractéristiques sont répertoriées dans le tableau 13. Des bandes de longueurs variables (en fonction de la disponibilité de l'échantillon fourni par le fabricant) ont donc été découpées puis cousues autour des mousquetons qui avaient été utilisés pour les tests réalisés ce printemps à La Réunion. Le filet 1 a été cousu directement au mousqueton. Les tests se sont faits au pont de la Victoire à Sète. Une extrémité de l'avançon a été accroché au mousqueton sur lequel était cousu les filets, puis jetée à l'eau. Une personne filmait alors la descente du bord avec une caméra rattachée à deux lignes pour pouvoir l'orientée. 4 allers retours ont été effectués à une profondeur de 3m. Afin d'avoir une meilleure appréciation du comportement de déploiement, nous avons décidé par la suite de réaliser les tests en mer pour avoir davantage de profondeur.

Afin de voir si l'insertion du filet pouvaient avoir une influence sur le déploiement, nous avons décidé de coudre les filets suivants (2, 3 et 4) selon deux types d'accroche; une cousue directement au mousqueton et une espacée de quelques centimètres du mousqueton par deux points à l'aide d'un fil de nylon (tableau 13). Nous avons donc un mousqueton avec les filets du matériau 2 et 3 cousus chacun avec une accroche différente et un mousqueton avec les filets du matériau 4, chaque moitié possédant un type d'accroche différent.

A la suite de des résultats obtenus sur ces filets (2, 3 et 4), nous avons cousu ensuite les filets 5 directement sur le mousqueton. Pour les filets 5, nous avons réalisé des tests avec

l'échantillon brut de maille rectangulaire de 2mm, puis nous avons essayé d'agrandir la maille à l'aide d'une perforatrice sur deux bandes de 100*40cm (tableau 13).

Les tests des filets 2, 3, 4 et 5 se sont déroulés en mer, au large de Sète, avec la collaboration de l'association Odyssée Plongée, sur le bateau de 11m, Le Beluga, et deux plongeurs classe 1B. Les tests se sont déroulés lors de deux séances différentes ; une pour les filets 2, 3 et 4 et une autre pour les filets 5.

Pour le déroulement, un faux thon (figure 26) était accroché à l'extrémité basse de l'avançon. Les filets (2, 3 et 4) étaient rangés dans le boîtier du dispositif et ce dernier inséré à l'avançon. Un plongeur était positionné au fond au niveau du poisson pour filmer le recouvrement de ce dernier par les filets, et un plongeur enclenchait l'ouverture de l'étui et filmait la descente des filets, de la surface, jusqu'au faux thon. 5 descentes ont été faites pour les filets 2 et 3. Pour des contraintes de temps, les tests avec les filets 5 ne se sont pas faits avec les boîtiers. Seul le mousqueton était passé autour de l'avançon. 5 et 4 descentes ont été réalisées pour les 2 types de filets 5 (5 avec la maille originale et 4 avec les trous). Les analyses vidéo ont permis d'établir des scores sur les critères de déploiement et de recouvrement déjà utilisés pour les analyses des tests faits ce printemps à La Réunion pour les filets 2, 3 et 4 (tableau 14).

Tableau 13 : Caractéristiques des différents filets testés

	N° filet	Accroche sur mousqueton	Matériau	Taille de la maille (cm)	Fournisseur	Dimensions	Densité (g.m ⁻²)
	1	Cousu directement autour du mousqueton	Polyester	1	Boldoduc ¹	2 bandes de 100*80cm	2.2 .10 ²
	2		Nylon	0.5 hexagon ale	Décathlon	1 bande de 90*30cm	7.3.10
	3		Nylon	0.5 hexagon ale	Décathlon	90*30cm	1.5.10 ²
	4		Nylon	0.5 hexagon ale	Décathlon	50*33cm	2.2 .10 ²
	5	Cousu directement autour du mousqueton	nylon	0.2 rectang ulaire	DMR Rubans	2 bandes de 100*40cm	1.10 ²

	6	Cousu directement autour du mousqueton	nylon	1 rectangulaire	DMR Rubans	2 bandes de 100*40cm	6.10
--	---	--	-------	-----------------	------------	----------------------	------

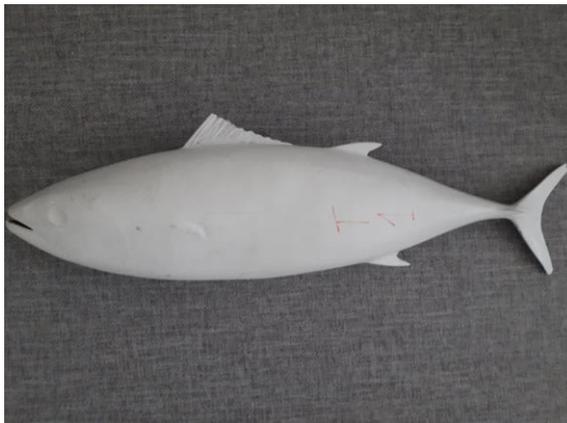
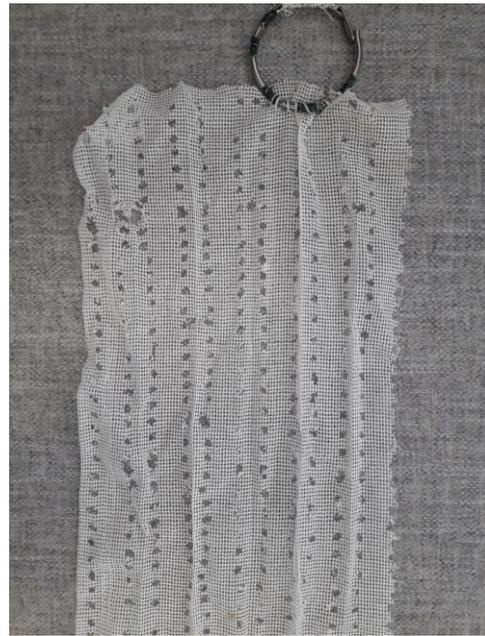


Figure 26 : de haut en bas de droite à gauche :
 1) filets 2 et 3, 2) filets 5 perforés, 3) faux thon,
 4) sortie tests

Tableau 14: Liste des critères retenus pour évaluer les nouveaux filets n°2, 3, 4

Critères	Score
Fluidité de la descente	1/2/3
Déploiement des voiles au cours de la descente	1/2/3
Fluidité de sortie des voiles de l'étui	1/2/3
Voiles bloquées dans l'étui	Oui (=0) /Non (=1)
Emmêlement voiles-étui	Oui (=0) /Non (=1)
Descente bloquée	Oui (=0) /Non (=1)
Emmêlement voile-avançon	Oui (=0) /Non (=1)
Déploiement voiles autour poisson	1/2/3
Recouvrement poisson	1/2/3

Résultats

Filets n°1

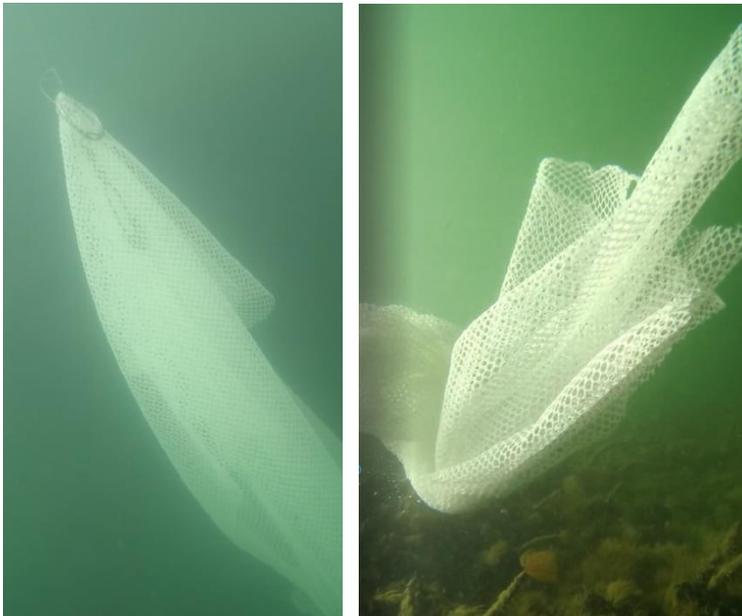


Figure 27 : Déploiement du filet lors de tests au pont de la victoire à Sète

Les vidéos nous ont permis une analyse qualitative du comportement du filet. Il semble que ce type de matériau soit plus adapté car il assure un meilleur déploiement des voiles dans l'eau et coule relativement rapidement. Cependant, la densité et le volume étaient trop importants pour pouvoir être contenus dans le boîtier du prototype.

Filets n°2 et 3



Figure 28 : A gauche : descente des filets, à droite :
recouvrement partiel du thon par les filets

descente mais ne semblent pas assez lester. Durant les tests, les filets ne sont pas parvenus à recouvrir le thon et ne se mettaient que d'un seul côté du thon, tels une cape (figure 28), probablement à cause du fort courant qui était présent le jour des tests.

Grâce aux analyses vidéo, nous avons constaté que le type d'attache n'influçait pas particulièrement sur le déploiement des voiles ou le recouvrement du poisson. En revanche, l'accroche séparée du mousqueton par deux points (réalisées sur le filet noir) semble moins à privilégier car les fils peuvent s'accrochés sur les émerillons présents sur l'avançon. Les deux filets se déploient plutôt bien lors de la

Filets n°4

Du fait de leur densité et de leur rigidité plus élevées, les filets 4 ont eu plus de mal à sortir de l'étui et se sont moins bien déployés (figure 29) que les précédents (2 et3). Cependant les filets ont recouvert davantage « le thon » que les précédents.

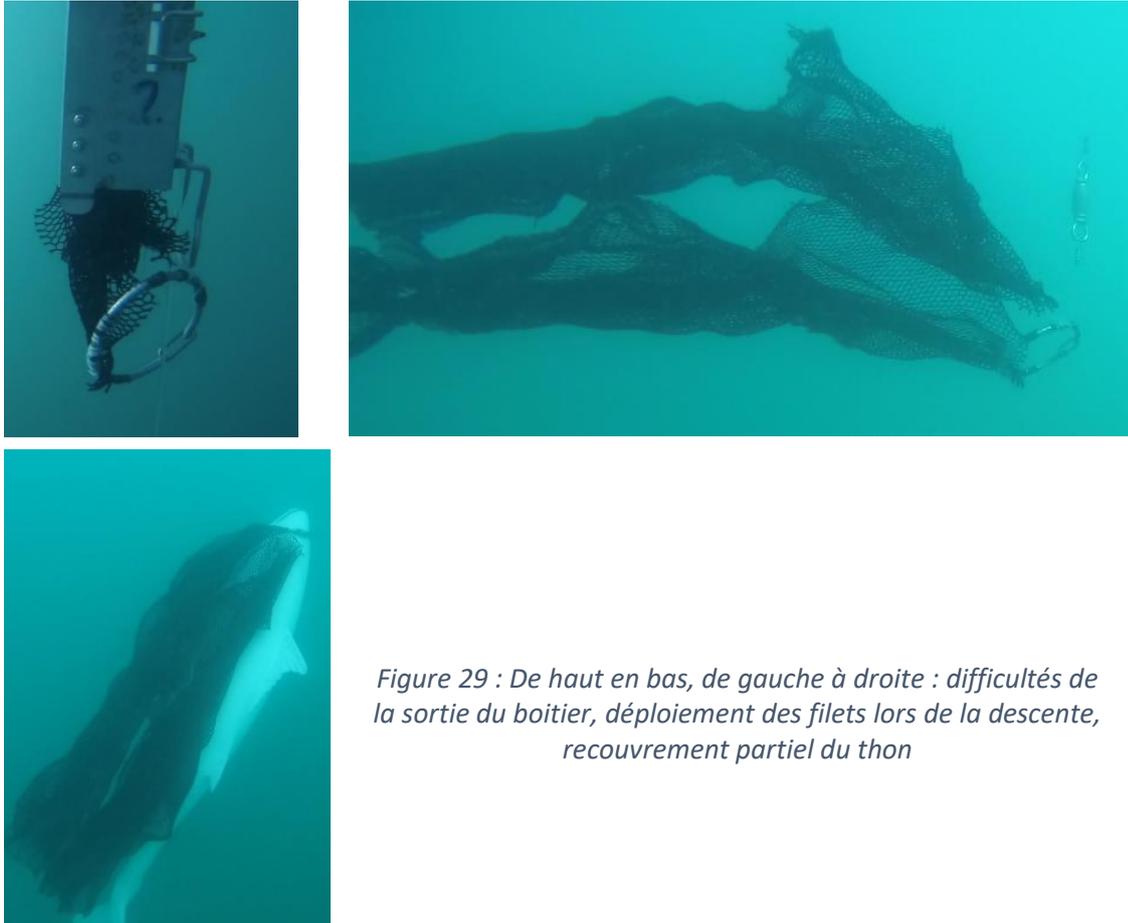


Figure 29 : De haut en bas, de gauche à droite : difficultés de la sortie du boîtier, déploiement des filets lors de la descente, recouvrement partiel du thon

Tableau 15: Scores moyens sur le comportement des voiles entre les filets en PEHD, et les filets 2, 3 et 4

	Filet PEHD (19 tests)	Filets 2 et 3 (5 tests)	Filet 4 (4 tests)
Moyenne des scores / 10	5.6	7.4	6.9

A la vue du tableau 15, nous pouvons constater que les nouveaux filets testés obtiennent de meilleurs scores que ceux en PEHD. Les filets 2 et 3 qui sont donc plus légers et plus souples sortent plus facilement de l'étui et parviennent mieux à se déployer, leur confèrent ainsi un meilleur score.

Filets 5

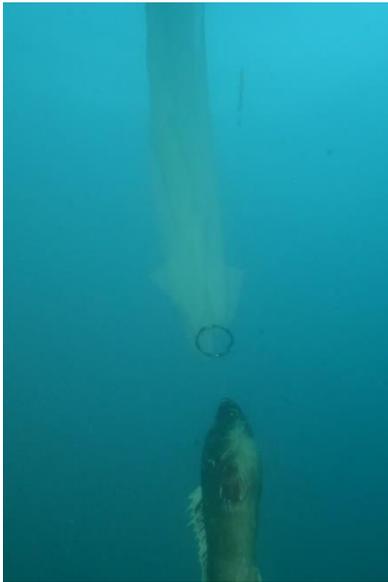


Figure 30 : Descente des voiles



Figure 31: Recouvrement du poisson par les filets avec les mailles perforées



Figure 32 : Recouvrement satisfaisant du poisson avec filet non perforé

Un problème d'enclenchement de caméra est survenu lors des tests, nous empêchant ainsi d'avoir les films de la descente des filets. Nous avons donc essayé d'analyser le comportement de descente des voiles à travers la caméra qui était positionner en contrebas proche du faux poisson. Nous avons pu cependant regarder le comportement de recouvrement du poisson.

Le comportement de descente s'avère bon et semble être le même entre le filet original et celui perforé. Les retours des plongeurs rapportent que le filet original de maille de 2mm coule davantage puisque celui-ci est plus dense. Concernant le déploiement des voiles autour du poisson, les deux types de filets ont systématiquement des scores de 3/3. Quant au recouvrement, les scores sont de 2/3 avec une fois un recouvrement satisfaisant de 3/3 par le filet de maille de 2mm ou les deux bandes se sont déployées de façon opposée l'une par rapport à l'autre (figures 30, 31, 32).

Conclusion

Tous les matériaux ont montré de meilleurs résultats que le PEHD notamment sur la question du déploiement.

Le recouvrement du poisson reste partiel. Cependant, il s'avère que celui peut être très dépendant des conditions du milieu tel que le courant. Il est possible qu'un filet posé sur un vrai thon trouve davantage d'accroche grâce aux écailles et aux épines de l'animal. Les derniers essais sur les tests des filets 5 ont montré des résultats encourageants c'est pourquoi nous avons décidé de rester sur ce matériau. Afin de gagner en volume, nous pensons qu'augmenter la taille de la maille à 1cm peut être un bon compromis. Maintenant, il reste à voir la longévité de ces filets dans le temps face par exemple aux déchirures ou à l'humidité (imputrescibilité...).

En attendant désormais que le prestataire chargé de la confection améliore le boîtier selon nos suggestions, nous nous sommes penchés sur la question d'acceptabilité d'une nouvelle technologie au sein de professionnels, nous menant à la dernière partie de ce rapport.

Partie III : Acceptabilité d'une innovation par les professionnels de la pêche

Contexte général

De nombreuses technologies font surface régulièrement dans le milieu professionnel afin de faciliter les conditions de travail ou d'augmenter la rentabilité par exemple. Dans notre contexte, il s'agit de proposer une innovation permettant de diminuer les pertes économiques et de temps des pêcheurs. Cependant, l'arrivée d'une technologie dans un cadre professionnel n'est pas toujours une évidence pour les utilisateurs potentiels, et son acceptabilité dépend de plusieurs paramètres.

En effet, (Bobillier-Chaumon and Dubois, 2009), divisent tout d'abord l'acceptabilité en deux parties. La première concerne l'acceptabilité sociale et va porter davantage sur les impressions des utilisateurs, les attitudes et les contraintes sociales que la technologie va apporter. Le processus d'acceptabilité sera lié à la représentation des personnes face à cette nouvelle technologie et aux coûts-bénéfices qu'elle anticipera. A la suite de ça, l'acceptation dépendra des impressions issues des expériences d'utilisations par l'utilisateur.

La deuxième partie concerne l'acceptabilité pratique et repose sur les fonctions et les facilités d'usage. La nouvelle technologie se doit donc d'être utile et d'être facilement utilisable.

Dans notre contexte, les utilisateurs étant des pêcheurs dont le rythme de travail est contraignant et les cadences élevées, il semble primordial que la technologie ait une bonne maniabilité, soit facile d'utilisation, peu coûteuse en termes de temps et que les utilisateurs soient convaincus du bien-fondé de la mise en œuvre de l'innovation.

Afin de faciliter l'acceptabilité d'une technologie, une bonne communication doit être faite en amont., d'où l'intérêt d'un questionnaire destiné aux pêcheurs réunionnais déjà réalisé l'année passée (Yven, 2020) (annexe 4). Ce dernier comportait une série de questions sur l'acceptabilité et sur le retour d'expériences des pêcheurs avec le dispositif Paradep. Puisque les manipulations à bord des palangriers n'ont pu se faire cet été, nous avons reconsidéré ce questionnaire en lui apportant des modifications de forme et de fond.

Enquête d'acceptabilité

Selon le contexte sanitaire, l'enquête d'acceptabilité devrait se dérouler à La Réunion en Septembre. Nous tenterons d'interroger un maximum de personnes qui voudront bien répondre à nos questions afin de pouvoir interpréter à minima les réponses données.

Analyse

Dans un premier temps une analyse de pourcentage sera effectuée pour chaque question.

Nous pouvons ensuite penser à réaliser diverses analyses statistiques multidimensionnelles descriptives (analyse en composantes principales par exemple), et/ou inférentielles pour détecter des tendances en lien notamment avec la présence des prédateurs impliquées dans la déprédation, la fréquence des événements, les quantités déprédées,

Résultats de l'enquête

A venir

Conclusion

Les résultats du questionnaire nous permettraient d'avoir une idée de la perception de la déprédation par les pêcheurs et ses conséquences, et de leur enclin à adopter une nouvelle technologie ou non pour pallier ce problème. Pour ce dernier point, des tests en condition

réelles sont nécessaires pour obtenir par la suite l'appréciation du dispositif par les pêcheurs. Si les résultats sont concluants, nous pourrons ensuite réfléchir, de concert avec les pêcheurs, à l'application concrète du dispositif, qui se résume en ces questions :

- Combien de dispositifs peuvent être mis à bord du palangrier ?
- Faut-il une personne en plus à bord afin de sortir et de ranger le dispositif ?
- Quels sont les compromis (en termes de temps et d'argent) que les professionnels sont prêts à faire ?

Conclusion générale du stage

La version V3-2 présente de réelles améliorations par rapport à la version précédente, notamment sur les questions de flottabilité et d'ouverture de l'étui. Cependant, des modifications restent nécessaires sur certains points (tableau), notamment sur la maniabilité, la conception même du boîtier, et sur le mauvais déploiement des voiles, du principalement à la matière du PEHD.

Afin de pallier ce dernier problème, nous avons donc recherché un nouveau matériau de filet plus souple. Divers tests ont été réalisés en mer et il s'avère qu'un matériau en nylon nous paraît être le bon compromis en termes de rapport taille/volume, avec une maille de 1cm et une densité proche de $6.10g.m^{-2}$. Cependant, il reste à voir la pérennité de ce matériau dans le temps, en termes de solidité et d'imputrescibilité, lors de conditions réelles de pêche.

Tableau 16 : Résumé des points acquis et des modifications préconisées pour le prototype Paradep

Points acquis	Modifications préconisées sur
Ouverture de l'étui	<i>Maniabilité du dispositif :</i> -lames coupantes gênantes -système d'accroche sur l'avançon permettant une attache avec une seule main
Flottabilité	<i>Conception boîtier :</i> -enlever les soudures extérieures -problème sur les boulons extérieurs

	<ul style="list-style-type: none"> -augmenter la rigidité du mousqueton, des lames et du boitier -corrosion -pourrissement du liège -modifications sur le système d'ouverture/fermeture du mousqueton
Matériau des filets en nylon	

En attendant les tests de la version finale à bord des palangriers, une enquête d'acceptabilité sera menée auprès des pêcheurs afin de cerner leur perception de la déprédation dans leur métier et pour leur présenter le dispositif Paradep, et avoir ainsi leurs premiers retours sur la démarche et le prototype.

Enfin, une des dernières étapes décisives sera donc les tests de la version V3-2 améliorée, à bord des palangriers. Ces essais révéleront certainement de nouveaux points de bon fonctionnement ou de dysfonctionnement. Il sera dès lors très intéressant de voir comment se comporte les filets au contact d'un vrai thon et surtout si ce dispositif parvient à diminuer la déprédation.

Conclusion personnelle

J'ai apprécié faire ce stage car il s'inscrit au sein d'une problématique que je trouve très intéressante puisqu'elle lie à la fois le domaine de l'halieutique et celui de la préservation du domaine marin. Je trouve que c'est un projet qui s'inscrit dans une problématique très concrète et je trouve reconnaissant le fait de travailler pour un projet européen qui tente de mettre au point une nouvelle innovation dans le domaine de l'anti-déprédation. J'aime le fait que la science soit directement en lien avec des professionnels et tente de d'apporter autant que possible ces pistes de solution.

Ce stage m'a donc permis de développer mes connaissances dans le domaine de l'halieutique et d'appréhender davantage les conditions de travail des pêcheurs. Il m'a également donné l'occasion d'être au contact de chercheurs et d'ingénieurs et de fournisseurs industriels et de réaliser des démarches de contacts auprès de ces derniers. Ce projet m'a amené à réfléchir pour trouver des solutions sur des aspects d'ingénieries quant à la conception du dispositif, tout en prenant en compte certaines contraintes techniques. J'ai apprécié les sorties terrain que j'ai pu faire et l'autonomie qui m'a été confiée afin de les organiser.

J'ai apprécié découvrir un nouveau domaine tel que la sociologie, au travers de la question de l'acceptabilité d'une nouvelle technologie au sein de professionnels.

Bibliographie

- Bach P, Romanov E, Rabearisoa N, Sharp A. Note on swordfish catches collected during commercial operations and research cruises onboard pelagic longliners of the La Reunion fleet from 2006 to 2010. 2011. Report No.: IOTC-2011-WPB09.
- Bach, P., Rabearisoa, N., Cotel, P., Lamoureux, J.-P., 2013. Dispositif de protection pour protéger un poisson capturé sur un hameçon et système de pêche comprenant un tel dispositif de protection. WO2013088058 (A1)
- Beverly, S., Chapman, L.B., Sokimi, W., 2003. Horizontal longline fishing methods and techniques: a manual for fishermen. Secretariat of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia.
- Bobillier-Chaumon, M., Dubois, M., 2009. L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Trav. Hum.* 72, 355. <https://doi.org/10.3917/th.724.0355>
- Goetz, S., Laporta, M., Martínez Portela, J., Santos, M.B., Pierce, G.J., 2011. Experimental fishing with an “umbrella-and-stones” system to reduce interactions of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) and seabirds with bottom-set longlines for Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*) in the Southwest Atlantic. *ICES J. Mar. Sci.* 68, 228–238. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq161>
- Hamer, D.J., Childerhouse, S.J., Gales, N.J., n.d. Mitigating operational interactions between odontocetes and the longline fishing industry: a preliminary global review of the problem and of potential solutions. 30.
- Hamer, D.J., Childerhouse, S.J., McKinlay, J.P., Double, M.C., Gales, N.J., 2015. Two devices for mitigating odontocete bycatch and depredation at the hook in tropical pelagic longline fisheries. *ICES J. Mar. Sci.* 72, 1691–1705. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv013>
- Lewis, R.L., Freeman, S.A., Crowder, L.B., 2004. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles: Fisheries effects on sea turtles. *Ecol. Lett.* 7, 221–231. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00573.x>
- Løkkeborg, S., 2003. Review and evaluation of three mitigation measures—bird-scaring line, underwater setting and line shooter—to reduce seabird bycatch in the north Atlantic longline fishery. *Fish. Res.* 60, 11–16. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00078-4](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00078-4)
- Metzmacher et Dubois 1981. Depredation oiseau algerie.pdf.
- Nishida, T., Shiba, Y., n.d. Report of the predation survey by the Japanese commercial tuna longline fisheries 22.
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rabearisoa, N., Bach, P., Marsac, F., 2015. Assessing interactions between dolphins and small pelagic fish on branchline to design a depredation mitigation device in pelagic longline fisheries. *ICES J. Mar. Sci.* 72, 1682–1690. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv252>
- Rabearisoa, N., Bach, P., Tixier, P., Guinet, C., 2012. Pelagic longline fishing trials to shape a mitigation device of the depredation by toothed whales. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 432–433, 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.07.004>

- Rabearisoa, N., Sabarros, P.S., Romanov, E.V., Lucas, V., Bach, P., 2018. Toothed whale and shark depredation indicators: A case study from the Reunion Island and Seychelles pelagic longline fisheries. *PLOS ONE* 13, e0202037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202037>
- Serval Auriane, 2020- Test de la version 2 du dispositif anti-déprédation. Compte rendu année de césure entre licence et master Université de Montpellier
- Wandrie, L.J., Klug, P.E., Clark, M.E., 2019. Evaluation of two unmanned aircraft systems as tools for protecting crops from blackbird damage. *Crop Prot.* 117, 15–19. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.11.008>
- Werner, T.B., Northridge, S., Press, K.M., Young, N., 2015. Mitigating bycatch and depredation of marine mammals in longline fisheries. *ICES J. Mar. Sci.* 72, 1576–1586. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv092>
- Yven Chloé, 2020 - Développement d'un dispositif anti-déprédation d'un protocole scientifique de collecte de données et mise en place de ce protocole dans le cadre du projet PARADEP. Rapport de stage CNAM-Intechmer, Génie de l'environnement marin.

	Facilité d'insertion de l'avançon dans le mousqueton	1/2/3	2	2
	Coulée avançon	1/2/3	1	1
	Déclenchement intempestif mise à l'eau	O/N	N	N
		score /13	8	7
Virage	Temps de désinstallation du dispositif	1/2/3	1	1
	Déclenchement intempestif	O/N	N	O
			score/4	2

Annexe 2 : Critères conservés et visibles pour l'expérimentation en mer

	Essais 1 voiles 80*100cm				Essais 2 voiles 80*100cm				Essais 3 voiles 60*100cm				Essais 4 voiles 60*100cm			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Qualité de fixation de l'étui sur avançon (1/2/3)																
Efficacité du flotteur (1/2/3)																
Ouverture de l'étui (1/2/3)																
Mousqueton bloqué dans l'étui : oui=0, non=1																
Mousqueton ouvert, hors avançon : oui=0, non=1																
Emmêlement voiles-étui : oui=0, non=1																
Emmêlement voiles avançon : oui=0, non=1																
Déploiement des voiles autour du poisson (1/2/3)																
Couverture du poisson (1/2/3)																

Compte rendu sur le prototype après les essais à La Réunion (mars 2021)

Points acquis

- Ouverture de l'étui
- Efficacité du flotteur
- Temps et fluidité de la descente

Modifications préconisées sur le boîtier

- modification du système d'accroche sur l'avançon (pince trop lâche et mal adaptée pour une utilisation sur les palangriers). Envisager un système de type taquet qui permet une attache avec une seule main
- problème de déformation du boîtier, (écrasement après 48h d'expérimentations ; besoin d'un matériau plus solide ?)
- enlever les soudures intérieures** qui peuvent bloquer la sortie du filet (qui offrent une surface d'accroche)
- problème sur les boulons extérieurs** qui génèrent une rugosité pouvant nuire à la descente du filet
- lames ressort coupantes, à modifier tout en conservant rigidité**
- modifications indispensables sur le **système d'ouverture/fermeture du mousqueton (le système actuel se déboîte ce qui participe certainement à la déformation du mousqueton)**
- amélioration de la rigidité du mousqueton pour qu'il garde sa forme initiale et **augmenter légèrement son poids**
- problème de **corrosion** au niveau des boulons
- pourrissement du liège au fil du temps
- **perte de rigidité des lames ressort** au bout de 2 jours d'utilisation
- amélioration du bourrelet pour un appui efficace du mousqueton pour sa libération lors de la traction sur l'avançon
- volume utile pour les voiles encore à déterminer en fonction du choix du matériau

Annexe 4 : Enquête sociologique auprès des pêcheurs

Ce questionnaire a pour objectif d'appréhender votre avis sur le phénomène de déprédation (prélèvement ou endommagement des captures, des appâts par les prédateurs) et sur la mise en place d'un dispositif pour limiter ce phénomène sur les palangriers pélagiques. Le principe du dispositif PARADEP en phase de test repose sur la protection physique du poisson capturé. Le déploiement du dispositif se déclenche lorsque le poisson exerce une traction sur l'avançon après avoir engagé l'appât et l'hameçon. L'objectif de ce dispositif est de proposer une triple protection : une protection physique (sous la forme d'une barrière physique entre le poisson et le prédateur), une protection visuelle (en dissimulant le poisson de la vue du prédateur) et une protection acoustique (en utilisant des matériaux qui modifieraient la signature acoustique du poisson-proie, et par conséquent l'image réfléchi aux odontocètes lorsque ces derniers font de l'écholocation pour repérer leur proie).

Le questionnaire ci-dessous se découpe en plusieurs parties. La partie 1 nous permettra de mieux comprendre votre métier. La partie 2 nous permettra de comprendre votre perception de la déprédation. La partie 3 nous permettra de mesurer vos attentes au sujet d'un dispositif anti-déprédation

Rubrique 1 : Métier

1) Quel type de pêche pratiquez-vous ?

- Drague coquillage
- Filet calé
- Casier
- Chalut
- Traîne
- Senne tournante
- Palangre de fond
- Palangre pélagique
- Autre

2) Depuis combien de temps pratiquez-vous la pêche ?

- Moins de 5 ans
- Entre 5 et 15 ans

- Entre 15 et 30 ans
 - Plus de 30 ans
- 3) Etes-vous toujours en activité aujourd'hui ?
- Oui
 - Non
- 4) Quelle fonction occupez-vous à bord ?
- Matelot au sein d'un équipage
 - Pêcheur indépendant propriétaire de son bateau
 - Pêcheur indépendant avec un bateau appartenant à un armateur
 - Capitaine d'une unité avec plusieurs hommes d'équipage
 - Armateur
 - Autre
- 5) Quelle est la taille du bateau sur lequel vous êtes embarqué ?
- Moins de 13 m
 - De 13 à 20 m
 - De 20 à 25 m
 - Autre
- 6) Combien d'hameçons déployez-vous à chaque filage ?
- Moins de 500
 - Entre 500 et 1000
 - Entre 1000 et 1500
 - Entre 1500 et 2000
 - Entre 2000 et 2500
 - Plus de 2500
- 7) Avez-vous connaissance du terme espèce cible ?
- Oui
 - Non
- 8) Quelle est pour vous l'(les) espèce(s) cible(s) ?
- Le germon ou thon blanc
 - Le thon jaune
 - Le thon obèse
 - L'espadon

Dorade coryphène

Autre :

9) Quels sont les critères de ciblage d'une espèce ?

Saison

Pêche jour/nuit

Appât

Profondeur de pêche

Je ne sais pas

Autre

10) Avez-vous connaissance du terme "prises accessoires" ?

Oui

Non

11) Quelles sont les prises accessoires les plus rémunératrices selon vous ?

Thon jaune

Thon obèse

Thon blanc

Marlins

Voilier

Dorade coryphène

Saison

Wahoo

Je ne sais pas

Autre

12) Quelles sont les prises accessoires que vous rejetez le plus souvent ?

Snook ? Pomfrêt ? Poisson huile ?

Compère océanique

Escolier noir



Escolier gracile (snoek ?)



Raie mobula



Diodontidés



Requin à pointe noire



autre raie

13) Avez-vous connaissance du terme "espèces protégées" ?

Oui

Non

14) Quelles sont les espèces ou groupes d'espèces protégées que vous capturez le plus fréquemment ?

Tortues

Mammifères marins

Oiseaux marins

Autre

15) Si tortues, quelles espèces si espèces connues ?

16) Si mammifères marins, quelles espèces si espèces connues ?

17) Si oiseaux marins, quelles espèces si espèces connues ?

18) Bénéficient-elles une attention particulière de votre part par rapport à d'autres espèces non protégées ?

Oui

Non

19) La pêche que vous pratiquez est donc sujette à des réglementations établies par la Commission des Thons de l'Océan Indien (CTOI). Avez-vous entendu parler de la CTOI ?

Oui

Non

20) Avez-vous une idée des réglementations mises en place par la CTOI pour la pêche palangrière ? Par exemple l'interdiction de rétentions du requin pointe blanche océanique, des requins renards, les conseils d'utilisation d'hameçons circulaires qui provoquent des blessures moins traumatisantes pour les poissons rejetés

Oui

Non

21) Quelle est ou quelle pourrait être pour vous votre meilleure source d'informations sur cette réglementation (classer de 1 à 6 – Le 1 représentant le plus important pour vous) ?

	Autres pêcheurs	Armateur	Comité régional des pêches	Organisations professionnelles	Institut de recherche	Direction Régionale de la Mer	autre
1							
2							

3							
4							
5							
6							

Partie 2 : La déprédation

1) Connaissez-vous le terme déprédation ?

Oui

Non

2) Quels sont les principaux acteurs ? Classer de 1 à 4 par ordre d'importance, le 1 étant le plus responsable

	Mammifères marins	Requins	Oiseaux	Calmars	Autre
1					
2					
3					
4					

3) Quels mammifères marins observez-vous ?

Globicéphale tropical



Fausse orque



Orque



Orque pygmée



Péponocéphale



Dauphin à long bec



Dauphin Risso



Autres delphinidés (grand dauphin, grand dauphin de l'Indo-Pacifique, dauphin tacheté pantropical, dauphin de Fraser)



Autres

4) A quelle fréquence observez-vous des mammifères marins près du bateau ?

A chaque filage

A chaque marée

Au moins une fois par mois

Au moins une fois par an

Jamais

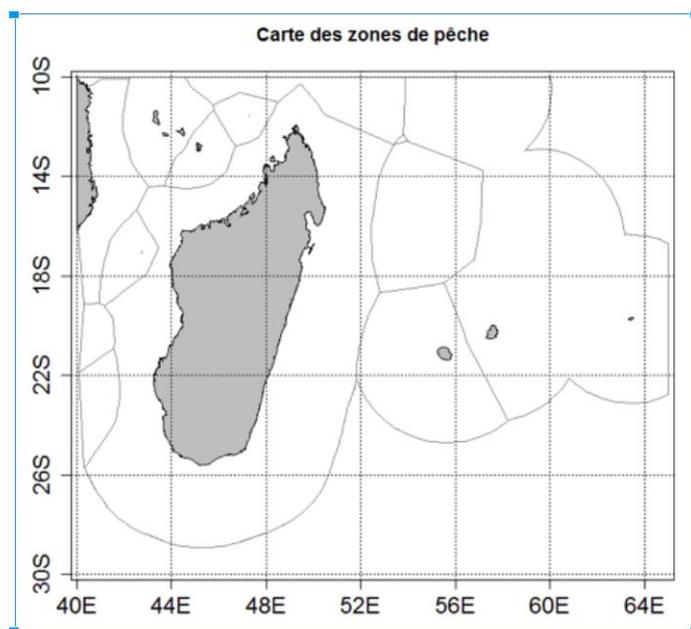
5) Y a-t-il des zones où la déprédation peut être plus fréquente ?

Oui

Non

Je ne sais pas

6) Si oui, plutôt quelle région ? (Entourer les zones sur la carte)



7) Y a-t-il des saisons où la déprédation peut être plus fréquente ?

Oui

Non

Je ne sais pas

8) Si oui à quelle saison ?

9) La déprédation a-t-elle un impact financier sur vos activités de pêche ?

Perte économique importante

Perte économique faible

Aucune perte économique

Autre

10) La déprédation a-t-elle un impact sur vos activités de pêche ?

Manipulations opérationnelles supplémentaires

Changement de zones de pêche

Temps de marée augmenté

Temps de marée raccourci

Temps de filage et virage augmentés

Temps de filage et virage raccourcis

Autre :

11) Quelle est l'évolution de la déprédation depuis ces dernières années ?

- Forte augmentation
- Faible augmentation
- Aucune évolution
- Faible diminution
- Forte diminution
- Je ne sais pas
- Autre :

Partie 3 : Technique anti-déprédation

1) Avez-vous déjà expérimenté une méthode pour limiter la déprédation ?

- Oui
- Non
- Je ne sais pas
- Autre :

2) Si oui, laquelle ?

- Modification de la zone de pêche
- Modification de l'espèce cible
- Modification d'heure de mise à l'eau des lignes
- Modification de la profondeur de mise à l'eau des palangres
- Couper la palangre en plusieurs segments
- Autre :

3) Selon votre expérience, quel pourrait être le degré d'efficacité de ces diverses méthodes ?

	Modification de la zone de pêche	Modification de l'espèce cible	Modification d'heure de mise à l'eau des lignes	Modification de la profondeur de mise à l'eau des palangres	Couper la palangre en plusieurs segments	Autre
Très satisfaisant						
satisfaisant						

Moyennement satisfaisant						
Peu satisfaisant						
Non satisfaisant						
Je ne sais pas						

4) Pensez-vous qu'un dispositif pour réduire la déprédation est pertinent ?

Oui

Non

Je ne sais pas

5) Quelle méthode vous semble la plus adaptée pour lutter contre la déprédation exercée par les mammifères marins sur les captures ?

Acoustique

Electrique

Modifications de techniques de pêche

Changement de la zone de pêche

Protection de la capture

Autre dispositif

6) Pensez-vous qu'une protection physique des captures peut limiter la déprédation des mammifères marins ?

Oui

Non

Je ne sais pas

7) Pensez-vous qu'une protection visuelle des captures peut limiter la déprédation des mammifères marins ?

Oui

Non

Je ne sais pas

8) Avez-vous déjà testé le dispositif PARADEP ?

Oui

Non

9) Si non, souhaiteriez-vous le tester ?

Oui

Non

10) Si non, pour quelle raison ne souhaitez-vous pas le tester ?

Partie 4 : Métier et variables démographiques

1) Port ou région de pêche enquêtée :

2) Etes-vous originaire de La Réunion ?

Oui

Non

3) Si non, quelle est votre région/pays d'origine ?

4) Résidez-vous à La Réunion pour des périodes de travail uniquement ?

Oui

Non

5) Si oui, de quelle durée en général ?

6) Quel âge avez-vous ?

Moins de 18 ans

18 à 24 ans

25 à 34 ans

35 à 49 ans

50 à 64 ans

Plus de 65 ans

7) Combien de frères avez-vous ?

8) Combien de soeurs avez-vous ?

9) Etes vous en couple ?

Oui

Non

10) Pour les pêcheurs ne résidant pas à La Réunion, votre conjoint(e) réside-il (elle) avec vous ?

Oui

Non

11) Votre conjoint(e) travaille-t-il (elle) dans le milieu de la pêche ?

Oui

Non

12) Avez-vous des enfants ?

Oui

Non

13) Si oui combien ?

14) Avez-vous d'autres membres de votre proche famille dans la pêche ?

Père

Mère

Frère(s)

Sœur(s)

Enfant(s)

15) Avez-vous été scolarisé ?

Oui

Non

16) Si oui, jusqu'à quel niveau ?

Primaire

Collège général

Collège professionnel/ CAP matelot ou autre (Ecole maritime)

Lycée professionnel BEP

Lycée général (Bac général ou technologique)

Lycée professionnel Bac Pro Conduite et Gestion Entreprise maritime (CGEM) option
Pêche ou Electromécanicien marine

BTS maritime Pêche et Gestion de l'environnement marin

17) Avez-vous suivi une formation professionnelle continue (FPC) ?

FPC - Certificat Matelot Pont

FPC – Brevet de Capitaine 200 Pêche

FPC - Formation Lieutenant de pêche

FPC – Patron de pêche

FPC – Brevet de mécanicien 250 kW

FPC – Brevet de mécanicien 750 kW

18) Depuis combien de temps pratiquez-vous la pêche ?

Moins de 5 ans

Entre 5 et 15 ans

Entre 15 et 30 ans

Plus de 30 ans

Anti-depredation device for pelagic longline fishing

Introduction

Pelagic longline fishing is a type of fishing present throughout the world ocean. Its principle consists of a long monofilament nylon leader line set between 50 m and 500 m depth, to which leaders are attached at regular intervals, each of them having a baited hook at their extremity. In the Indian Ocean, pelagic species mainly targeted by the longline fishery are tunas and swordfish. With the extension of this fishery on the islands of the Indian Ocean, the exploration areas of the fishermen have thus been extended and lead the marine predators that hunt the same species to practice depredation. The latter is defined as the total or partial removal of the bait or the targeted fish from the fishing gear by large predators. This phenomenon, which is becoming more and more frequent, has harmful consequences for marine biodiversity, mainly by impacting populations of toothed whales. It also leads to economic losses for fishermen and can lead to an underestimation of fishing stocks. Scientists have tried to set up several devices to mitigate depredation, acoustic or physical, but each one has its flaws. The latest advances on physical anti-depredation systems consist in covering the hooked fish in order to offer it a visual protection against predators. The team of MARBEC involved in depredation research have already developed several mitigation systems and the latest is the one developed in the frame of the PARADEP project. This project is supported by European funds (FEAMP) and consists of a technological innovation in the form of a metal box inserted on the longline leaders. This box contains nets which are released into the water under the action of mechanical pressure when the fish bites the hook and thus cover it to hide it. This device underwent several modifications and arrives in its final version V3-2 (figure 1)

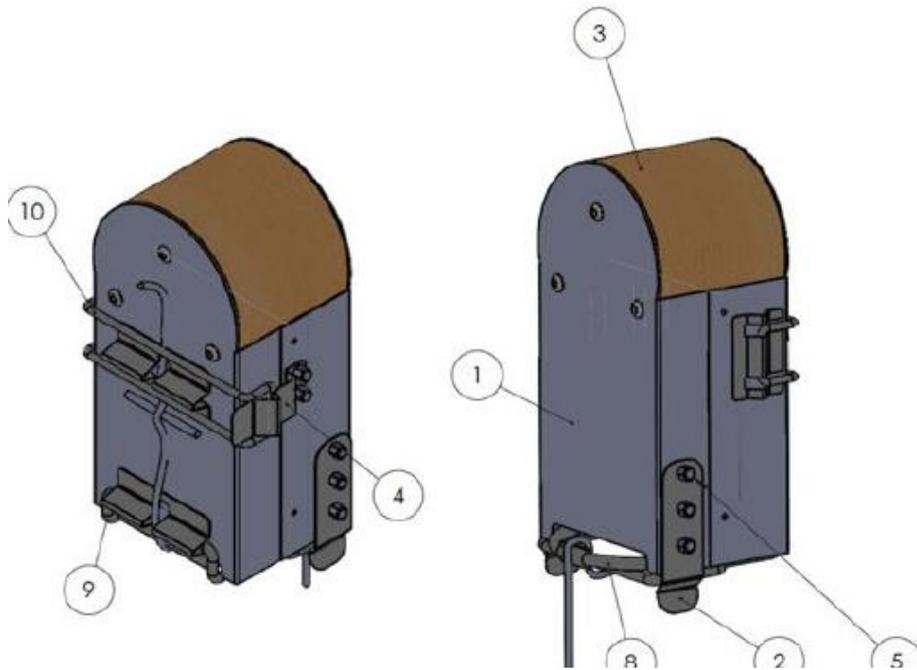


Figure 1: Holster Diagram: (1) front face, (2) flat spring, (3) cork ogive, (4) locking blade, (5) nut, (8) carabiner, (9) locking hook, (10) hook clamp of the leader, ©SATIM

Aims of the internship

Thus, this internship aimed first to analyze the videos and to provide results, on the tests made this spring in Reunion Island of the V3-2 version. Following these results, we looked for new materials of nets to be able to test them also and to interpret the results. Finally, thinking were made on an acceptability survey that will be carried out soon with the Réunionese pelagic longline fishermen.

Part I: Video analysis of La Réunion trials (March 2020)

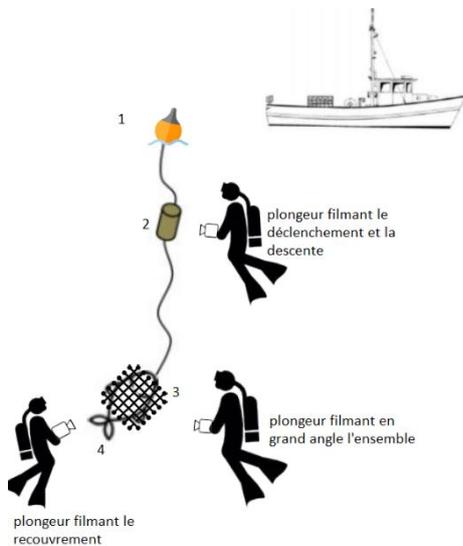


Figure 2: Schéma représentant l'expérimentation, 1) bouée flottante, 2) étui, 3) épervier, 4) bidon

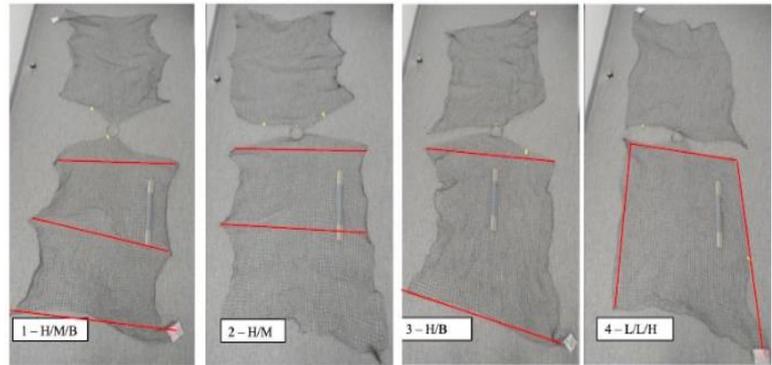


Figure 3: Figure 17 : Disposition des câbles de rigidification (en rouge): (1) haut, milieu, bas (H/M/B), (2) haut, milieu (H/M), (3) haut et bas (H/B), (4) longueur, largeur et haut (L/L/H)

8 configurations of HDPE sails were tested, according to their dimensions (60*100cm or 80*100cm) and the arrangement of stiffening cables (figure 3).

The goal of the operation was to equip the branchline with the prototype, a buoy and a resin fish model at the bottom extremity.. A diver located at the bottom triggered the device by pulling on the hook and two other divers located at the top filmed the exit of nets from the metal boxcase, their descent along the branchline and the covering of the fish model by the nets (figure 2).

4 tests were done per type of net configuration, leading to 16 tests.

Videos were viewed and a template with 22 criteria related to the proper functioning of the device, with scores, was completed.

We observed that neither the size of nets nor the arrangement of the stiffening cables influenced influences the total score (Figure 4). On the other hand, we notednote a significant difference in scores between the previous version (V3-1) and the last one (V3-2) (figure 5). Looking at the criteria, we concluded thatthat improvements were related to the buoyancy of the prototype thanks to the cork and a better liberation of nets from the metal box.

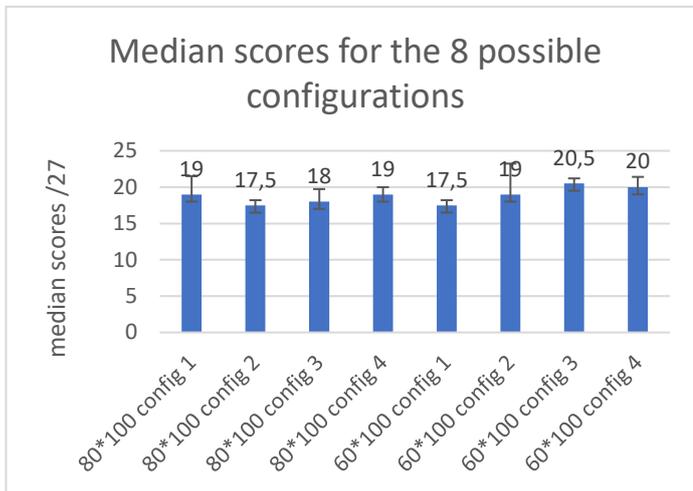


Figure 4: Histogram for median scores for the 8 possible configurations

Scores comparisons between the first and the second trial

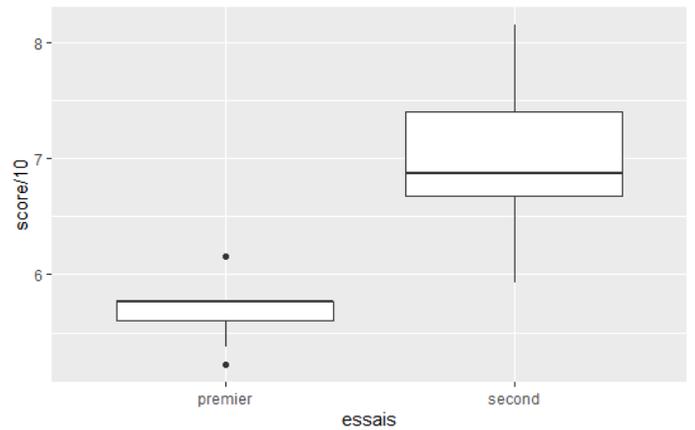


Figure 5 : Box plot comparing the scores between the V3-1 and V3-2 trials (median in bold black line, the low and high ends of the boxes represent the 1st and 3rd quartiles respectively and the vertical lines the extreme values)

Conclusion

The results and the feedback from the experimenters have shown that the HDPE material of the nets does not allow a good deployment in the water and a good covering of the fish. Improvements should also be made on the design of the box itself (table1).

Tableau 1 : Summary of the points acquired and the modifications recommended for the Paradep prototype

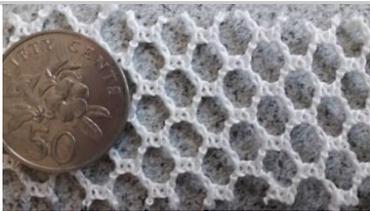
Points acquired	Recommended modifications on
Opening of the metal box	<i>Handling of the device :</i> Disturbing cutting blades Hooking system on the leader allowing allowing an attachment with only one hand
Buoyancy	: Removing the external welds Problem with the external bolts

	-increase the rigidity of the carabiner, the blade springsblades and the metal box Corrosion Cork fouling Changes to the carabiner opening/closing system
Material of the nylon nets	

Part II: Research and testing of new net materialsnets

We looked for a type of net material more flexible than HDPE. 5 different types of nets were found and tests similar to those carried out in Reunion Island were carried out.

Tableau 2 : Characteristics of the different nets tested

	Net n°	Hook on carabiner	Material	Mesh size (cm)	Supplier	Dimensions	Density (g.m ⁻²)
	1	Sewn directly around the carabiner	Polyester	1 hexagonal	Boldoduc ¹	2 strips of 100*80cm	2.2 .10 ²
	2		Nylon	0.5 hexagonal	Décathlon	1 strip of 90*30cm	7.3.10
	3		Nylon	0.5 hexagonal	Décathlon	90*30cm	1.5.10 ²

	4		Nylon	0.5 hexagonal	Décathlon	50*33	2.2 .10 ²
	5	Sewn directly around the carabiner		0.2 rectangular	DMR Rubans	2 bandes de 100*40cm	1.10 ²
	5bis	Sewn directly around the carabiner		1 rectangular	DMR Rubans	2 bandes de 100*40cm	6.10

Results

All the new nets tested show better results than the HDPE ones. Nylon net n°5 shows the best deployment and the best coverage.

Conclusion

In order to optimize the best size/volume ratio, we decide to choose the 5 nets with a 1 cm1cm mesh.

Part III: Acceptability of an innovation by fishing professionals

The innovation of the PARADEPPRADEP project aims to propose a solution to mitigate depredation. This gear technology will be implemented on board longliners and deployed by fishermen during fishing operations. Thus, this device must be accepted by the professionals, which is why a sociological survey will be carried out in order to study the perception of the depredation by the fishermen and to determine their inclination to use this new technology or not.

General conclusion

The V3-2 version presents real improvements compared to the previous version, especially on the issues of buoyancy and net box opening. However, modifications are still necessary on some points (table), in particular on the handling, the design of the metal box itself, and on the bad deployment of nets, mainly due to the HDPE material.

In order to overcome this last problem, we looked for a more flexible material for the net. Experiments at sea with this new material. were carried out in July. Positive results were obtained this new material being likely the good compromise in terms of ratio size/volume, with a mesh of 1cm and a density close to 6.10 g.m^{-2} . However, it remains to assess how long this material will last, in terms of strength and rot-proofing, when it will be used in routine fishing operations.

While waiting for these tests of the final version on board longliners, a survey of the acceptability of the innovation will be carried out with the fishermen in La Réunion. The goal of this survey is to determine their perception of the depredation by fishermen and to present them the Paradep device developed to mitigate the depredation, and thus to have their first feedback on both the approach and the prototype.

Finally, one of the last decisive steps will be the tests of the improved version V3-2, on board longliners. These tests will certainly reveal new points of good or bad functioning. It will then be very interesting to see how the nets behave in contact with a real tuna and especially if this device manages to reduce depredation.

Abstract

Pelagic longline fishing in the global ocean is increasingly subject to the phenomenon of depredation, which is the total or partial removal of the bait or the targeted fish on the fishing gear by large predators (sharks and toothed whales). Several solutions have been tested by scientists and the Paradep project aims at developing a physical mitigation device of the depredation that would ensure the protection of the caught fish by releasing nets on it. Tests of the latest version of the prototype were carried out during the spring 2021. The results obtained show i) that the nets come out of the metal box relatively well and that their descent along the leader remains rather fluid, ii) that HDPE, the material used for the net, does not allow its good deployment and therefore a good protection of the fish, iii) that technical modifications need to be made on the metal box in order to increase its handling during both the maneuverability deployment and removal of the prototype during actual fishing operations. Following these results, new experiments were carried out with several types of net material in order to analyze their deployment and protected capacity. Finally, a choice of a net in this new material with a 1 cm1cm mesh size was made. Now, it remains now to carry out tests in actual fishing operations with the new nets and the improvements made, to assess whether see this technology mightsolution be efficient enough to be used routinely by fishermen. In anticipation for future use of the prototype, a sociological survey on its acceptability will be carried out in the first time among the fishermen on the La Réunion-based pelagic longline fishery.

Keywords: depredation, toothed whale, mitigation device, physical fish protection, net material, pelagic longlining

Résumé

La pêche à la palangre pélagique dans l'océan mondial est de plus en plus soumise au phénomène de déprédation, qui consiste en l'enlèvement total ou partiel de l'appât ou du poisson ciblé sur l'engin de pêche par de grands prédateurs (requins et odontocètes). Plusieurs solutions ont été testées par les scientifiques et le projet Paradep vise à développer un dispositif physique d'atténuation de la déprédation qui assurerait la protection du poisson ciblé en libérant des filets sur celui-ci. Des tests de la dernière version ont été réalisés au printemps 2021 et montrent i) que les voiles sortent relativement bien de l'étui et que leur descente le long du bas de ligne reste fluide, ii) que le PEHD, matériau utilisé pour l'épervier de protection, ne permet pas un bon déploiement des voiles et donc une bonne couverture des poissons, iii) que des modifications techniques doivent être apportées sur l'étui afin d'augmenter sa maniabilité lors de sa mise en place et du retrait en condition réelle de pêche. Suite à ces résultats, de nouveaux tests ont été réalisés sur plusieurs types de matériaux de filet afin d'analyser leur déploiement et leur couverture, et le choix d'un nouveau matériau pour un filet avec une maille de 1cm a été fait. Il reste maintenant à réaliser des tests en conditions réelles de pêche avec les nouveaux filets et les améliorations apportées, pour voir si cette solution peut être viable pour les pêcheurs. En vue d'une utilisation prochaine de l'innovation par la profession, une enquête sociologique sur son acceptabilité doit être réalisée auprès des pêcheurs de la pêcherie palangrière réunionnaise dans un premier temps...

Mots clés : déprédation, odontocète, mesure d'atténuation, dispositif de protection physique, matériau de filet, pêche à la palangre pélagique,