

Rapport d'étape

Tests des dispositifs anti-déprédation V3 - Projet PARADEP



Njaratiana RABEARISOA

Chloé YVEN

Pascal BACH

SOMMAIRE

1 - CONTEXTE	1
2 - CONCEPTION ET TESTS DU DISPOSITIF V3	9
I. Matériel et méthode	9
A. Présentation du dispositif	9
1. L'étui	9
2. Les éperviers	10
B. Méthodologie des tests	13
1. Tests de déclenchement et de déploiement	14
2. Tests de filage	17
II. Résultats	19
A. Etui	19
1. Taille et poids	19
2. Système d'accrochage	20
3. Système d'ouverture (déclenchement)	20
B. Partie mobile	22
1. Le tore rectangulaire	22
2. Epervier	24
III. Discussion et perspectives	26
A. Etui	26
B. Partie mobile	28
1. Tore rectangulaire	28
2. Système d'accrochage - épervier mousqueton	29
3. Eperviers	30
C. Leurre acoustique	35
IV. Conclusion et perspectives	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma légendé du dispositif PARADEP	10
Figure 2 : - Version 3 du dispositif PARADEP : (a) Face avant : lames ressorts, (b) Face droite : lame de verrouillage de la pince, (c) Face arrière : pince qui permet le maintien de l'étui sur l'avançon, (d) Face gauche : charnière qui maintient la pince et (e)	10
Figure 3 : Carte bathymétrique du littoral de Sète où la zone des tests est entourée en rouge (Géoportail)	13
Figure 4: (A) Schéma du montage pour tester les dispositifs (B) Schéma du déroulement des tests des six prototypes de la version 3 du dispositif PARADEP et (C) Schéma du déroulement des tests en cas de blocage du prototype lors de sa descente d'un dispositif sur l'avançon	16
Figure 5 : Schéma de la configuration du montage de la palangre expérimentale pour tester les six prototypes de la version 3 du dispositif PARADEP	18
Figure 6 : (A) Avançon mal bloqué dans la pince (b) Pince fragilisée au cours de tests	20
Figure 7 : (à gauche) – Histogramme présentant le nombre de déclenchement intempestif pour chaque dispositif lors des tests de déploiement	21
Figure 8 : (à droite) - Rotation d'une lame ressort car vis desserrée	21
Figure 9 : Histogramme présentant le nombre de déclenchement intempestif pour chaque dispositif lors des tests de filage	22
Figure 10 : Photo des anneaux rectangulaires bloqués au niveau des perles phosphorescentes ou au niveau de l'émerillon sur l'avançon	23
Figure 11 : Histogramme présentant le nombre de dispositifs bloqué lors de la descente au cours des tests de déploiements	23
Figure 12 : Histogramme présentant le temps de descente des dispositifs lors des tests de déploiements, 27 secondes étant la valeur médiane et 30 secondes étant la valeur correspondant au 3ème quartile (75%)	24
Figure 13 : Histogramme présentant le nombre de voiles restées bloquées dans l'étui ainsi que le nombre de voiles débloquées par simulation, pour chaque dispositif	25
Figure 14: Schéma des pistes de réflexion pour l'amélioration de l'étui de la version 3 du dispositif anti-déprédation PARADEP	27
Figure 15: Schéma des pistes de réflexions pour l'amélioration du mousqueton de la version 3 du dispositif anti-déprédation PARADEP	29
Figure 16: Schéma du système d'accroche des filets sur le mousqueton	30
Figure 17 : Schéma d'idée d'amélioration de l'épervier pour la version final du dispositif PARADEP	34

1 - CONTEXTE

Les ressources marines et les zones exploitées par les professionnels de la pêche sont identiques à celles convoitées par les grands prédateurs, ce qui aboutit à de nombreuses interactions, telle que la déprédation. La déprédation peut se définir comme le prélèvement total ou partiel des poissons ou des appâts sur les engins de pêches par les requins, les odontocètes, les calmars ou encore les oiseaux. La déprédation dans l’océan Indien est encore très peu étudiée malgré les multiples conséquences de ce phénomène sur les pêcheries et sur les déprédateurs. Plusieurs solutions ont été étudiées pour limiter ces interactions, mais aucune ne s’est encore révélée efficace. Le projet PARADEP a pour objectif le développement d’un dispositif de réduction de la déprédation à l’intention des pêcheries palangrières pélagiques et des pêcheries artisanales à la palangre verticale ciblant les thons et l’espadon impactées par divers odontocètes.

Le principe du dispositif 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).

Suite aux tests de la version 1 menés en août 2019 et de la version 2 menés février 2020, deux rapport reprenant les résultats des essais ont été rédigé et des points à améliorer ont été soulevés (Rabearisoa and Bach, 2019 (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02304008v1>); Serval et al., 2020 (<https://tinyurl.com/y3bzffsm>)). Sur la base de ces rapports, une troisième version du dispositif anti-déprédation (V3) est proposée par le bureau d’étude SATIM.

Cette version a pour finalité d'être le dispositif final qui sera ensuite testé en conditions réelles de pêche sur les palangriers pélagiques à la Réunion. Avant cela, ce prototype doit être finalisé et testé afin de pouvoir lui apporter les dernières améliorations.

Le projet PARADEP est un projet porté par l'URM MARBEC (IRD) qui fait suite aux projets cités précédemment, et qui tient compte des retours des différentes campagnes scientifiques. Ce projet, d'une durée de 36 mois, a débuté en juillet 2018 et prendra fin en juin 2021. Il implique un partenariat entre MARBEC (domaine Halieutique), le CEBC CNRS (domaine Ecologie des mammifères marins) et l'armement réunionnais de pêche palangrière ENEZ. Il est financé par le FEAMP (Fonds Européen pour les Affaires Maritimes et la Pêche), et a pour objectif de mettre en place un dispositif de protection visuelle, physique et acoustique qui permettra de limiter la déprédation par les mammifères marins sur les palangriers pélagiques. Le dispositif est conçu en partenariat avec le bureau d'étude SATIM, basé à Niort, spécialisé en mécatronique et conception de machineries spéciales. Deux étapes de tests sont prévues pour valider le comportement du dispositif : en mer ou en fosse de plongée dans un premier temps, avec un nombre limité de dispositifs, dans le sud de la France et jusqu'à validation du prototype (étape dans le cadre duquel s'est déroulé mon stage), puis sur des palangriers à La Réunion en situation de pêche professionnelle dans un second temps, avec un nombre plus important de dispositifs.

Ici sont récapitulés les travaux menés sur les versions 1 et 2 réalisées pour ce projet, versions précédant la version 3, objet de ce rapport (Tableau 1).

Tableau 1 : Tableau récapitulatif de la description des trois versions du dispositif anti-déprédation PARADEP et des tests effectués

		V1		V2	V3	
		A	B	T1 - T2 - B1 - B2		
						
Description dispositif	Etui	Forme	Carré	Cylindrique	Octogone	Rectangulaire
		Dimension (mm)	140*90*90	160*85	180*100	130*80*50
	Voiles	Nombre	4		2	2
		Forme	Triangulaire (« sapin »)		Carrées	Pyramidale
		Dimension (cm)	120*26		120	100 de haut 100 à la base
		Matière	Lin		Filet maillant en nylon monofilament avec une bande de ramie	Filet en polyéthylène haute densité avec une bande de tissu en polyester
	Lest	Sur la moitié des dispositifs – Lames métalliques horizontales et verticales		Chaînettes en inox	Olives de plomb de 5 g 60 g / voile	
	Poids		520 g (non lesté) 600 g (lesté)	610 g (non lesté), 690 g (lesté)	325 g (sans la partie mobile)	318 g (sans la partie mobile)

Tests	Tests de déclenchements et de déploiements	En mer à Sète	En fosse à Nîmes	En mer à Sète
	Tests de filages et de virages		Dans l'étang de Thau	

a. Le prototype V1

Description

Deux prototypes A et B ont été testés pour la version 1 du dispositif. La conception générale de ces prototypes repose sur un principe similaire : 4 voiles en lin en forme de sapin sont attachées sur un support grâce à des anneaux (partie mobile), et l'ensemble est stocké dans un étui en inox fixé au snap par un mousqueton (partie fixe). Le déclenchement se fait par la traction de l'avançon par le poisson hameçonné entraînant l'appui d'un carré métallique de déverrouillage sur le support. La partie mobile contenant les voiles coulisse alors le long de l'avançon et descend jusqu'au poisson. Les voiles se déploient ensuite autour du poisson afin de l'entourer.

Le dispositif A : L'étui en inox du dispositif A se présente sous forme rectangulaire de dimension 140 mm de haut, 90 mm de largeur et de longueur, le poids du dispositif avec les voiles est de 520 g (voiles non lestées) et 600 g (voiles lestées). La partie mobile de ce dispositif se compose seulement du support métallique auquel sont rattachées les voiles.

Le dispositif B : L'étui en inox du prototype B est un cylindre, de 160 mm de hauteur et de 85 mm de diamètre. Ce dispositif pèse 610g avec les voiles lestées et 690g avec les voiles non lestées. La partie mobile du dispositif B se compose du support de rangement des voiles et des voiles elles-mêmes.

Les voiles

Chaque dispositif contient 4 voiles en lin en forme de sapin. Pour chaque dispositif 4 prototypes ont été testés. Les voiles de deux prototypes ont été lestées avec des lames métalliques et les voiles des deux autres prototypes ne l'ont pas été. Les lames pouvaient être

verticales ou horizontales. Ces lames métalliques ont 3 objectifs : lester les voiles, maintenir les voiles ouvertes/les rigidifier, et gêner le processus d'écholocation des mammifères marins.

Les tests

Les tests de déclenchement et de déploiement de ces dispositifs se sont déroulés en mer en août 2019, au large du brise lame de Sète sur 2 demi-journées. La zone est à environ 500 m du brise lame de Sète et la profondeur est de 15 m.

Modifications techniques à effectuer

Dans le tableau ci-dessous (Tableau 2) sont présentées les différentes modifications techniques qu'il a fallu apporter pour passer du dispositif V1 au dispositif V2.

Tableau 2 : Liste des améliorations techniques pour la seconde version du dispositif anti-déprédation (Rabearisoa and Bach, 2019. PARADEP - Tests de prototypes de dispositifs anti-déprédation).

Etui	Voiles	Système de déclenchement et descente
Réduire la taille (hauteur et diamètre) et le poids des prototypes	Réduire le nombre de voiles à 2 (au lieu de 4) et les remplacer par 2 filets piégeant la capture selon le principe de l'épervier	Modifier le système de déclenchement
Modifier le système d'accroche des voiles au support mobile (trouver une alternative aux anneaux)	Choisir un matériau plus résistant dans le temps que le lin à rajouter à l'épervier	Mettre un lest de coulissage pour que la descente du dispositif soit plus rapide

Compenser le poids des dispositifs, afin que leur flottabilité négative soit d'environ 100g		Modification du système d'insertion du nylon et du système d'accroche du dispositif à l'avançon
		Modification du support mobile des voiles pour que la descente le long de la ligne soit plus fluide

b. Le prototype V2

Description

Les quatre prototypes V2 comprennent une partie mobile composée de deux voiles attachées sur un tore métallique ouvert (anneau de 8 cm de diamètre et de 0,2 cm d'épaisseur). L'ensemble est stocké dans un étui en acier inoxydable de forme octogonale, de 180 mm de hauteur et de 100 mm de diamètre. L'étui est fixé sur l'avançon par un système de pince-ressort. L'avançon passe ensuite dans deux anneaux situés sur la face inférieure puis dans le tore rangé dans le haut de l'étui. Le déclenchement se fait par une traction sur l'avançon par le poisson hameçonné qui entraîne une pression du tore sur la face avant de l'étui qui se sépare de la face arrière. Au repos, les deux faces sont maintenues par une lame ressort extérieure qui est déverrouillée lors de cette traction. L'ouverture de l'étui permet la sortie du tore et des voiles. Le tore et les voiles ayant une flottabilité négative coulisent alors le long de l'avançon et descendent jusqu'au poisson. Les voiles se déploient ensuite autour du poisson afin de le couvrir.

Tests

Les tests du dispositif V2 se sont déroulés de février à mars 2020. Une première partie des tests a été effectuée dans la fosse du stade nautique de Nemausa à Nîmes. Ces premiers essais ont permis de tester le déclenchement et le déploiement du dispositif ainsi que son comportement dans l'eau. Un avançon sur lequel était installé le dispositif a été mis à l'eau.

Un poisson a été accroché au bout de l'avançon pour simuler une proie. Trois plongeurs étaient présents pour déclencher et filmer le déploiement des dispositifs.

Proposition d'améliorations techniques à effectuer

Les tests menés sur les précédents prototypes ont permis d'édifier une liste d'améliorations techniques pour obtenir un prototype V3 plus adapté aux conditions techniques de la pêche palangrière pélagique (Tableau 3).

Tableau 3 : Liste des améliorations techniques pour la conception de la troisième version du dispositif anti-déprédation (Serval, Rabearisoa and Bach, 2019. PARADEP - Tests de prototypes de dispositifs anti-déprédation).

Etui	Partie amovible	Système de déclenchement
Réduire la taille des prototypes (16 cm maximum pour la hauteur et 7 cm de diamètre maximum)	Sélection d'un filet plus résistant que le monofilament pour l'épervier (le polyéthylène haute densité PEHD est suggéré)	Réduire la partie amovible de l'étui à la face inférieure
Perfectionner le système d'accroche de l'épervier au support mobile	Augmenter la proportion de métal sur le dispositif : insertion de chaînettes-billes en acier inoxydable le long du filet	Diminuer le diamètre du tore pour éviter la perte de la partie amovible en cas de déclenchement intempestif
Compenser le poids des dispositifs, afin que leur flottabilité négative soit d'environ 100g : proposition d'un dôme en liège	Modification du support mobile de l'épervier pour que la descente le long de la ligne soit plus fluide	Augmenter le diamètre de corps du tore pour lester la partie mobile et augmenter sa vitesse de descente
Modification de la forme de l'étui		

Les tests effectués sur les versions 1 et 2 du dispositif PARADEP ont permis de mettre en avant les améliorations à apporter pour pouvoir déployer ce dispositif sur les palangriers pélagiques. Après avoir présenté le rapport des tests de la version 2 ainsi qu'une liste de propositions d'améliorations du dispositif aux ingénieurs de la SATIM, ceux-ci ont pu concevoir la version 3 du dispositif.

2 - CONCEPTION ET TESTS DU DISPOSITIF V3

I. MATERIEL ET METHODE

A. Présentation du dispositif

1. L'étui

La version 3 du dispositif PARADEP est composée de 2 parties : un étui fixé sur l'avançon et une partie mobile comprenant un tore rectangulaire et deux voiles simulant la forme d'un épervier. Le bureau d'étude SATIM s'est occupé de la conception de l'étui, tandis que nous nous sommes occupés de celle de l'épervier.

Le dispositif PARADEP est un étui en acier inoxydable rectangulaire de 8 cm de longueur, 5 cm de largeur et 13 cm de hauteur. La partie supérieure de l'étui comporte une ogive en liège de 5 cm de hauteur qui permet de compenser la flottabilité négative du dispositif dans l'eau. Ce compartiment en liège en forme de dôme favorise l'hydrodynamisme du dispositif au cours de la remontée de l'avançon pendant le virage. L'étui est fixé sur l'avançon à l'aide d'une pince qui se ferme sur une lame de verrouillage. L'avançon est inséré dans l'étui au travers d'une fente placée sur l'extrémité réduite du tore rectangulaire. Ce dernier est rangé dans la face inférieure de l'étui qui est ouverte. La face inférieure est close par un crochet qui se verrouille sur deux lames ressorts situés sur le bas de la face avant (Figure 1, Figure 2).



Figure 1 : Schéma légendé du dispositif PARADEP

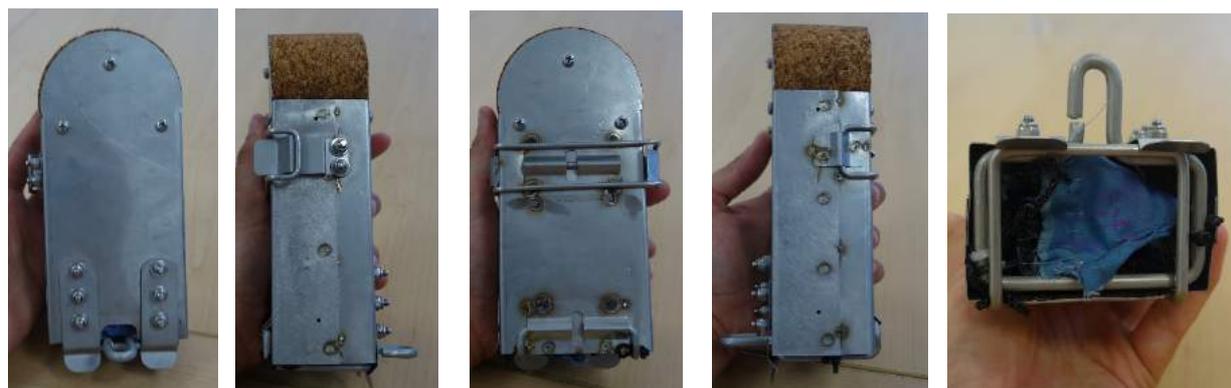


Figure 2 : - Version 3 du dispositif PARADEP : (a) Face avant : lames ressorts, (b) Face droite : lame de verrouillage de la pince, (c) Face arrière : pince qui permet le maintien de l'étui sur l'avçon, (d) Face gauche : charnière qui maintient la pince et (e)

2. Les éperviers

Le prototype V3 comprend donc une partie mobile composée d'un épervier en deux parties (inspiré de la technique de pêche éponyme), attaché sur un anneau rectangulaire métallique comprenant une extrémité réduite ouverte (anneau rectangulaire de 7,5 cm de longueur, 4,5 cm de largeur, une extrémité ovale qui ressort sur 3 cm et 0,2 cm d'épaisseur).

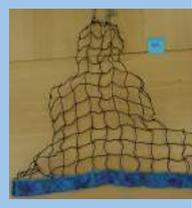
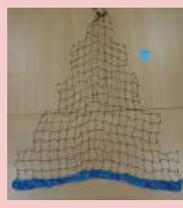
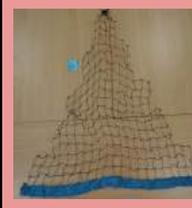
L'épervier correspond à deux pièces pyramidales découpées dans un filet tricoté en polyéthylène haute densité (PEHD). Le filet en PEHD présente plusieurs avantages : un faible coût, un poids léger, une résistance à la rupture élevée et une imputrescibilité malgré des immersions prolongées dans l'eau de mer lui conférant une certaine durabilité. De plus, le filet permet une couverture visuelle intéressante et un faible taux d'emmêlement. Trois types de filets ont été sélectionnés pour équiper les six dispositifs (Tableau 4).

Tableau 4 : Tableau reprenant les caractéristiques de 3 filets utilisés

Filet	Fournisseur	Maille (mm)	Diamètre maille (mm)	Type de filet	Matière	Couleur
n	Fabrique à filet	50*50	1.8	Tressé sans nœuds	PEHD	Noire
A	Alphatex	30*30	0.8	Tressé sans nœuds	PEHD	Noire
D	Le Drezen	50*50	1	Fil câblé composé de 3 torons	PEHD	Noire

Les six éperviers se différencient par le type de filet, la hauteur et la largeur des deux éléments en filet composant l'épervier ainsi que la répartition des olives en plomb à la base du filet pour son lestage. Chaque élément de 100 cm de côté a été lesté de 60 g par des olives en plomb de différents poids (5, 6, 8 ou 10 g). Chaque épervier de 60 cm de côté a été lesté de 30 g d'olives en plomb. Un ourlet de 10 cm en tissu polyester (rideau de douche) est cousu au bas de chaque élément pour protéger les olives en plomb et limiter le risque d'emmêlement du filet avec les olives. Cet ourlet doit également maintenir l'épervier ouvert, l'écarter de l'avançon lors de sa descente le long de l'avançon vers la capture, puis aider au plaquage de l'épervier sur le corps du poisson capturé. Les 6 paires d'éléments filet sont décrites dans le tableau ci-dessous et la figure ci-dessous présente une photo de chacun des éperviers conçus (Tableau 5).

Tableau 5 : Tableau des différentes configurations d'éperviers réalisées

Dispositif	nc		na		Dc		Da		Ac		Aa	
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*105 cm Pyramide	87*105 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	
												
Tissu	10*100 cm - Ourlet en rideau de douche polyester											
Système d'accroche du filet au mousqueton	Deux anneaux brisés de 8 mm (diamètre intérieur) et serflex											

Le déclenchement du dispositif se fait par une traction sur l'avançon par le poisson hameçonné, ce qui entraîne une pression de l'anneau rectangulaire sur les lames ressorts et engendre leur déverrouillage puis la libération de l'anneau rectangulaire et de l'épervier. L'anneau rectangulaire équipé de l'épervier coulisse alors le long de l'avançon jusqu'au poisson. L'épervier se déploie ensuite autour du poisson afin de le couvrir. Nous avons donc testé 6 dispositifs se différenciant par les 6 configurations d'éperviers.

B. Méthodologie des tests

Les manipulations menées pour tester les dispositifs « PARADEP » V3 de réduction de la déprédation dans les pêcheries palangrières ont été réalisées lors d'une journée en mer à environ 500 m au large du brise-lames de Sète (Figure 3). La zone sélectionnée, qui permet d'opérer à une profondeur de 12 m (nécessaire au déploiement des avançons de pêche dans leur dimension verticale) et qui offre des conditions de visibilité correctes, est une zone idéale pour tester les prototypes.



Figure 3 : Carte bathymétrique du littoral de Sète où la zone des tests est entourée en rouge (Géoportail)

Les manipulations sont menées à bord d'une embarcation de 11 m, le Beluga, prêté par le club de plongée associatif Odyssée (<http://odyssee-sub.org/>). Le bateau a été conduit par un directeur de plongée du club. Les données sont collectées à partir de séquences vidéo réalisées par trois plongeurs qui actionnent et filment les manipulations, ainsi que par quatre membres de l'IRD restés à bord de l'embarcation pour aider aux manipulations, participer au filage et virage et visionner les séquences vidéo. Ces opérations permettent de tester

différents comportements du dispositif. Les expérimentations sont scindées en deux montages et essais distincts.

1. Tests de déclenchement et de déploiement

Ces manipulations permettent d'observer le comportement de l'étui avant son ouverture, le déclenchement de l'épervier, la descente de l'épervier le long de l'avançon et le déploiement sur le poisson.

a. Montage expérimental

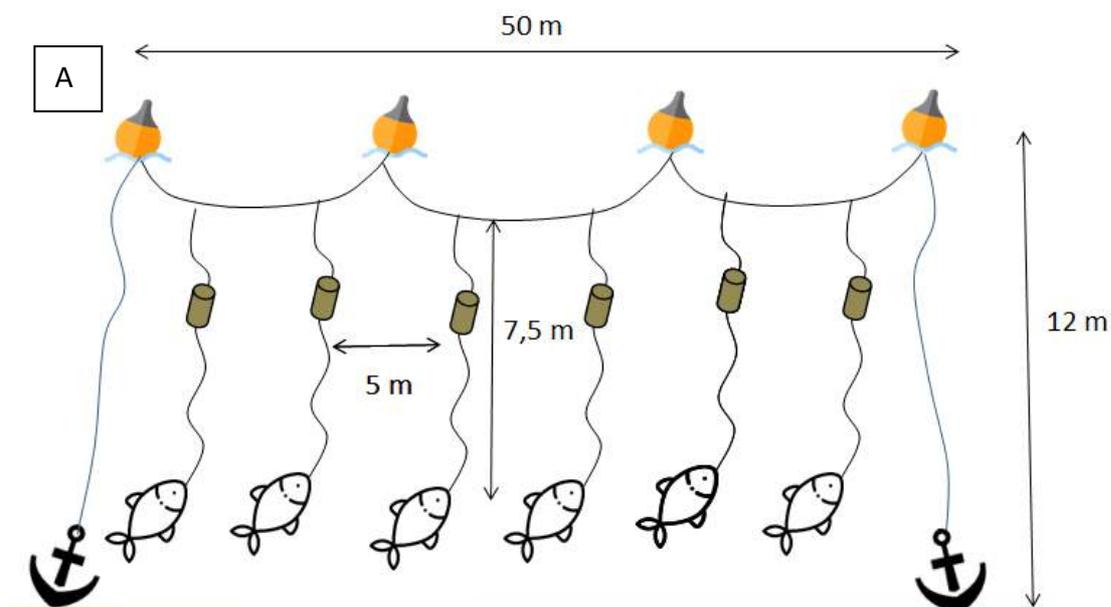
Sur une ligne mère de 35 m de long, les 6 avançons de 7,5m de longueur sont déployés à une distance de 6 mètres les uns des autres. La ligne mère est maintenue à la surface par plusieurs bouées, installées tous les deux avançons sur la ligne, pour qu'elle ne coule pas sous le poids des dispositifs. Une ancre de 15 kg est fixée sous la bouée pour immobiliser le montage. Sur chaque avançon, un exemplaire de chaque prototype de la V3 (nc, na, Dc, Da, Ac, Aa) est accroché. Des maquettes de poissons en résine ont été fixés à l'extrémité des 6 avançons afin de simuler le poisson capturé. L'avançon est accroché avec un snap sur la corde en surface, faisant office de ligne mère (Figure 4 A).

b. Déroulement des essais

Une fois le montage immergé, trois plongeurs équipés de caméras sous-marines se mettent à l'eau. Pour chaque prototype, le plongeur (A) équipé d'une caméra filme des images du comportement du dispositif en contre-plongée. Il déclenche le dispositif en exerçant une tension sur le bas de l'avançon pour simuler une capture. Une fois le dispositif déclenché, il s'éloigne du montage pour éviter la production de bulles d'air autour du montage expérimental pour les vidéos prises par les caméras. A chaque déclenchement de dispositif, la partie mobile (tore rectangulaire et épervier) coulisse le long de l'avançon jusqu'à l'hameçon tandis que la partie fixe (étui) reste accrochée en haut de l'avançon. Le plongeur (B) se place au niveau du dispositif non déclenché, filme le numéro d'identification du prototype avant

chaque test, afin de pouvoir identifier l'essai et le prototype lors du visionnage des enregistrements. Ensuite, il filme le déclenchement et suit la descente du dispositif jusqu'à ce que l'épervier soit déployé autour du poisson. Le plongeur (C) filme l'ensemble de la manipulation pour fournir une vision globale du fonctionnement du prototype et de l'expérimentation. Le plongeur (C) est positionné à l'opposé des plongeurs (A) et (B) afin de filmer au mieux l'ensemble des tests et que ses bulles n'interfèrent pas avec la caméra du plongeur (B) (Figure 4 B).

Si la partie mobile (anneau + épervier) se bloque au cours de sa descente le long de l'avançon, le plongeur (B) montre à la caméra le nom du prototype et la source du blocage. Ensuite, le plongeur (A) tire à nouveau sur le bas de l'avançon pour essayer de le débloquer. Son intervention permet de vérifier si le mouvement d'un poisson capturé permettrait de débloquer le dispositif. S'il n'y parvient pas, le plongeur (B) débloque le dispositif afin de terminer le protocole. Une fois l'épervier recouvrant le poisson, le plongeur (A) agite le poisson pour simuler l'intention d'échappement d'un poisson vivant, puis palme devant le poisson pour simuler un courant. Les plongeurs (B) et (C) filment le comportement de l'épervier (Figure 4 C).



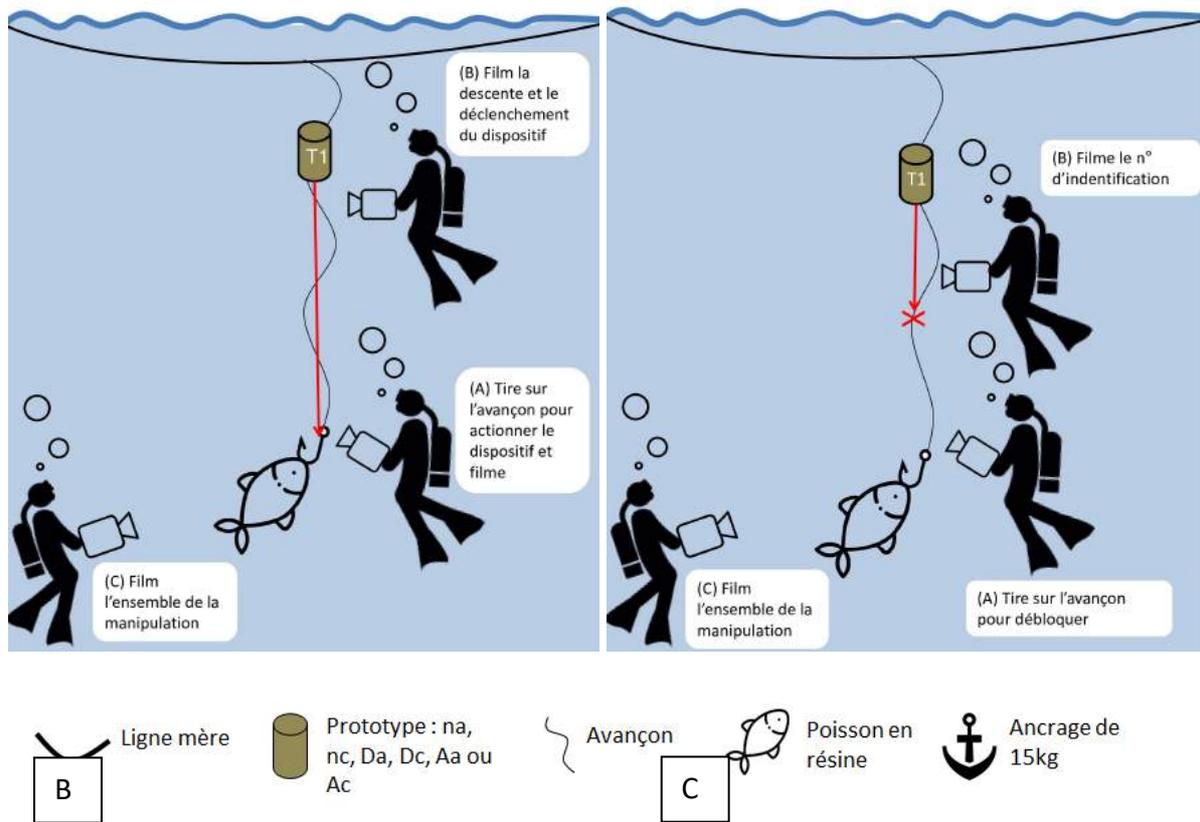


Figure 4: (A) Schéma du montage pour tester les dispositifs (B) Schéma du déroulement des tests des six prototypes de la version 3 du dispositif PARADEP et (C) Schéma du déroulement des tests en cas de blocage du prototype lors de sa descente d'un dispositif sur l'avançon

A la fin de la descente et des manipulations autour du dispositif, la ligne et les avançons sont remontés à bord de l'embarcation. Les éperviers sont à nouveau rangés dans l'étui par les membres de l'équipe restés au bord de l'embarcation. Chaque prototype est testé 3 fois (soit 3 déploiements de la palangre expérimentale).

c. Données collectées

Les données sont collectées au cours des tests en mer (rangement) et à partir du visionnage des vidéos prises par les caméras des plongeurs (simulation de pêche et protection du poisson). Pour chaque prototype du dispositif, les données collectées comprenaient :

- L'installation du montage : facilité d'accrochage sur l'avançon, déclenchement intempestif lors de la mise à l'eau,

- Le déploiement du dispositif : efficacité du flotteur pour limiter le poids de l'étui sur l'avançon et la ligne mère, l'ouverture de l'étui, la fluidité de la descente de l'épervier le long de l'avançon, le déploiement de l'épervier au cours de la descente, l'efficacité du lestage de l'épervier sur la descente et le déploiement, et l'emmêlement de l'épervier avec divers éléments (avançon, tore rectangulaire ou étui)
- La protection du poisson : déploiement, mise en place et couverture de l'épervier avec ou sans courant,
- La facilité de rangement de l'épervier et le temps de séchage.

2. Tests de filage

Ces manœuvres ont pour objectifs d'observer le comportement des prototypes lors du filage (mise à l'eau de la ligne), lors de la phase de virage (remontée de la ligne) et son rangement après déploiement (si l'étui s'est déclenché de façon intempestive).

a. Montage : palangre expérimentale

Pour se rapprocher des conditions de filage lors d'une pêche commerciale pélagique, tout en optimisant les tests, nous avons déployé 3 courtes palangres expérimentales de 12 m de long, avec une bouée à chaque extrémité. Sous chaque bouée un avançon est déployé sur lequel un dispositif a été installé. L'extrémité de chaque avançon sera lovée afin de bloquer la partie mobile (Figure 5).

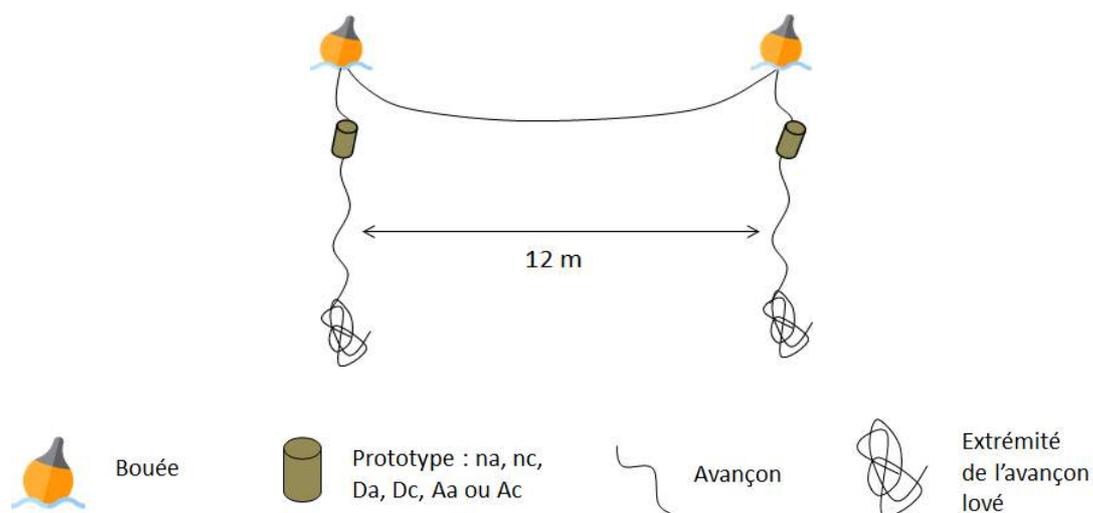


Figure 5 : Schéma de la configuration du montage de la palangre expérimentale pour tester les six prototypes de la version 3 du dispositif PARADEP

b. Déroulement des essais

Ces manipulations simulent la mise en œuvre des prototypes au cours d'une pêche commerciale pélagique. Les avançons puis les dispositifs sont accrochés sur la petite ligne mère de 12m de long, les uns après les autres, puis mis à l'eau. Après 5 minutes d'attente, la ligne est remontée doucement, pour que le dispositif ne se déclenche pas lors de la remontée, pour observer si le dispositif s'est déclenché lors du filage. Afin d'observer l'impact de la vitesse sur les déclenchements intempestifs, les opérations de filage sont effectuées deux fois à une vitesse de 4 nœuds puis, deux fois à une vitesse de 7 nœuds (cette dernière étant une vitesse de virage commune lors des opérations commerciales de pêche à la palangre pélagique).

c. Données collectées

Les données sont collectées au cours des tests sur le bateau et du visionnage des vidéos prises par les caméras qui ont filmé les manipulations. Pour chaque prototype du dispositif, les données collectées comprennent :

- Au cours du filage : facilité et temps d'accrochage de l'étui sur l'avançon, coulée de l'avançon et déclenchement intempestif de l'étui,

- Au cours du virage : déclenchement intempestif, blocage éventuel du tore rectangulaire dans l'étui et emmêlement de l'épervier avec divers éléments,
- L'impact de la vitesse du bateau sur le déclenchement intempestif lors du filage et du virage.

II. RESULTATS

A. Etui

1. Taille et poids

L'étui V3 se présente sous la forme d'un pavé droit, avec une base de 8 cm de longueur et de 5 cm de largeur, une hauteur de 13 cm (sans l'ogive en liège qui ajoute une hauteur de 5 cm à l'ensemble). Cette taille permet une bonne prise en main du dispositif, ce qui facilite sa manipulation auprès des pêcheurs. Le poids du dispositif, sans la partie mobile, c'est à dire sans l'épervier ni l'anneau rectangulaire est de 318 ± 3 g. Le flotteur en liège permet de compenser le poids du dispositif dans l'eau. La flottabilité négative du dispositif dans l'eau est de 51g sans la partie mobile. Le dispositif se trouve bien vertical le long de l'avant. De plus, la partie supérieure en forme d'ogive favorise l'hydrodynamisme du dispositif au cours de la remontée et facilite sa traction dans l'eau et son virage à bord. Faute de temps, le dôme de liège n'a pas pu être recouvert d'un revêtement de paraffine aqueuse lors des tests et s'est légèrement imprégné d'eau ce qui a augmenté le poids du dispositif dans l'air. L'eau contenue dans l'étui s'écoule lors des phases de virage et de filage, grâce à l'ouverture sur la face inférieure.

2. Système d'accrochage

Le dispositif est accroché à l'avançon par une pince qui se referme au niveau d'une lame de verrouillage. Ce système permet une accroche rapide sur l'avançon. Cependant, à plusieurs reprises l'avançon n'est pas resté pincé et a glissé sur le côté, ce qui a entraîné un glissement du dispositif le long de l'avançon. Un tel glissement a pu aussi être observé sans que forcément l'avançon sorte de l'encoche et se positionne sur le côté (Figure 6 A). La déformation d'une pince au cours des tests (Figure 6 B) a été observée.



Figure 6 : (A) Avançon mal bloqué dans la pince (b) Pince fragilisée au cours de tests

3. Système d'ouverture (déclenchement)

Dès la simulation de la capture sur le bas de la ligne, l'ouverture de l'étui et le déclenchement de l'anneau sont rapides. Au cours des manipulations, les déclenchements intempestifs ont augmenté. Certains dispositifs se sont ouverts avant simulation de la capture en bas de la ligne, ce qui peut s'expliquer par un affaiblissement de la pression exercée par les lames ressorts qui servent à fermer le dispositif (Figure 7). De plus, une des vis d'une lame ressort s'est fragilisée au cours des tests ce qui a entraîné la rotation de la lame ressort (Figure 8) qui a perdu toute sa rigidité relative nécessaire au blocage de l'anneau à la base de l'étui.

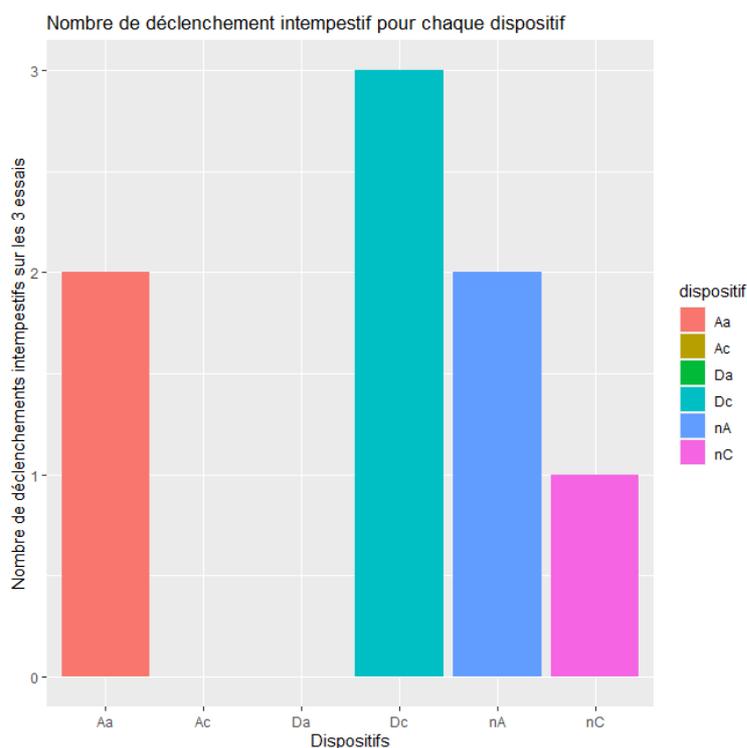


Figure 7 : (à gauche) – Histogramme présentant le nombre de déclenchement intempestif pour chaque dispositif lors des tests de déploiement

Figure 8 : (à droite) - Rotation d'une lame ressort car vis desserrée

Lors des tests de filage nous avons comptabilisé 12.5% de déclenchements intempestifs au filage à 4 nœuds, et 17% de déclenchements intempestifs au filage à 7 nœuds. Le nombre de déclenchements intempestifs lors de la mise à l'eau des dispositifs au cours de ces tests est représenté sur le graphique ci-dessous (Figure 9). Nous avons compté 3 déclenchements intempestifs sur 20 déploiements

On remarque sur les deux graphiques présentés que le dispositif Dc a eu plus tendance à se déclencher de façon intempestive, en raison d'un manque d'efficacité des lames ressorts sur ce dispositif.

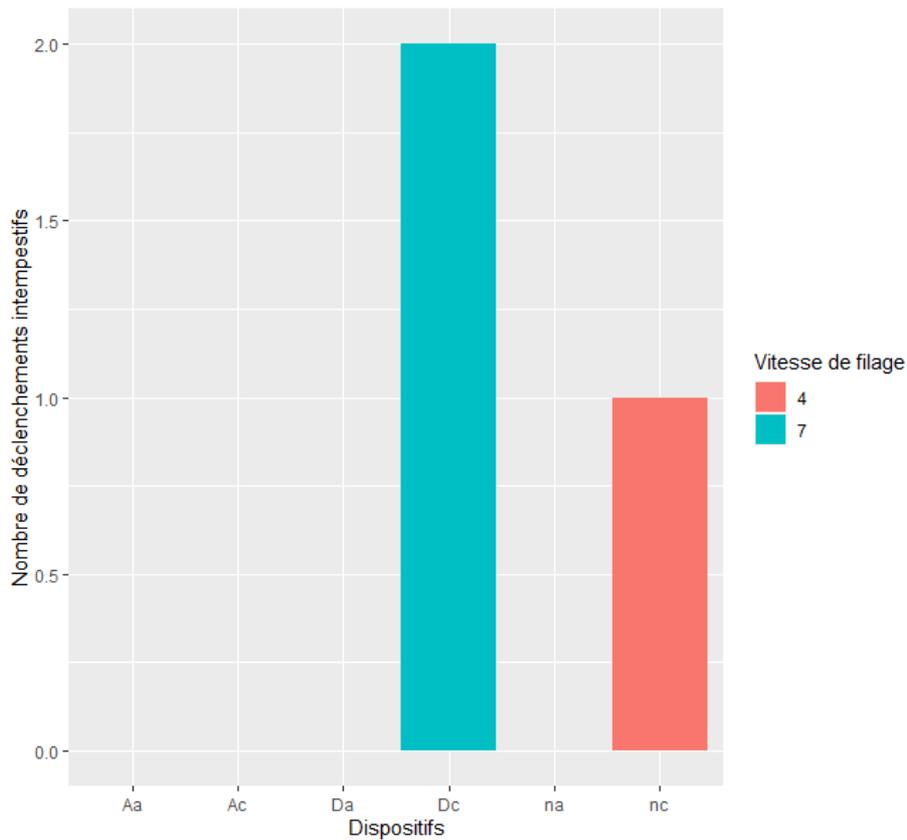


Figure 9 : Histogramme présentant le nombre de déclenchement intempestif pour chaque dispositif lors des tests de filage

B. Partie mobile

1. Le tore rectangulaire

Le support de la partie mobile se présente sous forme rectangulaire avec une partie qui s'avance dans laquelle se trouve une petite ouverture pour faire passer l'avançon. La forme de ce tore rectangulaire n'est pas optimale pour la descente de l'épervier le long de l'avançon. Environ 33% des descentes ont été interrompues, interruptions dues au blocage de la partie réduite du tore par différents éléments de l'avançon (perles phosphorescentes ou émerillon) (Figure 10). La petite fente permettant de faire passer l'avançon a entraîné l'emmêlement de l'épervier au tore à plusieurs reprises. Elle peut également faire sortir l'avançon du tore et ainsi entraîner la perte de la partie mobile. Sur les 33% de situations de

blocage lors de la descente, 83% ont pu être débloqués grâce à la traction exercée par les simulations des mouvements d'un poisson capturé par les plongeurs. Les deux éperviers Aa et Ac conçus à partir des filets Alphatex sont le plus souvent restés bloqués (Figure 11).



Figure 10 : Photo des anneaux rectangulaires bloqués au niveau des perles phosphorescentes ou au niveau de l'émerillon sur l'avçon

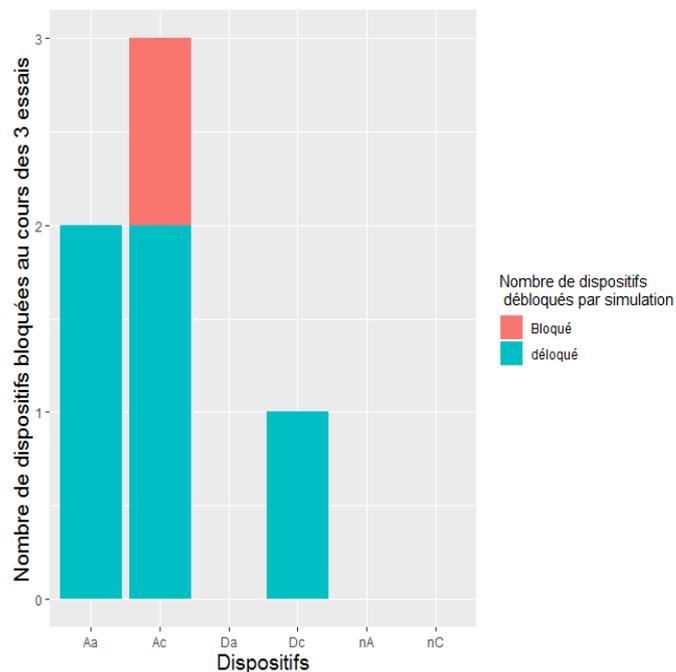


Figure 11 : Histogramme présentant le nombre de dispositifs bloqué lors de la descente au cours des tests de déploiements

Sur 14 déploiements, la valeur médiane du temps de descente de la partie mobile est de 27 secondes. Le temps de descente le plus court est de 13 secondes, et celui le plus long

est de 74 secondes. Les descentes les plus longues correspondent à des dispositifs qui sont restés bloqués sur l'avancion au cours de la descente, comme c'est le cas ici du dispositif Ac comprenant la voile alphetex (Figure 12). On remarque également que 75% des descentes ont été effectuées dans un temps inférieur à 30 secondes.

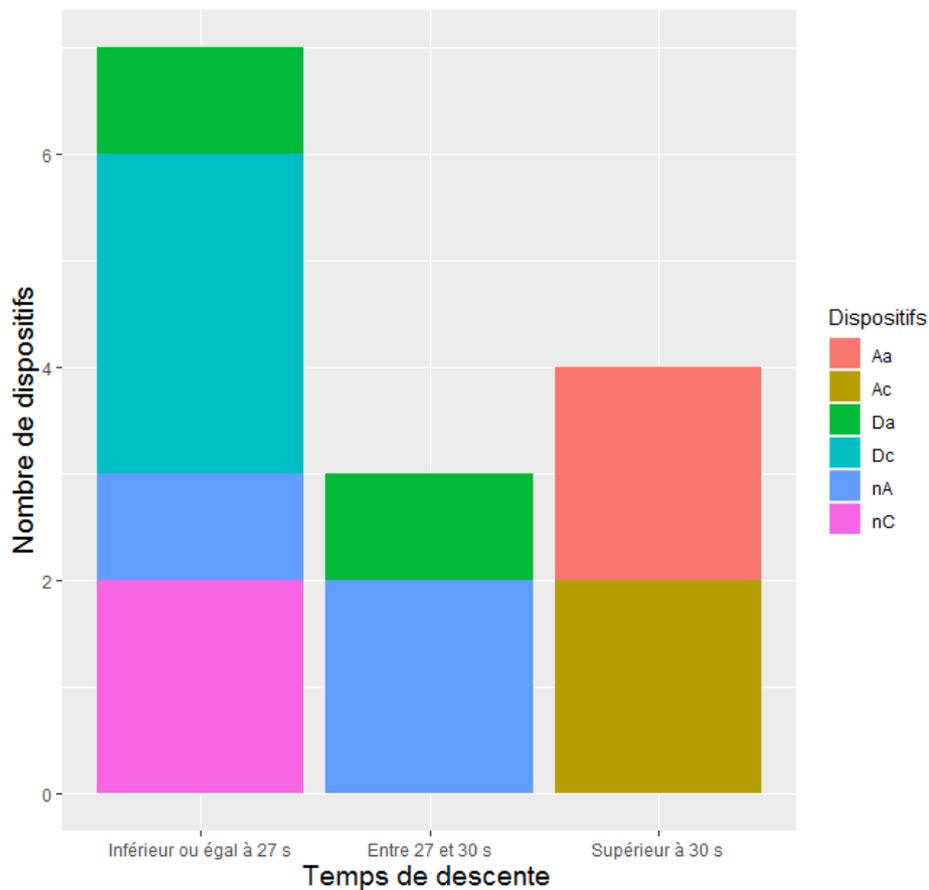


Figure 12 : Histogramme présentant le temps de descente des dispositifs lors des tests de déploiements, 27 secondes étant la valeur médiane et 30 secondes étant la valeur correspondant au 3ème quartile (75%)

Enfin, le tore rectangulaire est plus large que l'hameçon, ce qui peut entraîner la perte de la partie mobile en cas de déclenchement intempestif sans capture de poisson.

2. Epervier

Environ 88% des éperviers ont dû être sortis manuellement par les plongeurs au cours des tests. Tous les éperviers sont restés bloqués dans leur étui (Figure 13) : à chaque essai pour les éperviers Dc, nA et nC, et pour 2 essais pour les voiles Aa, Ac et Da. Le volume trop important des voiles et l'ourlet sur le bas des voiles en polyester a tendance à coller l'épervier à l'étui et générer un colmatage empêchant la sortie de la partie mobile de l'étui. Le déclenchement de la partie mobile peu fluide entraîne un mauvais déploiement au cours de la descente puis autour du poisson. Les voiles ont tendance à remonter au-dessus du tore rectangulaire ou à s'enrouler sur elle mêmes. La couverture physique et visuelle du poisson capturé est donc faible. En revanche, le lestage sur le bas des filets permet un maintien de l'épervier autour du corps au cours des simulations de mouvement du poisson et de courant.

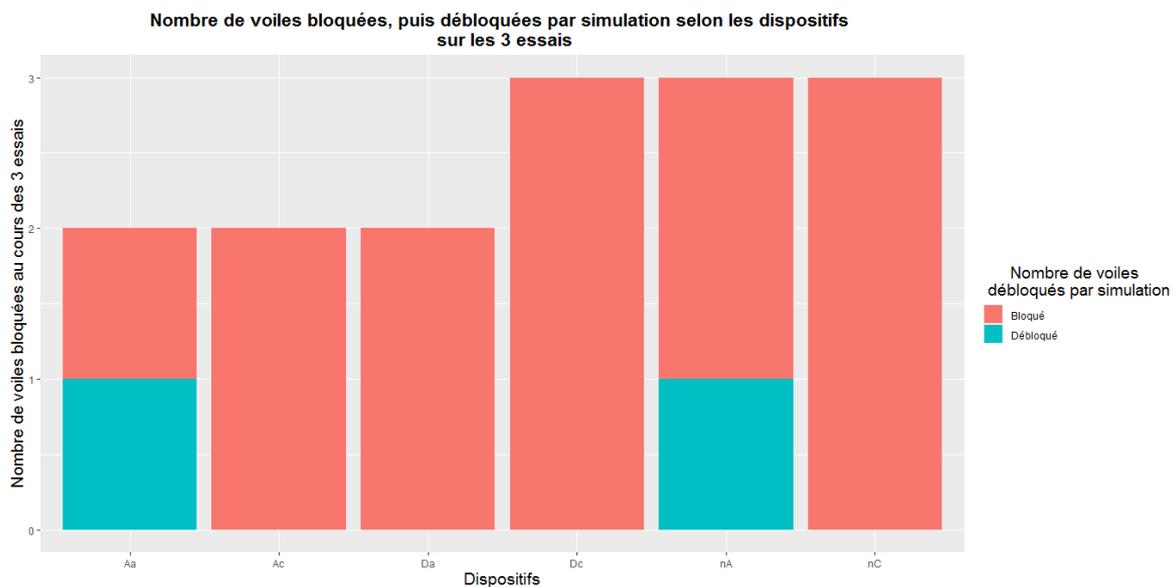


Figure 13 : Histogramme présentant le nombre de voiles restées bloquées dans l'étui ainsi que le nombre de voiles débloquées par simulation, pour chaque dispositif

Le tissu de rideau de douche en polyester s'est imprégné d'eau et n'était pas complètement sec après 4 jours dans l'étui suite aux tests, alors que les filets en PEHD étaient complètement secs.

Les éperviers n (filet tressé avec un diamètre de fil de 1,8mm) se sont légèrement déformées après les tests puis 4 jours dans l'étui. Les éperviers A (filet tressé avec un diamètre de fil de 1 mm) sont ceux qui se sont les moins déformées.

Le Tableau 6 récapitule les différents critères évalués lors des tests pour chaque dispositif et permet de noter que les principales modifications sont à effectuer au niveau du tore rectangulaire et des éperviers colmatés dans l'étui et montrant une certaine rigidité lors de leur déploiement entraînant une mauvaise protection du poisson.

Tableau 6 : Table de satisfaction des paramètres évalués (1 : très peu satisfaisant, 2 : peu satisfaisant, 3 : moyennement satisfaisant, 4 : plutôt satisfaisant, 5 : satisfaisant)

Dispositifs	Aa	Ac	Da	Dc	na	nc
Coulée avançon (filage)	5	5	5	5	5	5
Déclenchement intempestif	3	5	5	1	3	2
Ouverture	5	5	5	5	5	3
Sortie épervier	1	1	1	1	1	1
Qualité descente	3	1	4	2	5	4
Déploiement voiles	1	1	1	1	1	1
Protection poisson	1	1	1	1	1	1
Emmêlement voiles	1	1	1	1	1	3
Traction avançon	5	5	5	5	5	5
Temps rangement	5	5	5	5	5	5
Facilité de rangement	5	5	5	5	5	5

III. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

A. Etui

La version 3 du dispositif PARADEP se rapproche des prérequis du projet PARADEP. La taille et le poids dans l'eau de la V3 correspondent relativement bien aux critères d'acceptabilité communiqués par les professionnels de la pêche. La taille relativement petite du dispositif favorise une manipulation facile et rapide et un encombrement moindre sur l'avançon. De plus, la compensation de la flottabilité négative par le liège amoindrit le poids de la partie mobile (tore rectangulaire et épervier lesté). Le comportement du dispositif immergé était satisfaisant, celui-ci est bien resté vertical.

La manipulation du dispositif V3 est donc facilitée par sa petite taille, son poids plutôt léger et sa forme rectangulaire. Néanmoins, les vis apparentes peuvent entraîner des

blessures et se sont détériorées au cours des manipulations. De plus, les rebords tranchants de l'étui pourraient entraîner des blessures lors des manipulations. Le rivetage des éléments de fixation peut être une piste pertinente pour éviter ces risques, il peut également être envisagé de souder les éléments plutôt que d'insérer des vis sur le dispositif. Les rebords tranchants du dispositif doivent être épaissis ou protégés.

Les tests ont démontré que le système d'accroche de l'étui sur l'avançon est un mécanisme rapide et simple à utiliser, mais son manque de fiabilité demande quelques améliorations. A plusieurs reprises, l'avançon s'est dérobé de sa gorge de guidage qui devait le maintenir au milieu de l'étui et a provoqué le glissement de l'étui le long de l'avançon. De même, l'étui a glissé le long de l'avançon sans que ce dernier ne soit sorti de la gorge. Dans les deux cas, le problème identifié est certainement dû aux manques de pression de la pince et de profondeur de l'encoche de maintien de l'avançon.

Pour résoudre ce problème, il devrait être possible de doubler le système de pince à l'arrière pour assurer un meilleur blocage de l'avançon. Le mécanisme restera le même avec une ou deux charnières pour maintenir la pince, une pince doublée et le même système de lame de verrouillage pour fermer la pince. Il est aussi envisageable de prévoir une augmentation de la profondeur de la gorge de guidage. La pression de la lame de verrouillage devra être renforcée pour maintenir fermement l'avançon sous la double pince (Figure 14).

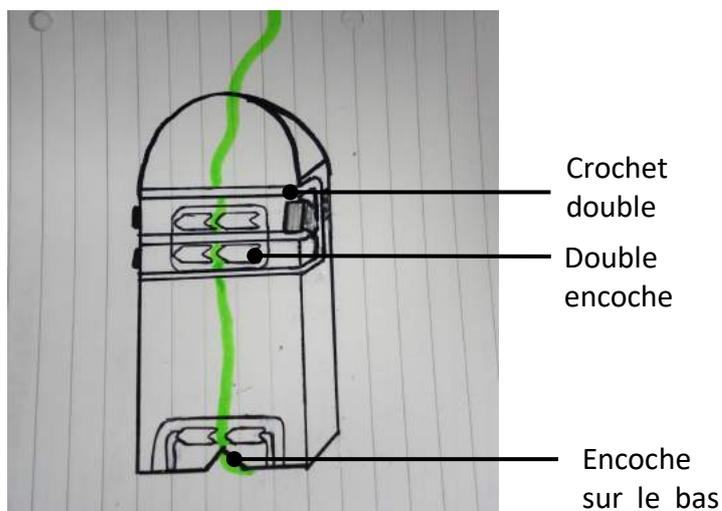


Figure 14: Schéma des pistes de réflexion pour l'amélioration de l'étui de la version 3 du dispositif anti-déprédation PARADEP

Enfin, pour améliorer le passage de l'avançon autour de l'étui et de consolider son maintien en son milieu, il pourrait être envisagé de dessiner une encoche en bas du dispositif, au niveau de la sortie de l'épervier (Figure 14).

Lors des tests effectués, le tore rectangulaire se trouvant à la sortie de l'étui n'a pas pu se déplacer dans le dispositif car les voiles prenaient une place importante. Cependant, comme dans la version qui sera testée dans des conditions de pêches commerciales le volume de l'épervier sera moindre, le tore serait amené à se mouvoir dans l'étui et l'absence d'effet de levier sur le tore pourrait compromettre l'ouverture de l'étui par la traction exercée par la capture. Pour éviter cela, une surélévation ou un bourrelet à l'intérieur de l'étui, au-dessus du mousqueton pourrait permettre d'assurer cet effet de levier.

B. Partie mobile

1. Tore rectangulaire

Le tore rectangulaire de la V3 n'a pas pu être équipé d'un système ouverture - fermeture à ressort qui équipe classiquement un mousqueton. Le passage de l'avançon dans le tore a donc été assuré par une fente découpée dans le renflement du tore qui sort de l'étui. Cette fente augmente les risques de sortie de l'avançon ainsi que l'emmêlement de l'épervier qui passerait au travers de la fente. Un tore rectangulaire fermé équipé d'un système d'ouverture - fermeture à ressort ou équivalent par rapport aux résultats attendus s'est révélé indispensable. Le diamètre du tore pourrait être augmenté à 8 mm ce qui augmenterait son poids et favoriserait une descente plus rapide du haut de l'épervier et un maintien plus durable du filet à l'horizontale le long de l'avançon jusqu'à son blocage par la capture à la fin de sa descente.

Au cours des manipulations, l'avancée du tore rectangulaire s'emmêle avec l'épervier ou se bloque sur l'avançon notamment au niveau de l'émerillon plombé ou non. Cette avancée

doit être conservée car elle augmente la traction exercée sur le système de fermeture de l'étui maintenant la partie mobile et favorise l'ouverture de l'étui et le déclenchement de l'épervier. Pour fluidifier la descente de la partie mobile, tore et épervier, cette avancée du tore pourrait être élargie (Figure 15).

Pour limiter la perte de la partie mobile en cas de déclenchement intempestif, la taille du tore rectangulaire doit être adaptée à la taille des hameçons utilisés par les pêcheries palangrières pélagiques. Ainsi un côté du tore de 4 à 4,5 cm serait compatible avec les tailles des hameçons les plus couramment utilisés dans les pêcheries pélagiques. Pour ce faire, nous proposons l'ajout de deux barres à l'intérieur de l'anneau (qu'on placerait au niveau de l'élargissement du mousqueton) pour réduire sa largeur intérieure.

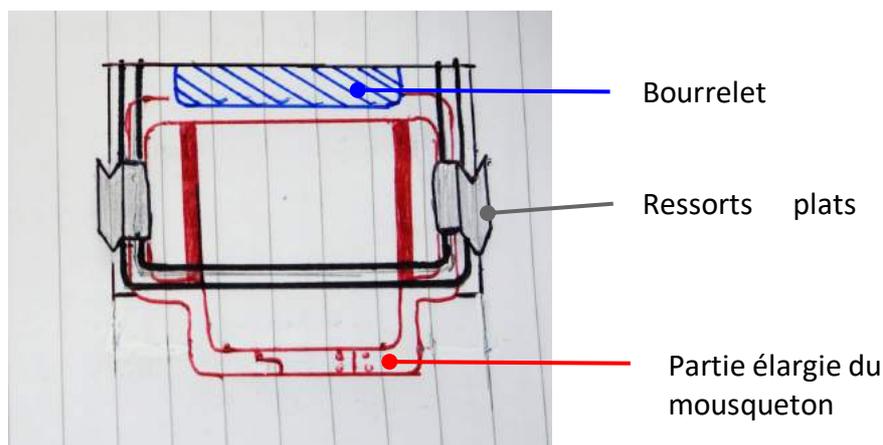


Figure 15: Schéma des pistes de réflexions pour l'amélioration du mousqueton de la version 3 du dispositif anti-déprédation PARADEP

2. Système d'accrochage - épervier mousqueton

Le système d'accroche utilisé pour installer l'épervier sur le mousqueton était composé de deux anneaux brisés de 8 mm de diamètre intérieur pour chaque filet. Ces anneaux ont été maintenus par des serflex afin d'éviter le mouvement du filet autour du tore rectangulaire. De nouvelles solutions pour fixer l'épervier sur le tore doivent être trouvées, comme par exemple trouver des anneaux pouvant être resserrés directement sur le mousqueton pour bloquer l'épervier. Une autre solution proposée est l'ajout de deux lames de chaque côté à l'intérieur

du tore, pouvant s'ouvrir suivant le même principe que le système d'ouverture préconisée pour le tore, sur lesquelles on glisserait les mailles de l'épervier (Figure 16).

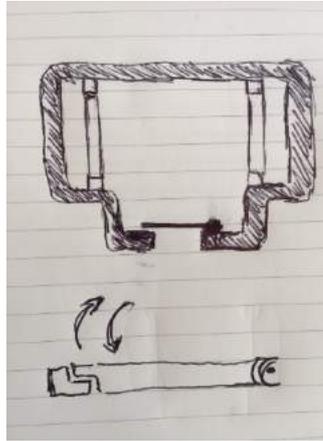


Figure 16: Schéma du système d'accroche des filets sur le mousqueton

3. Eperviers

a. Encombrement

Les tests n'ont pas été concluants au niveau de l'encombrement et du comportement des éperviers. Le volume des voiles testées est trop important et a empêché une sortie fluide de l'épervier lors du déclenchement du dispositif. Cela est dû à une densité (en gr/m^2) des filets trop importante. De plus, les filets avec un diamètre de fil d'environ 1.8 mm sont plus rigides et se sont légèrement déformés au cours des tests, au contraire des filets ayant un diamètre de fil moindre (1 mm).

La matière des filets en polyéthylène haute densité (PEHD) s'est révélée satisfaisante, elle ne retient pas l'eau et conserve son poids après immersion. C'est une matière résistante, durable dans le temps, traitée pour être résistante aux UV et imputrescible. De plus le PEHD étant une matière plastique, il serait donc intéressant de mettre en place un système de recyclage des filets lorsqu'ils arrivent à usure ou de se rapprocher des entreprises ou organisations réalisant déjà ce recyclage. Certaines entreprises peuvent également fournir des paillettes de PEHD recyclé qui peuvent être ensuite travaillées. Si le projet PARADEP aboutit à

une commercialisation des prototypes à l'échelle commerciale, les filets pourraient être produits avec des paillettes recyclées.

b. Déploiement

Le déploiement des éperviers ne s'est pas révélé satisfaisant lors des tests, cela pour plusieurs raisons :

- i. *Le volume trop important occupé par l'épervier dans l'étui* : cela a entraîné le colmatage des éperviers et a empêché une sortie fluide puis un bon déploiement lors du déclenchement et de la descente de la partie mobile le long de l'avançon.
- ii. *La découpe des filets en forme pyramidale* : cette découpe a été privilégiée pour diminuer le volume du filet pour permettre son insertion dans l'étui. Mais cette forme d'épervier n'a pas permis un bon déploiement autour du poisson, le filet prenant plutôt une forme de torsade plutôt que celle d'un épervier recouvrant le poisson.
- iii. *Le tissu "de rideau de douche" en polyester utilisé pour coudre l'ourlet au bout des filets* : ce tissu est fragile et a tendance à se découdre et se déchirer, il a tendance à retenir l'eau dans l'ourlet et sèche lentement. Il a un volume important et adhère à l'étui. L'ourlet des futurs éperviers devrait être fait dans un tissu dont le comportement est plus intéressant dans l'eau.
- iv. *La découpe du tissu* : le mauvais déploiement des voiles observé au cours des descentes peut être dû à la bande de tissu sur le bas du filet. Le maintien de l'ourlet à la base de l'épervier est nécessaire pour limiter l'emmêlement des olives au sein du filet, néanmoins il peut être réduit.
- v. *Le lestage installé sur les éperviers est trop important* : il a permis une descente rapide de l'épervier le long de l'avançon, mais a cependant contribué au mauvais déploiement des voiles, contribuant à leur forme torsadée. Si le tissu sélectionné pour les futurs éperviers est plus lourd le lestage doit être amoindri. Aucune répartition des lests sur le bas de l'épervier ne s'est démarquée au cours des manipulations, faute au manque de qualité de leur déploiement.
- vi. *La courte durée d'immersion du dispositif* : Chaque dispositif n'a été déployé que quelques minutes dans l'eau, avant qu'il ne soit remonté à bord. Un temps d'immersion plus long, comme ce sera le cas dans les conditions réelles de pêche à la

palangre, permettrait sans doute un meilleur déploiement de l'épervier, qui sera soumis aux courants, aux turbulences et aux mouvements du poisson qui entraîneront son ouverture.

c. Solutions

A la suite des essais, d'autres tests ont été rapidement effectués pour trouver une meilleure configuration pour les éperviers.

Les matériaux utilisés lors de ces tests ont été :

- Filets pour les éperviers : Filets Alphetex de mailles de 16*16 mm et d'une densité de 22g/m². Amoindrir la densité de filet va permettre un faible encombrement de l'épervier dans l'étui, une sortie plus fluide de l'étui et donc un meilleur déploiement par la suite.
- Tissu : Ramie. Lors des tests de la version 2, la ramie a permis un déploiement satisfaisant lors de la descente de la partie mobile sur l'avançon. De plus ce tissu est végétal : en cas de perte d'un dispositif au cours des manipulations l'ourlet se dégradera. Néanmoins, la ramie a un pouvoir absorbant qui peut aboutir à une augmentation du poids et du volume du tissu une fois immergé mais aussi à son altération rapide lors d'immersions prolongées dans l'eau. Il est nécessaire de trouver un enduit pour les bandes de ramie à l'avenir pour limiter l'absorption de l'eau, sa dégradation mais aussi un traitement contre les UV.
- Des olives en plombs pour le lestage

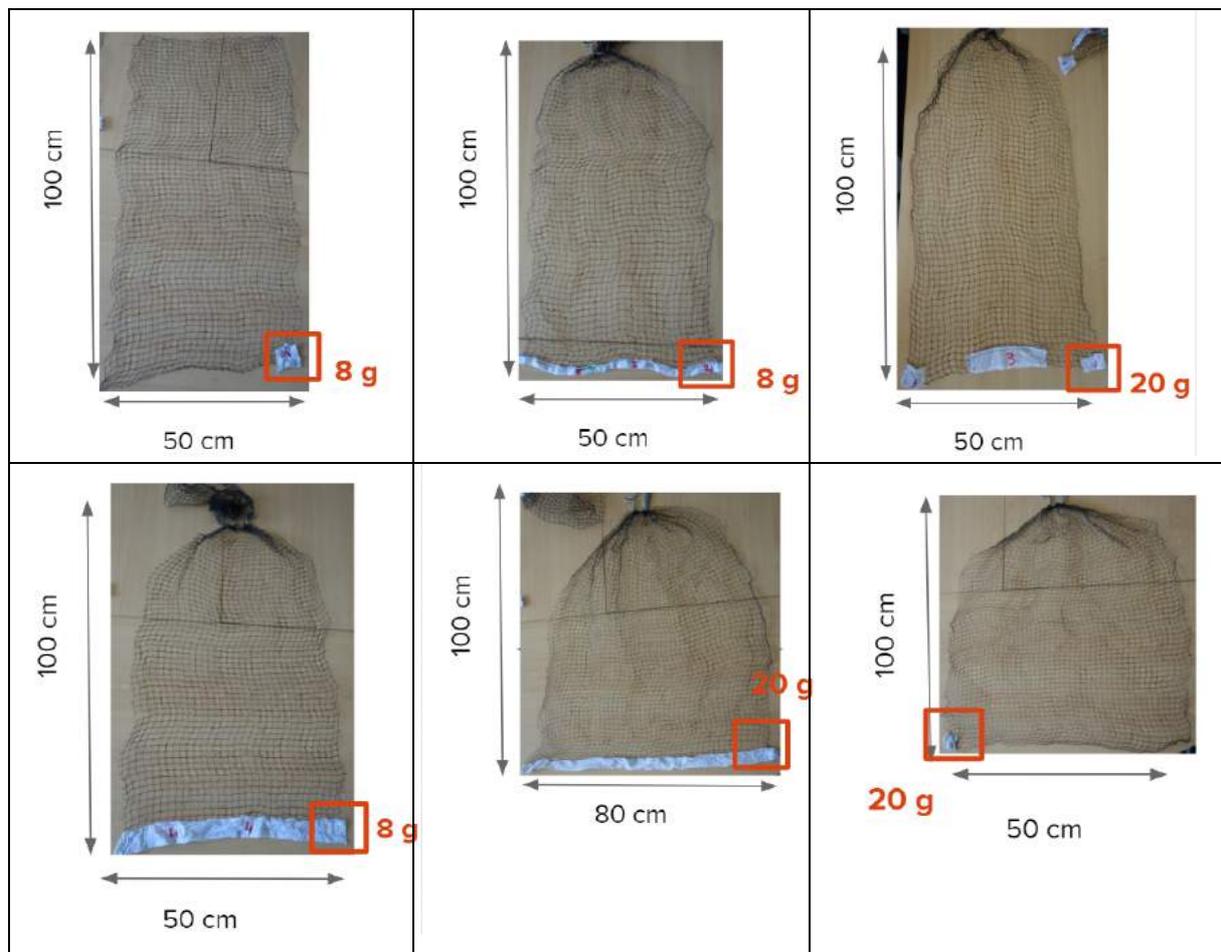
Plusieurs configurations ont été testées (Tableau 1), se différenciant par :

- La taille des voiles composant l'épervier : les filets ont été découpés en rectangle de 50*100 cm ou en rectangle de 80*100 cm. Cette forme rectangulaire a pour but d'améliorer le déploiement et d'éviter que les filets restent en « torsade », comme lors des tests précédents.
- La forme du tissu : au cours des tests de la version 2, les bandes de tissu avaient une hauteur de 20 à 30 cm alors qu'un ourlet de 5 cm de hauteur (bande de 10 cm repliée sur elle-même) a été cousu sur les voiles de la version 3. La surface de contact entre l'eau et le tissu est donc amoindrie ce qui diminue la résistance du tissu avec l'eau, et

donc améliore le déploiement. Lors de ces seconds tests plusieurs découpes de tissus ont été testées : un carré, un petit ourlet, un grand ourlet, ou bien un ourlet en 3 parties.

- Le lestage : il a varié d'une olive de 8g à plusieurs olives combinées pour avoir un poids de 20g. Ces olives ont été placées dans un seul coin, en bas de l'épervier. Le fait de ne lester qu'un seul côté permet au côté opposé du filet de se déployer librement.

Tableau 1 : Tableau illustrant les éperviers testés lors des seconds tests



Ces seconds tests nous ont permis de voir que les éperviers de 50*100 cm avec ce filet d'une densité moindre prennent beaucoup moins de place dans l'étui et sortent beaucoup plus facilement lors du déclenchement. Au contraire les voiles de 80*100 cm n'ont pas pu sortir seules de l'étui. Le déploiement des éperviers ne s'est pas du tout révélé concluant. Les voiles sont restées en forme de torsade comme lors des premiers tests et n'ont pas recouvert

le poisson comme voulu. Nous n'avons donc pas pu remarquer de différences intéressantes entre les différentes configurations. Malgré tout, il faut prendre en compte le fait que ces seconds tests ont eu lieu dans une profondeur de seulement 3 m d'eau, ce qui limite le déploiement de l'épervier lors de la descente.

Ces essais ne nous aident pas à conclure sur une configuration d'éperviers idéale mais nous permettent d'éliminer ou de garder certaines idées. Pour la suite, de nouvelles conceptions d'éperviers sont envisagées, avec des bandes de tissus se trouvant en haut, au milieu et en bas des voiles et ces bandes seront rigidifiées avec des bouts de nylon assez épais. Ces 3 bandes de tissus rigidifiées devraient permettre au filet de rester ouvert et de couvrir le poisson. Le filet utilisé sera également un filet Alphetex mais avec des mailles de 25*25 mm pour un même diamètre de fil, celui-ci aura une densité de 11g/m² ce qui permettra de découper des voiles de 80*100 cm, sans que celles-ci ne prennent trop de place. Ces plus grandes voiles permettront de mieux couvrir poisson (Figure 17).

L'attache de l'épervier au mousqueton se fera à l'aide d'une ficelle, rattachée à chacun des bouts du filet. Cela permettra également de garder la voile ouverte lors du déploiement et d'assurer une meilleure protection (Figure 17).

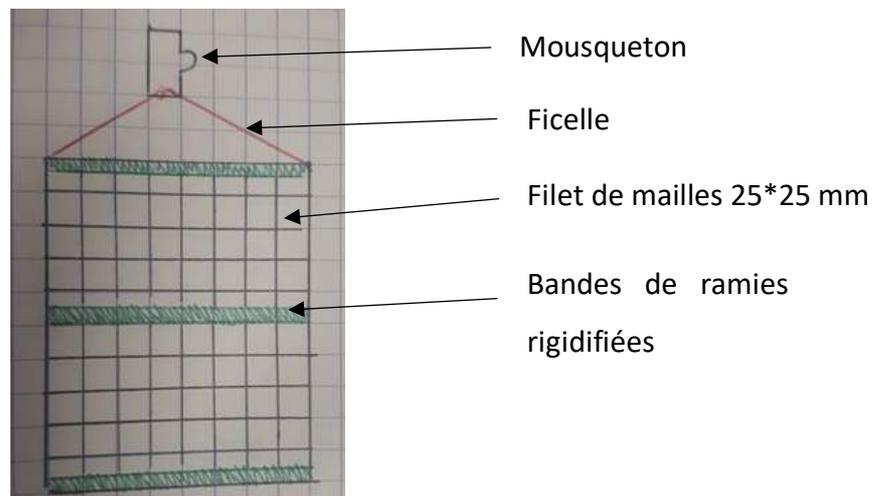


Figure 17 : Schéma d'idée d'amélioration de l'épervier pour la version finale du dispositif PARADEP

C. Leurre acoustique

La protection physique et visuelle des captures par un filet en tissu pourrait être insuffisante. Au cours des travaux de Rabearisoa et al., 2012, l'un des deux dispositifs anti-déprédation physique testé, une manche en moustiquaire ou en fibre de propylène, avait été déchiré par des odontocètes qui ont tout de même eu accès au poisson. Par ailleurs, le filet en monofilament n'est peut-être pas perçu par les odontocètes au vu du nombre de leurs prises accidentelles considérable dans des filets maillants. En revanche, le nombre de prises accidentelles sur les hameçons au cours d'une pêche palangrière est faible. La présence de métal joue un rôle de leurre acoustique pour modifier ce qui va être perçu par le système d'écholocation des mammifères marins. Le métal modifie les clics d'écholocation rétrodiffusés et renvoie une signature acoustique modifiée du cible de l'écholocation (McPherson et al., 2008). Il a également été observé que les espèces de poissons cibles de la palangre enchevêtrées dans des engins de pêche comprenant des composants métalliques n'étaient généralement pas déprédées. L'augmentation de la proportion de métal sur le dispositif pourrait être pertinente. Dans la configuration actuelle, seul l'étui en inox et les lests en plombs sur le bas des voiles jouent le rôle de leurre acoustique. L'insertion de chaînettes-billes en acier inoxydable le long du filet peut être une piste de protection physique et acoustique passive avec un coût compatible pour équiper le dispositif. Suivant les futures configurations choisies, il sera également possible d'ajouter du câble métallique en acier à la place du nylon pour rigidifier certaines parties de l'épervier. Cet ajout de protection pourra être envisagé selon l'encombrement pris par les chaînettes ou les câbles.

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette version V3 se rapproche certainement de la version finale attendue par le projet. Quelques modifications sont encore requises, mais dans l'ensemble, les spécifications

déterminées dans le cahier des charges ont été respectées lors de la conception de cette dernière version de l'étui.

Le travail qu'il reste à effectuer pour parvenir à une version finale du prototype concerne :

- + le développement du tore rectangulaire avec son ouverture fermée et un périmètre plus réduit grâce notamment à l'ajout de 2 "cylindres - lames" pour l'accrochage de l'épervier.
- + la suppression des aspérités et parties tranchantes pouvant être blessantes,
- + le renforcement des lames ressorts et de la pince de maintien de l'étui sur l'avançon,
- + une accentuation de l'effet "gorge" de maintien de l'avançon au centre de l'étui,
- + le développement d'un bourrelet pour assurer un effet levier sur le tore pour l'ouverture du système de fermeture de l'étui,
- + la recherche d'un filet adéquat pour l'épervier et sa conception (forme, lestage, taille et tissu pour l'ourlet), afin qu'il occupe le moins de volume possible dans l'étui tout en offrant une protection satisfaisante de la capture. Ce filet a été identifié, ainsi que les configurations à tester.

Cette dernière version a été réceptionnée en Décembre 2020. Le travail sur la conception des filets est en cours. Compte tenu des restrictions sanitaires, cette dernière version ne pourra pas être testée à Sète, comme les précédents dispositifs. Elle sera envoyée à La Réunion en février 2021, où les tests de validation auront lieu, avant la production en série du prototype (qui sera déployé à large échelle sur les palangriers réunionnais courant 2021).