

Rapport scientifique

Comparaison des caractéristiques techniques, des captures, des impacts sur les habitats marins et de l'efficacité économique entre chaluts simples et chaluts jumeaux dans le golfe du Lion.

Réponse à une demande d'expertise

Auteurs : Gregoire Certain, Emmanuel Tessier , Norbert Billet, Sandrine Vaz, Sonia Mehault, Benoit Vincent, Fabien Morandea, Eric Begot, Pierre le Bourdonnec, Sophie Gourguet

Relecture / validation : Clara Ulrich



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Ifremer

Fiche documentaire

Titre du rapport : Comparaison des caractéristiques techniques, des captures, des impacts sur les habitats marins et de l'efficacité économique entre chaluts simples et chaluts jumeaux dans le golfe du Lion.

Référence interne :

P9 2024-032

Diffusion

libre (internet)

restreinte (intranet)

levée d'embargo : 2024/10/15

interdite (confidentielle)

levée de confidentialité :

Date de publication :

2024/09/16

Version : 1.1.0

Référence de l'illustration de couverture

Crédit photo/ titre / date

Langue(s) : Français

Résumé / Abstract :

Ce rapport répond à une demande de saisine de la DGAMPA d'avril 2024. Le règlement (UE) 2019/1022 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019 établissant un plan pluriannuel pour les pêcheries exploitant des stocks démersaux en Méditerranée occidentale a mis en place la réduction de l'activité des chalutiers en zones GSA 7 et GSA 8 via l'instauration de quotas d'effort de pêche. Cette réduction doit notamment participer à la restauration du stock de merlu. Des zones de fermeture ont également été mises en place dès 2020 en France afin de protéger les juvéniles et reproducteurs.

Le sujet du chalut jumeau a émergé lors du conseil TAC et quotas de décembre 2023. Il a été constaté par la Commission européenne une augmentation des captures de merlu côté français, imputée à l'utilisation du chalut jumeau par les chalutiers occitans.

Afin de vérifier ces informations et d'étudier plus globalement l'impact du chalut jumeau sur les stocks démersaux dans le golfe du Lion, il a été demandé à Ifremer de comparer l'utilisation d'un chalut OTT (jumeau) avec celle d'un chalut OTB (simple) sur différents aspects : capturabilité des espèces, CPUE, environnement et abrasion, consommation de carburant, rentabilité économique, zones de pêche, caractéristiques techniques des engins, évolution de l'utilisation des engins.

Les principales caractéristiques des deux types de chaluts utilisés sur la façade méditerranéenne française ont pu être décrites. Dès 2017 l'utilisation du chalut jumeau (OTT) s'est développée et en 2022 cet engin a été utilisé par plus de navires que le chalut simple (OTB), majoritairement par les navires de plus de 24m et principalement dans la partie centrale du Golfe du Lion.

Les CPUE (kg/jour) sont plus importantes pour les OTT que pour les OTB pour 13 espèces sur les 25 représentant 95% des captures. Globalement, toutes espèces confondues, 1 jour de travail à l'OTT ramène en moyenne autant de biomasse que 1.25 jour de travail à l'OTB.

A partir de 2017, l'empreinte globale des arts traînants s'est stabilisée à un niveau élevé (plus de 57 000 km² visités chaque année). Ce niveau d'impact est à mettre en relation avec la surface totale du Golfe du Lion qui est de 15 000 km² environ. Cela signifie qu'en moyenne, l'intégralité de la surface du Golfe du Lion est chalutée environ 4 fois par an. Globalement en 2023 dans le golfe du Lion (GSA7), les chaluts jumeaux ont exploité 42 000 km² soit près de trois fois la surface exploitée par les chaluts simples (15 000 km²).

Mots-clés / Key words : Plan WestMed, Golfe du Lion, amélioration technologique

Comment citer ce document :

Certain G. et al. (2024). Comparaison des caractéristiques techniques, des captures, des impacts sur les habitats marins et de l'efficacité économique entre chaluts simples et chaluts jumeaux dans le golfe du Lion. Réponse à une demande de saisine DGAMPA. Ref. 24-032_ifremer-DG/2024-1390 - Saisine DGAMPA du 15 avril 2024

Disponibilité des données de la recherche :

Rapports CIEM, données SIH

DOI :

Commanditaire du rapport :

DGAMPA.

Nom / référence du contrat :

- Rapport intermédiaire (Réf. Bibliographique : XXX)
 Rapport définitif
-

Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) :
SIH.

Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Grégoire Certain / gregoire.certain@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-MARBEC-LHM
Emmanuel Tessier / emmanuel.tessier@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-MARBEC-LHM
Norbert Billet / norbert.billet@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-MARBEC-LHM
Sandrine Vaz / sandrine.vaz@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-MARBEC-LHM
Sonia Mehault / sonia.mehault@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-HALGO-LTBH
Benoit Vincent / benoit.vincent@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-HALGO-LTBH
Fabien Morandeau / fabien.morandeau@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-HALGO-LTBH
Eric Begot / eric.begot@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-HALGO-LTBH
Pierre le Bourdonnec / pierre.lebourdonnec@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-HALGO-LTBH
Sophie Gourguet / sophie.gourguet@ifremer.fr	PDG-DGDS-RBE-EM

Encadrement(s) :

Destinataires :
DGAMPA.

Validé par :
Clara Ulrich (PDG – DGDS - RBE).

Tables

Tableau 1 : exemples des principaux panneaux recensés dans les enquêtes de chalut de fond	15
Tableau 2 : Liste des 25 taxons considérés dans notre étude. Dans certains cas, ces taxons regroupent plusieurs codes espèce, indiqués en colonne de Gauche. La liste complète de ces codes espèces, avec leur description, est consultable sur le site de la FAO : https://agricultureservices.gov.mt/en/fisheries/Documents/faoSpeciesCode/faoSpeciesCodes.pdf	25
Tableau 3 : Calcul du ratio median de captures entre une marée menée à l'OTB et une marée menée à l'OTT, avec les probabilités associées, calculées par bootstrap, que ce ratio soit inférieur à 1. Un ratio inférieur à 1 indique des captures supérieures avec l'OTT, un ratio supérieur à 1 indique des captures supérieures avec l'OTB. On ne considère comme significative, en gras, que les valeurs de ratio dont la probabilité d'être inférieure à 1 sont >0.975 (si $R_i < 1$, couleur orange) ou <0.025 (si $R_i > 1$, couleur verte).	27
Tableau 4 : Résultat des tests de comparaison des diagrammes d'exploitation entre OTB et OTT pour une sélection d'espèces, sur la base des données OBSMER. Un seul test révèle une différence significative entre les deux engins : pour les raies bouclées <i>Raja clavata</i> dans le cas des navires de plus de 24m.	31
Tableau 5 : Comparaison des longueurs de corde de dos déclarées pour les OTB et les OTT	35
Tableau 6 : Modèles reliant l'ouverture entre les panneaux à la taille du navire pour les chaluts OTT (453 observations) avec y, l'ouverture horizontale (m) des chaluts à prédire et x, la longueur (m) hors tout (LHT) connue de chaque navire. Le modèle choisi est surligné en bleu. Niveau de significativité : p-value < 0.1 ; p-value < 0.05 * ; p-value < 0.001 ***	37
Tableau 7 : Modèles reliant l'ouverture entre les panneaux à la taille du navire pour les chaluts OTB (892 observations) avec y, l'ouverture horizontale (m) des chaluts à prédire et x, la longueur (m) hors tout (LHT) connue de chaque navire. Le modèle choisi est surligné en bleu. Niveau de significativité : p-value < 0.1 ; p-value < 0.001 ***	37
Tableau 8 : Nombre de navires en activité par flottille, et dans l'échantillon économique en 2021 et en 2022. FPC correspond au fichier « Flotte de Pêche Communautaire ». *règle de confidentialité respectée (un minimum de 5 navires et il ne faut pas qu'un navire représente 80% de la valeur totale de la variable)	46
Tableau 9 : Moyennes et écarts-types (entre parenthèses) des différentes variables économiques par navire par an et par flottille. Ces données sont segmentées en fonction des types de flottilles : OTB (chalut simple), OTT (chalut jumeau), et OTB/OTT (navires utilisant les deux types d'engins).	48
Tableau 10 : Différences en pourcentage entre chalutier utilisant uniquement le chalut simple et chalutier utilisant uniquement le chalut jumeau.	48
Tableau 11 : pour 3 cas observés dans des projets de recherche (1 chalut simple et 2 jumeaux), comparaison des caractéristiques et des consommations, en particulier par unité de surface de sol balayée. La surface balayée entre les ailes par heure est obtenue en multipliant l'ouverture entre ailes par la vitesse et divisée par une heure. * Les puissances calculées sont obtenues avec une CS de 220 gr/kwh.....	50

Figures

Figure 1: chalut de fond simple à panneaux à 2 faces (extrait de Brabant & Nédelec, 1998)	14
Figure 2 : Chalut jumeau. A droite : gréement à 2 funes. A gauche : gréement à 3 funes (adapté de Brabant & Nédelec, 1998). Vue du dessus	14
Figure 3 : Pièces constitutives d'un chalut de fond à deux faces (extrait de Brabant & Nédelec, 1998).....	14
Figure 4 : Gréement à fourche. Vue de profil.....	14
Figure 5 : Nombre de navires par trimestre opérant exclusivement au chalut simple (OTB, en vert), exclusivement au chalut jumeau (OTT, en orange) ou alternant entre les deux engins (gris) par trimestre et classe de taille de navire (haut : 18-24m ; bas : 24-40m)....	17
Figure 6 : Nombre de marées par trimestre effectuées au chalut simple (OTB, en vert) et au chalut jumeau (OTT, en orange) par port (BST : Grau d'Agde, GPV : Port-la-Nouvelle, GST : Le-Grau-du-Roi, XMA : Marseille, XMT : Martigues, XPV : Port-Vendres, XST : Sète) entre 2010 et 2023.	20
Figure 7 : Cartographie des heures de pêche par année attribuées à chaque engin dans le Golfe du Lion pour les chalutiers 18-24m	21
Figure 8 : Cartographie des heures de pêche par année attribuées à chaque engin dans le Golfe du Lion pour les chalutiers 24-40m	21
Figure 9 : Temps de pêche cumulé par engin (axe y) en fonction de la bathymétrie (axe x). (toutes années confondues)	22
Figure 10 : Cartographie par année et pour les navires de 18-24m des pourcentages d'effort de pêche par carreau attribués à l'engin OTT. En orange (100 % OTT) les zones exclusivement prospectées à l'OTT. En vert (0 % OTT) les zones exclusivement prospectées à l'OTB. Les contours noirs identifient la zone (grise) d'exploitation commune des deux engins (>25%OTT et <75 % OTT).....	23
Figure 11 : Cartographie par année et pour les navires de 24-40m des pourcentages d'effort de pêche par carreau attribué à l'engin OTT. En orange (100 % OTT) les zones exclusivement prospectées à l'OTT. En vert (0 % OTT) les zones exclusivement prospectées à l'OTB. Les contours noirs identifient la zone (grise) d'exploitation commune des deux engins (>25%OTT et <75 % OTT).....	23
Figure 12 : Fréquence cumulée de la représentativité des captures en fonction du nombre de taxons considérés. Les 25 taxons les plus débarqués (axe x) forment 95 % des captures (axe y).	24
Figure 13 : Volumes moyens débarqués par marée pour un chalutier opérant en zone commune (cf. Fig. 4), par engins (OTB ou OTT), sur la période 2017-2023. Haut : navires de 18-24m. Bas : navires de 24-40m.....	26
Figure 14 : Ratios de captures entre OTB et OTT calculés sur les biomasses totales capturées, toutes espèces confondues. Les boxplots couvrent l'intervalle de confiance à 95% de ces valeurs.	28
Figure 15 : Diagrammes d'exploitation annuel pour le merlu issu de l'OTB (haut) et de l'OTT (milieu). La différence entre les deux engins est montrée en bas, avec la p-valeur du test de kolmogorov-smirnof comparant les deux structures en taille (pas de différence si $p > 0.05$). La part de rejet est en orange (DIScard), et la part débarquée en bleu (LANDings). Les données utilisées sont issues de la base OBSMER pour les années 2017-2023.	29
Figure 16 : Diagrammes d'exploitation trimestriels pour le merlu issu de l'OTB (haut) et de l'OTT (milieu). La différence entre les deux engins est montrée en bas, avec la p-valeur du test de kolmogorov-smirnof comparant les deux structures en taille (pas de différence si	

p>0.05). La part de rejet est en orange, et la part débarquée en bleu. Les données utilisées sont issues de la base OBSMER pour les années 2017-2023.	30
Figure 17 : Probabilité (axe-y) de détecter une différence (via un test de kolmogrov-smirnov) entre les structures de tailles de deux captures en fonction de l'écart de sélectivité (axe x, différence de L ₅₀ en cm) des deux engins dont elles sont respectivement issues. Merlu en bleu, rouget en rouge et baudroie en noir.	32
Figure 18 : Schéma de la modélisation des dimensions d'un chalut de fond à panneaux, pour le calcul de l'ouverture horizontale (SEAFISH, 2010). L'ouverture entre panneaux (door spread) est une fonction de l'angle θ et de la longueur H qui est estimée par la somme de la longueur d'un bras (bridle length) et de la longueur du bourrelet (footrope length)..	35
Figure 19 : Comparaison des longueurs de corde de dos déclarées pour les chaluts OTB (en bleu) et OTT (en rouge) en fonction de la taille des navires (Longueur Hors Tout ; LHT)	36
Figure 20 : Courbes de réponse de l'ouverture entre les panneaux à la longueur des navires prédite par les modèles linéaires (bleu = OTB, rouge = OTT).....	38
Figure 21 : Évolution de la surface abrasée par le chalutage de fond en GSA07 distinguant les chaluts OTB (en bleu) et les OTT (en orange et en rouge). On distingue ce qu'aurait été la surface abrasée s'il n'y avait pas eu de transition vers l'OTT (OTT_BAU) et la surface abrasée supplémentaire (OTT+) du fait de cette transition.	39
Figure 22 : Empreintes de l'abrasion annuelle générées par les chaluts OTB et OTT de 2017 à 2023	40
Figure 23 : Empreintes moyennes de l'abrasion annuelle générée par tous les engins traînants entre 2012 et 2023 par périodes de 4 ans.....	41
Figure 24 : Statut écologique en lien avec l'impact de la pêche des habitats du Golfe du Lion et de la Corse. Bon état écologique (GES), effet néfaste (Adverse effect), effet néfaste ou perte d'habitat (Adverse effects or habitat loss), Perte d'habitat probable (Probably habitat loss), indéterminé (undetermined) (Jac et al., 2020)	42
Figure 25 : Carte représentant le rapport entre l'abrasion à laquelle est soumis l'habitat, et la valeur seuil relative à chaque habitat, à partir de laquelle le risque d'effets néfastes est considéré comme fort (Brivois et al., 2022).....	43
Figure 26 : Comparaison du volume annuel moyen (en A) et du coût annuel moyen de carburant (en B) par navire selon la classe de longueur des chalutiers et le type d'engin utilisé. Les données sont présentées pour deux classes de longueur de chalutiers : 18-24 mètres et plus de 24 mètres (sup24). Les couleurs représentent les types d'engins utilisés : OTB (chalut simple, en vert foncé), OTT (chalut jumeau, en jaune foncé), et OTB/OTT (navires ayant utilisé les deux types d'engins, en vert clair).....	47
Figure 27 : Comparaison du chiffre d'affaires annuel moyen (en A) et de la valeur ajoutée brute annuelle moyenne (en B) par navire selon la classe de longueur des chalutiers et le type d'engin utilisé. Les données sont présentées pour deux classes de longueur de chalutiers : 18-24 mètres et plus de 24 mètres (sup24). Les couleurs représentent les types d'engins utilisés : OTB (chalut simple, en vert foncé), OTT (chalut jumeau, en jaune foncé), et OTB/OTT (navires ayant utilisé les deux types d'engins, en vert clair).....	47

Sommaire

Tables et figures.....	6
Sommaire.....	6
1. Introduction.....	11
1.1. Contexte tel que décrit dans la saisine	11
1.2. Nature du travail demandé	11
2. Caractéristiques des engins utilisés	12
2.1. Introduction.....	12
2.2. Méthode de travail	12
2.2.1. Revue technique pour la définition des deux types de chaluts (OTT et OTB) (phase 1).....	12
2.2.2. Emergence du chalut jumeau OTT en Atlantique (phase 2).....	12
2.2.3. Emergence et caractérisation du chalut jumeau OTT en Méditerranée...	12
2.3. Résultats	13
2.3.1. Caractéristiques générales et techniques des deux types de chalut (OTB et OTT) (phase 1).....	13
2.3.2. Emergence du chalut jumeau OTT en Atlantique (phase 2).....	16
2.3.3. Emergence et caractérisation du chalut jumeau OTT en Méditerranée...	16
2.4. Discussion	18
3. L'usage du chalut Jumeau en GSA 7	19
3.1. Données utilisées	19
3.1.1. Effort et de débarquement par catégorie commerciale (SACROIS)	19
3.1.2. Suivi « ObsVentes »	19
3.1.3. Suivi « ObsMer »	19
3.1.4. Historique de l'usage des deux engins	19
3.2. Usage spatialisé des deux engins :	20
3.3. Capturabilité associée aux deux engins	24
3.3.1. Sélection d'espèces.....	24
3.3.2. Comparaison des captures par unité d'effort en biomasses totales	26
3.3.3. Comparaison des captures en termes de spectres de taille.....	28
4. Influence de l'OTT et de l'OTB sur l'environnement, en particulier sur l'abrasion des fonds marins.	33
4.1. Introduction.....	33
4.2. Calcul de l'abrasion	33
4.2.1. Méthode	33
4.2.2. Incertitudes liées au traitement des VMS.....	34
4.2.3. Ouverture horizontale comparée OTB vs OTT.....	34
4.2.4. Modèles reliant l'ouverture horizontale et la longueur du navire	36
4.3. Évolution de l'abrasion	38
4.4. Distribution de l'abrasion en fonction du type d'engin.....	39

4.5. Influence sur l'environnement	40
4.6. Conclusion	43
5. Comparaison de l'utilisation du chalut OTT (jumeau) avec celle du chalut OTB (simple) sur l'aspect consommation de carburant et rentabilité économique.	45
5.1. Méthode.....	45
5.2. Résultats	46
5.3. Conclusion	48
6. Analyse des consommations de carburant	49
6.1. Notions de traction, puissance et consommation.....	49
6.2. Comparaison des consommations des trains de pêche à chalut simple ou jumeaux à partir d'exemples.....	49
7. Conclusion Générale	52
8. Références	54
9. Annexes.....	57
9.1. Questionnaire – plan de chalut diffusé aux patrons armateurs	57
9.2. Représentation graphique des caractéristiques techniques issues des questionnaires	58

1. Introduction

1.1. Contexte tel que décrit dans la saisine

Le plan de gestion pluriannuel en Méditerranée occidentale a été approuvé en 2019 pour une première année d'application en 2020. Ce plan arrive à échéance au 1er janvier 2025, et la renégociation de ce plan s'effectuera tout au long de l'année 2024. L'objectif général du plan est d'aboutir à l'exploitation durable de l'ensemble des stocks méditerranéens.

Ce règlement a mis en place la réduction de l'activité des chalutiers en zones GSA 7 et GSA 8 via l'instauration de quotas d'effort de pêche. Cette réduction doit notamment participer à la restauration du stock de merlu. Des zones de fermeture ont également été mises en place dès 2020 en France afin de protéger les juvéniles et reproducteurs.

Le sujet du chalut jumeau a émergé lors du dernier conseil TAC et quotas (en décembre 2023). Il a été constaté par la Commission européenne une augmentation des captures de merlu côté français, imputée à l'utilisation du chalut jumeau par les chalutiers occitans.

Du point de vue de la Commission, s'il s'avère qu'un dispositif est beaucoup plus pêchant que l'autre sur des segments clefs de ressource, par exemple sur les juvéniles d'une espèce importante pour la pêcherie, il peut apparaître important que ces différences puissent être prises en compte lors de l'élaboration des quotas annuels d'effort. Du point de vue local, certaines zones sont aujourd'hui interdites à certains dispositifs : un arrêté préfectoral interdit par exemple l'usage du chalut jumeau en région PACA. Il est donc important de bien connaître et de bien quantifier les différences entre les deux engins afin de mieux comprendre, et le cas échéant de réévaluer, le contexte dans lequel ce type de mesure est pris.

1.2. Nature du travail demandé

Le chalut jumeau, comporte deux filets parallèles traînés simultanément, ce qui permet d'élargir la zone de capture sans augmenter significativement la consommation d'énergie (Suuronen et al. 2012). L'efficacité de capture du chalut jumeau est souvent supérieure à celle du chalut simple, notamment en termes de capture par unité d'effort (CPUE). Par exemple, des études ont montré que le chalut jumeau peut capturer jusqu'à 50 % de plus qu'un chalut simple tout en utilisant la même puissance motrice, ce qui en fait une méthode prisée dans les pêcheries commerciales à grande échelle (Valdemarsen & Suuronen in Sinclair et Valdimarsson 2003).

Afin de vérifier ces informations et d'étudier plus globalement l'impact du chalut jumeau sur les stocks démersaux, il paraît opportun de procéder à une comparaison multi-critère entre le chalut jumeau (dénommé OTT dans le système FAO) et le chalut simple (OTB). Idéalement, cette comparaison doit aborder les aspects liés à la capturabilité des espèces, aux CPUEs, à la pression d'abrasion, à la consommation de carburant, à la rentabilité économique, aux zones de pêche, aux caractéristiques techniques des engins, à l'évolution de l'utilisation des engins, etc...

Pour ce faire, Ifremer a procédé à une comparaison de l'utilisation des deux engins (OTB et OTT), du point de vue de leurs spécificités techniques et de leur efficacité, de leur fréquence et aires d'utilisation au sein de la flottille Occitane, de leur capturabilité pour les vingt-cinq espèces les plus débarquées par la flottille, en incluant les diagrammes d'exploitations (capturabilité aux tailles), de leur impact sur le fond par abrasion et de leurs indicateurs économiques.

Il est à noter que la question de l'utilisation de l'un ou l'autre chalut est une question sensible pour la gestion des pêches, à la fois du point de vue de la Commission Européenne mais aussi du point de vue local dans le Golfe du Lion.

2. Caractéristiques des engins utilisés

2.1. Introduction

Deux grands types de chaluts de fond à panneaux sont utilisés en France métropolitaine : le chalut simple (codifié OTB par la FAO pour *Bottom Otter Trawl*) et le chalut jumeau (codifié OTT pour *Otter Twin Trawl*). Le chalut simple est utilisé dès le début du XX^{ème} siècle pour la capture des espèces marines benthiques et démersales. Le chalut jumeau – dont la géométrie présente des avantages pour la capture des espèces benthiques – est utilisé dès les années 1980 sur la façade Atlantique et plus tardivement (vers les années 2010), en Méditerranée française, en particulier en Occitanie.

Cependant, depuis la disparition de l'équipe de technologie halieutique de l'Ifremer de Sète, et malgré le déploiement du Système d'Observation Halieutique (SIH), les caractéristiques techniques des engins de pêche sont mal connues sur la façade méditerranéenne. Afin de répondre à la saisine, un travail de collecte d'informations en plusieurs phases a été réalisé. Il comporte une synthèse des caractéristiques techniques (phase 1) et un historique d'utilisation des deux types de chalut sur la façade Atlantique (phase 2) puisque les pêcheurs méditerranéens s'en sont inspirés. En Méditerranée française, le SIH dispose de données issues des enquêtes « activité » qui recensent l'usage des engins de pêche de manière exhaustive (phase 3). En complément, le programme *Obsmer* pour l'observation des captures à bord collecte des informations partielles sur les caractéristiques techniques des engins de pêche déployés (phase 4). Les informations issues du SIH ont été complétées par des entretiens avec des équipementiers qui fournissent les pêcheurs et avec des observateurs embarqués (phase 5). Enfin, un questionnaire technique a été diffusé auprès des pêcheurs professionnels méditerranéens pour valider et préciser les informations collectées dans ces phases précédentes (phase 6).

2.2. Méthode de travail

2.2.1. Revue technique pour la définition des deux types de chaluts (OTT et OTB) (phase 1)

Le chalut de fond est étudié depuis les années 70. D'abord pour en améliorer les performances, puis pour réduire son impact, tant sur la ressource (sélectivité) que sur les fonds marins (allègement du gréement). La littérature décrit les différents types de chaluts ainsi que les travaux dont ils ont fait l'objet. Cette première phase de travail synthétise donc les caractéristiques fournies par les principaux ouvrages de référence (Brabant et Nedelec 1988; Deschamps 2004; 2003; Gestin et Theret 1988).

2.2.2. Emergence du chalut jumeau OTT en Atlantique (phase 2)

L'émergence du chalut jumeau en Méditerranée française fut documentée pour la première fois lors du rapport CSTEP 18-09 (STECF 2018). Pour mieux comprendre cette émergence, nous proposons une synthèse des critères et du contexte qui ont permis l'émergence du chalut jumeau au détriment du chalut simple en Atlantique d'après la revue « *Equinoxe* », à l'époque éditée par l'Ifremer (Gestin et Theret 1988). L'expertise des agents Ifremer qui ont été témoins de cette émergence dans le golfe de Gascogne a aussi été sollicitée pour cette seconde phase.

2.2.3. Emergence et caractérisation du chalut jumeau OTT en Méditerranée

2.2.3.1. Analyse des bases de données Activité/engins et Obsmer (phases 3 et 4)

Les enquêtes d'activité des navires sont réalisées tous les ans auprès de l'ensemble des patrons-armateurs. Ces enquêtes sont composées de plusieurs volets, dont un qui concerne les caractéristiques techniques des engins de pêche utilisés au cours de l'année. Ces données présentent l'avantage d'être exhaustives en termes de navires enquêtés, mais les données relatives

aux engins sont peu nombreuses et seule la déclaration du type de chalut (jumeau ou simple) est obligatoire.

Le protocole de collecte de données *Obsmer* requiert aussi de renseigner les caractéristiques techniques des engins observés, mais ces données sont collectées selon un protocole d'échantillonnage aléatoire parmi des segments de flottilles, cette base de données n'est donc pas exhaustive. De plus, seules les longueurs de la corde de dos et des bras sont des données obligatoires.

2.2.3.2. Enquête auprès des acteurs (phases 5 et 6)

Plusieurs équipementiers qui travaillent avec les chalutiers méditerranéens ont été contactés afin d'obtenir des informations techniques permettant de décrire les engins et pratiques actuels.

Les observateurs embarqués pour le projet *Obsmer* ont aussi été contactés afin collecter des connaissances de terrain et de valider les informations disponibles dans les bases de données du SIH.

Les patrons pêcheurs eux-mêmes ont été sollicités pour répondre à un questionnaire technique sur le chalut qu'ils utilisent et fournir un plan détaillé de leur engin. Cette sollicitation s'est faite lors d'une réunion d'un groupe de travail, organisée par la DGAMPA et dédiée au plan WestMed. Elle rassemblait les comités régionaux des pêches d'Occitanie et PACA et les Organisations de Producteurs volontaires pour diffuser le questionnaire auprès de leurs membres. Ce questionnaire se présente sous forme de plans à compléter par les patrons-pêcheurs (annexe 1).

2.3. Résultats

2.3.1. Caractéristiques générales et techniques des deux types de chalut (OTB et OTT) (phase 1)

Le chalut est un engin de pêche tracté par un navire. Il est globalement composé de :

- deux ou trois funes qui relient le navire aux panneaux (Figure 1 et Figure 2). Leur longueur dépend de la profondeur de pêche
- d'une paire de panneaux qui permettent d'ouvrir le filet horizontalement pendant la traction
- de bras et d'entremises (Figure 1) qui relient les ailes du chalut aux panneaux, ou de fourches qui relient les ailes inférieures aux panneaux et les ailes supérieures aux funes (Figure 4)
- d'un filet (= chalut simple) ou de deux filets (= chalut jumeau), eux-mêmes composés de plusieurs pièces qui régiront sa géométrie et son ouverture verticale (Figure 3)

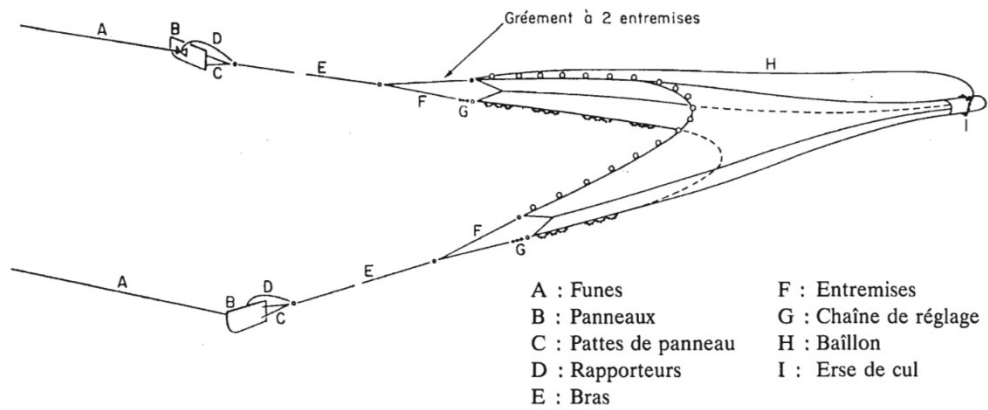


Figure 1: chalut de fond simple à panneaux à 2 faces (extrait de Brabant & Nédelec, 1998)

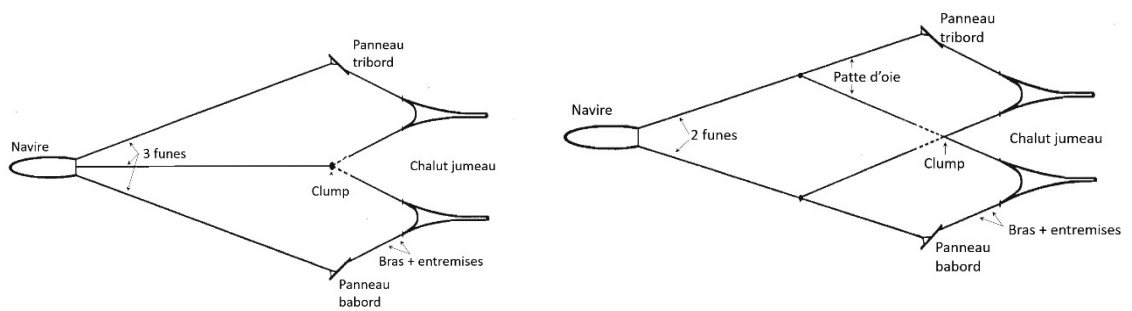


Figure 2 : Chalut jumeau. A droite : gréement à 2 funes. A gauche : gréement à 3 funes (adapté de Brabant & Nédelec, 1998). Vue du dessus

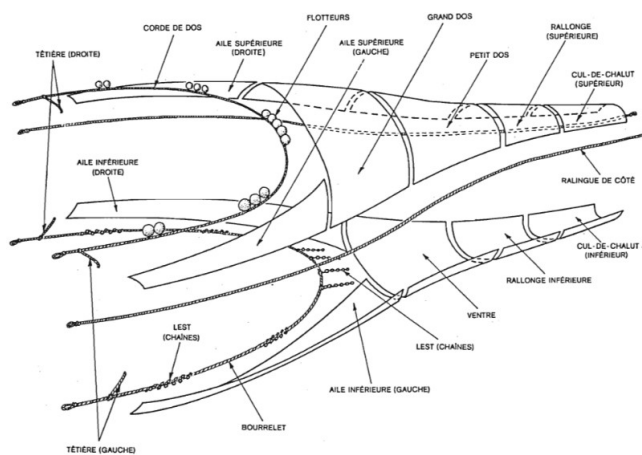


Figure 3 : Pièces constitutives d'un chalut de fond à deux faces (extrait de Brabant & Nédelec, 1998)

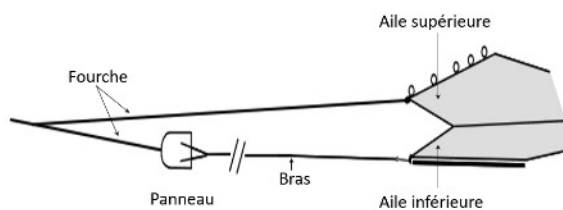

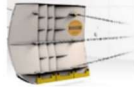
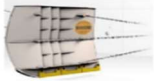








Figure 4 : Gréement à fourche. Vue de profil.

Dans le cas particulier du chalut jumeau, un lest de type « clump » ou « chaîne en H » relie les funes aux bras intérieurs par une patte d'oie pour faciliter l'ouverture horizontale des filets (Figure 2). L'ouverture horizontale est un paramètre assimilable à la largeur balayée par le chalut, soit entre les pointes d'ailes, soit entre les panneaux. La longueur des pattes d'oie correspond à 2.5 à 3 fois la longueur cumulée d'un bras, d'une entremise et d'une demie corde de dos. Le poids du lest dépend généralement de celui des panneaux, le poids du lest recommandé étant 0.5 à 0.66 celui d'un panneau dans le cas du chalut jumeau à 2 funes. En Atlantique, le lest était initialement constitué d'une grosse chaîne, mais cet élément a été repensé et profilé sous forme de clump pour réduire son impact sur le fond. La longueur des bras est un élément qui impacte la géométrie du filet. Les manuels techniques indiquent que le chalut jumeau peut présenter des bras relativement courts afin de favoriser l'ouverture horizontale des filets grâce aux panneaux (Gestin et Theret 1988).

Les panneaux sont un élément essentiel pour la définition de la géométrie du chalut. Ils ont largement évolué depuis les années 1980, à la fois dans le souci d'améliorer leur hydrodynamisme pour réduire la consommation de gasoil pendant l'opération de pêche, mais aussi pour réduire leur contact et impact sur les fonds. Les principaux fabricants recensés en Méditerranée sont présentés sur le Tableau 1.

Tableau 1 : exemples des principaux panneaux recensés dans les enquêtes de chalut de fond

Nombre recensé dans les questionnaires	Fabricant	Panneau (exemples)	Modèle (exemples)	Moyenne surface / poids (issue des réponses aux questionnaires)
5			PV3	2.6 m ² / 680 kg
4			Osprey	2.1 m ² / 600 kg
1			Polyfoil	3.6 m ² / 800 kg
1			Type 26	2.5 m ² / 900 kg
2		NA	NA	2.7 m ² / 575 kg

Le dimensionnement d'un chalut dépend de la puissance ou de la capacité de traction du navire. Pour une puissance de navire donnée, le chalut jumeau présentera une longueur cumulée de bourrelet et de corde de dos supérieure à celle d'un chalut simple. A l'inverse, son ouverture verticale

sera inférieure. La particularité du chalut jumeau réside dans le fait que sa surface de fil et sa traînée ne sont pas significativement augmentées par rapport à celle d'un chalut simple.

La conception et les réglages d'un chalut simple permettent facilement d'obtenir une plus grande ouverture verticale, ce qui en fait un engin adapté à la pêche d'espèces benthopélagiques (ex : merlu, lieu jaune, saint-pierre). À l'inverse, la grande ouverture horizontale du chalut jumeau en fait un engin adapté pour cibler les espèces benthiques collées au fond (ex : langoustine, lotte, sole, raie) qui sont essentiellement capturées au niveau du bourrelet de ventre. Les navires qui ciblent à la fois des espèces benthiques et flottantes peuvent adopter un chalut jumeau constitué de longues ailes (chalut irlandais) pour rabattre le poisson, si la configuration des fonds marins le permet car un tel chalut est plus sensible au risque d'avarie (Charreau 1987).

2.3.2. Emergence du chalut jumeau OTT en Atlantique (phase 2)

Dans les années 1980, le développement du chalut jumeau en Europe a été inspiré des crevettiers américains du Golfe du Mexique équipés de chaluts doubles. En France, et plus particulièrement dans le Golfe de Gascogne, les premiers chaluts jumeaux sont apparus en 1985 dans le but d'améliorer les rendements de pêche à la langoustine (Deschamps 2004). À l'origine, les navires ciblant la langoustine étaient équipés d'un chalut simple de type irlandais caractérisé par de grandes ailes permettant de rabattre le poisson en plus de capturer la langoustine (Deschamps 2004) ou de type 20PM caractérisé par sa petite taille adaptée à la puissance des navires bigoudens (Charreau 1987).

Le passage du chalut simple au chalut jumeau a permis une augmentation théorique de l'ouverture horizontale du filet de 20% pour un même effort de traction (Gestin et Theret 1988). Cette augmentation se fait cependant au détriment de l'ouverture verticale du filet, ce qui rend cette mutation plus adaptée à la pêche des espèces vivant très proche du fond qu'à la pêche des espèces flottantes. Le passage du chalut simple au chalut jumeau entraîne un gain théorique des captures sur les espèces de fond (Gestin et Theret 1988), en particulier grâce à l'augmentation de la surface pêchante au niveau du carré du bourrelet. Du fait de ces atouts, Charreau (1987) prédisait la généralisation de cet engin dans la flottille langoustinière.

C'est effectivement ce qui s'est passé dans le golfe de Gascogne depuis les années 1990 pour cibler la langoustine et la sole, et en mer Celtique pour cibler la baudroie, les espèces démersales et la langoustine. La technique du chalut jumeau a progressivement évolué et plusieurs configurations d'engins sont recensées sur la façade Atlantique. Des gréements à trois funes (Figure 2 : Chalut jumeau. À droite : gréement à 2 funes. À gauche : gréement à 3 funes (adapté de Brabant & Nédelec, 1998). Vue du dessus

) apparaissent. Les designs de panneaux se diversifient pour gagner en performances hydrodynamiques et contribuer à la réduction de la consommation de gasoil ou à l'impact sur les fonds (Tableau 1). Pour faire face à l'augmentation du prix du gasoil, les patrons et équipementiers sont à la recherche permanente du meilleur équilibre entre la dimension et géométrie du filet, sa surface de fil et le poids des panneaux et du lest.

2.3.3. Emergence et caractérisation du chalut jumeau OTT en Méditerranée

2.3.3.1. Analyse des bases de données Activité/engins et Obsmer (phases 3 et 4)

La base de données « activité » du SIH recense 43 navires équipés de chaluts de fond à panneaux en Méditerranée française. L'évolution du nombre de navires équipés de chaluts simples et de chaluts jumeaux est obtenue à partir des données d'enquêtes d'activité. Ces données ont été sélectionnées pour l'ensemble des quartiers méditerranéens français et sont exhaustives depuis 2008. Le chalut jumeau y est apparu pour la première fois en 2010 (Fig. 5) et son effectif est en constante augmentation depuis. En 2022, le nombre de navires équipés du chalut jumeau a dépassé le nombre de navires équipés du chalut simple. Ce résultat est cependant nuancé par le fait que sur la période étudiée, 21 navires auraient utilisé les deux types de chalut au cours d'une même année.

Notons enfin que les navires les plus gros (>24m) sont plus enclins à adopter le chalut jumeau (Fig. 5).

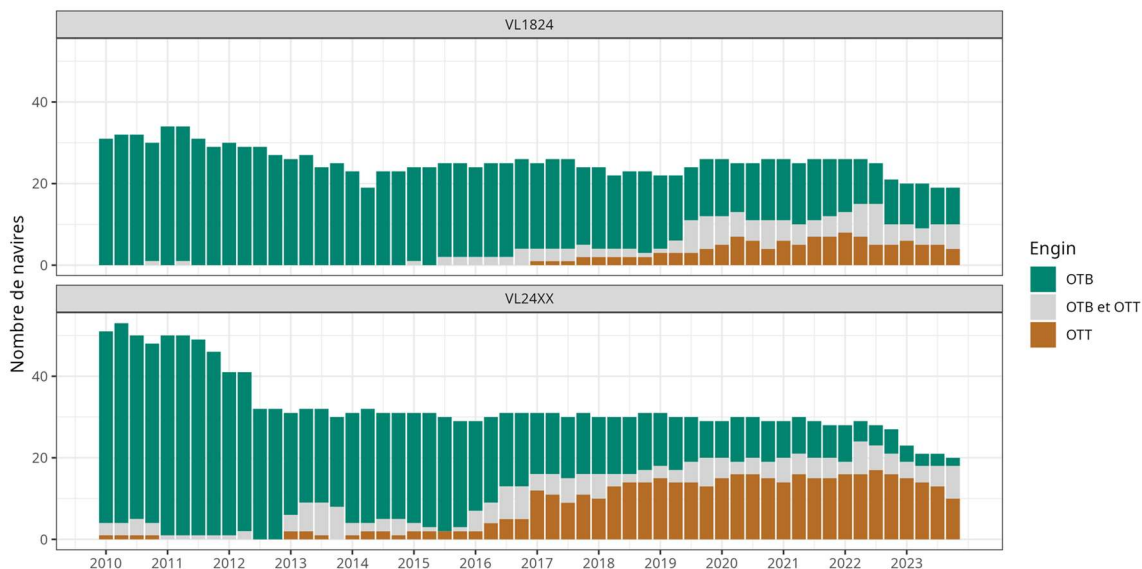


Figure 5 : Nombre de navires par trimestre opérant exclusivement au chalut simple (OTB, en vert), exclusivement au chalut jumeau (OTT, en orange) ou alternant entre les deux engins (gris) par trimestre et classe de taille de navire (haut : 18-24m ; bas : 24-40m).

2.3.3.2. Enquête auprès des acteurs (phases 5 et 6)

Les retours d'expérience collectés auprès des observateurs embarqués ObsMer indiquent que plusieurs caractéristiques d'engin, telles que le maillage, la longueur des bras et la longueur de corde de dos, sont obligatoirement renseignées dans la base de données *Obsmer* pour chaque marée échantillonnée. Or, bien que le maillage et la longueur de corde de dos soient des informations bien connues des patrons, la longueur des bras collectée par les observateurs serait approximative et probablement trop incertaine pour être utilisée et rapportée depuis la base de données *Obsmer*. Par conséquent, cette donnée n'est pas analysée dans ce rapport.

D'après les témoignages collectés auprès des équipementiers, les panneaux utilisés par les chalutiers méditerranéens seraient globalement pour moitié de la marque danoise Thyboron et pour autre moitié de la marque française Morgère. Il s'agit essentiellement des modèles W horizontal, ovalfoil et V03 de chez Morgère, et des modèles type 2, type 11A et type 26 de chez Thyboron. L'expertise des équipementiers confirme que de nombreux paramètres impactent la géométrie des chaluts et en particulier leur ouverture horizontale. Au-delà du type de gréement simple ou jumeau, des dimensions du bourrelet et de la corde de dos, le type de panneaux, la longueur de fune, la profondeur et la vitesse de traîne sont souvent annoncés comme ayant une influence significative sur l'ouverture horizontale du chalut. On note que dans l'Atlantique, le design des chaluts jumeaux a évolué au cours d'une période assez longue, le temps de déterminer les configurations les plus efficaces. Ainsi, en s'équipant plus tardivement, les pêcheurs méditerranéens ont sans doute pu bénéficier de technologies déjà éprouvées et optimisées.

2.3.3.3. Synthèse des réponses au questionnaire diffusé aux patrons

25 patrons armateurs - soit plus de la moitié des chalutiers méditerranéens français - ont répondu au questionnaire relatif aux caractéristiques de leur(s) chalut(s) (mais sans fournir de plan) (annexe 1). Parmi eux, 10 déclarent pratiquer le chalut jumeau, 8 déclarent pratiquer le chalut simple et 7 déclarent pratiquer les deux engins. La plus ancienne utilisation du chalut jumeau date de 2010 et la plus récente de 2023.

Cette section liste les différents indicateurs demandés via le questionnaire et synthétise les réponses obtenues. Les caractéristiques techniques renseignées dans les questionnaires sont représentées graphiquement en annexe 2. Les navires qui utilisent le chalut simple et le chalut jumeau sont comptabilisés pour chacun des 2 types de gréements.

17 patrons ont renseigné la traction au point fixe de leur navire. Parmi eux, 5 pratiquent le chalut simple et jumeau. La traction moyenne au point fixe des chalutiers s'élève à 11.1 tonnes ($\sigma^1 = 3.5$) pour ceux gréés au chalut simple ($n=10$) et à 10.8 tonnes ($\sigma = 3.4$) pour ceux gréés au chalut jumeau ($n=12$). Quand leurs bateaux sont gréés avec un chalut jumeau, les patrons indiquent tous utiliser de la chaîne (plutôt qu'un clump), dont le poids varie de 200kg à 800kg avec une moyenne de 383kg ($\sigma = 162$).

La majorité des chaluts jumeaux sont utilisés avec des gréements à entremises alors que la majorité des chaluts simples sont utilisés avec des gréements à fourches. Les diamètres de funes rapportés s'étendent de 13 à 35mm avec une très large majorité de 18mm, tant pour les chaluts simples que les chaluts jumeaux (moyenne = 18.4mm, $\sigma = 3.8$, $n = 24$). La marque de panneaux la plus communément citée pour les deux types de chaluts est Morgère (puis Thyboron et Le Beon). Les plus petits panneaux ont une surface de 1.75m² et les plus grands de 3.6m² (moyenne = 2.43m², $\sigma = 0.5$, $n = 22$). Les plus légers ont un poids de 250kg et les plus lourds de 900kg (moyenne = 675kg, $\sigma = 150$, $n = 22$). Les poids et surfaces des panneaux ne sont globalement pas différents pour les chaluts simples et les chaluts jumeaux. 17 patrons ont renseigné l'écartement moyen entre leurs panneaux. Au chalut simple, les ouvertures entre panneaux sont comprises entre 50 et 100m (ces valeurs sont soit mesurées : entre 70 et 80m, 2 valeurs ; soit estimées : entre 50 et 100m, 8 valeurs). Au chalut jumeau, les ouvertures entre panneaux sont comprises entre 70 et 120m (entre 80 et 120m pour les 6 valeurs mesurées et entre 70 et 115m pour les 3 valeurs estimées). Parmi les 17 répondants, 3 navires alternent entre chalut simple et chalut jumeau, et un seul indique un écartement entre panneaux supérieur avec le chalut jumeau (70m au chalut simple vs 100m au chalut jumeau). Les deux autres patrons indiquent des écartements identiques pour les deux types de gréements (80m pour un navire et 100m pour l'autre). 20 patrons ont renseigné la longueur de corde de dos de leur chalut. La longueur moyenne de corde de dos pour les chaluts simples s'élève à 51m ($\sigma = 14$, min = 25m, max = 78m, $n = 9$) et à 73m pour les chaluts jumeaux (longueur cumulée pour les deux filets, $\sigma = 21$, min = 46m, max = 107m, $n = 14$). 23 patrons ont renseigné le type de bourrelet qu'ils utilisent. Au chalut simple, 9 utilisent une chaîne, 1 combine bourrelet franc et raccasseur et un autre combine chaîne, bourrelet franc et diablo. Au chalut jumeau, 13 utilisent une chaîne, 1 combine chaîne et bourrelet franc et 1 autre combine bourrelet franc et diablo. 21 patrons ont renseigné la longueur du bourrelet de leur chalut. La longueur moyenne du bourrelet pour les chaluts simples s'élève à 59m ($\sigma = 17$, min = 30m, max = 90m, $n = 9$) et à 90m pour les chaluts jumeaux (longueur cumulée pour les deux filets, $\sigma = 31$, min = 30m, max = 137m, $n = 14$). 19 patrons ont renseigné le poids du bourrelet de leur chalut. Le poids moyen du bourrelet pour les chaluts simples s'élève à 161kg ($\sigma = 40$, min = 100kg, max = 205kg, $n = 9$) et à 208kg pour les chaluts jumeaux (poids cumulé pour les deux filets, $\sigma = 103$, min = 60kg, max = 360kg, $n = 12$). 23 patrons ont renseigné l'ouverture verticale de leur chalut. L'ouverture verticale moyenne des chaluts simples s'élève à 4m ($\sigma = 2.3$, min = 1.2m, max = 8m, $n = 9$) et à 2m pour les chaluts jumeaux ($\sigma = 1.5$, min = 0.7m, max = 7m, $n = 15$). Additionnellement à ces valeurs, un navire gréé au chalut simple a rapporté une ouverture verticale de 30m et un autre gréé chalut jumeau de 15m (mais ces valeurs ne sont pas intégrées aux moyennes précédentes du fait de leur caractère extrême). 13 patrons ont renseigné l'ouverture entre les pointes d'ailes de leur chalut. L'ouverture moyenne entre pointes d'ailes des chaluts simples s'élève à 36m ($\sigma = 15$, min = 20m, max = 60m, $n = 6$) et à 19m pour les chaluts jumeaux ($\sigma = 6$, min = 12m, max = 30m, $n = 8$). Parmi les 20 patrons qui ont renseigné le nombre de faces de leur chalut, 11 gréés en jumeau et 9 gréés au chalut simple utilisent un chalut 4 faces. 2 gréés en jumeau et 1 gréé au chalut simple utilisent un chalut 2 faces, et 1 patron utilise les deux types de filets (2 et 4 faces).

2.4. Discussion

La caractérisation des chaluts présentée dans ce document est issue de plusieurs sources, mais la forte contribution des pêcheurs méditerranéens (> 50% des patrons interrogés ont répondu) au questionnaire technique a permis d'améliorer les connaissances sur les chaluts utilisés. Cependant,

¹ σ = écart-type

les caractéristiques techniques ne sont pas les seuls éléments à prendre en compte pour comprendre l'impact des engins sur le fond et la ressource. Leur mise en œuvre (ex : vitesse de traîne) et l'environnement dans lequel ils sont utilisés (ex : profondeur) ont aussi un effet notable sur leur géométrie, et par conséquent sur leur impact. Comprendre le comportement et la géométrie des chaluts requiert d'équiper les engins de capteurs. La mesure d'indicateurs *in situ* est la manière la plus pertinente de décrire précisément le déploiement des chaluts en pêche, idéalement combiné à un projet en lien direct avec les professionnels. Il est aussi possible d'avoir recours à la simulation numérique, *via* le logiciel DynamiT par exemple, mais cette démarche nécessite d'avoir accès à des plans de chalut très détaillés, ce qui n'a pas été possible dans le cadre de ce travail.

3. L'usage du chalut Jumeau en GSA 7

3.1. Données utilisées

3.1.1. Effort et de débarquement par catégorie commerciale (SACROIS)

Le Système d'Information Halieutique de l'IFREMER (SIH) produit un jeu de données SACROIS issu d'un processus de rapprochement, vérification, contrôles de cohérence de différents flux de données afin de produire des séries de données de production et d'effort validées, consolidées et qualifiées. Il intègre, entre autres, les données des journaux de bord, les notes de ventes et les informations issues des données VMS calculées afin de produire un ensemble de données décrivant les efforts et débarquements mensuels géolocalisés par carrés de 3 minutes de degrés de côté. Les données intègrent l'engin de pêche, le port, l'espèce et, pour les espèces faisant l'objet de suivis « ObsVentes », la taille.

3.1.2. Suivi « ObsVentes »

Le programme SIH ObsVentes a pour objectif de réaliser des échantillonnages en taille des débarquements des navires de pêche professionnelle dans les principaux points de débarquement en France métropolitaine, selon le programme national avalisé par les services de la Commission européenne et dans le cadre plus général de l'action dédiée et dénommée Observation des ventes. L'objectif de cette action est de produire des structures en taille des débarquements des principales espèces commerciales pour les besoins des évaluations de stocks par les Organisations Régionales de Gestion des Pêches (ORGP) comme la CGPM (Commission Générale des Pêches de la Méditerranée) et autres instances scientifiques internationales compétentes (comme le CIEM², ou le CSTEP³ de la commission européenne), conformément aux obligations internationales de la Communauté et de ses États Membres (règlement (CE) N°199/2008, article 20).

3.1.3. Suivi « ObsMer »

Le programme SIH ObsMer est un programme d'échantillonnage qui recense à bord toutes les captures de tous les navires de pêche selon un échantillon représentatif de l'activité de pêche. Les données acquises dans le cadre de ces deux programmes permettent d'avoir une estimation de la structure en taille et des volumes des rejets à la mer lors des opérations de pêche.

3.1.4. Historique de l'usage des deux engins

Depuis 2010, l'usage des chaluts simples et jumeaux en Méditerranée, par marée et lieu de débarquement, est résumé en figure 6 à partir des données SACROIS :

² Conseil international pour l'exploitation de la mer

³ Comité Scientifique, Technique et Economique des Pêches

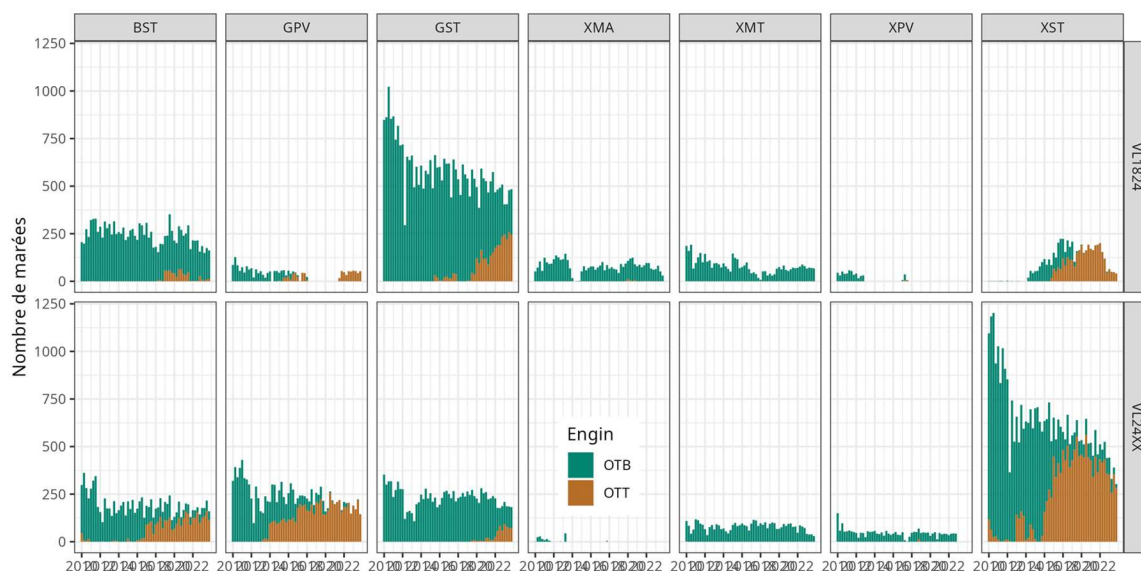


Figure 6 : Nombre de marées par trimestre effectuées au chalut simple (OTB, en vert) et au chalut jumeau (OTT, en orange) par port (BST : Grau d'Agde, GPV : Port-la-Nouvelle, GST : Le-Grau-du-Roi, XMA : Marseille, XMT : Martigues, XPV : Port-Vendres, XST : Sète) entre 2010 et 2023.

On voit que le chalut jumeau a été progressivement adopté par les ports Occitans qui l'utilisent préférentiellement, avec plus ou moins de succès en fonction des lieux. Aujourd'hui, si les chalutiers de Port-la-Nouvelle et Sète ont presque totalement abandonné le chalut simple au profit du chalut jumeau, seule une moitié des chalutiers du Grau d'Agde et du Grau du Roi ont adopté ce dispositif. Les bateaux associés à Port-Vendres, et ceux situés en région PACA (Martigues et Marseille) ont quant à eux conservé l'usage du chalut simple.

3.2. Usage spatialisé des deux engins :

Les cartographies des heures de pêche par engin et par année sont représentées en Fig. 7 et 8. On y constate (1) une quasi-absence d'usage de l'OTT en région PACA ; (2) un effort côtier de l'OTB initialement très marqué en Occitanie, notamment en face de Sète et du Grau du Roi, qui a néanmoins diminué avec le temps, (3) une distribution d'effort peut-être un peu moins côtière de l'OTT.

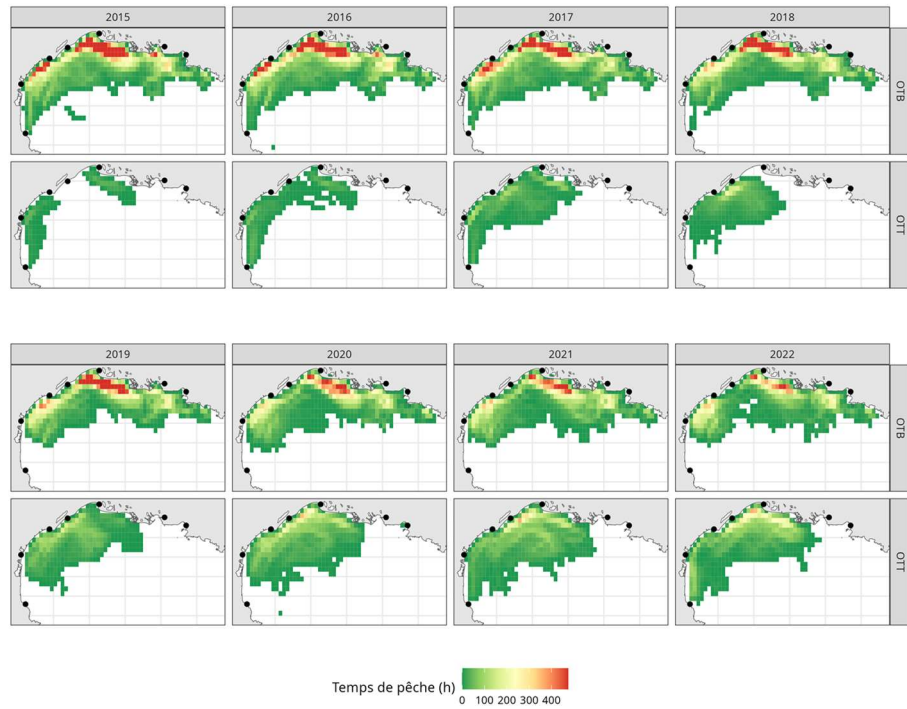


Figure 7 : Cartographie des heures de pêche par année attribuées à chaque engin dans le Golfe du Lion pour les chalutiers 18-24m

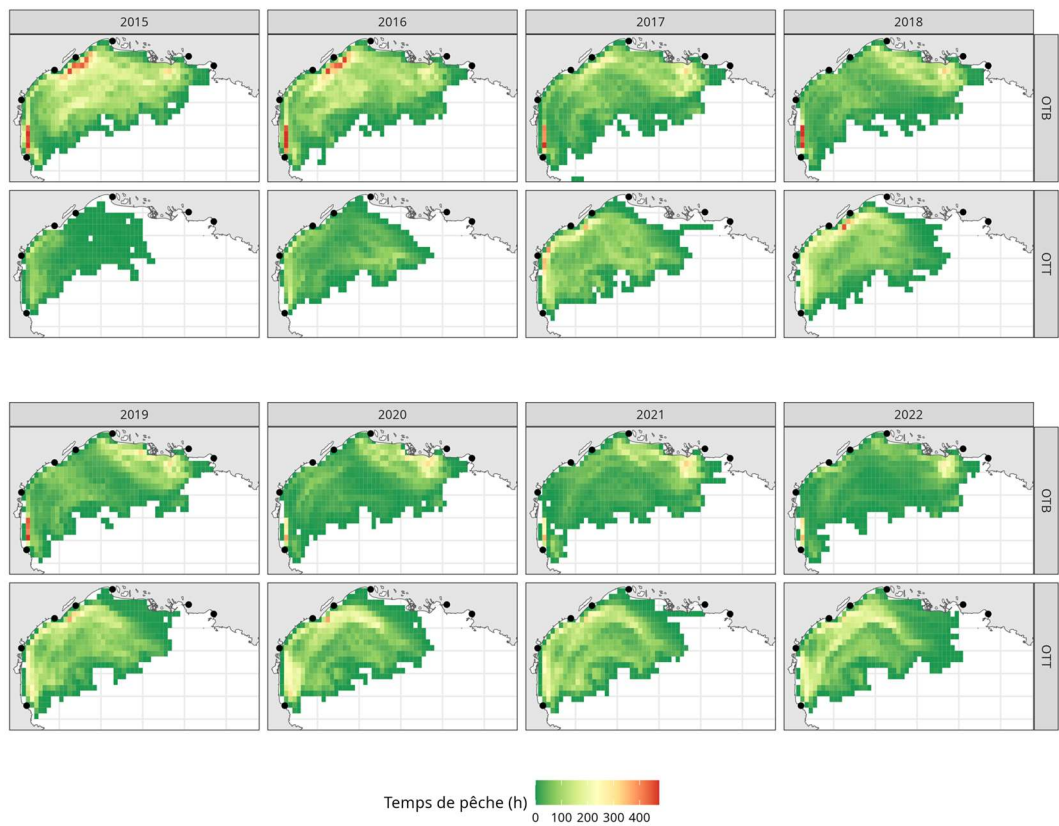


Figure 8 : Cartographie des heures de pêche par année attribuées à chaque engin dans le Golfe du Lion pour les chalutiers 24-40m

Cette distribution un peu plus au large peut être mise en évidence en regardant le temps de pêche cumulé par engin en fonction de la bathymétrie (Fig. 9).

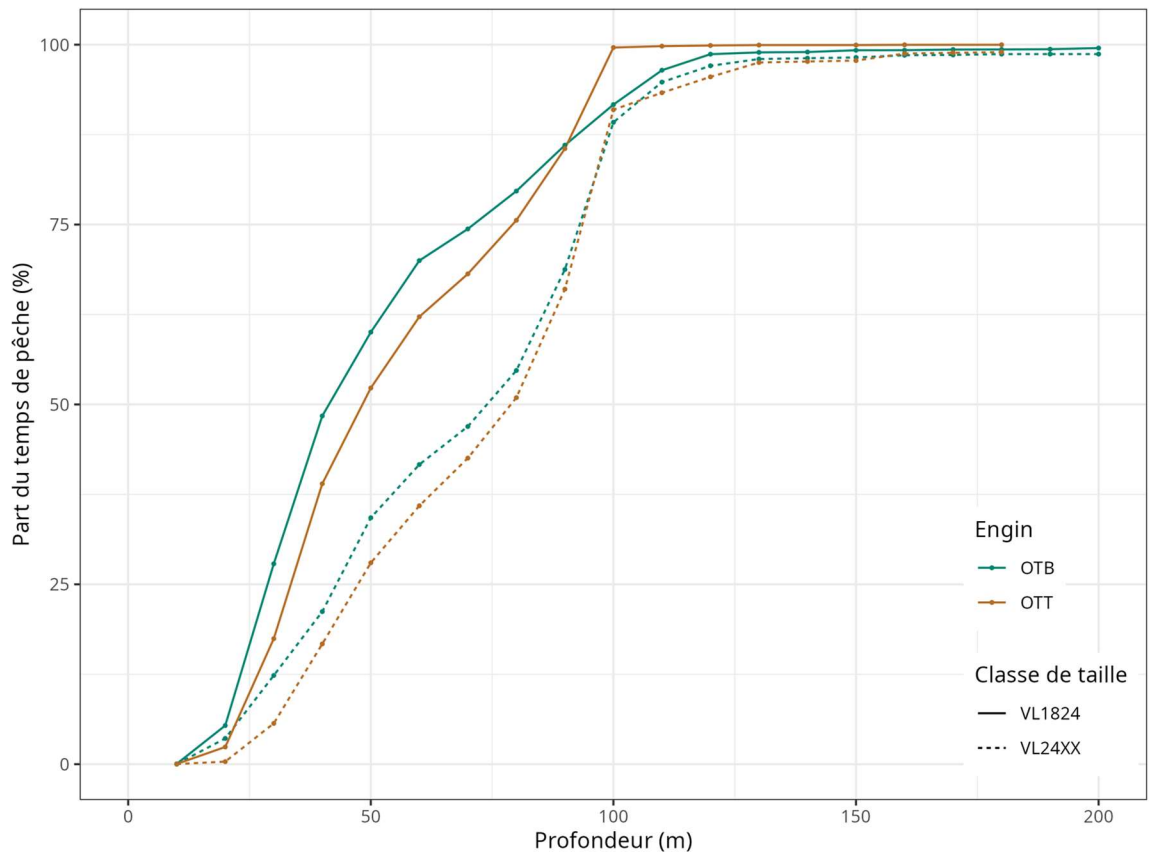


Figure 9 : Temps de pêche cumulé par engin (axe y) en fonction de la bathymétrie (axe x). (toutes années confondues)

On voit en figure 9 que le temps de pêche cumulé pour les chalutiers les plus petits (18-24m) augmente plus rapidement avec la bathymétrie que pour les chalutiers les plus grands, ce qui montre une répartition plus au large des opérations de pêche menées à bord des navires les plus grands. Ceci dit, une différence plus légère existe également au sein des classes de tailles de navire, entre OTB et OTT, avec des OTT ayant tendance à opérer en zones légèrement plus profondes que les OTB.

En résumé, si les deux engins opèrent très largement sur le plateau continental du Golfe du Lion (Fig 7 & 8), les zones de pêche peuvent différer notamment par classe de tailles de navire (Fig 9).

Afin d'identifier, pour chaque classe de tailles de navire, des zones de prospection communes aux deux engins, nous avons cartographié, par année, la fréquence de temps de pêche attribué à l'un ou l'autre engin (Fig. 10 et 11).

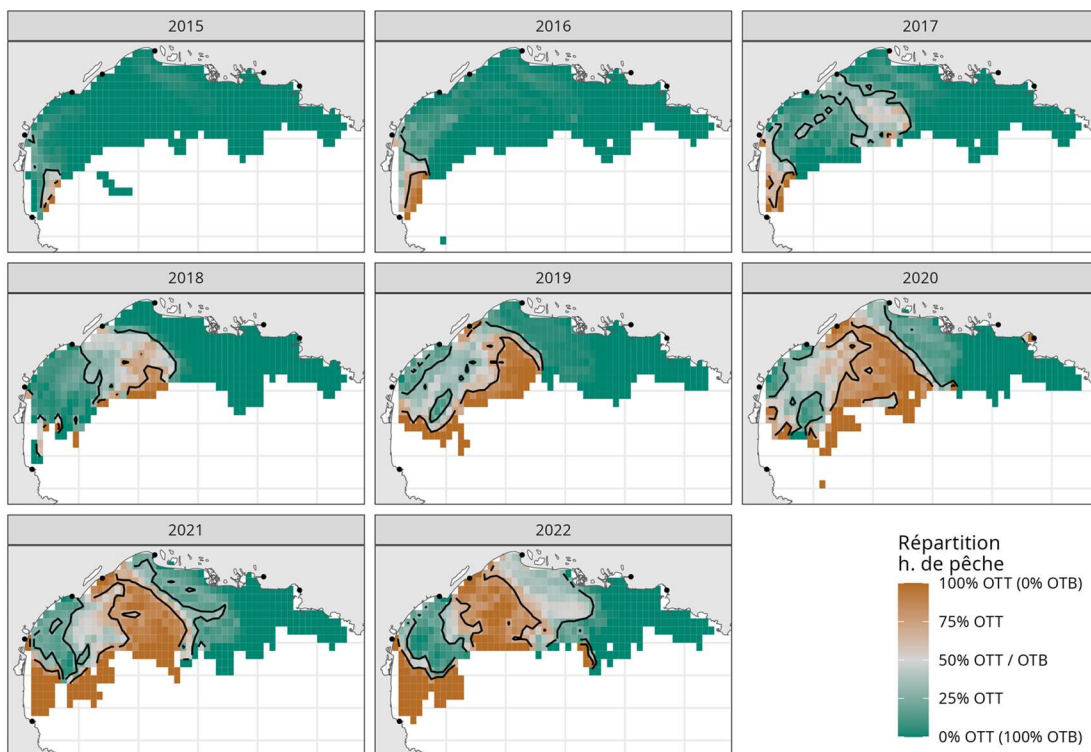


Figure 10 : Cartographie par année et pour les navires de 18-24m des pourcentages d'effort de pêche par carreau attribués à l'engin OTT. En orange (100 % OTT) les zones exclusivement prospectées à l'OTT. En vert (0 % OTT) les zones exclusivement prospectées à l'OTB. Les contours noirs identifient la zone (grise) d'exploitation commune des deux engins (>25%OTT et <75 % OTT).

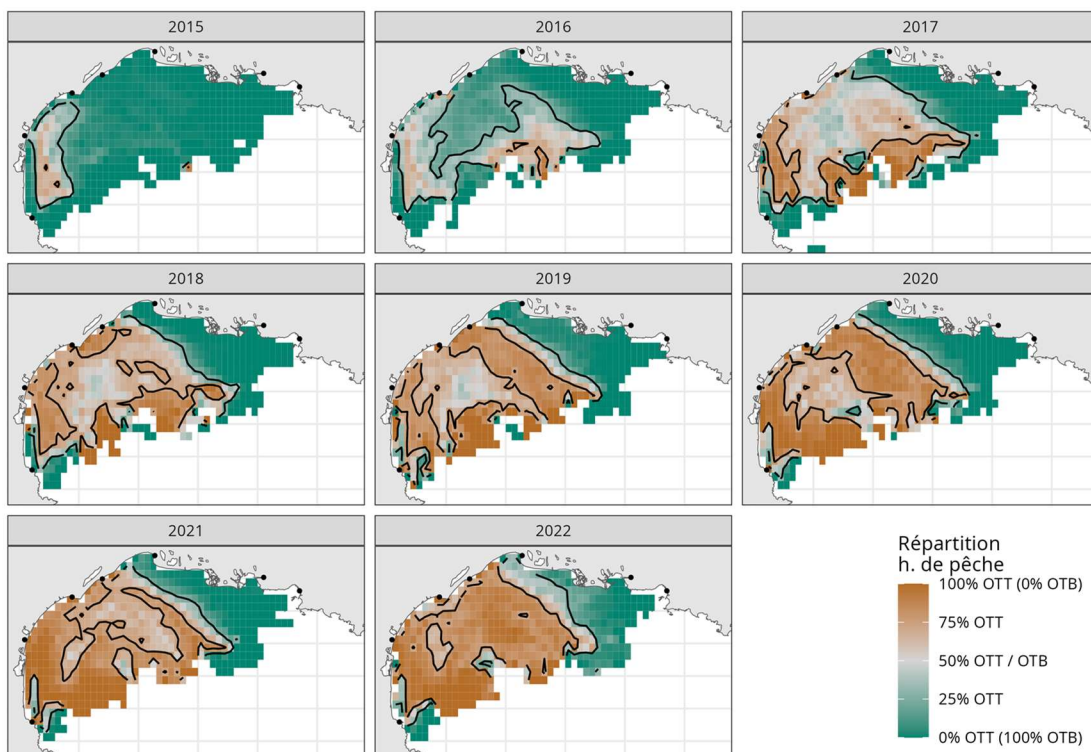


Figure 11 : Cartographie par année et pour les navires de 24-40m des pourcentages d'effort de pêche par carreau attribué à l'engin OTT. En orange (100 % OTT) les zones exclusivement prospectées à l'OTT. En vert (0 % OTT) les zones exclusivement prospectées à l'OTB. Les contours noirs identifient la zone (grise) d'exploitation commune des deux engins (>25%OTT et <75 % OTT).

3.3. Capturabilité associée aux deux engins

Afin de nous affranchir d'un éventuel biais lié à la distribution spatiale des espèces lors de la comparaison des débarquements effectués par les deux engins, nous ne travaillerons que sur les marées se situant au sein de cette zone d'exploitation commune (>25%OTT et <75 % OTT) sur la période 2017-2023. Au total, notre jeu de données représente 6091 marées, réparties comme suit : 2003 18-24m OTB, 1070 18-24m OTT, 1374 24-40m OTB et 1644 24-40m OTT.

Pour mieux comprendre l'impact potentiel de ce changement de dispositif sur le milieu et la ressource, nous proposons dans cette section une analyse comparée des débarquements attribués aux deux engins, en nous appuyant sur les données SACROIS, agrégées à l'échelle du navire et de la marée, au sein des zones fréquentées conjointement par les deux engins (Fig. 10 & 11).

3.3.1. Sélection d'espèces

En Méditerranée, les chalutiers débarquent régulièrement un cortège d'espèces importants, dans de faibles quantités pour la plupart. Pour cette étude, nous allons nous concentrer sur un cortège de 25 taxons (espèces ou groupes d'espèces), représentant 95 % de la capture totale (Fig. 12).

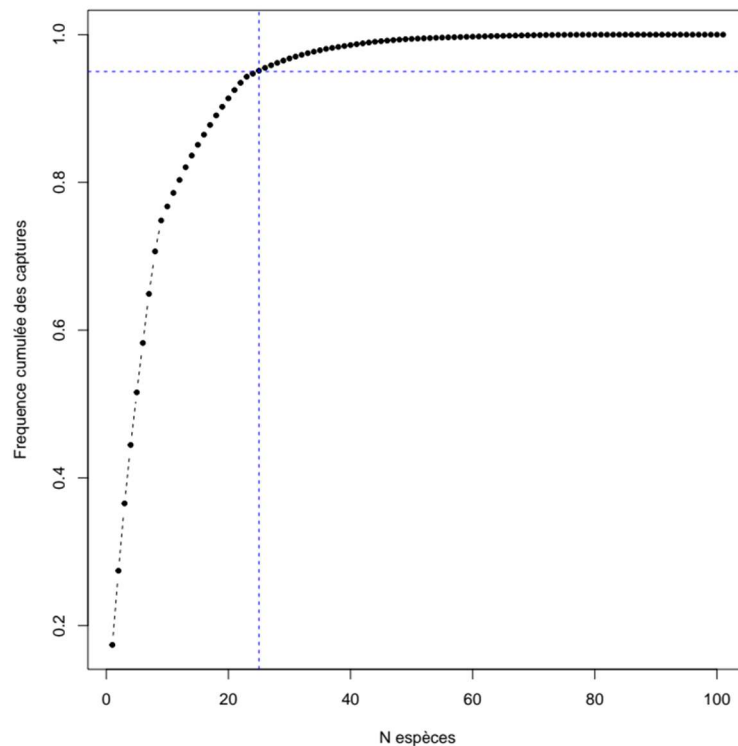


Figure 12 : Fréquence cumulée de la représentativité des captures en fonction du nombre de taxons considérés. Les 25 taxons les plus débarqués (axe x) forment 95 % des captures (axe y).

Ces taxons sont listés en Table 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Liste des 25 taxons considérés dans notre étude. Dans certains cas, ces taxons regroupent plusieurs codes espèce, indiqués en colonne de Gauche. La liste complète de ces codes espèces, avec leur description, est consultable sur le site de la FAO : <https://agricultureservices.gov.mt/en/fisheries/Documents/faoSpeciesCode/faoSpeciesCodes.pdf>

FAO Code	Scientific name	English name	Other taxonomic code included
BOG	Boops boops	Bogue	
BSS	Dicentrarchus labrax	European seabass	BSE
COE	Conger spp	European conger	
CTL	Sepiidae, Sepiolidae	Cuttlefish, bobtail squids	CTC, CTR, EJB, EJE, IAR, IAX, ITW
DPS	Parapenaeus longirostris	Deep-water rose shrimp	
FLX	Pleuronectiformes	Flatfishes	BLL, CIL, LEF, PLE, TUR
GOB	Gobius spp	Atlantic gobies nei	EDE, FIM, GBF, GBN, GOB, GON, GPA
GUX	Trigidae	Gurnards, searobins	CTZ, DYL, GUC, GUG, GUI, GIUM, GUN, GUR, GUU, GUY, LDV, PJC, SCO
HKE	Merluccius merluccius	European hake	PHA
JAX	Trachurus spp	Jack and horse mackerels	HMM, HOM, JAA
JLX	Muricidae	Murex shells	BOQ, BOY, CHQ, FNT, MUE
MAX	Scombridae	Mackerels	MAA, MAC, MAS, MAZ, RAB, VMA
MNZ	Lophius spp	Monkfishes	ANF, ANK, MON
MUL	Mugilidae	Mulletts	AJW, LZP, LZS, MGA, MGC, MGI, MGS, MGU, MLR, MUF, ODL
MUX	Mullus spp	Red mullets	GOA, GOX, MUT, MUR
OCT	Octopodidae	Octopuses, etc.	BTQ, EDT, EOI, OCC, OCM, OCN, OCZ, OMZ, OTQ, OUJ
PAC	Pagellus erythrinus	Common pandora	
POD	Trisopterus minutus	Poor cod	BIB
SBA	Pagellus acarne	Axillary seabream	
SBG	Sparus aurata	Gilthead seabream	
SCL	Scyliorhinidae	Catsharks, nursehounds nei	ATY, SCL, SYC
SOX	Soleidae	Soles	CET, GSM, KSY, LEM, MIA, MKG, OAL, SOL, SOO, SOS, THS, YNU
SQY	Squillidae	Squillids	LQH, LQS, MTS, QLV, YLL
SQZ	Loliginidae	Inshore squids	CHO, HQI, ILL, OFE, OGB, OMM, OUL, OUM, OUW, QND, SQC, SQE, SQG, SQI, SQL, SQM, SQR, SQS, SQU, TDQ, YUR
SRX	Rajiformes	Rays, stingrays, mantas	BAM, JDP, JRS, MYL, RAJ, RJA, RJC, RJH, RJM, RJN, RJO, RJU, SAW, SKA, TOE, TTR

3.3.2. Comparaison des captures par unité d'effort en biomasses totales

Les poids moyens débarqués par type d'engin lors d'une marée journalière (les navires rentrent au port tous les soirs) en zone commune sont représentés en Fig. 13 :

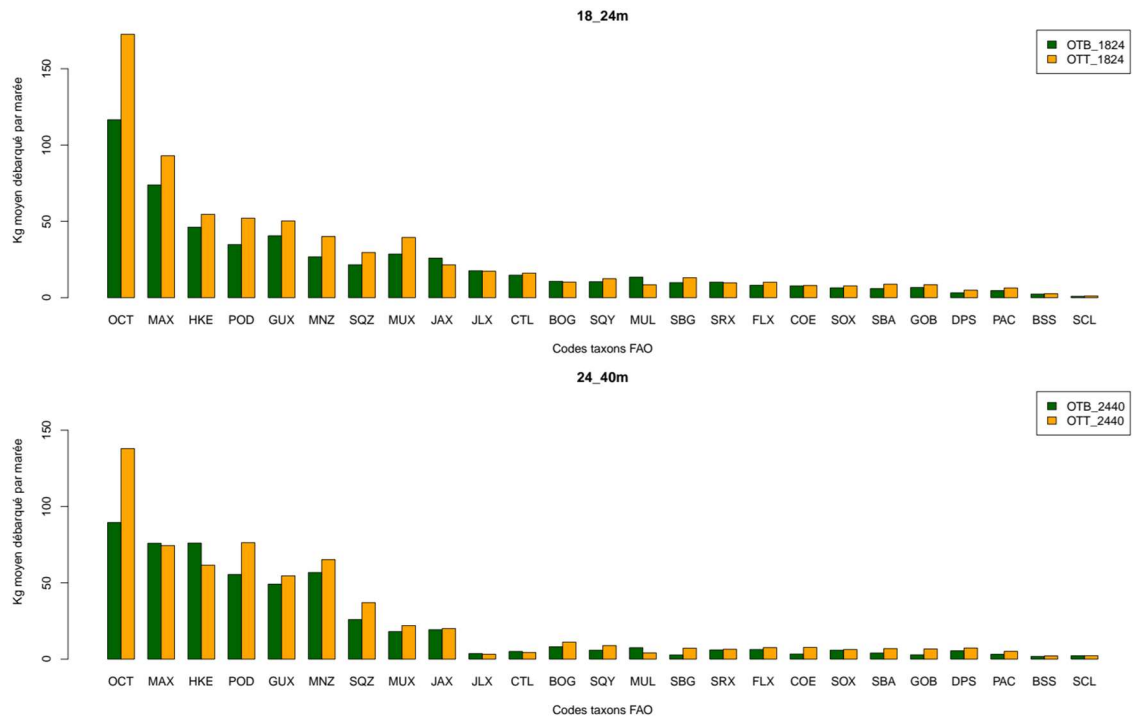


Figure 13 : Volumes moyens débarqués par marée pour un chalutier opérant en zone commune (cf. Fig. 4), par engins (OTB ou OTT), sur la période 2017-2023. Haut : navires de 18-24m. Bas : navires de 24-40m

En moyenne, les chalutiers opérant un OTT débarquent plus de poulpes & élédones (OCT), de petits tacauds (POD), de grondins (GUX), de baudroies (MNZ) et de calamars (SQZ) que les OTB. Certaines différences peuvent varier d'une classe de taille à l'autre. Par exemple, les navires de 18-24m utilisant l'OTT débarquent en moyenne un peu plus de merlu (HKE) que ceux utilisant l'OTB, mais cette différence s'inverse pour les navires de 24-40m.

Pour avoir un peu plus de précision sur ce comparatif par espèce, notamment en incluant l'incertitude autour de ces estimations, nous avons développé une procédure par bootstrap visant à caractériser numériquement le ratio suivant :

$$R_i = \frac{C_i^{OTB}}{C_i^{OTT}}$$

Où R_i représente le ratio de capture, pour l'espèce i , entre les captures moyennes par marées obtenues à l'OTB (C_i^{OTB}) et à l'OTT (C_i^{OTT}).

Cette procédure, répétée 1000 fois, consiste à obtenir une estimation pour C_i^{OTB} et C_i^{OTT} sur la base d'un tirage avec remise de 500 observations parmi les opérations de pêche identifiées comme menées en zone commune (cf. fig 11 & 12), afin d'obtenir la valeur médiane de R_i associée à la probabilité que ce ratio soit inférieur à 1. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Calcul du ratio median de captures entre une marée menée à l'OTB et une marée menée à l'OTT, avec les probabilités associées, calculées par bootstrap, que ce ratio soit inférieur à 1. Un ratio inférieur à 1 indique des captures supérieures avec l'OTT, un ratio supérieur à 1 indique des captures supérieures avec l'OTB. On ne considère comme significative, en gras, que les valeurs de ratio dont la probabilité d'être inférieure à 1 sont >0.975 (si $R_i < 1$, couleur orange) ou <0.025 (si $R_i > 1$, couleur verte).

	Navires 18-24m		Navires >24m	
	R_i median	P ($R < 1$)	R_i median	P ($R < 1$)
OCT	0.68	1	0.65	1
MAX	0.79	0.999	1.02	0.393
HKE	0.85	0.998	1.24	0
MNZ	0.66	1	0.87	0.994
GUX	0.81	1	0.9	0.998
POD	0.67	1	0.72	1
JAX	1.19	0.069	0.97	0.586
MUX	0.72	0.999	0.81	0.981
SQZ	0.73	1	0.7	1
MUL	1.57	0.051	1.82	0.034
SRX	1.05	0.265	0.93	0.794
BOG	1.04	0.402	0.73	0.985
SBG	0.75	0.751	0.35	0.905
JLX	1.02	0.438	1.13	0.247
FLX	0.81	0.999	0.84	0.999
PAC	0.73	0.958	0.63	0.993
CTL	0.93	0.683	1.14	0.201
SBA	0.67	0.922	0.55	0.945
SOX	0.83	0.998	0.93	0.91
SQY	0.84	0.986	0.66	1
DPS	0.63	0.998	0.75	0.996
COE	0.97	0.684	0.44	1
GOB	0.79	1	0.4	1
SCL	0.86	0.753	0.98	0.537
BSS	0.91	0.709	0.83	0.857

Les calculs de ratio de captures montrent que le différentiel de capture entre les deux engins est très majoritairement en faveur de l'OTT, ce dernier capturant significativement plus de biomasse pour 13 taxons sur 25 à la fois pour les navires de 18-24m et plus de 24m. Notamment, 10 taxons sont significativement plus capturés par l'OTT sur les deux classes de taille (OCT, MNZ, GUX, POD, MUX, SQZ, FLX, SQY, DPS et GOB). L'OTB se révèle plus performant que l'OTT dans un seul cas de figure, le merlu (HKE) pour les navires de plus de 24m.

Ce calcul peut également être fait en cumulant les biomasses de toutes les espèces, afin de disposer d'un ratio « moyen » de capture entre OTB et OTT. Ce résultat est montré en figure 14.

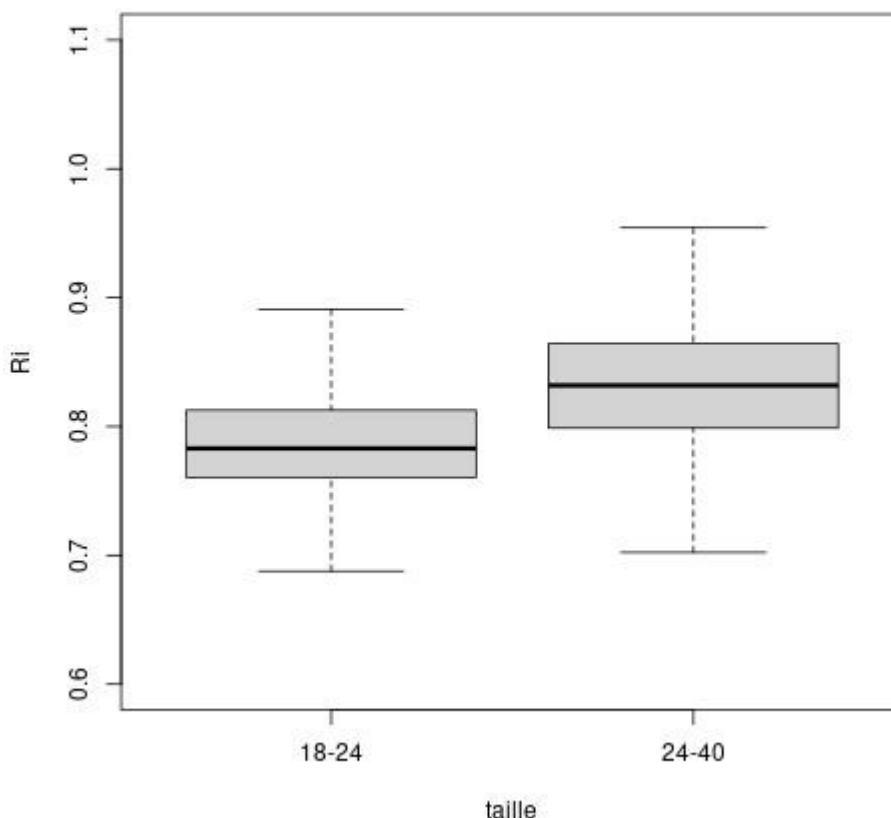


Figure 14 : Ratios de captures entre OTB et OTT calculés sur les biomasses totales capturées, toutes espèces confondues. Les boxplots couvrent l'intervalle de confiance à 95% de ces valeurs.

le Ri median, toutes captures confondues, pour les 18-24m est de 0.78 et de 0.83 pour les 24-40m, ce qui correspond à une augmentation de biomasses capturées à l'OTT de 28% et 20.5%, respectivement. **Par souci de simplification, on pourra retenir l'ordre de grandeur suivant : 1 jour de travail à l'OTT ramène en moyenne autant de biomasse que 1.25 jour de travail à l'OTB, pour une classe de taille de navire similaire.**

3.3.3. Comparaison des captures en termes de spectres de taille

Les analyses précédentes ont permis d'identifier la supériorité significative de l'OTT sur l'OTB en termes de rendement pour plus de la moitié des 25 taxons représentant plus de 95 % des captures. Pour affiner ce résultat, nous nous intéressons dans cette partie aux diagrammes d'exploitation par classe de taille associés à ces deux engins. Pour ce faire, nous utilisons les données collectées lors du programme OBSMER, qui offrent une vision exhaustive de la capture, incluant les débarquements et les rejets.

L'objectif est de voir si malgré des mailles identiques entre les deux chaluts, les différences de gréement entre l'OTB et l'OTT et donc leur mode d'action (ouverture plus ou moins grande notamment) conduisent à capturer pour chaque espèce des individus de tailles différentes.

Pour chaque espèce pour lesquelles un nombre d'échantillons était suffisant, nous avons établi, à l'échelle de l'année et du trimestre, les fréquences débarquées par classe de taille de poisson, toujours en tenant compte des classes de taille de navire. Un exemple de résultat, pour le merlu, est présenté par année (figure 15) et par trimestre (figure 16) :

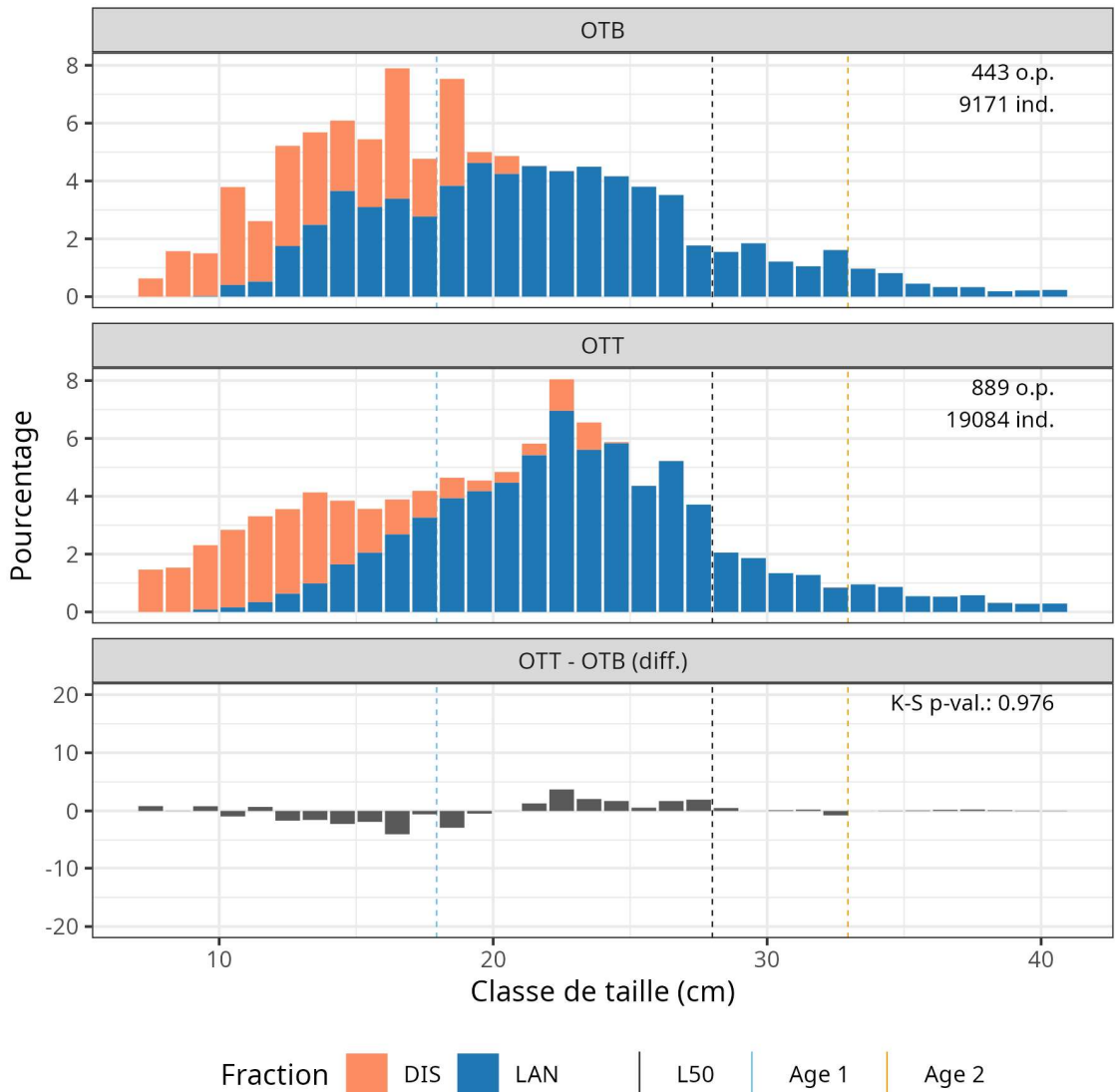


Figure 15 : Diagrammes d'exploitation annuel pour le merlu issu de l'OTB (haut) et de l'OTT (milieu). La différence entre les deux engins est montrée en bas, avec la p-valeur du test de kolmogorov-smirnoff comparant les deux structures en taille (pas de différence si $p > 0.05$). La part de rejet est en orange (DIScard), et la part débarquée en bleu (LANdings). Les données utilisées sont issues de la base OBSMER pour les années 2017-2023.

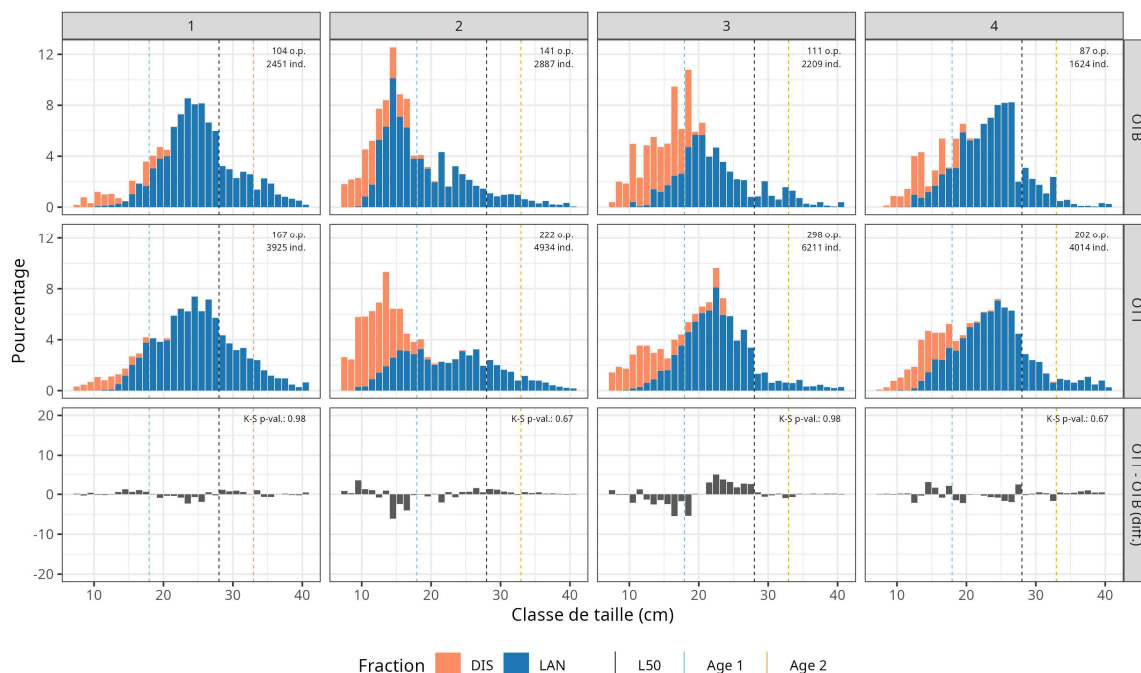


Figure 16 : Diagrammes d'exploitation trimestriels pour le merlu issu de l'OTB (haut) et de l'OTT (milieu). La différence entre les deux engins est montrée en bas, avec la p-valeur du test de kolmogorov-smirnof comparant les deux structures en taille (pas de différence si $p > 0.05$). La part de rejet est en orange, et la part débarquée en bleu. Les données utilisées sont issues de la base OBSMER pour les années 2017-2023.

Afin de savoir si deux diagrammes d'exploitation sont significativement différents, nous proposons un test de kolmogorov-smirnof, non paramétrique, qui permet de comparer si deux échantillons statistiques proviennent de la même distribution sous-jacente. Les p-valeurs < 0.05 issues de ce test indiquent que les deux diagrammes d'exploitation diffèrent. Les résultats de ce test (table 5) montrent qu'en terme de diagramme d'exploitation, très peu de différences sont observées entre les deux engins. L'ensemble des graphiques associés, espèce par espèce, est à retrouver dans le rapport Annexe_DiagExploit.

Afin de mieux appréhender la sensibilité de ce test, nous avons également effectué une analyse de sensibilité pour 3 espèces (merlu, rouget, baudroie). Sur la base des distributions en taille observées sur MEDITS, nous avons simulé les captures résultant de différentes courbes de sélectivité que nous avons systématiquement comparées par un test de Kolmogorov-Smirnof. Nous avons ainsi pu obtenir, par bootstrap, une estimation de la probabilité qu'un test basé sur la L50 (longueur à laquelle 50% des individus peuvent s'échapper d'un engin) soit significatif en fonction de l'écart de sélectivité existant (Fig 17).

Tableau 4 : Résultat des tests de comparaison des diagrammes d'exploitation entre OTB et OTT pour une sélection d'espèces, sur la base des données OBSMER. Un seul test révèle une différence significative entre les deux engins : pour les raies bouclées *Raja clavata* dans le cas des navires de plus de 24m.

Espèce	Classe de Taille	p.value
Solea solea	18-24m	0.915
Solea solea	>24m	0.915
Scyliorhinus canicula	18-24m	0.508
Scyliorhinus canicula	>24m	0.29
Scophthalmus rhombus	18-24m	0.967
Scophthalmus rhombus	>24m	0.973
Raja clavata	18-24m	0.198
Raja clavata	>24m	0.011
Dicentrarchus labrax	18-24m	0.573
Dicentrarchus labrax	>24m	0.705
Sparus aurata	18-24m	0.799
Sparus aurata	>24m	NA
Merluccius merluccius	18-24m	0.976
Merluccius merluccius	>24m	0.976
Mullus barbatus barbatus	18-24m	0.963
Mullus barbatus barbatus	>24m	0.963
Mullus surmuletus	18-24m	0.832
Mullus surmuletus	>24m	0.571
Lophius budegassa	18-24m	0.803
Lophius budegassa	>24m	0.803
Lophius piscatorius	18-24m	0.942
Lophius piscatorius	>24m	0.076
Octopus vulgaris	18-24m	1
Octopus vulgaris	>24m	0.938
Raja asterias	18-24m	0.85
Raja asterias	>24m	0.955

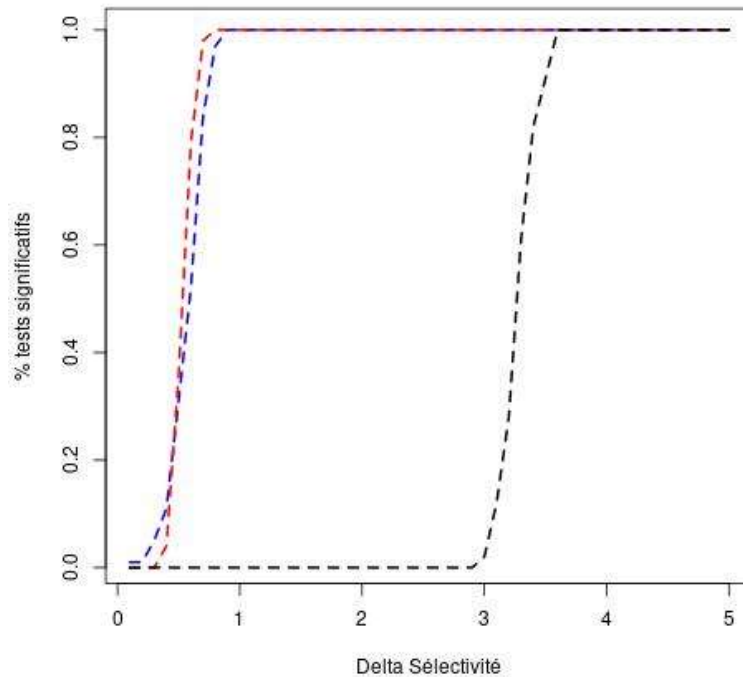


Figure 17 : Probabilité (axe-y) de détecter une différence (via un test de kolmogrov-smirnov) entre les structures de tailles de deux captures en fonction de l'écart de sélectivité (axe x, différence de L_{50} en cm) des deux engins dont elles sont respectivement issues. Merlu en bleu, rouget en rouge et baudroie en noir.

La figure 17 indique que des différences de diagramme d'exploitation sont systématiquement détectées pour le merlu et le rouget dès lors que la L_{50} (i.e. la taille à laquelle 50% des individus sont retenus par le filet) augmente d'1cm. En revanche pour la baudroie, il faut que cette L_{50} évolue de plus de 3 cm pour que des différences puissent être détectées. Ceci s'explique par la forme particulière des baudroies, qui les rend très faciles à capturer au chalut. Les valeurs de L_{50} classiques des chaluts méditerranéens pour le merlu (~15cm, Sala et Lucchetti 2010) et le rouget (~12cm, Mytilineou et al. 2021) sont en effet beaucoup plus élevées que pour la baudroie (~5cm, Mytilineou et al. 2021). Avec une L_{50} aussi basse, quasiment toutes les tailles des individus de la population sont retenues par l'engin. Il faut donc faire évoluer fortement la sélectivité pour faire émerger des différences significatives dans les classes de tailles capturées.

Cette étude de sensibilité nous permet de mieux interpréter les absences d'écart en termes de sélectivité constatées entre OTT et OTB pour les espèces comme le merlu et le rouget : l'absence de significativité du test de kolmogorov-smirnov indique en effet que pour ces espèces, si une différence de sélectivité existe, elle ne peut qu'être très faible (changement de $L_{50} < 1\text{cm}$).

4. Influence de l'OTT et de l'OTB sur l'environnement, en particulier sur l'abrasion des fonds marins.

4.1. Introduction

La perturbation causée par le chalutage de fond est l'une des sources les plus répandues d'impact anthropique sur les écosystèmes marins (Hiddink, Jennings, et Kaiser 2007; Halpern et al. 2008). Cet impact sur les fonds marins est dû à l'accumulation de nombreux effets (Dounas et al. 2007). Par exemple, l'engin de chalutage endommage mécaniquement les structures biogènes, augmentant la mortalité de la faune benthique et affectant la structure et le fonctionnement des communautés d'invertébrés en modifiant la composition des espèces (Collie et al. 2000 ; Rumohr 2000 ; Thrush et Dayton 2002). En outre, les communautés benthiques sont indirectement touchées par l'activité de pêche, qui libère des nuages de sédiments en suspension (Palanques, Guillén, et Puig 2001), ce qui entraîne la libération de nutriments dans les eaux sus-jacentes (Durrieu De Madron et al. 2005) et la remise en suspension de matières organiques biologiquement recyclables (Mayer et al. 1991).

L'introduction d'un système de surveillance des navires par satellite (VMS) a considérablement amélioré la possibilité d'étudier la relation entre le chalutage de fond et les communautés benthiques. Le VMS est un outil de surveillance et de contrôle développé au début des années 2000 qui permet de collecter des données spatiales et temporelles sur les activités de pêche (Eigaard et al. 2016). Aujourd'hui, le VMS fournit des données à grande échelle et à haute résolution sur l'activité de pêche européenne pour les plus grands navires (Eigaard et al. 2016). Ces données renseignent sur le temps passé à pêcher par zone et par unité de temps (Lee, South, et Jennings 2010). Auparavant, l'évaluation de l'impact du chalutage de fond sur les fonds marins était limitée par le manque de données sur l'effort de chalutage à une résolution appropriée. Le chalutage de fond se caractérise par une répartition inégale, tant dans l'espace que dans le temps (Lee, South, et Jennings 2010; Rijnsdorp 1998; Van Denderen et al. 2015). En outre, les différences dans les caractéristiques des engins et des bateaux entraînent des impacts benthiques différents. Par conséquent, l'impact sur les fonds marins est mieux reflété par le ratio total de surface balayée (SAR, Swept Area Ratio), par zone et par unité de temps que par le nombre d'heures de pêche (Eigaard et al. 2016 ; 2017).

4.2. Calcul de l'abrasion

4.2.1. Méthode

Les données relatives à l'abrasion sont exprimées sous forme de ratio de surface balayée (SAR,). Le SAR est utilisé comme unité d'abrasion par le CIEM pour évaluer la pression de pêche exercée sur les fonds marins par les engins traînants (ICES 2020). La surface balayée est calculée en multipliant la longueur linéaire d'une action de pêche par la largeur de l'engin de pêche. La longueur linéaire des actions de pêche est estimée à partir des informations fournies par les données du système de surveillance des navires (VMS).

En France, le VMS transmet des données contenant la géolocalisation, la vitesse instantanée et le cap de tous les navires de pêche opérant dans la ZEE française (y compris les navires étrangers). L'algorithme ALGOPESCA développé par Ifremer (Ifremer 2021) suppose une trajectoire rectiligne des navires de pêche entre deux positions. De plus, on considère qu'un navire est en pêche dès lors que sa vitesse moyenne est non nulle et inférieure à 4,5 nœuds. Toutefois, dans certaines situations, par exemple à l'arrivée dans un port, le navire peut également réduire sa vitesse à moins de 4,5 nœuds. Pour limiter les biais potentiels, les données récupérées à proximité des ports sont exclues (ICES 2019).

La largeur des engins de pêche n'est pas directement renseignée dans les logbooks des navires français. La largeur de l'engin de pêche est estimée sur la base des caractéristiques du navire et du métier (Eigaard et al. 2016). La méthodologie utilisée pour dériver cette métrique de la taille ou de la puissance des navires est détaillée dans Georges et al. (2021). Ainsi, pour chaque couple métier-engin, l'ouverture horizontale nécessite d'être modélisée en fonction de la taille ou de la puissance

du navire. Pour les chaluts de fonds, la distance entre les panneaux est retenue pour caractériser cette largeur.

En Méditerranée, jusqu'à récemment, une relation linéaire liait la longueur du navire à l'ouverture entre les panneaux quel que soit le type de chalut de fond (chalut simple = OTB ou chalut jumeau = OTT). La distance entre les panneaux était cependant majorée d'un facteur 1.3 dans le cas des chaluts jumeaux, en l'absence de meilleure approximation de la différence d'emprise au sol entre les deux engins (Georges et al. 2021).

La surface abrasée est donc le produit entre la distance parcourue lors de la pêche et la largeur de l'engin de pêche (l'ouverture entre les panneaux). Enfin, le SAR correspond à la somme des surfaces abrasées sur une période donnée et dans une zone prédéfinie, le tout divisé par la surface de la zone considérée (Georges et al. 2021). Le SAR est donc un ratio ou un taux d'abrasion sur une zone et au cours d'un temps donné.

4.2.2. Incertitudes liées au traitement des VMS

L'exclusion des données proches des ports sous-estime potentiellement l'abrasion dans ces zones. De plus, l'abrasion sera sous-estimée dans les zones côtières car les flottes de pêche côtière peuvent être dominées par des navires de moins de 12 m, qui ne sont pas tenus d'utiliser des marques VMS et ne le font que très rarement. En Méditerranée, ces navires ne sont pas des chalutiers mais peuvent pratiquer la drague ou le gangui qui sont également des arts traînants impactant les fonds.

De plus, le mode de calcul des distances chalutées obtenues à partir des données VMS via le traitement algorithmique Algopesca, fait un certain nombre d'hypothèses sur les vitesses définissant une action de pêche ce qui a un impact direct sur les mesures de ces distances. L'analyse de l'impact de variation du seuil de vitesse moyenne entre deux positions successives qui est utilisé pour distinguer deux états (susceptible d'être en pêche ou susceptible d'être en route) montre que les variations du seuil par rapport à celui utilisé jusqu'à présent (4,5 nœuds) ont globalement peu d'impact dans les estimations des nombres de marées de pêche, de jours de pêche et du temps de pêche du navire, à l'échelle de toute la flotte française (Ifremer 2021).

Cependant, la fréquence d'émission du signal VMS, actuellement fixée à 1h pour les navires français et pouvant aller jusqu'à 2h pour les autres navires européens est insuffisante pour estimer avec certitude les distances parcourues en pêche. Le traitement actuel faisant l'hypothèse d'une trajectoire linéaire entre deux émissions, conduit également à une sous-estimation globale de l'empreinte réelle du chalutage.

Enfin, il y a un effet connu du choix de la taille des cellules sur les valeurs d'abrasion estimées, ces dernières étant proportionnelles à la taille de la cellule (Amoroso et al. 2018a). Les grandes cellules entraînent une homogénéisation de l'activité de pêche dans l'espace et donc une surestimation à l'échelle locale mais une sous-estimation à l'échelle régionale (R. O. Amoroso et al. 2018b). Ainsi, les estimations de l'abrasion seraient plus précises en considérant une résolution au km² par exemple, contre 3'x3' au niveau européen actuellement ou 1'x1' au niveau national.

4.2.3. Ouverture horizontale comparée OTB vs OTT

De façon à améliorer l'estimation de l'empreinte des chaluts OTT et pouvoir la dissocier des chaluts OTB, il a été décidé de développer des modèles distincts reliant l'ouverture horizontale entre les panneaux à la taille du navire pour chaque engin séparément. La méthode développée par Eigaard et al. (2016) et reprise par Georges et al. (2021) a donc été appliquée en distinguant ces deux types d'engins.

4.2.3.1. Données disponibles

Conformément à la stratégie adoptée par Georges et al. (2021) les données OBSMED ont été mobilisées pour obtenir des informations sur les dimensions des navires et des chaluts. Une extraction de base de données OBSMER (depuis <https://sih.ifremer.fr/prive/Acces-aux-donnees/Extractions/ObsMer/Fichiers-COST-FREE1-FREE2>) au format FREE2 le 01/03/2024 a été

effectuée. Ces données permettent de coupler les données par sorties, aux observations en mer et aux données des caractéristiques des engins pour les GSA7 et GSA8, les OTB et les OTT, de 01/01/2003 au 01/03/2024. Ainsi, la taille des navires a pu être reliée aux paramètres de longueur des cordes de dos et de bras déclarés par les patrons de pêche, ces derniers étant déterminants pour calculer l'ouverture horizontale (Fig. 18).

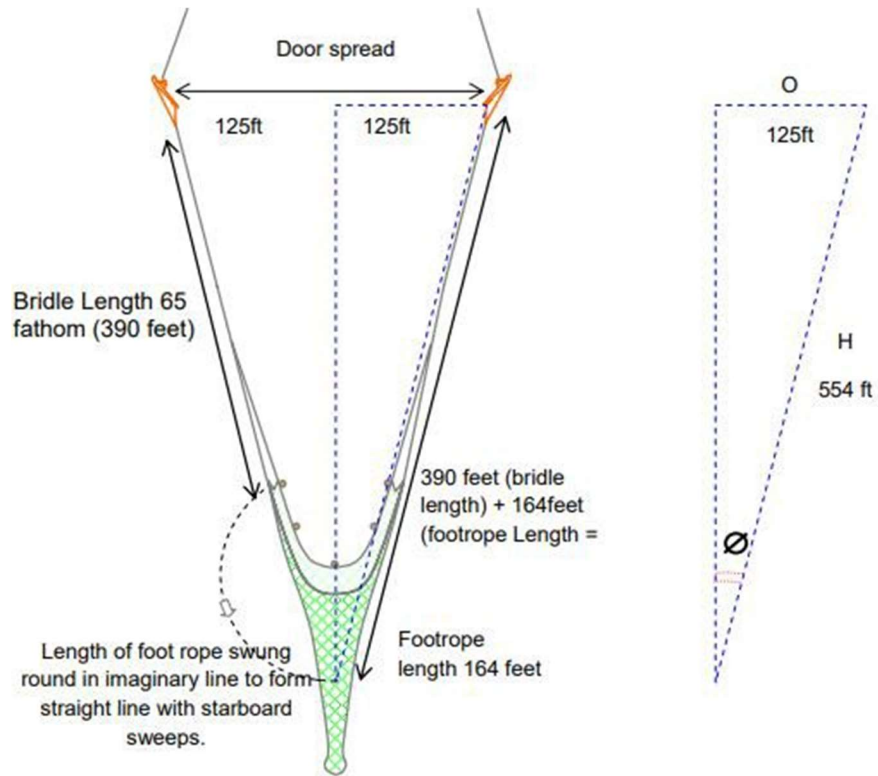


Figure 18 : Schéma de la modélisation des dimensions d'un chalut de fond à panneaux, pour le calcul de l'ouverture horizontale (SEAFISH, 2010). L'ouverture entre panneaux (door spread) est une fonction de l'angle θ et de la longueur H qui est estimée par la somme de la longueur d'un bras (bridle length) et de la longueur du bourrelet (footrope length)

4.2.3.2. Calcul de la distance entre les panneaux

Le calcul de la distance entre les panneaux requière de connaître à minima la longueur des bras et la longueur totale de la corde de dos. Concernant les cordes de dos, les valeurs nulles et $\geq 100m$ ont été supprimées car considérées comme non valides. Au total, 892 observations étaient disponibles pour les OTB et 453 pour les OTT.

Les longueurs des cordes de dos des OTB et des OTT ont été comparées (Tableau 6, Fig. 19) pour vérifier si cette longueur a été donnée par chalut ou pour l'ensemble du train de pêche (un seul chalut dans le cas des OTB et deux chaluts dans le cas des OTT).

Tableau 5 : Comparaison des longueurs de corde de dos déclarées pour les OTB et les OTT

Engin	Nb. d'observations	Min.	1er Quartile	Médiane	Moyenne	3ieme Quartile	Max.
OTB	892	25	50	50	52.13	60	80
OTT	453	24	42	55	53.22	60	95

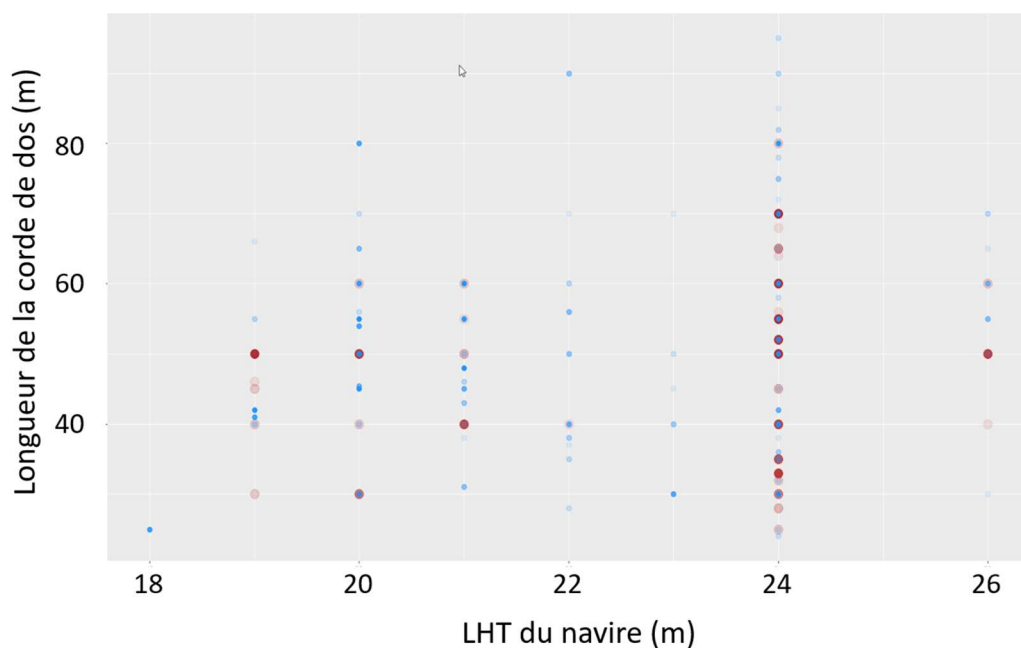


Figure 19 : Comparaison des longueurs de corde de dos déclarées pour les chaluts OTB (en bleu) et OTT (en rouge) en fonction de la taille des navires (Longueur Hors Tout ; LHT)

Les longueurs des cordes de dos déclarées dans les données OBSMER sont très comparables alors qu'elles sont en moyenne 1.5 fois plus grande pour les chaluts OTT que les OTB dans les réponses au questionnaire. On en conclut qu'il ne s'agit ici que de la longueur de la corde de dos d'un seul chalut et pas l'ensemble du montage en jumeaux pour les chaluts OTT.

La méthode de calcul de la distance entre les panneaux est celle développée par Eigaard et al., 2016 et adaptée par Georges et al., 2021. Elle est décrite par la relation suivante :

$$OH = 2 \times (1.25 \times CD + B) \times \sin(\theta) \times N$$

avec l'ouverture horizontale entre les panneaux (OH), la longueur de la corde de dos (CD), la longueur des bras (B), l'angle d'ouverture du chalut (θ) et le nombre de chaluts (N). Cette relation fait l'hypothèse de deux valeurs constantes : l'angle d'ouverture des bras θ ($= 13^\circ$, Eigaard et al., 2016) et le rapport entre les longueurs de la corde de dos et du bourrelet en contact avec le fond ($= 1.25$, Georges et al., 2021).

4.2.4. Modèles reliant l'ouverture horizontale et la longueur du navire

Le développement de modèles prédictifs reliant la longueur des navires à l'ouverture entre les panneaux est basé sur l'ajustement pour chaque type d'engin de 3 types de relations (forme de réponse linéaire, puissance et logarithmique) (Eigaard et al., 2016 et Georges et al., 2021).

Tableau 6 : Modèles reliant l'ouverture entre les panneaux à la taille du navire pour les chaluts OTT (453 observations) avec y , l'ouverture horizontale (m) des chaluts à prédire et x , la longueur (m) hors tout (LHT) connue de chaque navire. Le modèle choisi est surligné en bleu. Niveau de significativité : p -value < 0.1 ; p -value < 0.05 * ; p -value < 0.001 ***

Modèle	Formule	a (signif.)	b (signif.)	Corrélation de Pearson (signif.)
Linéaire	$y \sim a * x + b$	1.99 ***	34.33 ***	0.212 ***
Puissance	$y \sim a * (x^b)$	13.91 *	0.56 ***	0.212 ***
Logarithmique	$y \sim a * \log(x) + b$	43.78 ***	-56.91 .	0.212 ***

Pour les chaluts OTT, les courbes de réponse prédites par les 3 modèles sont très proches ainsi que les corrélations entre observations et prédictions (Tableau 7). Le modèle linéaire est retenu pour sa simplicité et sa robustesse.

Tableau 7 : Modèles reliant l'ouverture entre les panneaux à la taille du navire pour les chaluts OTB (892 observations) avec y , l'ouverture horizontale (m) des chaluts à prédire et x , la longueur (m) hors tout (LHT) connue de chaque navire. Le modèle choisi est surligné en bleu. Niveau de significativité : p -value < 0.1 ; p -value < 0.001 ***

Modèle	Formule	a (signif.)	b (signif.)	Corrélation de Pearson (signif.)
Linéaire	$y \sim a * x + b$	1.03 ***	22.10 ***	0.191 ***
Puissance	$y \sim a * (x^b)$	9.40 ***	0.51 ***	0.189 ***
Logarithmique	$y \sim a * \log(x) + b$	22.03 ***	-23.16 .	0.187 ***

Pour les chaluts OTB, comme précédemment, les courbes de réponse prédites par les 3 modèles sont très proches ainsi que les corrélations entre observations et prédictions (Tableau 7). Le modèle linéaire est donc également retenu comme pour les OTB.

Pour un navire de 20m, la distance moyenne entre les panneaux est estimée à 43m pour un chalut simple (OTB) contre 74m environ pour un chalut jumeau (OTT). La comparaison des relations entre longueur des navires et ouverture horizontale théorique (Fig. 20) illustre que l'ouverture horizontale des chaluts jumeaux est largement supérieure à celle des chaluts simples. Le coefficient de conversion entre OTB et OTT va de 1.72 (navires de 18m) à 1.76 (navires de 26m).

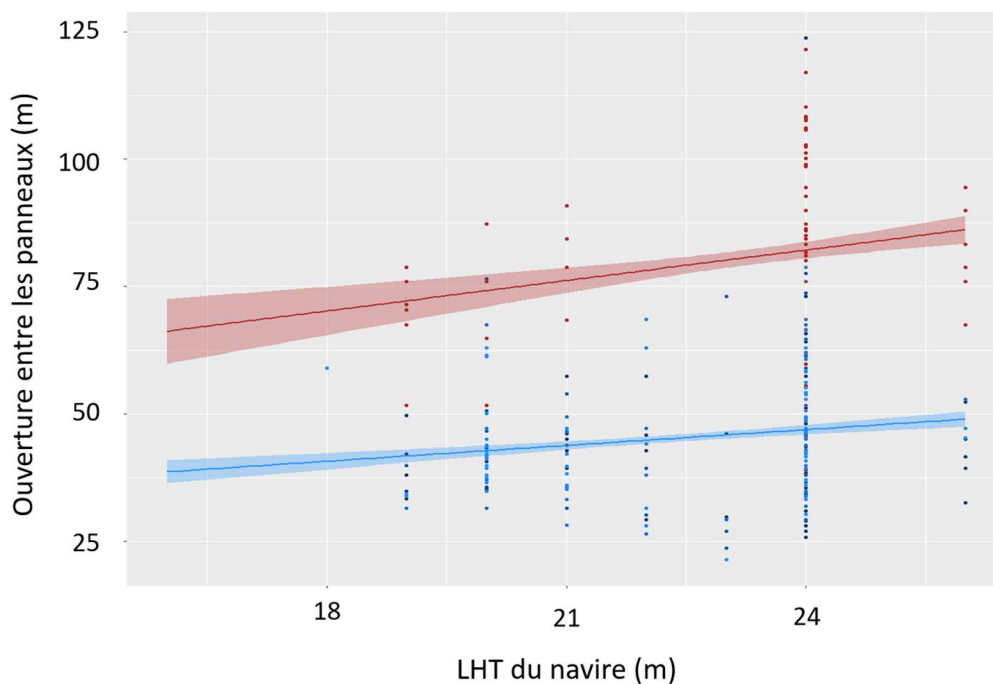


Figure 20 : Courbes de réponse de l'ouverture entre les panneaux à la longueur des navires prédite par les modèles linéaires (bleu = OTB, rouge = OTT)

4.2.4.1. Incertitudes liées au calcul de l'ouverture horizontale

L'ouverture horizontale d'un OTT était initialement fixée à 1.3 fois celle des OTB à dire d'expert (Georges et al., 2021) mais le nombre d'observations en mer sur chaluts OTT en Méditerranée a permis de développer un modèle spécifique. Celui-ci permet d'établir que **l'empreinte, en termes d'abrasion, d'un chalut OTT est d'environ 1.75 fois celle d'un chalut OTB dans cette zone**. Cependant ce résultat est basé sur des hypothèses : l'angle d'ouverture des bras fixe de 13° et la longueur de bourrelet équivalente à 1.25 fois celle de la corde de dos. Un certain nombre d'incertitudes existe également sur les déclarations de longueur de corde de dos ou de bras dans les données OBSMER dont on suspecte qu'elles ne soient pas toutes exactes. Idéalement, pour affiner ce résultat, il faudrait comparer les écartements de panneaux entre chalut OTT et OTB avec un grand nombre d'observations directes sur un échantillon représentatif de navires (cette information n'est pas disponible dans OBSMER malheureusement).

4.3. Évolution de l'abrasion

Suite au développement de modèles spécifiques dissociant les chaluts OTB et OTT en GSA07 et 08, l'abrasion a été recalculée sur l'ensemble de la série VMS disponible (Ifremer, 2022, Source DGAMPA, traitement des données Ifremer - Système d'Informations Halieutiques). Pour cette étude, les SAR calculés dans le Golfe du Lion entre 2012 et 2023 sur un maillage de 1'x 1' (environ 3.43km²) à une fréquence annuelle sont utilisés.

Le calcul des surfaces abrasées cumulées sur l'ensemble du Golfe du Lion (Fig. 22) illustre l'augmentation de l'empreinte du chalutage de fond entre 2012 et 2017, ce qui correspond au début de la transition entre OTB et OTT, ces derniers remplaçant progressivement les premiers. A partir de 2017, on estime que le flux déclaratif sur la nature de l'engin est plus fiable et l'empreinte globale s'est stabilisée à un niveau élevé (plus de 57 000 km²). Ce niveau d'impact est à mettre en relation avec la surface totale du Golfe du Lion qui est de 15 000 km² environ. Cela signifie qu'en moyenne, **l'intégralité de la surface du Golfe du Lion est chalutée environ 4 fois par an**.

Sur la base d'un facteur d'inflation de la surface balayée de 1.75 entre les OTB et les OTT, on peut calculer quelle aurait été la surface balayée si l'OTT n'avait pas remplacé l'OTB (Fig.21 OTT_BAU pour « Business as usual »). **Sans cette évolution vers le chalut jumeau, la surface**

totale abrasée aurait pu baisser dès 2018. Au lieu de cela, le surplus de surface balayée du fait de cette transition technologique (Fig. 4, OTT+) a résulté en une augmentation de l'empreinte du chalutage jusqu'en 2021. Ce surplus atteignait déjà 21% de la surface balayée totale en 2018 et a progressé jusqu'à atteindre 31% en 2023. Après 2021, vraisemblablement à la faveur du plan de gestion WestMed et de la diminution progressive de l'effort et du nombre de navires, cette empreinte semble commencer à diminuer.

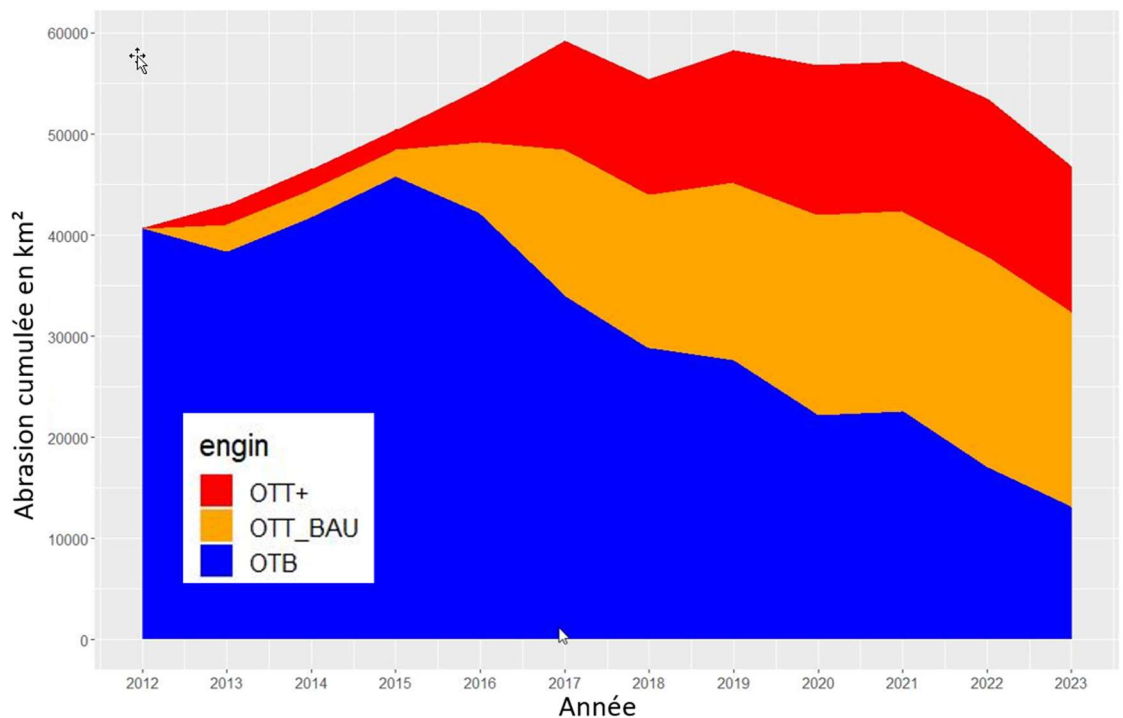


Figure 21 : Évolution de la surface abrasée par le chalutage de fond en GSA07 distinguant les chaluts OTB (en bleu) et les OTT (en orange et en rouge). On distingue ce qu'aurait été la surface abrasée s'il n'y avait pas eu de transition vers l'OTT (OTT_BAU) et la surface abrasée supplémentaire (OTT+) du fait de cette transition.

4.4. Distribution de l'abrasion en fonction du type d'engin

Le flux déclaratif sur la nature de l'engin n'est pas considéré comme totalement fiable avant 2017 (surestimation des OTB et sous-estimation des OTT) donc seules les années 2017 à 2023 sont représentées ici (Fig. 22). Les cartes illustrent la diminution de l'empreinte des chaluts OTB sur cette période et l'augmentation de celle des OTT qui remplacent progressivement les premiers, en particulier en Occitanie (l'utilisation des chaluts OTT étant interdite aux navires attachés à un port de la région Sud).

Ces cartes révèlent également l'extension vers le milieu du plateau de l'empreinte des chaluts OTT comparativement aux chaluts OTB qui semblent eux se concentrer le long de la côte. De plus, l'utilisation des OTT, initialement limitée au bassin occitan, semble s'étendre progressivement vers l'est ces dernières années. Enfin, l'effet du plan de gestion mis en place en 2020 est particulièrement visible au niveau de la zone isobathe 90-100m au large de l'Occitanie.

Les valeurs d'abrasion dans les zones les plus chalutées (des 3 milles côtiers jusqu'à l'isobathe de 90m de profondeur) sont particulièrement élevées, révélant que la surface de chaque cellule peut être chalutée intégralement entre 5 et 26 fois par an.

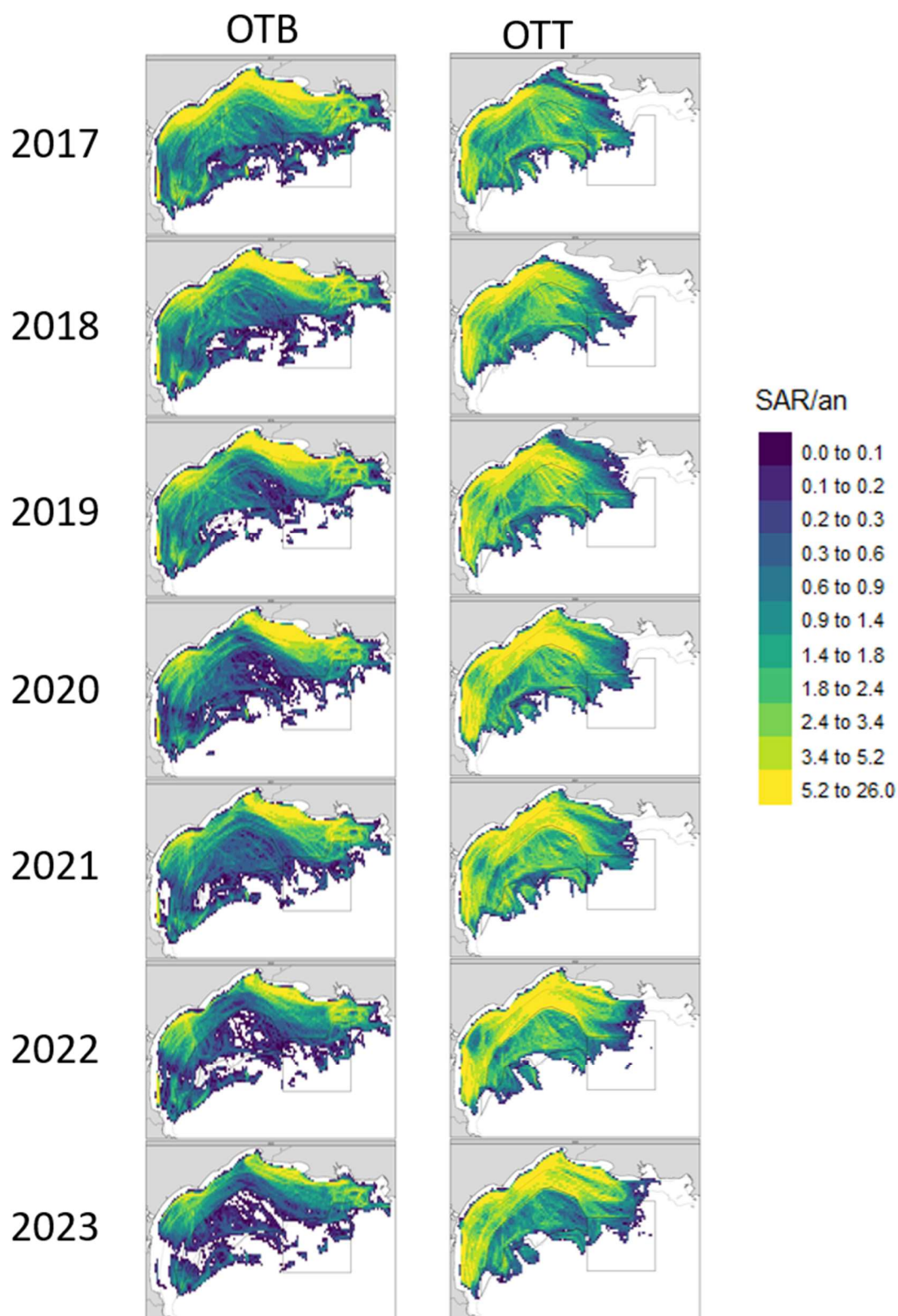


Figure 22 : Empreintes de l'abrasion annuelle générées par les chaluts OTB et OTT de 2017 à 2023

4.5. Influence sur l'environnement

D'un point de vue mécanique, si le train de pêche en contact avec le fond des chaluts OTT est le même que celui des chaluts OTB, il n'y a pas de raison objective pour que l'effet soit différent. D'un point de vue écologique et environnemental, on ne dissocie donc pas les deux types d'engins du moment que leurs différences d'emprise au sol sont prises en compte dans le calcul de l'abrasion.

Ainsi, l'abrasion totale, illustrant l'impact de tous les engins remorqués sur le fond (c'est-à-dire en incluant l'effet des chaluts OTB et OTT ainsi que les dragues côtières, dont l'effet est négligeable) doit être prise en considération pour évaluer l'impact sur l'environnement (Fig. 23).

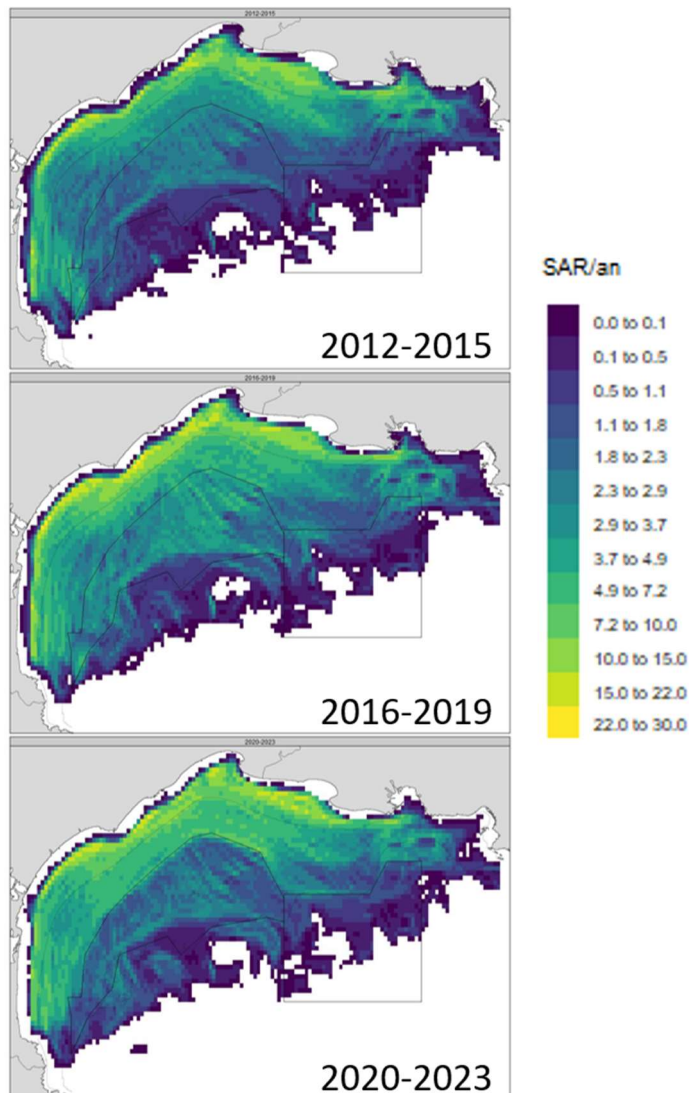


Figure 23 : Empreintes moyennes de l'abrasion annuelle générée par tous les engins traînants entre 2012 et 2023 par périodes de 4 ans.

La figure 24 illustre comme précédemment que **les pressions d'abrasions les plus importantes se situent entre les 3 milles côtiers et l'isobathe des 90m**. En revanche, la transition vers l'utilisation des chaluts OTT dont l'emprise au sol est plus importante a contribué à augmenter les surfaces abrasées entre 2012 et 2019. De plus, **la répartition beaucoup plus large de l'activité du chalut OTT comparativement aux OTB semble indiquer un risque d'impact sur une zone bien plus étendue qu'auparavant**.

Néanmoins, la mise en place du plan de gestion WestMed et notamment de la zone de fermeture saisonnière entre 90 et 100m au large de l'Occitanie, semble avoir induit une réduction visible de cette empreinte depuis 2020. Il n'en demeure pas moins qu'il n'y a aucune zone non chalutée dans le Golfe une fois passée la zone des 3 milles et en deçà de 200m.

Les impacts physiques directs sont essentiellement de deux types : abrasion de la surface du sédiment (ce qui arrache et/ou détruit les organismes les plus fragiles) et remise en suspension des particules fines (avec pour conséquence l'augmentation de la turbidité et l'étouffement des organismes filtreurs). A cela vient s'ajouter un nombre important d'impacts indirects sur le fonctionnement biogéochimique benthique, en particulier le cycle du carbone, et sur le

fonctionnement trophique des communautés benthiques altérées (voir Vaz et Laffargue, 2021 pour une revue).

Sur le plateau continental méditerranéen, les habitats benthiques ont été soumis à un chalutage de fond de forte intensité pendant des décennies (Jackson et al., 2001). Il en résulte une érosion de la biodiversité benthique et une dégradation de l'état des fonds marins. L'effet de la pression du chalutage varie en fonction du type d'habitat considéré, en prenant en compte leur sensibilité naturelle. Celle-ci résulte à la fois de leur résistance (capacité à supporter la pression) et de leur résilience (capacité à s'en remettre). Les habitats soumis naturellement à des perturbations physiques importantes (courant, impact des vagues) sont souvent moins sensibles que les autres. Dans le golfe du Lion, **50 % de la surface a probablement vu ses communautés benthiques d'origine être remplacées** par des communautés adaptées à l'impact de la pêche (Jac et al., 2020, Fig.24).

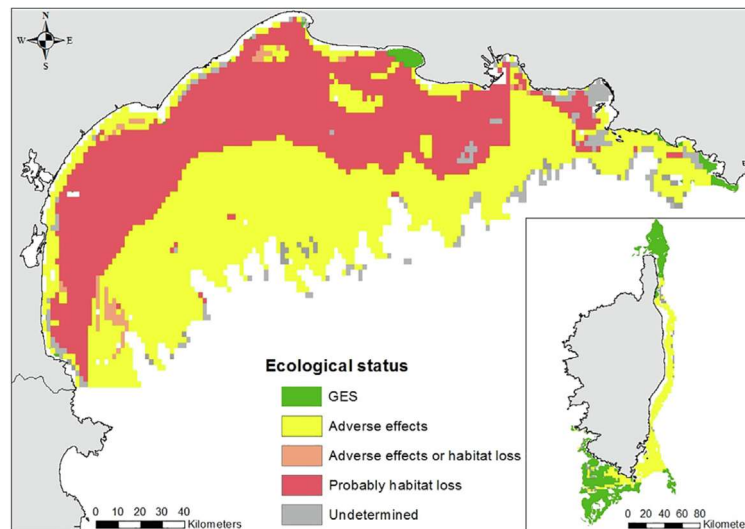


Figure 24 : Statut écologique en lien avec l'impact de la pêche des habitats du Golfe du Lion et de la Corse. Bon état écologique (GES), effet néfaste (Adverse effect), effet néfaste ou perte d'habitat (Adverse effects or habitat loss), Perte d'habitat probable (Probably habitat loss), indéterminé (undetermined) (Jac et al., 2020)

L'évaluation de l'intégrité des fonds réalisée en 2022 a montré que 86% de la perturbation des fonds sur la façade Méditerranéenne étaient imputables à la pêche et que **90% des surfaces perturbées présentent un risque fort d'effet néfaste** (Brivois et al. 2022). En outre, deux tiers des surfaces perturbées sont caractérisés par des dépassements supérieurs à 10 fois le seuil fort de l'habitat considéré (Brivois et al. 2022, Fig.25). Compte tenu des niveaux de perturbations actuels dans le Golfe du Lion, il est impossible que les habitats soient en bon état du point de vue de leur composition et de leur fonctionnement.

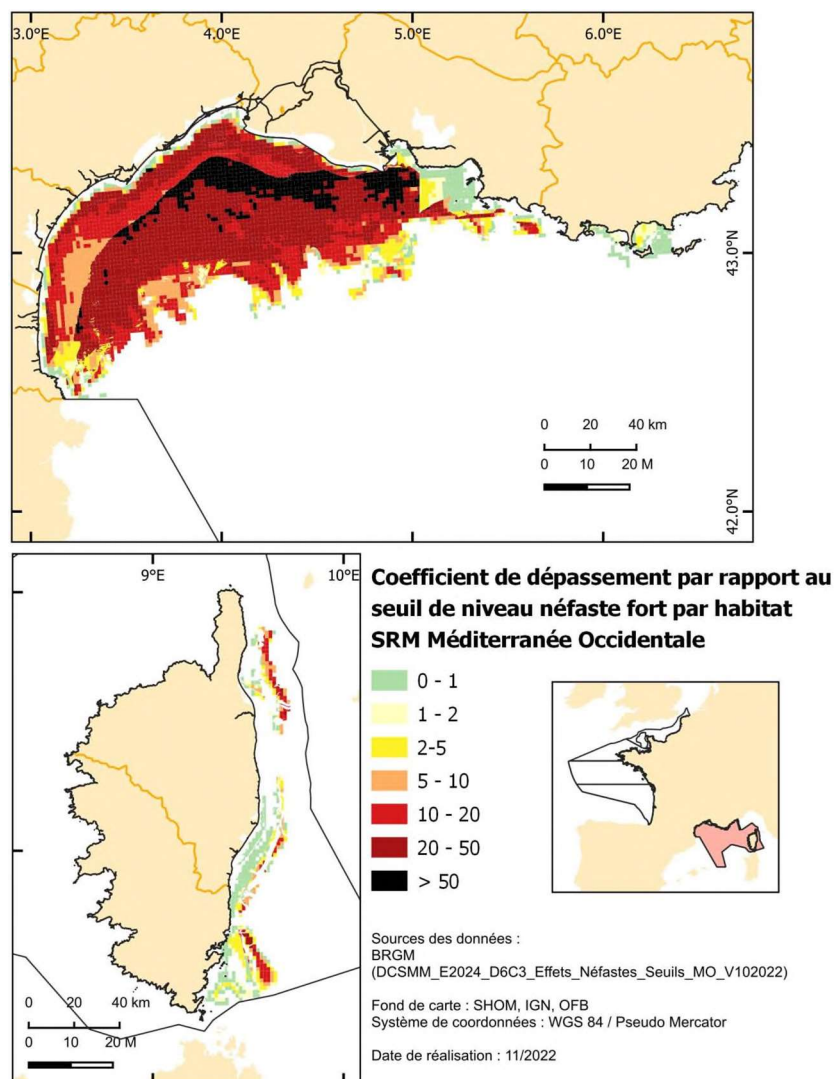


Figure 25 : Carte représentant le rapport entre l'abrasion à laquelle est soumis l'habitat, et la valeur seuil relative à chaque habitat, à partir de laquelle le risque d'effets néfastes est considéré comme fort (Brivois et al., 2022)

Ces résultats sont en contradiction avec les objectifs de Bon État Écologique de la Directive Cadre Stratégie sur le Milieu Marin et le nouveau règlement européen sur la restauration de la nature (visant à ce que 20% des habitats en mauvais état soient restaurés d'ici à 2030). La mise en place de fermetures saisonnières dans le cadre du plan de gestion WestMed (dont les objectifs sont le retour au RMD des espèces démersales exploitées) ne permettent pas à l'heure actuelle de protéger efficacement les habitats benthiques de l'impact du chalutage en Méditerranée et seules les zones profondes de plus de 100 ou 200 m sont véritablement épargnées par cette pression. Compte tenu de la capacité de pêche actuelle et malgré les réductions récentes d'effort et du nombre de navires, restaurer l'environnement benthique nécessitera la mise en place de zones de protection fortes, y compris sur le plateau entre 40 et 100m dans lesquelles le chalutage pourrait être très limité, voir interdit.

4.6. Conclusion

Cette étude a permis de développer des modèles distincts pour les OTT et les OTB sur la façade Méditerranéenne et d'en dériver une estimation plus fiable, bien que contenant toujours certaines incertitudes, sur l'empreinte globale du chalutage de fond dans la GSA07.

Ces incertitudes concernent à la fois les distances parcourues et les ouvertures horizontales. L'amélioration de la collecte de la donnée, aussi bien via la généralisation et l'augmentation de

fréquence du VMS que du protocole d'observation OBSMER pourrait permettre de réduire ces incertitudes.

En particulier, nous recommandons de mesurer systématiquement les distances entre les panneaux lors des observations en mer (OBSMER) pour affiner les paramètres des modèles d'abrasion sur toutes les façades à l'avenir.

Quelques soient ces incertitudes, la tendance observée restera probablement la même. Ainsi, l'empreinte du chalutage n'a fait qu'augmenter de 2012 à 2021 et cette tendance a été fortement renforcée par la transition vers le chalut jumeau (OTT) dont la distance entre les panneaux a été estimée ici à environ 1.75 fois celle d'un chalut simple (OTB). A la faveur du plan de gestion WestMed, cette tendance s'est inversée sur 2022-2023, en particulier au-delà de 90m de profondeur.

Il n'en demeure pas moins que l'impact du chalutage est considéré comme la première cause de détérioration des habitats benthiques en Méditerranée et que l'ensemble des fonds situés entre les 3 milles côtiers et 100m de profondeur sont soumis à des pressions de chalutage très importantes, supportant 3 à 30 balayages par an, soit une intensité comparable à celle de la grande vasière dans le Golfe de Gascogne (Georges et al., 2021). La méditerranée, un milieu bien plus oligotrophe et donc moins productif que l'Atlantique, peine à supporter une telle pression. De ce point de vue, l'évolution des pratiques de pêche, remplaçant le chalut simple par le chalut jumeau, résulte indiscutablement en une aggravation des impacts néfastes des chaluts de fonds sur l'environnement benthique et peut-être pélagique (augmentation de la turbidité en zone démersale) dans le Golfe de Lion. Ce constat appelle à la mise en place d'une gestion spatialisée, réglementant l'accès de certaines zones au chalutage de fond, de façon à permettre une restauration passive d'une partie des habitats dégradés.

5. Comparaison de l'utilisation du chalut OTT (jumeau) avec celle du chalut OTB (simple) sur l'aspect consommation de carburant et rentabilité économique.

5.1. Méthode.

Sur la base de l'activité des chalutiers français opérant en Méditerranée, nous avons fait la distinction pour chaque année entre les chalutiers ayant utilisé uniquement l'engin OTB (chalut simple), ceux ayant utilisés uniquement l'engin OTT (chalut jumeau) et ceux ayant utilisé les 2. Les chalutiers sont également agrégés par classe de longueurs (18-24m et supérieur à 24m). Ainsi pour chaque année, 6 flottilles (agrégat de navires) peuvent être identifiées.

Afin de pouvoir estimer les coûts de ces navires, les données Ecopêche ont été utilisées (accès via le CASD – centre d'accès sécurisé à distance). Ces données sont à l'échelle annuelle et disponibles pour seulement un échantillon de navires. Afin de respecter les règles de confidentialité, chaque agrégat doit contenir un minimum de 5 navires.

Cette règle n'était pas respectée si on travaillait sur des indicateurs à l'échelle d'une année, c'est pourquoi nous avons utilisé les données de deux années : les années 2021 et 2022. Les données de l'année 2023 (non encore disponibles) et 2020 (année particulière en raison du Covid19) n'ont pas été intégrées à l'analyse. Les nombres de navires flottille en activité, et dans l'échantillon des données Ecopêche en 2021 et 2022 sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Nombre de navires en activité par flottille, et dans l'échantillon économique en 2021 et en 2022. FPC correspond au fichier « Flotte de Pêche Communautaire ». *règle de confidentialité respectée (un minimum de 5 navires et il ne faut pas qu'un navire représente 80% de la valeur totale de la variable)

Flottille	Nombre de navires en activité en 2021 (FPC)	Nombre de navires en activité en 2022 (FPC)	Nb de navire dans l'échantillon économique en 2021 (CASD)	Nb de navire dans l'échantillon économique en 2022 (CASD)	Nb de navire pour l'analyse (2021+2022) CASD*
Chalutiers 18-24m OTB	14	9	3	4	7
Chalutiers 18-24m OTT	5	6	2	4	6
Chalutiers 18-24m OTB et OTT	7	11	3	6	9
Chalutiers sup 24m OTB	8	4	4	1	5
Chalutiers sup 24m OTT	14	16	5	9	14
Chalutiers sup 24m OTB et OTT	8	9	7	5	12

Une comparaison des volumes et coûts de carburant, ainsi que du chiffre d'affaires et des valeurs ajoutées brutes a été effectuée entre les flottilles OTB et OTT. Par ailleurs, des données supplémentaires sont fournies pour les flottilles comportant des navires ayant utilisé à la fois l'OTB et l'OTT au cours de l'année.

La valeur ajoutée brute représente la valeur créée par l'activité. Elle est mesurée par la différence entre la valeur de la production (au prix de vente) et les consommations intermédiaires. Elle est égale à la différence entre le chiffre d'affaires hors subventions directes au revenu et la somme des coûts relatifs à la consommation d'énergie, à la maintenance et à la réparation et les autres coûts variables et fixes.

5.2. Résultats

Les figures 26 et 27 illustrent cette comparaison pour les différentes variables étudiées selon les flottilles. Les valeurs présentées correspondent aux moyennes calculées sur l'échantillon. Il est important de noter que seules des données annuelles sont disponibles et donc utilisées dans cette analyse.

Le tableau 9 présente les valeurs des moyennes et des écarts-types des variables étudiées. Le tableau 10, quant à lui, expose les différences en pourcentage entre les chalutiers ayant utilisé uniquement le chalut simple en 2021 et/ou 2022 et ceux ayant utilisé exclusivement le chalut jumeau en 2021 et/ou 2022.

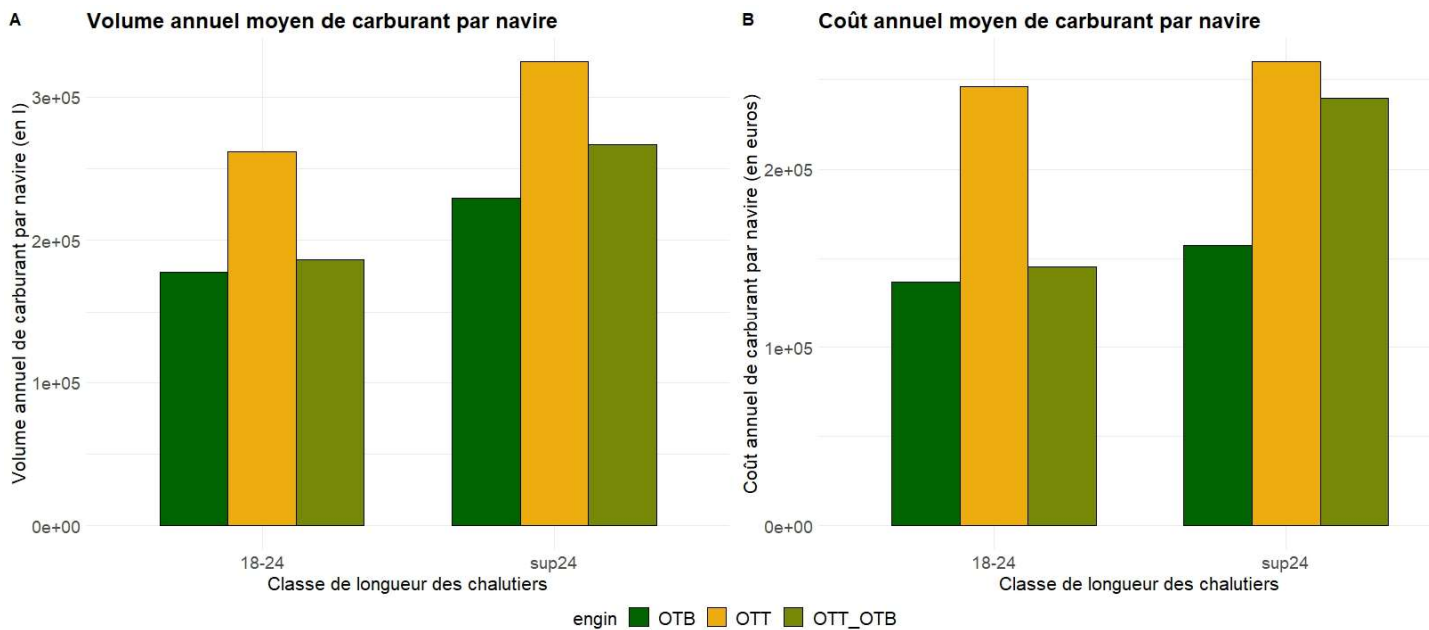


Figure 26 : Comparaison du volume annuel moyen (en A) et du coût annuel moyen de carburant (en B) par navire selon la classe de longueur des chalutiers et le type d'engin utilisé. Les données sont présentées pour deux classes de longueur de chalutiers : 18-24 mètres et plus de 24 mètres (sup24). Les couleurs représentent les types d'engins utilisés : OTB (chalut simple, en vert foncé), OTT (chalut jumeau, en jaune foncé), et OTB/OTT (navires ayant utilisé les deux types d'engins, en vert clair).

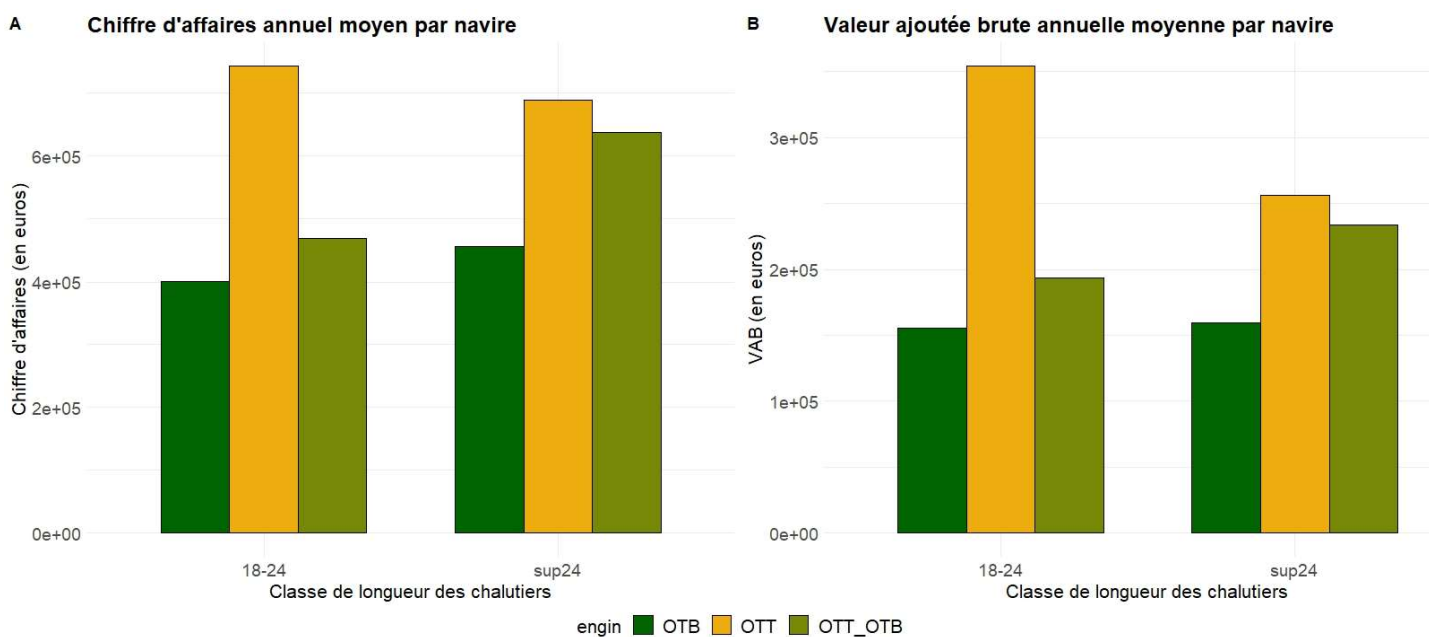


Figure 27 : Comparaison du chiffre d'affaires annuel moyen (en A) et de la valeur ajoutée brute annuelle moyenne (en B) par navire selon la classe de longueur des chalutiers et le type d'engin utilisé. Les données sont présentées pour deux classes de longueur de chalutiers : 18-24 mètres et plus de 24 mètres (sup24). Les couleurs représentent les types d'engins utilisés : OTB (chalut simple, en vert foncé), OTT (chalut jumeau, en jaune foncé), et OTB/OTT (navires ayant utilisé les deux types d'engins, en vert clair).

Tableau 9 : Moyennes et écarts-types (entre parenthèses) des différentes variables économiques par navire par an et par flottille. Ces données sont segmentées en fonction des types de flottilles : OTB (chalut simple), OTT (chalut jumeau), et OTB/OTT (navires utilisant les deux types d'engins).

	18-24m			Sup 24m		
	OTB	OTT	OTB/OTT	OTB	OTT	OTB/OTT
Volume de carburant (en l)	177 409 (32 196)	261 679 (58 369)	186 480 (56 193)	229 141 (45 845)	324 354 (124 222)	266 858 (146 343)
Coûts de carburant (en €)	137 064 (33 484)	246 126 (76 368)	145 370 (48 957)	157 462 (32 395)	259 923 (117 700)	239 849 (114 205)
Chiffre d'affaires (en €)	401 116 (83 513)	742 121 (307 453)	469 622 (142 878)	456 223 (107 248)	689 000 (287 172)	638 007 (240 643)
Valeur ajoutée brute (en €)	154 837 (48 730)	353 863 (223 656)	194 173 (81 608)	160 089 (70 679)	256 038 (138 256)	233 719 (98 269)

Tableau 10 : Différences en pourcentage entre chalutier utilisant uniquement le chalut simple et chalutier utilisant uniquement le chalut jumeau.

	18-24m	Sens de la différence	Sup 24m	Sens de la différence
Volume de carburant	38,38%	OTT>OTB	34,40%	OTT>OTB
Coûts de carburant	56,92%	OTT>OTB	49,10%	OTT>OTB
Prix du carburant (€/l)	21,35%	OTT>OTB	13,21%	OTT>OTB
Chiffre d'affaires	59,66%	OTT>OTB	40,65%	OTT>OTB
Valeur ajoutée brute	78,25%	OTT>OTB	46,12%	OTT>OTB

On observe une différence entre flottilles « OTB » et « OTT » pour les volumes de carburant utilisés et ceci pour les 2 classes de longueurs. Cette différence se creuse en termes de coût du carburant. Pour autant, les chiffres d'affaires et valeurs ajoutées brutes sont plus favorables pour l'OTT.

5.3. Conclusion

Un chalutier de 18-24m ayant utilisé uniquement le chalut jumeau (OTT) au cours des années 2021 et 2022 a consommé en moyenne 38% de plus de carburant qu'un chalutier de 18-24m ayant utilisé uniquement le chalut simple (OTB), et 34% de plus pour un chalutier de plus de 24m. Nous pouvons également noter qu'en moyenne un chalutier qui a utilisé uniquement le chalut jumeau est plus profitable qu'un chalutier ayant utilisé seulement le chalut simple, et ceci quelle que soit la classe de longueur du chalutier.

Il est important de souligner que l'interprétation de ces résultats présente des difficultés. En raison de l'incapacité à exploiter les données économiques au niveau individuel des navires, il nous est impossible de déterminer si les différences observées sont attribuables à l'utilisation du chalut jumeau par rapport au chalut simple, ou à d'autres facteurs. Par exemple, il se peut que les navires utilisant le chalut jumeau soient généralement plus grands, possèdent un équipage plus nombreux, etc. Par ailleurs, le fait d'avoir dû agréger les données sur deux années introduit un biais supplémentaire, tel que l'effet de l'année. Enfin, il convient de noter que la variabilité des valeurs au

sein des flottilles est très importante, comme le montrent les écarts-types élevés. Cela rend l'interprétation des moyennes encore plus complexe et suggère que les résultats peuvent être influencés par une hétérogénéité significative au sein de chaque flottille.

6. Analyse des consommations de carburant

Le questionnaire « caractéristiques techniques des chaluts de fond méditerranéens » n'a pas permis d'obtenir des informations suffisantes sur la consommation de carburant. Nous proposons donc ici, à partir de 3 cas étudiés lors de projets antérieurs, des données sur la consommation.

6.1. Notions de traction, puissance et consommation

La consommation de carburant des navires dépend des caractéristiques des engins tractés et notamment des indicateurs suivants :

Traction au point fixe : force maximale, en général exprimée en tonnes, développée à vitesse nulle. Elle est liée linéairement à la puissance du moteur de propulsion : traction par cheval (1 cv=736 watts) : de 15 à 20 kgF, gain de 15 à 20% si l'hélice est équipée d'une tuyère.

Traction et puissance : la traction d'un chalutier peut se situer autour de 12 à 15 kgF par kw en vitesse de chalutage.

Consommation spécifique CS d'un moteur diesel : elle est d'environ 190 à 240 gr par kw et par heure ou 0.23 à 0.29 litre/kwh. Ainsi, un moteur de 316 kw a une consommation (pleine puissance) d'environ 75 à 91 l/h.

Traction et surface de fil du (des) chalut(s) : le guide du marin pêcheur (édition FAO 1988) propose une relation linéaire, par exemple pour les chaluts à 4 faces : environ 0.1 m² / cv et environ 0.075 m² / cv pour les chaluts à 2 faces)

On rappelle par ailleurs que la traction nécessaire au remorquage d'un chalut est très dépendante de la vitesse de remorquage et que cette vitesse est généralement assez importante en Méditerranée (4 nœuds) comparée aux pratiques en Atlantique (3.5 nœuds). Les maillages ont aussi une forte influence sur la traînée et les chaluts méditerranéens ont des mailles plutôt petites (donc une traînée plus forte par rapport à des maillages plus grands).

De plus l'écartement entre panneaux, qui conditionne la surface balayée et l'angle des bras et donc la capacité de captures des espèces sensibles au rabattement, est dépendante de la profondeur.

On pourra aussi consulter le rapport du projet ASFEESH qui présente des données de consommation des chalutiers méditerranéens (<https://amop.fr/le-projet-asfeech/>)

6.2. Comparaison des consommations des trains de pêche à chalut simple ou jumeaux à partir d'exemples

Le Tableau 11.11 présente trois trains de pêche au chalut en Méditerranée étudiés lors des projets JUMER et REVERSE (Vincent 2021; Vincent et al. 2015). On notera que pour ces 3 cas, l'équipe projet a dû apporter à bord des systèmes de mesure pour connaître les ouvertures car les navires n'en étaient pas équipés. Cet échantillon est trop faible pour en déduire des généralités mais il permet de s'interroger sur l'intérêt du passage aux jumeaux.

Tableau 11 : pour 3 cas observés dans des projets de recherche (1 chalut simple et 2 jumeaux), comparaison des caractéristiques et des consommations, en particulier par unité de surface de sol balayée. La surface balayée entre les ailes par heure est obtenue en multipliant l'ouverture entre ailes par la vitesse et divisée par une heure. * Les puissances calculées sont obtenues avec une CS de 220 gr/kwh

Chalut(s)	Panneaux	Tension dans les funes	Ouvertures	Consommation (en litre par heure ou m ² balayé)
Cas 1 Simple 4 faces Corde de dos : 46m Surface de fil : 57m ²	Plans 3.25m ² 450kg	2.5t / fune à 3.6 nœuds	Ailes : 22m Panneaux : 96m (Sonde : 91m)	Observée :85 l/h Puissance calculée * : 430 cv Rapportée à la surface balayée : Ailes : 0.00058 l/m ² Panneaux : 0.00013 l/m ²
Cas 2 Jumeaux 4 faces nylon Corde dos : 60m (x2) Surface fil : 100m ² (x2)	A foils 3.4 m ² 600 kg	3.3t / fune à 4 nœuds	Ailes : 25m Panneaux : 140m (Sonde : 95m)	Observée :190 l/h Puissance calculée * : 960 cv Rapportée à la surface balayée : Ailes : 0.00051 l/m ² Panneaux : 0.00018 l/m ²
Cas 3 Jumeaux Corde dos : 35m (x2) Plan non disponible	A foils 4.3 m ² 1300 kg	7t / fune à 4 nœuds	Ailes : 15m Panneaux : 130m (Sonde : 70m)	Observée :240 l/h Puissance calculée * : 1200 cv Rapportée à la surface balayée : Ailes : 0.00108 l/m ² Panneaux : 0.00025 l/m ²

On notera que le chalut simple a une ouverture entre les pointes d'ailes proche de sa valeur théorique qui correspond à la moitié de la longueur de la corde de dos (-4%) mais que pour les jumeaux des cas 2 et 3, les ouvertures entre les pointes d'ailes sont plus faibles (respectivement -16% et -14% de la valeur attendue). Ce manque d'ouverture s'accompagne donc d'un angle de bras plus faible par rapport à sa valeur nominale d'environ 13°, mais qui peut être plus favorable à la capture de certaines espèces benthiques. Un argument souvent avancé par le patron est de rechercher une ouverture plus faible pour limiter les risques d'envasement.

Les consommations rapportées à la surface balayée (dernière colonne du tableau 11) sont assez proches pour le chalut simple et les jumeaux du cas 2. L'intérêt d'un gréement à chaluts jumeaux ne

semble donc pas clair pour ces cas précis. Il faudrait idéalement évaluer la consommation par unité de volume filtré. On ne cherchera donc pas à généraliser cette observation. Il y a cependant un intérêt à fractionner les chaluts : pour limiter le risque de perte en cas d'avaries et pour faciliter la maintenance. Mais cela génère des coûts supplémentaires. On trouve d'ailleurs dans la littérature (Thomsen 2005) que des navires qui ont adopté les jumeaux à la place d'un chalut simple ont obtenu une réduction de consommation substantielle mais à l'opposé Rihan (2005) suggère de revenir au chalut simple pour limiter la consommation de carburant.

Pour le cas 3, les consommations de carburant par surface balayé ont doublé par rapport au chalut simple. Une telle augmentation par rapport à la surface balayée n'est pas attendue pour le chalut jumeau, ce qui fait penser à un problème possible de choix matériel.

Les exemples et références présentés ici ne permettent pas de généraliser mais montrent que la réduction théorique de consommation par surface balayée, attendue dans le cas d'un chalut jumeau n'est finalement pas évidente. Il faudrait par ailleurs intégrer les coûts supplémentaires d'équipement, de maintenance du matériel, de temps de manœuvre, le type de pêche et l'état initial des technologies présentes à bord pour compléter l'analyse.

7. Conclusion Générale

L'adoption du chalut jumeau, devenu majoritaire en moins de 10 ans en Méditerranée Française, fut rapide et massive au sein de la flottille chalutière occitane. Cette transition s'est opérée bien avant le début du plan de gestion WestMed en 2020. Les raisons de ce succès sont simples et économiques. D'un point de vue technique, la surface balayée augmente très significativement au chalut jumeau, et par voie de conséquence, les captures et le chiffre d'affaires.

Du point de vue des stocks, le passage au chalut jumeau se traduit par une augmentation des captures par jour de mer comprise entre 25 et 60% pour une grosse moitié des stocks principaux du Golfe du Lion. Les stocks benthiques (baudroie, tacauds, poulpes et élédones, crevette rose du large, etc..) sont ceux pour lesquels ces augmentations sont les plus importantes. La seule exception concerne le merlu, pour lequel l'effet est plus mitigé : si une augmentation significative des captures de merlu est observée au chalut jumeau pour les chalutiers de petite taille (+17%) l'inverse est observé pour les chalutiers de plus de 24m (+24% de captures au chalut simple). Ce qui peut s'expliquer par le fait que le chalut simple, avec sa plus grande ouverture verticale, est mieux adapté pour pêcher les poissons moins inféodés au fond, comme le merlu. L'impact du passage au chalut jumeau sur les stocks peut se résumer ainsi : une augmentation très significative des captures pour toutes les espèces bien inféodées au fond, et un effet plus neutre sur les espèces les plus benthopélagiques, pour lesquelles l'effet négatif de la perte d'ouverture verticale peut-être plus ou moins compensé par la plus grande surface horizontale balayée. Les augmentations de captures constatées par espèce dans ce document sont en cohérence avec les travaux menés lors du groupe d'expertise (European Commission. Joint Research Centre. et European Commission. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. 2021) et basés sur les biomasses totales capturées, toutes espèces confondues. Dans ce rapport, les facteurs de conversion calculés étaient compris entre 0.6 (18-24m) et 0.7 (24-40m), i.e. un chalutier équipé au chalut simple remonte ~0.6 ou 0.7 fois la biomasse (toutes espèces confondues) remontée par un chalut jumeau. Notons enfin que si les biomasses capturées augmentent, les diagrammes d'exploitation sont les mêmes entre les deux engins : pour aucune espèce les augmentations de captures liées au chalut jumeau ne ciblent une fraction de taille particulière.

Le passage au chalut jumeau est également synonyme d'une augmentation de la consommation de carburant à l'échelle de la flottille. En effet, et même si le rapport surface/carburant s'améliore avec le chalut jumeau, le régime de gestion de l'effort actuellement en place dans le Golfe du Lion est mesuré en nombre de jours de mer, et les dispositions législatives actuelles ne font pas de différence entre le chalut simple et le chalut jumeau. Ainsi, un navire consommant un jour de mer au chalut jumeau raclera plus de surface et consommera plus de carburant qu'un navire équipé au chalut simple. L'adoption massive du chalut jumeau en Méditerranée française, avec la législation actuelle, s'est donc traduite par une augmentation significative de l'effort de pêche, des captures, des surfaces abrasées, et de la consommation de carburant.

Malgré ces augmentations de consommation de carburant, le chalut jumeau semble rester plus rentable, et donc plus attractif économiquement, que son homologue simple. L'analyse économique de ce document (Chapitre 6) fait état de performances économiques en moyenne bien supérieures pour le chalut jumeau, avec des chiffres d'affaires moyens supérieurs de 40 à 60%, et une valeur ajoutée brute supérieure de 46% à 78%, selon la classe de longueur considérée. Cependant, ces résultats sont basés sur des moyennes et montrent une grande variabilité, avec des écarts-types importants. Cela reflète une forte hétérogénéité entre les situations, rendant difficile une conclusion définitive quant à la rentabilité supérieure du chalut jumeau. Plus d'observation sont donc nécessaires pour affiner ces conclusions.

L'adoption du chalut jumeau a des conséquences environnementales fortes. L'augmentation de l'effort de pêche constaté sur les stocks benthiques comme la baudroie par exemple va dans le sens inverse de l'évaluation disponible pour cette espèce (GFCM 2024) qui indique une surexploitation et la nécessité d'augmenter la survie des juvéniles pour permettre la reconstitution des biomasses de reproducteurs, actuellement en diminution. Plus généralement, l'adoption quasi généralisée du

chalut jumeau a augmenté le niveau d'abrasion des fonds marins du Golfe du Lion de près de 30%, dans un milieu déjà très impacté (Chapitre 5).

En conclusion, on peut considérer que le déterminant principal de l'adoption du chalut jumeau dans le Golfe du Lion est économique, puisqu'il offre à priori une rentabilité accrue aux navires l'utilisant. Cette augmentation de rentabilité se fait cependant au détriment de la consommation de carburant, des écosystèmes benthiques, et des stocks qui leur sont associés. La prise en compte explicite de la différence entre chalut simple et chalut jumeau au sein du système de répartition des quotas d'effort pourrait compenser ces inconvénients, en considérant par exemple, conformément aux ratios de captures médians calculés dans ce rapport, qu'une journée de travail au chalut jumeau équivaut à 1.25 (cf. section 3.3.2, fig 14) jour de travail au chalut simple, pour une même classe de taille de navire.

8. Références

- Amoroso, R. O., A. M. Parma, C. R. Pitcher, R. A. McConnaughey, et S. Jennings. 2018. « Comment on “Tracking the Global Footprint of Fisheries” ». *Science* 361 (6404): eaat6713. <https://doi.org/10.1126/science.aat6713>.
- Amoroso, Ricardo O., C. Roland Pitcher, Adriaan D. Rijnsdorp, Robert A. McConnaughey, Ana M. Parma, Petri Suuronen, Ole R. Eigaard, et al. 2018. « Bottom Trawl Fishing Footprints on the World’s Continental Shelves ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115 (43). <https://doi.org/10.1073/pnas.1802379115>.
- Brabant, Jean-Claude, et Claude Nedelec. 1988. « Les Chaluts. Conception, Construction, Mise En Oeuvre », janvier. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3811/>.
- Charuau, Anatole. 1987. « Les pêcheries mixtes de langoustine et de merlu du golfe de Gascogne. Description, préparation à une modélisation et à une simulation des procédures de gestion ». <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1763/>.
- Collie, Jeremy S., Stephen J. Hall, Michel J. Kaiser, et Ian R. Poiner. 2000. « A Quantitative Analysis of Fishing Impacts on Shelf-sea Benthos ». *Journal of Animal Ecology* 69 (5): 785-98. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2656.2000.00434.x>.
- Deschamps, Gérard. 2003. *Les chaluts*. Editions Quae.
- . 2004. *Histoire du chalut : évolution des techniques et des matériaux*. Editions Quae.
- Dounas, Costas, Ian Davies, George Triantafyllou, Panayota Koulouri, George Petihakis, Christos Arvanitidis, George Sourlatis, et Anastasios Eleftheriou. 2007. « Large-Scale Impacts of Bottom Trawling on Shelf Primary Productivity ». *Continental Shelf Research* 27 (17): 2198-2210. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2007.05.006>.
- Durrieu De Madron, X., B. Ferré, G. Le Corre, C. Grenz, P. Conan, M. Pujo-Pay, R. Buscail, et O. Bodiot. 2005. « Trawling-Induced Resuspension and Dispersal of Muddy Sediments and Dissolved Elements in the Gulf of Lion (NW Mediterranean) ». *Continental Shelf Research* 25 (19-20): 2387-2409. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2005.08.002>.
- Eigaard, Ole R., Francois Bastardie, Mike Breen, Grete E. Dinesen, Niels T. Hintzen, Pascal Laffargue, Lars O. Mortensen, et al. 2016. « Estimating Seabed Pressure from Demersal Trawls, Seines, and Dredges Based on Gear Design and Dimensions ». *ICES Journal of Marine Science* 73 (suppl_1): i27-43. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv099>.
- Eigaard, Ole R., Francois Bastardie, Niels T. Hintzen, Lene Buhl-Mortensen, Pål Buhl-Mortensen, Rui Catarino, Grete E. Dinesen, et al. 2017. « The Footprint of Bottom Trawling in European Waters: Distribution, Intensity, and Seabed Integrity ». Édité par Michel Kaiser. *ICES Journal of Marine Science* 74 (3): 847-65. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw194>.
- European Commission. Joint Research Centre. et European Commission. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. 2021. *Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF): West Med Assessments : Conversion Factors, Closures, Effort Data and Recreational Fisheries (STECF 21 01)*. LU: Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/36048>.
- Georges, Vincent, Eric Begot, Julie Duchene, Marie-Claire Fabri, Pascal Laffargue, Emilie Leblond, Julien Rodriguez, Sandrine Vaz, Mathieu Woillez, et Lenaïck Menot. 2021. *Développement d’un indicateur d’abrasion des fonds marins par les arts de pêche trainants pour l’évaluation du bon état écologique des habitats benthiques*. Pdf. Ifremer. <https://doi.org/10.13155/85532>.
- Gestin, Pierre Gildas, et François Theret. 1988. « Les chaluts jumeaux. Fiches techniques d’engins de pêche », n° 19.
- GFCM, SAC. 2024. « GENERAL FISHERIES COMMISSION FOR THE MEDITERRANEAN (GFCM). Scientific Advisory Committee on Fisheries (SAC).

- Halpern, Benjamin S., Shaun Walbridge, Kimberly A. Selkoe, Carrie V. Kappel, Fiorenza Micheli, Caterina D'Agrosa, John F. Bruno, et al. 2008. « A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems ». *Science* 319 (5865): 948-52. <https://doi.org/10.1126/science.1149345>.
- Hiddink, J. G., S. Jennings, et M. J. Kaiser. 2007. « Assessing and Predicting the Relative Ecological Impacts of Disturbance on Habitats with Different Sensitivities ». *Journal of Applied Ecology* 44 (2): 405-13. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01274.x>.
- ICES. 2019. « Working Group on Spatial Fisheries Data (WGSFD) ». <https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.5648>.
- . 2020. « Workshop on EU regulatory area options for VME protection ». <https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.7618>.
- Ifremer. 2021. « Algorithme de traitement de données de géolocalisation ALGOPESCA. Note synthétique. » SIH <https://archimer.ifremer.fr/doc/00682/79405/>. Ifremer.
- Lee, Janette, Andy B. South, et Simon Jennings. 2010. « Developing Reliable, Repeatable, and Accessible Methods to Provide High-Resolution Estimates of Fishing-Effort Distributions from Vessel Monitoring System (VMS) Data ». *ICES Journal of Marine Science* 67 (6): 1260-71. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq010>.
- Mayer, Lawrence M., Daniel F. Schick, Robert H. Findlay, et Donald L. Rice. 1991. « Effects of Commercial Drugging on Sedimentary Organic Matter ». *Marine Environmental Research* 31 (4): 249-61. [https://doi.org/10.1016/0141-1136\(91\)90015-Z](https://doi.org/10.1016/0141-1136(91)90015-Z).
- Mytilineou, Chryssi, Bent Herrmann, Antonello Sala, Danai Mantopoulou-Palouka, et Persefoni Megalofonou. 2021. « Estimating Overall Size-Selection Pattern in the Bottom Trawl Fishery for Four Economically Important Fish Species in the Mediterranean Sea ». *Ocean & Coastal Management* 209 (août):105653. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105653>.
- Palanques, A., J. Guillén, et P. Puig. 2001. « Impact of Bottom Trawling on Water Turbidity and Muddy Sediment of an Unfished Continental Shelf ». *Limnology and Oceanography* 46 (5): 1100-1110. <https://doi.org/10.4319/lo.2001.46.5.1100>.
- Rihan, D. 2005. « A comparison of twin-rig single-rig trawling in terms of relative fishing efficiency. » Economic Performance Fishing Efficiency of Marine Capture Fisheries ISSN 0429-9345. FAO Fisheries Technical. FAO.
- Rijnsdorp, A. 1998. « Micro-Scale Distribution of Beam Trawl Effort in the Southern North Sea between 1993 and 1996 in Relation to the Trawling Frequency of the Sea Bed and the Impact on Benthic Organisms ». *ICES Journal of Marine Science* 55 (3): 403-19. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1997.0326>.
- Rumohr, H. 2000. « The Impact of Trawl Fishery on the Epifauna of the Southern North Sea ». *ICES Journal of Marine Science* 57 (5): 1389-94. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2000.0930>.
- Sala, Antonello, et Alessandro Lucchetti. 2010. « The Effect of Mesh Configuration and Codend Circumference on Selectivity in the Mediterranean Trawl Nephrops Fishery ». *Fisheries Research* 103 (1-3): 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.02.003>.
- Sinclair, Michael, et Grimur Valdimarsson. 2003. *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. Wallingford Rome: CABI publishing FAO.
- Suuronen, Petri, Francis Chopin, Christopher Glass, Svein Løkkeborg, Yoshiki Matsushita, Dante Queirolo, et Dominic Rihan. 2012. « Low Impact and Fuel Efficient Fishing— Looking beyond the Horizon ». *Fisheries Research* 119-120 (mai):135-46. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2011.12.009>.
- Thomsen, B. 2005. « Efficiency changes in the Faeroese pair-trawler fleet. Economic performance fishing efficiency of marine capture fisheries. » FAO fisheries technical paper ISSN 0429-9345. 482.

- Thrush, Simon F., et Paul K. Dayton. 2002. « Disturbance to Marine Benthic Habitats by Trawling and Dredging: Implications for Marine Biodiversity ». *Annual Review of Ecology and Systematics* 33 (1): 449-73. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150515>.
- Van Denderen, Pd, Sg Bolam, Jg Hiddink, S Jennings, A Kenny, Ad Rijnsdorp, et T Van Kooten. 2015. « Similar Effects of Bottom Trawling and Natural Disturbance on Composition and Function of Benthic Communities across Habitats ». *Marine Ecology Progress Series* 541 (décembre):31-43. <https://doi.org/10.3354/meps11550>.
- Vincent, Benoit. 2021. *Projet REVERSE. Réduction de la remise en suspension du sédiment et des émissions de gaz à effet de serre par les activités de chalutage*. Pdf. Ifremer. <https://doi.org/10.13155/95707>.
- Vincent, Benoit, Michel Dagorn, Yvon Leroy, et Caroline Gamblin. 2015. « Optimisation des panneaux Jumper - Rapport final. » n° 2015-001-PDG/RBE/STH/LTBH. Lorient: Ifremer. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00292/40290/>.

9. Annexes

9.1. Questionnaire – plan de chalut diffusé aux patrons armateurs

Caractéristiques techniques des chaluts de fond méditerranéens

<p>Navire:.....</p> <p>Traction au point fixe:.....Tonnes</p>	<p>Années d'utilisation :</p> <p>- du chalut simple:.....</p> <p>- du chaluts jumeaux:.....</p> <p>- alternance chaluts simple et jumeaux:.....</p>
---	---

Grément : Chalut simple Chaluts jumeaux 2 funes Chaluts jumeaux 3 funes

Fourches

2 entremises + bras
(= patte d'oie du chalut)

3 entremises + bras
(= patte d'oie du chalut)

Page 1/3

Caractéristiques techniques des chaluts de fond méditerranéens

Panneaux

Modèle de panneaux:.....

Surface:.....m²

Poids:.....kg

Hauteur:.....m

Longueur:.....m

Ecartement entre panneaux:.....m

estimé mesuré

Si jumeaux

Clump

Chaîne

Poids:.....kg

Fourches

Oui Non

Longueur sup.:.....m

Longueur inf.:.....m

Corde de dos

Ouverture verticale:.....m

estimée mesurée

Nombre de flotteurs :

Volume de flotteurs:.....L

Longueur totale de corde de dos:.....m

Funes

Diamètre des funes:.....m

Rapport de filage:.....

Bras

Longueur :.....m

Diamètre :.....mm

Entremises

Longueur supérieure :.....m

Longueur inférieure :.....m

Diamètre :.....mm

Bourrelet

Chaîne Bourrelet franc

Rockhopper Racasseur

Diabolo

Longueur du bourrelet :

Poids du bourrelet :

Page 2/3 Navire:..... jumeaux simple
(1 formulaire par type de chalut)

Caractéristiques techniques des chaluts de fond méditerranéens

2 faces 4 faces

Ecartement entre pointes d'ailes :m

 estimé mesuré

Fournir un plan de chalut simple/jumeaux

Dos

Maillage (jauge):mm

Nature du fil : Plastique Nylon

Dyneema Mixte:.....

Diamètre de fil :mm

Face (si 4 faces):

Maillage.....mm

Nature du fil : Plastique

Nylon

Dyneema

Mixte:.....

.....

Ø de fil :mm

Ventre

Maillage (jauge):mm

Nature du fil : Plastique Nylon

Dyneema Mixte:.....

Diamètre de fil :mm

Ralingue: Oui Non

Rapport d'armement :

Cul

Maille carrée (jauge):mm

Maille losange (jauge):mm

Nombre mailles circonférence :

Nature du fil : Nylon Autre:.....mm

Diamètre de fil :

Fil simple Fil double

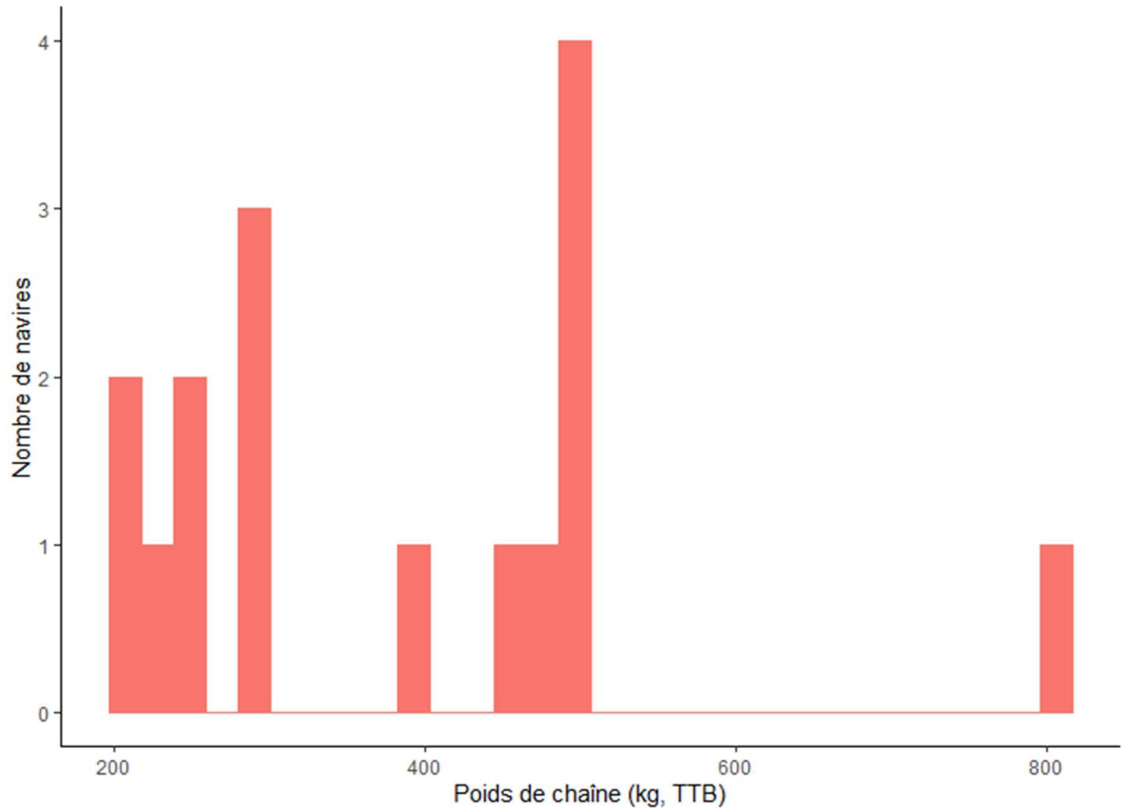
Tablier : Oui Non

Page 2/3 Navire:..... jumeaux simple

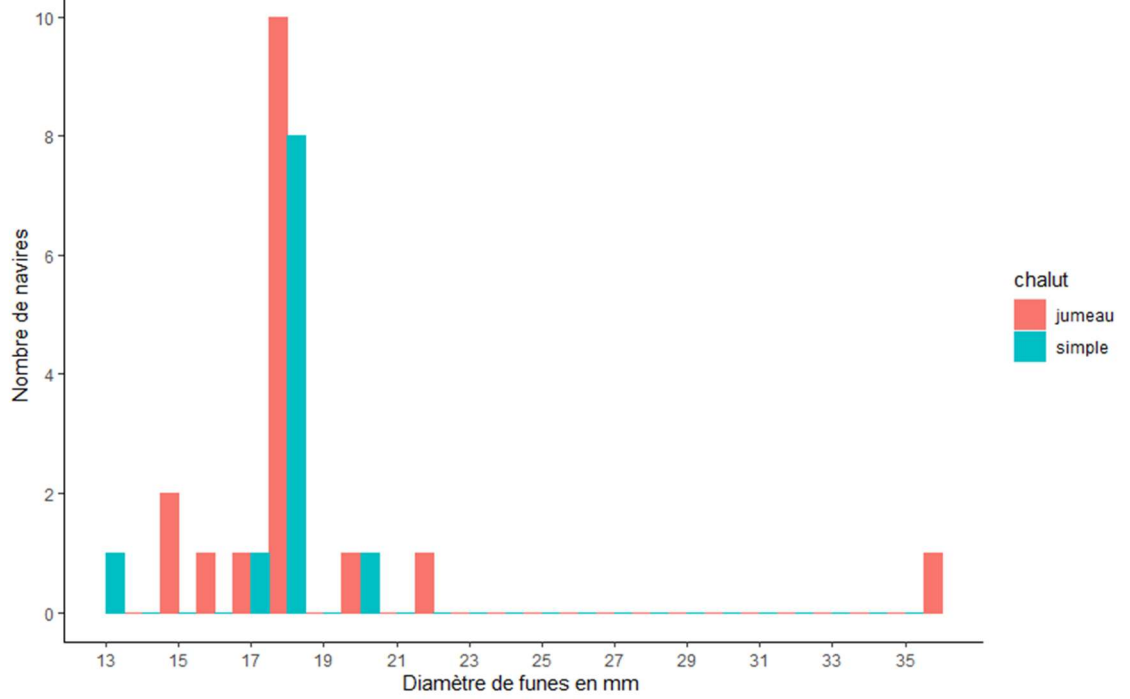
(1 formulaire par type de chalut)

9.2. Représentation graphique des caractéristiques techniques issues des questionnaires

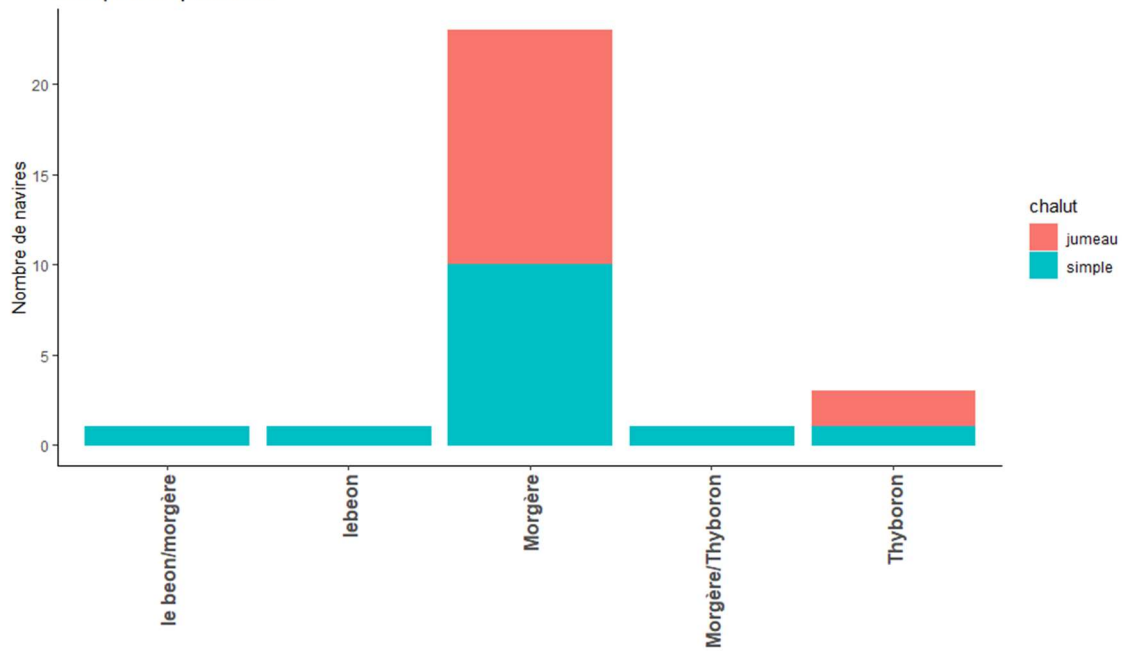
Distribution des poids de chaîne utilisés par les chalutiers grées au chalut jumeau

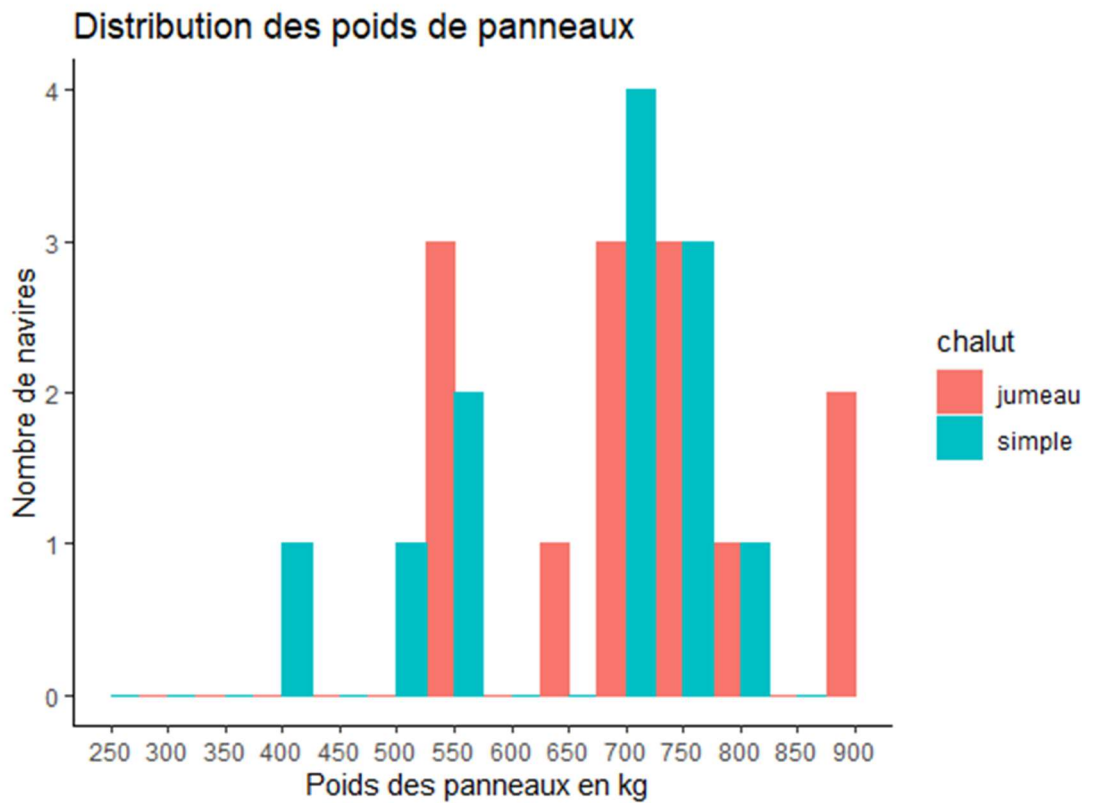
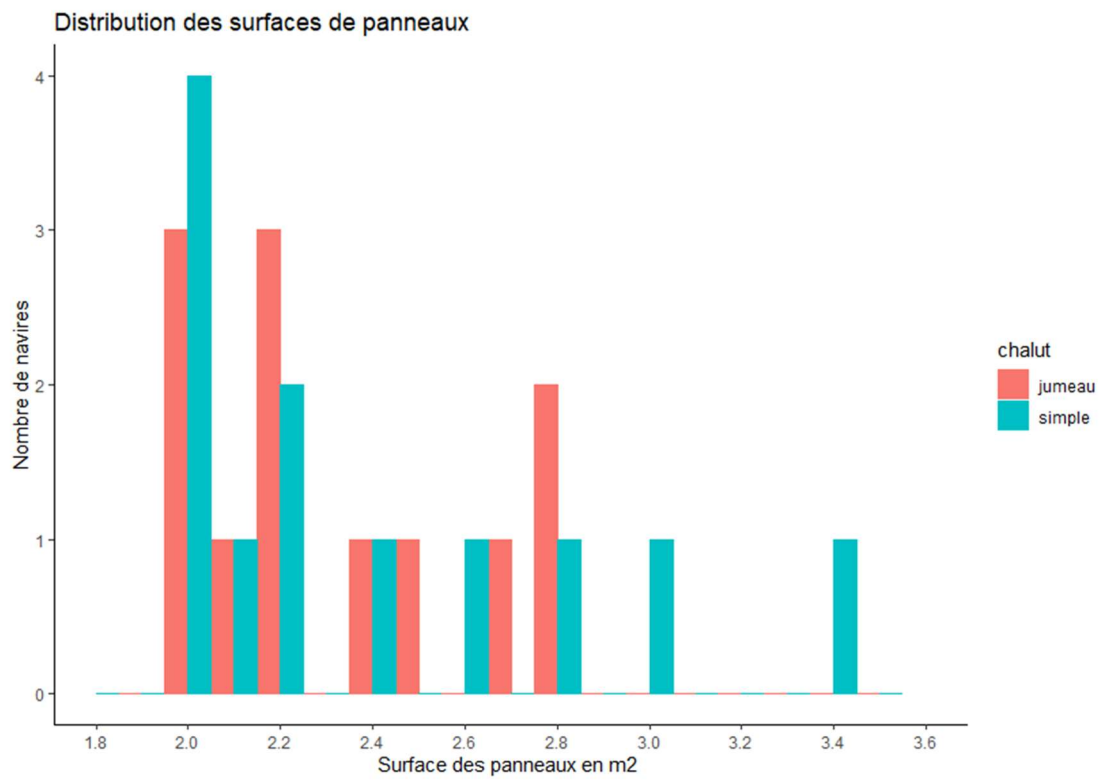


Distribution des diamètres de funes

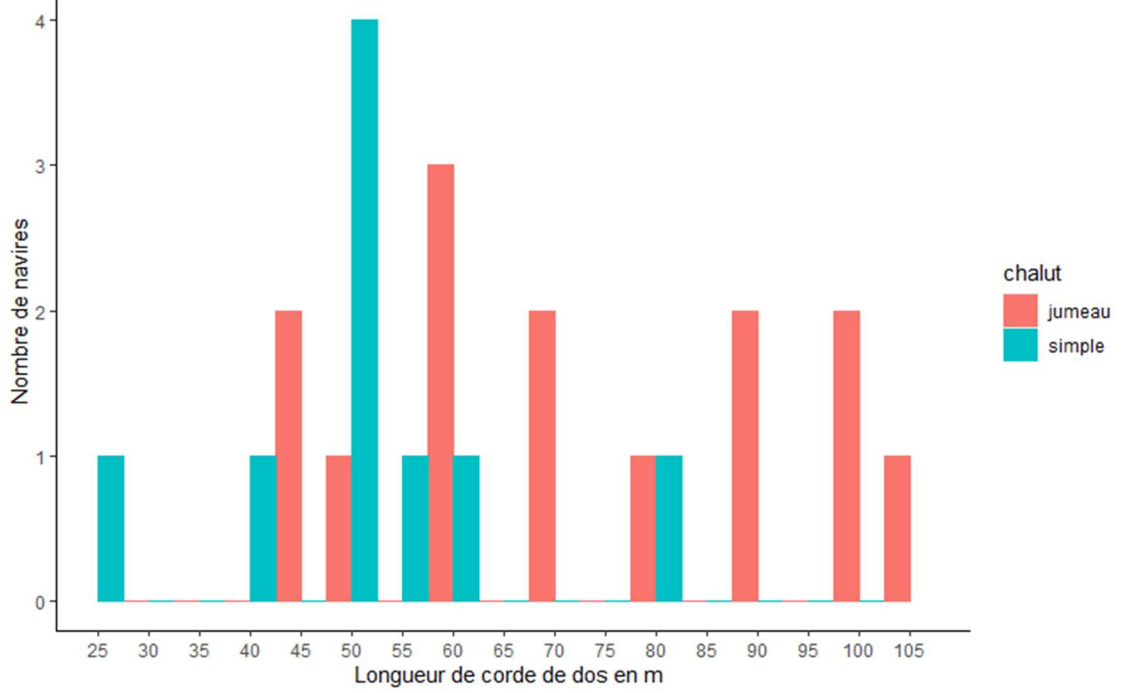


Marques de panneaux

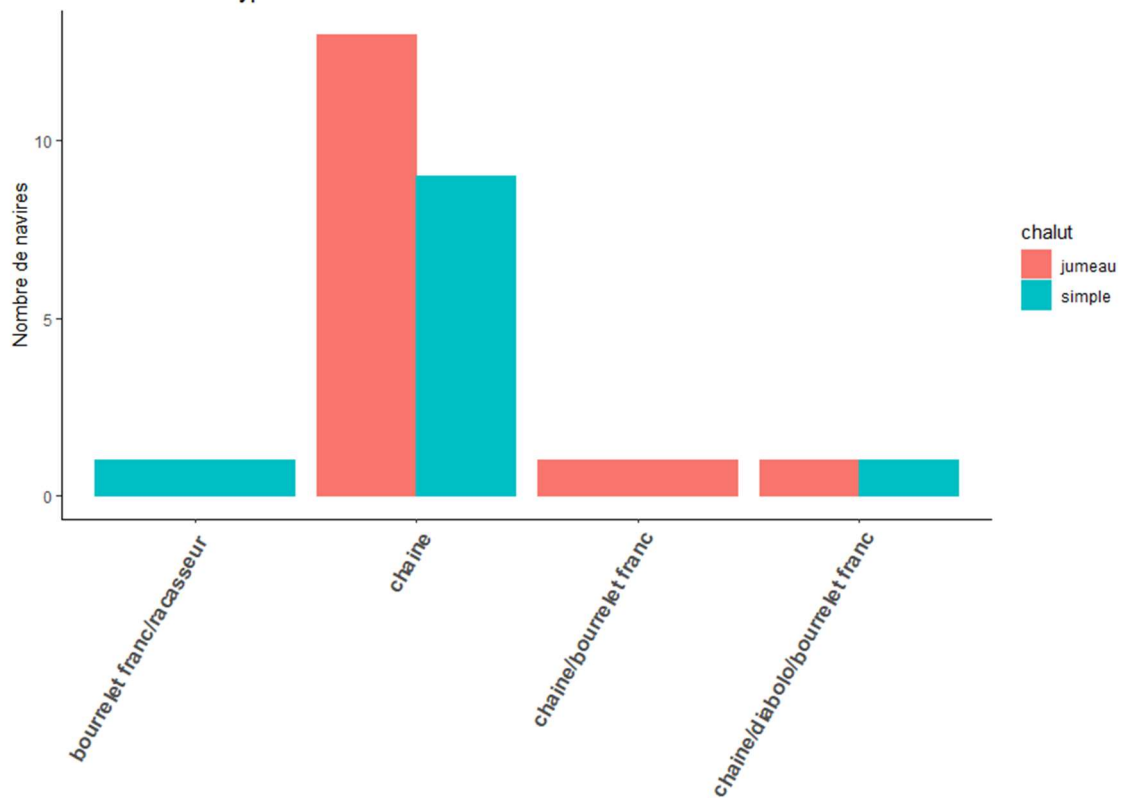




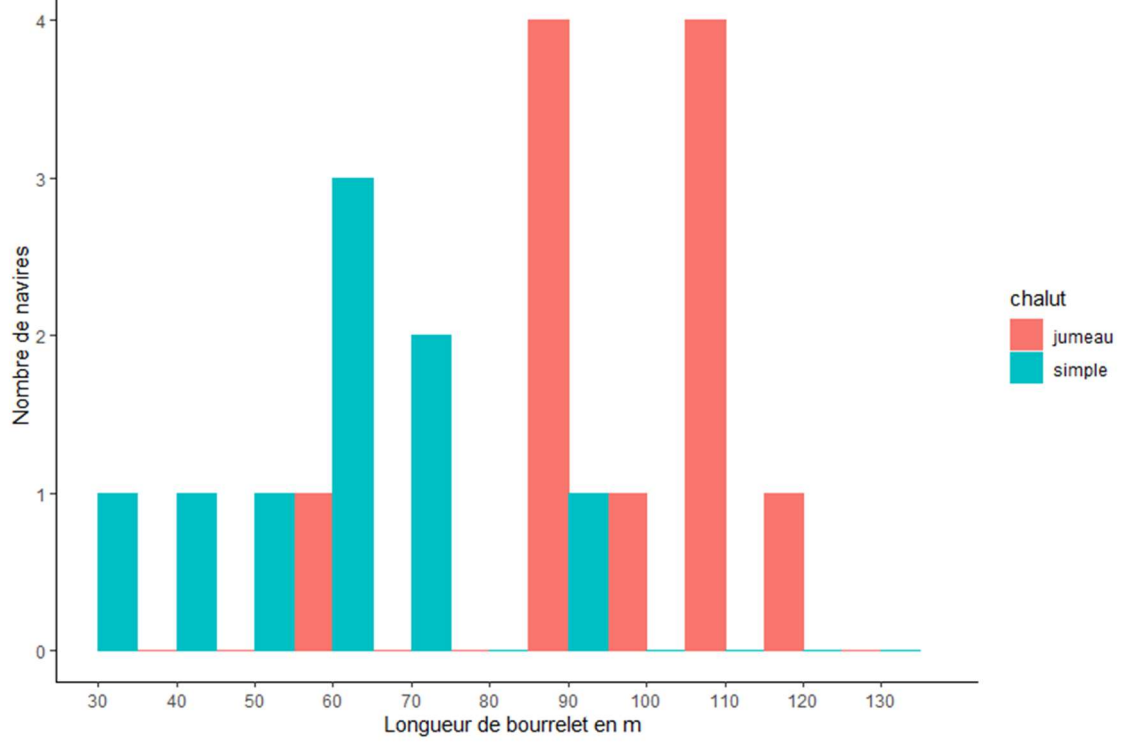
Distribution des longueurs de corde de dos (cumulée pour les OTT)



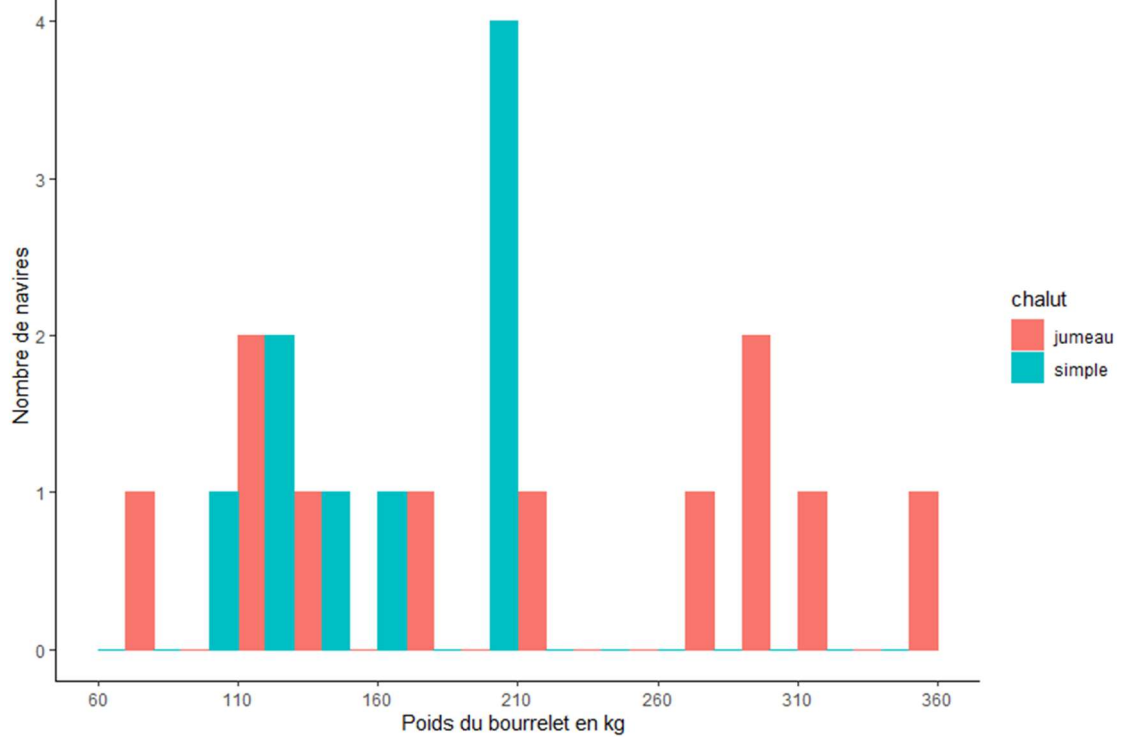
Distribution des types bourrelet



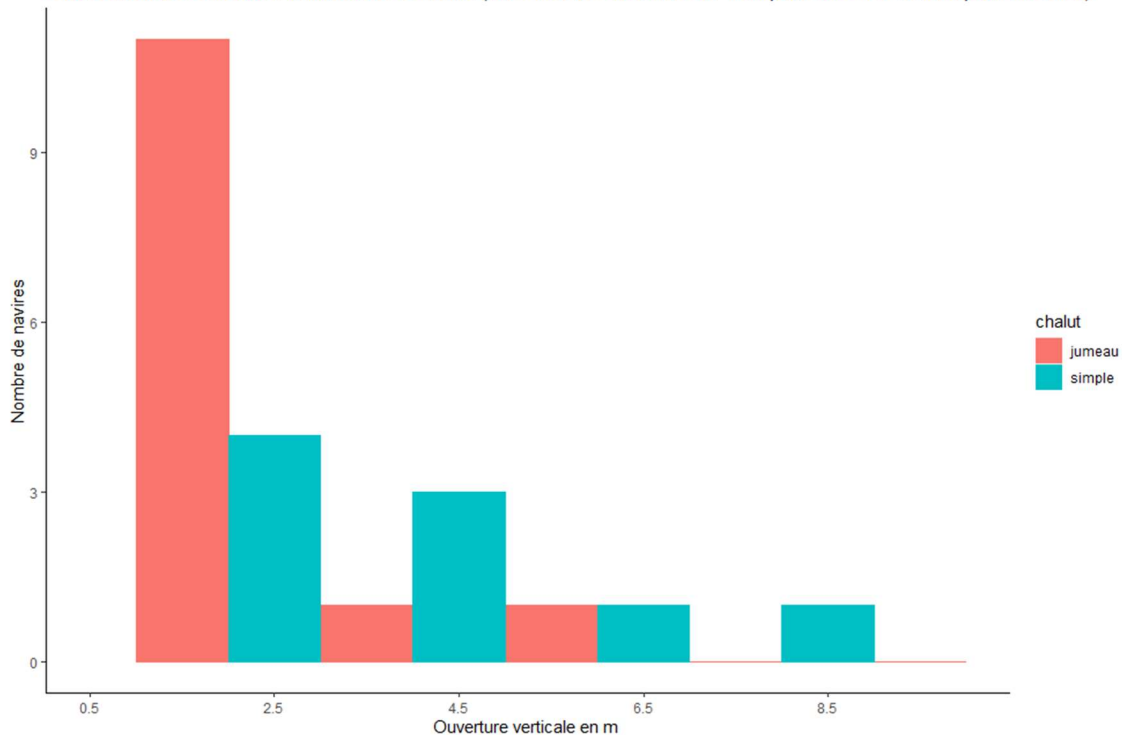
Distribution des longueurs de bourrelet (cumulée pour les OTT)



Distribution des poids de bourrelet (cumulé pour les OTT)



Distribution de l'ouverture verticale des chaluts (hors valeurs extrêmes de 15m pour un OTT et 30m pour un OTB)



Distribution de l'ouverture entre pointes d'ails

