

ALGORITHME DE TRAITEMENT DE DONNEES DE GEOLOCALISATION ALGOPESCA

NOTE SYNTHETIQUE



RBE/STH/LBH

Duchêne Julie • Begot Eric • Julien Rodriguez • Demanèche Sebastien • Berthou Patrick •
Leblond Emilie • Woillez Mathieu

Octobre 2024

Sommaire

1	PRINCIPE	3
2	FONCTIONNEMENT.....	4
3	DETERMINATION DE L'ACTIVITE D'UN NAVIRE GEOLOCALISE	5
3.1	Navire au port	5
3.2	Navire en pêche	5
3.3	Navire en route	7
3.4	Autre cas de figure	7
4	RECONSTITUTION DES MAREES GEOLOCALISEES.....	8
4.1	Départ de marée	8
4.2	Retour de marée	8
5	RECONSTITUTION DES SEQUENCES DE PECHE GEOLOCALISEES.....	10
6	LIMITES ET AMELIORATIONS POSSIBLES	11
6.1	Les données VMS	11
6.2	Le seuil de vitesse unique pour tous les navires.....	12
6.3	La prise en compte des engins/métiers.....	12
6.4	L'estimation de la trajectoire réelle du navire.....	12
6.5	Le cas des navires étrangers	13
7	COMPARAISON AVEC LA METHODE EMPLOYEE AU SEIN DE WGSFD (CIEM – VMStools)..	14
8	POINTS FORTS DE L'ALGORITHMME	15
	ANNEXE : IMPACT D'UN CHANGEMENT UNIFORME DU SEUIL DE VITESSE MOYENNE DANS	
	L'ESTIMATION DES NOMBRES DE MAREES, DE JOURS ET D'HEURES DE PECHE.....	15

1 PRINCIPE

ALGOPESCA est une suite logicielle, développée par l'Ifremer depuis 2005, permettant de reconstituer, dans un premier temps, les marées et les séquences de pêche¹ des navires géolocalisés émettant à intervalle régulier leur position géographique (GPS), leur vitesse et leur cap. L'objectif d'ALGOPESCA est, dans un second temps, d'estimer l'effort de pêche (en heures de pêche) de chaque navire sur une base journalière et de le spatialiser selon différentes granularités. La suite inclut également des modules d'extraction des positions brutes des navires et de calcul des points fixes en mer (pour différencier un mouillage d'un nouveau lieu de débarquement).

¹ Au sein d'une marée d'un navire, une nouvelle séquence de pêche est calculée dès lors qu'il y a changement de jour et/ou d'engin/maillage/dimension. Une séquence de pêche peut donc agréger différentes zones et/ou différentes opérations de pêche pour lesquelles la pêche a été réalisée au sein d'un même quintuple « *marée*jour*engin*maillage*dimension* ».

2 FONCTIONNEMENT

ALGOPESCA utilise les données satellitaires de géolocalisation :

- des navires de pêche (sous pavillon français et sous pavillon étranger opérant dans les eaux sous juridiction française) de plus de 12 mètres² équipés obligatoirement du VMS (Vessel Monitoring System) conformément au Règlement (UE) n° 404/2011 à une fréquence d'émission d'une heure,
- des navires de pêche équipés obligatoirement du VMS suite à des Arrêtés préfectoraux locaux (ex. : lors des campagnes à la Coquille St-Jacques en Baie de Seine, pour les goémoniers en Bretagne, etc.) à une fréquence d'émission comprise entre 15 minutes et une heure selon les métiers pratiqués et/ou les secteurs,
- des navires de pêche équipés volontairement du dispositif RECOPECA de l'Ifremer à une fréquence d'émission comprise entre 1 et 15 minutes.

Les données VMS sont transmises quotidiennement par le CNSP à la base de données halieutiques Harmonie de l'Ifremer. Les données RECOPECA sont transmises à Harmonie dès que le navire équipé est à portée de réseau téléphonique Orange.

La suite logicielle ALGOPESCA est exécutée à la fin de chaque mois, voire deux fois par mois, afin de reconstituer les marées et les séquences de pêche des navires géo-localisés.

² Plus de 15 mètres avant 2012 (cf. <https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/control/technologies/vms>).

3 DETERMINATION DE L'ACTIVITE D'UN NAVIRE GEOLOCALISE

Pour déterminer si le navire est à l'arrêt au port, en route ou en action de pêche, l'algorithme principal analyse les vitesses moyennes calculées entre deux positions successives suivant une trajectoire rectiligne (= un trajet), selon un seuil de vitesse fixe (déterminé après échange avec de nombreux professionnels).

3.1 Navire au port

Un navire sera systématiquement considéré « au port » dans cinq cas de figure :

- lors du premier trajet et du dernier trajet d'une marée,
- lorsque l'une des 2 positions d'un trajet est émise dans un rayon de 2 milles d'un mouillage (référentiel mis à jour régulièrement)³ avec une vitesse moyenne $\leq 0,25$ nœuds,
- lorsque l'une des 2 positions d'un trajet est émise à proximité d'un port où l'activité de pêche des navires géolocalisés est improbable (référentiel ad-hoc indiquant par ex. qu'aucun navire ne peut pêcher dans les 3 milles d'un port belge ou dans les 0,5 milles de Concarneau),
- s'il mesure plus de 9 mètres : quand l'une des deux positions est à l'intérieur de la zone portuaire de son port de départ ou de retour de marée, où il ne peut théoriquement pas pêcher (navire de 9 à 15 mètres = rayon de 0,5 milles du port ; 15 à 25 mètres et pour tous les navires dans les ports étrangers = 2 milles ; plus de 25 mètres = 3 milles),
- s'il mesure plus de 25 mètres : quand l'une des 2 positions d'un trajet est émise dans les 2 milles d'un port, même si ce port ne correspond pas au port de départ ou de retour de la marée.

3.2 Navire en pêche

Les règles de décision permettant de discriminer l'activité d'un navire (pêche ou transit) sont différentes suivant la flottille ou les engins mis en œuvre. Trois modèles ou trois arbres de décision différents sont utilisés par AlgoPesca :

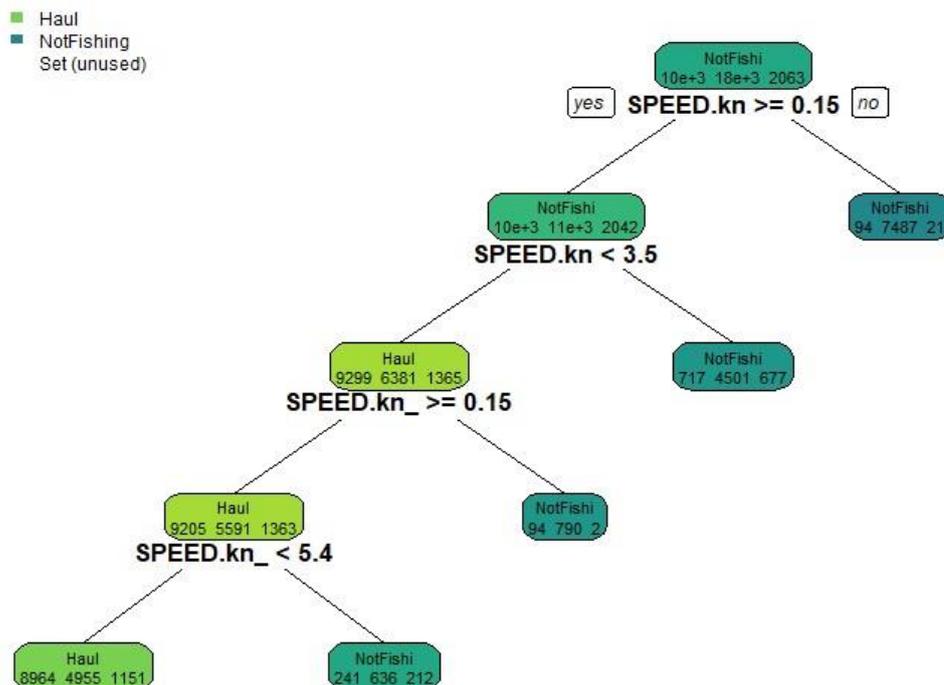
- Le modèle des fileyeurs (seuils bas et haut, sur la position précédente et la position suivante)
- Le modèle des goémoniers (seuil haut à 3 nœuds)
- Le modèle par défaut (seuil haut à 4.5 nœuds)

Les modèles par défaut et des goémoniers sont des modèles simples, qui utilisent un seuil de pêche haut unique :

- Si la vitesse moyenne entre les deux positions est inférieure ou égale à 4.5 nœuds (ou 3 nœuds pour les goémoniers), l'activité est fixée à « pêche »

³ L'analyse des points fixes en mer est réalisée régulièrement (*a minima* chaque trimestre) pour améliorer le référentiel des « ports/mouillages » permettant à la suite logicielle de déterminer le port de départ et d'arrivée.

Le modèle des fileyeurs est représenté par l'arbre de décision suivant :



Les valeurs seuils indiquées dans l'arbre de décision sont arrondies à deux chiffres après la virgule. Un fileyeur est considéré en activité de pêche entre deux positions Pn-1 et Pn si et seulement si :

- La vitesse entre Pn-1 et Pn est ≥ 0.1468863 nœuds et < 3.458803 nœuds
- La vitesse en Pn et Pn+1 est ≥ 0.1474532 et < 5.434335 nœuds

Par ailleurs, lorsqu'un navire se déplace à faible vitesse, notamment à l'entrée et à la sortie d'un port, il ne doit pas être considéré en pêche par l'algorithme au risque de surestimer l'effort. C'est pourquoi ALGOPESCA isole les « faux temps de pêche » détectés en début et fin de marée pour les considérer comme des périodes d'entrées ou sorties du port. Ces dernières dépendent de la durée totale de la marée (tableau 1).

Durée de la marée	Période de transit considérée en début de marée	Période de transit considérée en fin de marée
0-30h	1h	1h
30-65h	2h	2h
65-127h	2h	3h
> 127h	3h	4h

Tableau 1 : liste des seuils de port en fonction des classes de longueur des marées

Ainsi, en début de marée, seule l'activité à vitesse réduite d'un navire après un trajet à vitesse rapide (vers son secteur de pêche) et celle en fin de marée avant un déplacement rapide (vers le port de retour) seront identifiées comme des opérations de pêche.

3.3 Navire en route

Un navire est considéré en route si sa vitesse est $> 4,5$ nœuds (3 nœuds pour les goémoniers).

3.4 Autre cas de figure

Lorsque les informations GPS sont insuffisantes pour qualifier l'activité d'un navire (ex. : intervalle de temps entre deux positions supérieur à 6 heures), elle est dite « indéterminée ». Notons également que les zones particulières d'interdiction ou d'autorisation de pêche des navires français dans les eaux étrangères et réciproquement sont prises en compte avec une suppression ou allocation d'un temps de pêche selon la zone (par ex. les navires français sont interdits de pêche dans les 0-12 milles écossais, à l'exception de certains secteurs des 6-12 milles) et qu'une position est considérée aberrante si la vitesse moyenne entre celle-ci et la précédente est supérieure à 40 nœuds.

4 RECONSTITUTION DES MAREES GEOLOCALISEES

4.1 Départ de marée

Il est caractérisé par une vitesse du navire passant de 0 nœuds à plus de 0,5 nœuds sur une période d'un peu plus d'une heure. La date et l'heure de la première position de la période située dans un rayon de 2 milles d'un port est considérée comme le début de la marée. Le port de départ étant celui le plus proche de cette première position (référentiel des ports mis à jour régulièrement).

4.2 Retour de marée

Il est déterminé lorsque le navire présente une vitesse moyenne très faible sur une période de 2 heures à compter de son entrée dans un rayon de 2 milles d'un port (6 milles pour les ports africains, malgaches, chypriotes, des Kerguelen et de l'île Amsterdam). Pour cela, il faut à la fois que la vitesse moyenne 1 calculée entre la première et la dernière position au cours de cette période de 2 heures sans tenir compte de la trajectoire soit inférieure à 0,1 nœuds, et que la vitesse moyenne 2 calculée en tenant compte de la trajectoire soit inférieure à 0,3 nœuds (illustration figure 1).

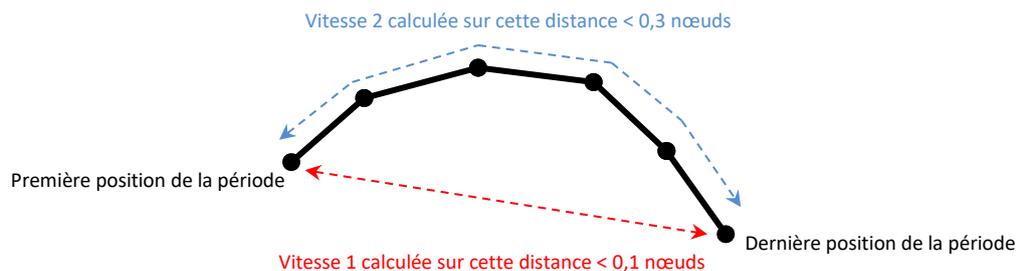


Figure 1 : Schéma du calcul de la vitesse pour la détection des fins de marées

Les seuils de cet algorithme peuvent être configurés par navire. C'est le cas pour l'instant uniquement pour les goémoniers qui pêchent sur des points fixes et parfois à proximité d'un port. Ainsi, pour ces navires, la recherche d'une fin de marée est réalisée sur une période de 4 heures au lieu de 2 heures et les deux seuils sont fixés à 0,1 nœuds.

Pour pallier l'absence d'émission de données GPS de certaines balises VMS couplées au moteur du navire qui seraient éteintes lorsque le contact est coupé, deux conditions algorithmiques supplémentaires sont appliquées : la marée est interrompue si deux positions successives en mer sont espacées de plus de 10 heures et si elles sont espacées de plus de 6 heures à une distance inférieure à 2 milles du port le plus proche.

Dans le cas des débarquements « éclairs », dont la durée peut être du même ordre de grandeur que la fréquence d'émission des données VMS (ex. dans le chronogramme à droite de la figure 2 avec en abscisse le temps et en ordonnée la vitesse moyenne), l'algorithme ci-dessus ne peut pas détecter les retours au port. Par conséquent, un traitement *a posteriori* des marées calculées est réalisé afin de détecter les comportements caractéristiques d'un navire effectuant un débarquement éclair, tels qu'un arrêt au port de moins de 2,1 heures,

assorti d'une vitesse moyenne supérieure à 6 nœuds dans les heures qui précèdent et suivent cet arrêt.

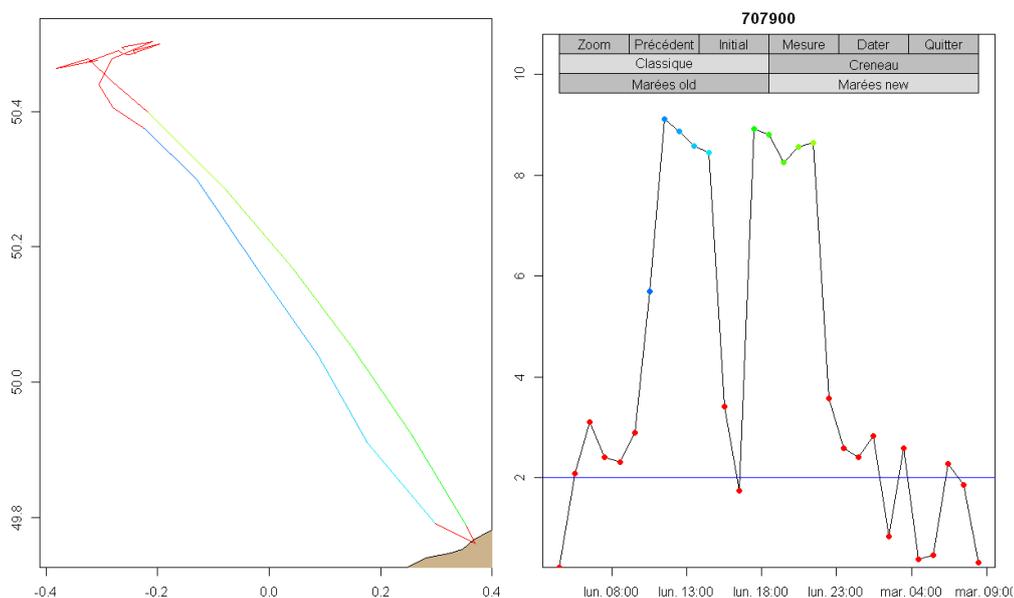


Figure 2 : Exemple de débarquement éclair vu à travers des données VMS

5 RECONSTITUTION DES SEQUENCES DE PECHE GEOLOCALISEES

Une séquence de pêche géolocalisée prend en compte la marée du navire, le jour d'activité et le secteur de pêche, l'engin de pêche déployé n'étant pas connu (à l'inverse d'une séquence de pêche déclarée). Plusieurs types de secteurs géographiques (paramétrables) peuvent être considérés, actuellement les deux suivants sont utilisés : une zone économique (ex. : 0-12 milles français) et un secteur en mer (allant des rectangles statistiques aux grilles d'une maille de 10' à 1' de latitude et longitude). Le calcul du temps passé dans un secteur (polygone géographique) correspond à la distance séparant une position (p1 ou p2) et la limite du secteur (polygone) divisé par la vitesse moyenne entre les positions de départ et d'arrivée (p1 & p2, voir figure 3 ci-dessous).

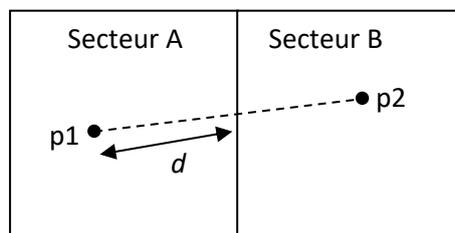


Figure 4 : Méthode de calcul du temps passé par un navire dans un secteur donné : temps de pêche dans le secteur A = $d /$ vitesse moyenne entre les positions p1 et p2

6 LIMITES ET AMELIORATIONS POSSIBLES

Différentes limitations au traitement des données de géolocalisation avec la version actuelle d'ALGOPESCA peuvent être relevées. Elles sont de nature technique ou liées au traitement ALGOPESCA qui pourrait être amélioré.

6.1 Les données VMS

Tout d'abord, il arrive qu'il y ait des problèmes de réception et de couverture satellite des données GPS ou bien des défaillances techniques des balises VMS, avec en conséquence des données de position manquantes.

Ensuite, la fréquence d'émission réglementaire actuelle peut amener à sous-évaluer (voire surévaluer dans certains cas) l'activité de pêche d'un navire à partir de ses positions émises toutes les heures. L'exemple ci-dessous montre la différence de précision des données selon la fréquence d'émission (dispositif RECOPECA : entre 1 et 15 minutes et VMS : 60 minutes) pour un navire goémonier. Dans ce cas, le temps de pêche est sous-estimé d'environ 10% à une fréquence de 60 min par rapport à une fréquence d'émission inférieure à 15 minutes.

C'est pourquoi une fréquence d'émission plus haute pour certaines flottilles, selon les besoins est à encourager afin de reconstituer le plus fidèlement possible l'activité réelle des navires.

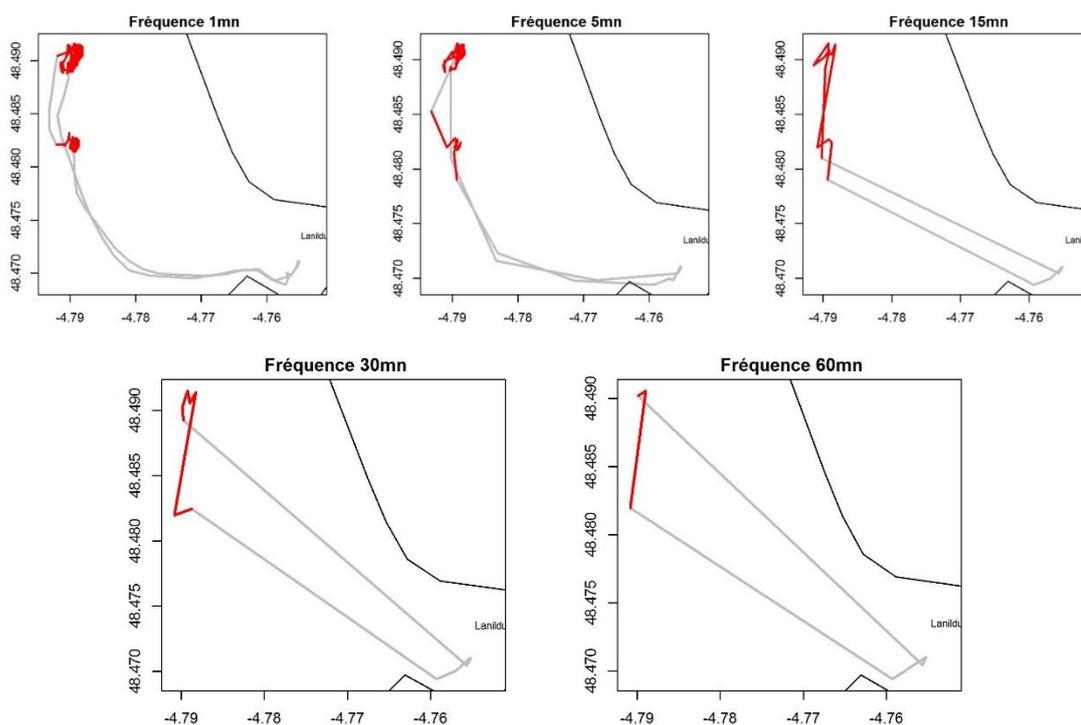


Figure 5 : Reconstitution des trajectoires et opérations de pêche (en rouge, seuil de 3 nœuds) d'un navire goémonier à différentes fréquences d'émission de la position GPS

6.2 Le seuil de vitesse unique pour tous les navires

Le seuil de vitesse moyenne $\leq 4,5$ nœuds actuellement utilisé pour définir une activité de pêche aurait avantage à être modulé selon les engins et les métiers, voire selon les secteurs géographiques en fonction du type d'engin utilisé et des pratiques locales, et déterminé avec l'appui des professionnels notamment.

Ce seuil générique a été établi principalement sur la base des données de chalutiers complétées par des entretiens auprès des professionnels par le réseau d'enquêteurs du SIH. Il est validé par les données fines RECOPECA et bien adapté à la plupart des engins traînants (chaluts de fond, dragues, lignes), mais pourrait être abaissé pour les casiers, filets et sennes et augmenté pour les chaluts mixtes et les chaluts pélagiques, comme le montre l'étude de Weiss, 2020⁴ qui propose un référentiel de ces seuils par flottille en vue d'une implémentation dans ALGOPESCA. L'étude de Berthou *et al.*, 2020 en annexe confirme ces premiers résultats en analysant l'impact d'un changement uniforme du seuil de vitesse moyenne dans l'estimation des nombres de marées, de jours et d'heures de pêche. Au sein des flottilles, des effets géographiques sont parfois détectés mais pas au niveau des classes de taille des navires. L'effort total en 2019 par rapport à ce qui est actuellement calculé dans ALGOPESCA en serait impacté avec une augmentation entre 5% et 10% ou une diminution entre 7% et 14% selon les flottilles.

A noter que la mise en œuvre d'une borne inférieure de vitesse moyenne, envisageable à première vue pour écarter des périodes de non pêche à vitesse réduite (navire à la cape par exemple), a été écartée dès le début de la spécification d'ALGOPESCA pour tenir compte du fait que, eu égard à la faible fréquence d'acquisition des données de positions géographiques VMS (une heure), selon les métiers, certaines opérations de pêche de courte durée peuvent être concentrées sur des périmètres restreints : le navire peut alors se retrouver dans une position très voisine de la précédente après une heure de travail (*cf.* étude de Berthou *et al.*, en annexe).

6.3 La prise en compte des engins/métiers

Le traitement SACROIS informant sur les engins de pêche utilise les données ALGOPESCA pour spatialiser les captures, il est donc postérieur au traitement ALGOPESCA et ce dernier ne bénéficie pas des données de SACROIS. Une boucle réciproque pourrait être étudiée pour bénéficier des informations de ces deux traitements. L'impact de cette évolution sur le logiciel et les données est actuellement évalué.

Une étude en cours porte sur la détection du métier en fonction de la trajectoire du navire, mais la faible fréquence d'acquisition des données VMS d'une heure pourrait en limiter la portée opérationnelle.

6.4 L'estimation de la trajectoire réelle du navire

Une estimation de l'activité de pêche d'un navire est basée sur l'analyse de sa vitesse moyenne entre deux positions successives suivant une trajectoire rectiligne. La distance réellement parcourue peut alors être sous-estimée et donc la vitesse réelle également. Le

⁴ Weiss Jérôme (2020). Détermination des seuils de vitesse de pêche par flottille.
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00661/77340/>

risque est alors de considérer des portions de trajet sous le seuil de 4,5 nœuds, c'est-à-dire « en pêche » et de ce fait, surestimer l'effort de pêche.

L'étude portant sur la trajectoire des navires pourrait également, dans une certaine mesure, permettre d'identifier des trajectoires plus proches de la réalité et des comportements de type mise à la cape ou panne pour qu'ils ne soient pas confondus avec une opération de pêche.

6.5 Le cas des navires étrangers

Enfin, pour reconstituer les sorties en mer complètes des navires, l'ensemble des données de positions du navire doit être disponible. Les navires étrangers, pour lesquels on dispose systématiquement du positionnement géographique que lorsqu'ils se situent dans les eaux françaises, ne sont donc pas traités par ce logiciel sous l'angle de la reconstitution des marées. Il est en effet généralement impossible de déterminer exhaustivement les débuts et les fins de marées de ces navires dans leurs ports d'origine. Pour autant, les estimations d'effort de pêche de ces navires sont réalisées en adoptant le même seuil de vitesse générique de 4,5 nœuds. L'activité du navire peut également être approchée par l'engin décrit dans le fichier flotte européen.

7 COMPARAISON AVEC LA METHODE EMPLOYEE AU SEIN DE WGSFD (CIEM – VMStools)

ALGOPESCA présente donc des différences avec la méthode employée et développée par le groupe de travail du CIEM qui rassemble et analyse les données spatiales de pêche pour évaluer l'effort, l'intensité et la fréquence de la pêche dans les eaux européennes (Working Group on Spatial Fisheries Data (WGSFD)).

Pour faire ces analyses, ce dernier utilise également les données VMS des Etats Membres, parfois émises à la fréquence minimale requise dans le règlement « Contrôle » européen d'une fois toutes les deux heures et préconise d'utiliser les méthodes développées dans le cadre de l'appel d'offre « MARE/2008/10 ; Lot 2 – Development of tools for logbook and VMS data analysis » qui a donné lieu à l'implémentation du package R VMStools (<http://nielshintzen.github.io/vmstools/>)⁶. Dans la version la plus récente du code fourni par le CIEM, l'activité de pêche est estimée grâce à l'analyse de profils de vitesses instantanées. Pour chaque engin de pêche, un intervalle de vitesse pour lequel le navire est considéré en pêche est établi, soit par expertise (choix des seuils basé sur les histogrammes de vitesse), soit sur la base de règles de décision déjà implémentées par l'utilisateur. Contrairement à AlgoPesca, l'effort de pêche est ensuite attribué à chaque ping VMS et non au trajet rectiligne entre deux positions successives. Dans la dernière version du code fourni par le CIEM, la répartition des captures déclarées dans les Logbooks est réalisée au niveau du « jour X rectangle X marée X navire » par défaut. Si aucun rapprochement n'est établi, des niveaux de rapprochement moins précis sont utilisés.

Dans le script du CIEM, beaucoup de paramètres sont configurables. Il est programmé à moyen terme de comparer les résultats qui seraient obtenus via ce code R avec ceux de la suite logicielle ALGOPESCA, en considérant également ses avantages/points forts détaillés ci-dessous.

Compte tenu des nombreuses libertés offertes par le code ICES, la question d'une comparaison avec l'algorithme ALGOPESCA est pertinente du point de vue de l'hypothèse d'allocation d'effort (position ou trajectoire rectiligne) et de la conséquence qu'elle peut avoir sur la spatialisation de l'effort de pêche et des captures, ainsi que l'effet de certaines règles expertes implémentées dans le logiciel AlgoPesca.

⁵ Hintzen, Niels & Bastardie, Francois & Beare, Douglas & Piet, Gerjan & Ulrich, Clara & Deporte, Nicolas & Egekvist, Josefine & Degel, Henrik. (2012). VMStools: Open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. Fisheries Research. 115. 31-43. 10.1016/j.fishres.2011.11.007.

⁶ Hintzen, Niels & Bastardie, Francois & Beare, Douglas & Piet, Gerjan & Ulrich, Clara & Deporte, Nicolas & Egekvist, Josefine & Degel, Henrik. (2012). VMStools: Open-source software for the processing, analysis and visualisation of fisheries logbook and VMS data. Fisheries Research. 115. 31-43. 10.1016/j.fishres.2011.11.007.

8 POINTS FORTS DE L'ALGORITHME

ALGOPESCA présente l'avantage de proposer une reconstitution des marées et des séquences de pêche des navires français géolocalisés. Il propose également une estimation des efforts de pêche exprimés en heures, y compris pour les navires étrangers travaillant dans nos eaux. Sa mise en œuvre est opérationnelle sur une base mensuelle ou bi-mensuelle⁷ et permet de produire des données à différentes échelles temporelles et spatiales.

Bien que fixes dans la configuration actuelle (hormis pour les goémoniers), les seuils de vitesse peuvent être affinés et incrémentés selon les besoins spécifiques. Les études de Weiss, 2020⁴ et de Berthou *et al.*, 2020 en annexe ont montré que l'impact de leur modification reste limité dans l'estimation des efforts de pêche et que le seuil aujourd'hui fixé à 4,5 nœuds permet de fournir des données d'effort de pêche journalier spatialisé de bonne qualité.

La possibilité de pouvoir spatialiser l'effort de pêche journalier estimé selon différentes granularités est particulièrement intéressante pour, par exemple, estimer les navires en pêche et estimer l'effort de pêche associé sur une période et une zone de pêche spécifique (AMP, EMR, box, etc).

La prise en compte d'une vitesse moyenne calculée entre deux pings VMS plutôt que de la vitesse instantanée associée au ping, permet par ailleurs de consolider la reconstitution des marées géolocalisées et l'analyse de l'état du navire (au port, en pêche ou en route).

Le choix de reconstituer des marées avec des séquences de pêche géolocalisées (plutôt que de traiter la donnée ping par ping par exemple) s'avère constituer un réel atout pour permettre ensuite le rapprochement de ces marées reconstituées à partir de la géolocalisation (et notamment de leurs informations spatialisées très détaillées) avec les marées issues des données déclaratives (journaux ou fiches de pêche) et/ou les données de ventes *via* des algorithmes dédiés pour le calcul d'estimations d'effort et de capture spatialisées et redressées par navire, *i.e.* de séries de données de production et d'effort validées, consolidées et qualifiées (*e.g.* logiciel SACROIS⁸).

Enfin, L'ensemble des dispositifs et algorithmes complémentaires détaillés précédemment (*e.g.* pour repérer de « faux » temps de pêche en entrée ou en sortie de port), l'expérience acquise depuis 2005 et la mise en œuvre mensuelle de cette suite de logicielle constituent également un avantage pour consolider les différents calculs réalisés. Par ailleurs, les règles de décision bien établies permettent de comprendre aisément les résultats de l'algorithme appliqué et de pouvoir les expliquer assez simplement (ce qui pourrait s'avérer plus compliqué dans le cas de la mise en place d'algorithmes plus complexes, *e.g.* réseaux de neurones).

⁷ Avec des temps de calcul adaptés à une mise en œuvre opérationnelle mensuelle ou bimensuelle sur une ou deux années et sur l'ensemble des navires géolocalisés.

⁸ <http://sih.ifremer.fr/Description-des-donnees/Les-donnees-estimees/SACROIS>

ANNEXE

IMPACT D'UN CHANGEMENT UNIFORME DU SEUIL DE VITESSE MOYENNE DANS L'ESTIMATION DES NOMBRES DE MAREES, DE JOURS ET D'HEURES DE PECHE

Patrick Berthou, Eric Bégot, Emilie Leblond

Novembre 2020

INTRODUCTION

ALGOPESCA est une suite logicielle, développée par l'Ifremer depuis 2005, permettant de reconstituer, dans un premier temps, les marées et les séquences de pêche⁹ des navires géolocalisés émettant à intervalle régulier leur position géographique (GPS), leur vitesse et leur cap. L'objectif d'ALGOPESCA est, dans un second temps, d'estimer l'effort de pêche (en heures de pêche du navire) de chaque navire sur une base journalière et de le spatialiser selon différentes granularités.

Un seuil de vitesse, paramétrable et actuellement générique, est utilisé pour tous les navires, quelles que soient leurs pratiques de pêche qui ne sont pas connues au moment du traitement pour discriminer les deux états (susceptible d'être en pêche ou susceptible d'être en route). Si la vitesse moyenne du navire entre deux positions successives est $\leq 4,5$ nœuds, il est considéré en pêche.

L'objectif de ce document est d'analyser l'impact des variations du seuil de vitesse moyenne dans les estimations des nombres de marées de pêche, de jours de pêche et d'heures de pêche-navire. Les résultats seront présentés globalement et déclinés par flottille de pêche et par grandes zones d'activité.

DONNEES UTILISEES

Les positions géolocalisées, bancarisées dans Harmonie, issues des sources VMS, RECOPECA et GEOLOX sont utilisées dans le cadre de cette étude pour l'ensemble des navires français inscrits au FPC. La période d'étude s'étend sur l'année 2019. Pour chaque navire géolocalisé, l'ensemble des sources de données est retenu si le navire est équipé de plusieurs dispositifs. Les informations sur les flottilles (combinaison de métiers pratiqués dans l'année) et les façades d'immatriculation sont associées à ces navires.

⁹ Au sein d'une marée d'un navire, une nouvelle séquence de pêche est calculée dès lors qu'il y a changement de jour et/ou d'engin/maillage/dimension. Une séquence de pêche peut donc agréger différentes zones et/ou différentes opérations de pêche pour lesquelles la pêche a été réalisée au sein d'un même quintuple « *marée*jour*engin*maillage*dimension* ».

TRAITEMENT DES POSITIONS GEOLOCALISEES

La suite logicielle ALGOPESCA a été mise en œuvre en appliquant plusieurs seuils de vitesse génériques sur l'ensemble des données de géolocalisation de chaque navire français au cours de l'année 2019 :

- 3N : seuil max de pêche = 3 nœuds
- 3,5N : seuil max de pêche = 3,5 nœuds
- 4N : seuil max de pêche = 4 nœuds
- 4,5N : seuil max de pêche = 4.5 nœuds (seuil actuellement implémenté)
- 5N : seuil max de pêche = 5 nœuds
- 5,5N : seuil max de pêche = 5.5 nœuds
- 6N : seuil max de pêche = 6 nœuds

Par ailleurs, une autre approche a consisté à appliquer une borne minimale de vitesse de 1 ou 2 nœuds :

- M1N : seuil max de pêche = 4.5 nœuds et seuil min = 1 nœud
- M2N : seuil max de pêche = 4.5 nœuds et seuil min = 2 nœuds

RESULTATS

Impact d'un changement de seuil de vitesse sur l'ensemble des navires français géolocalisés

Modulation du seuil de vitesse entre 3 et 6 nœuds

Entre 4 et 6 nœuds, la variation du seuil de vitesse affecte très peu les estimations du nombre de marées (de -0,2 à 0,6%), du nombre de jours de pêche (de -0,3% à 1,1%). Les estimations globales de temps de pêche varient peu de -4,6 à 5,5% (tableau 1).

Le seuil de 3 nœuds par contre réduit le nombre global de marées de -2% et de jours de pêche estimés. Il conduirait également à une baisse de l'estimation globale de temps de pêche-navire de -29,4%. Le seuil de 3,5 nœuds conduirait à une réduction du nombre de marées plus faible (-0,7%), une baisse du nombre de jours de pêche de -0,9% et une réduction du temps de pêche navire de -13,1%.

évolution selon différents seuils de vitesse moyenne	Nombre de marées	Jours de pêche	Temps de pêche
seuil à 3N	-2,0%	-2,0%	-29,4%
seuil à 3,5N	-0,7%	-0,9%	-13,1%
seuil à 4N	-0,2%	-0,3%	-4,6%
seuil à 4,5N	0,0%	0,0%	0,0%
seuil à 5N	0,2%	0,4%	2,0%
seuil à 5,5N	0,7%	0,7%	3,8%
seuil à 6N	0,6%	1,1%	5,5%

Tableau 1 : Impact des seuils de vitesse pour caractériser les situations de pêche probable et route probable dans les estimations de nombre de marées, de jours de pêche et d'heures de pêche des navires français en 2019

Application d'une borne inférieure de vitesse en complément du seuil de 4,5 nœuds

L'application d'une borne de vitesse minimale de 1 nœud en complément du seuil de vitesse maximale fixé à 4,5 nœuds réduirait l'estimation du nombre de marées de -3,5%, de jours de pêche de -2,5% et de l'effort de pêche de -21,4 % (tableau 2).

En appliquant une borne minimale de 2 nœuds complémentirement à la borne supérieure de 4,5 nœuds, le nombre de marées estimée baisse de -11,4%, le nombre de jours de pêche de -9,1% et l'effort de pêche navire enregistrerait une réduction de -42,4 %.

évolution selon différents seuils minimum de vitesse moyenne	Nombre de marées	Jours de pêche	Temps de pêche
bornes 2N-4.5N	-11,4%	-9,1%	-42,4%
bornes 1N-4.5N	-3,5%	-2,5%	-21,4%

Tableau 2 : Impact de deux bornes de vitesse pour caractériser les situations de pêche probable et route probable dans les estimations de nombre de marées, de jours de pêche et d'heures de pêche des navires français en 2019

La mise en œuvre d'une borne inférieure de vitesse moyenne, envisageable à première vue pour écarter des périodes de non pêche à vitesse réduite (navire à la cape, etc.), a été écartée dès le début de la spécification d'ALGOPESCA pour tenir compte du fait que, eu égard à la faible fréquence d'acquisition des données de positions géographiques VMS (une heure), selon les métiers, certaines opérations de pêche, de courte durée, peuvent être concentrées sur des périmètres restreints : le navire peut alors se retrouver dans une position très voisine de la précédente après une heure de travail [voir en fin d'annexe, quelques exemples de cartographies comparées des positions géographiques issues de la VMS (fréquence d'acquisition d'1 heure) et de RECOPECA (fréquences d'acquisition variable selon les navires de 1 à 15 minutes)].

Impact d'un changement de seuil de vitesse selon les flottilles Ifremer et par façade

L'impact d'un changement de seuil de vitesse pour caractériser l'activité de pêche est variable selon les flottilles et selon les façades géographiques.

Impact dans l'estimation du nombre de marées

Du point de vue de l'estimation du nombre de marées (tableau 3), la réduction du seuil de vitesse moyenne à 4 nœuds a un impact très faible quelle que soit la flottille (-0,2%). Le passage à 3 nœuds a un impact faible (- 2%) sauf pour les chalutiers de Méditerranée (-11,1%), les senneurs à thons rouges (-5%), les bolincheurs (-4,9%), les métiers côtiers >3 milles de Méditerranée, mais aussi les fileyeurs de Manche (-4,1%).

Un passage au seuil à 5,5 et 6 nœuds affecte globalement très peu l'estimation du nombre de marées (+0,2 et +0,4%). Mais ces seuils augmenteraient le nombre de marées de pêche des navires antillais opérant à la ligne au large respectivement de 17,6% et 19,9%. Il en va de même pour les senneurs à thons rouges de Méditerranée (6%). Les dragueurs basés en Atlantique connaîtraient également une augmentation du nombre de marées de 6,4 et 8,1%.

FLOTTILLE	Façade	Nombre de navires	% Marées 3N/4,5N	% Marées 3,5N/4,5N	% Marées 4N/4,5N	% Marées 4,5N/4,5N	% Marées 5N/4,5N	% Marées 5,5N/4,5N	% Marées 6N/4,5N
Chalutiers	Méditerranée	62	-11,1%	-2,3%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Chalutiers exclusifs	Atlantique	241	-0,4%	-0,2%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,2%	0,3%
Chalutiers exclusifs	Mer du Nord - Manche	82	-0,4%	-0,3%	-0,2%	0,0%	0,1%	0,3%	0,5%
Chalutiers non exclusifs	Atlantique	3	-1,3%	-0,6%	0,0%	0,0%	0,6%	1,0%	1,0%
Chalutiers non exclusifs	Mer du Nord - Manche	251	-0,4%	-0,3%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,2%	0,3%
Chalutiers crevettiers	Guyane	13	-0,7%	-0,7%	-0,7%	0,0%	0,7%	0,7%	0,7%
Senneurs de fond	Atlantique	17	-0,1%	-0,1%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
Senneurs de fond	Mer du Nord - Manche	11	-0,3%	-0,3%	-0,1%	0,0%	0,3%	0,6%	0,6%
Dragueurs	Atlantique	3	-1,7%	-0,5%	-0,2%	0,0%	3,0%	6,4%	8,1%
Dragueurs	Mer du Nord - Manche	83	-0,8%	-0,6%	-0,3%	0,0%	0,3%	0,6%	0,9%
Caseyeurs	Atlantique	2	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Caseyeurs	Mer du Nord - Manche	29	-0,4%	-0,2%	-0,1%	0,0%	0,2%	0,5%	0,5%
Caseyeurs Métiers de l'hameçon	Atlantique	1	-0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Caseyeurs Métiers de l'hameçon	Mer du Nord - Manche	2	-0,5%	-0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fileyeurs	Atlantique	79	-1,0%	-0,5%	-0,2%	0,0%	0,3%	0,5%	0,7%
Fileyeurs	Mer du Nord - Manche	49	-4,1%	-2,3%	-0,9%	0,0%	0,9%	1,6%	2,0%
Fileyeurs Caseyeurs	Atlantique	1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fileyeurs Caseyeurs	Mer du Nord - Manche	57	-1,0%	-0,6%	-0,2%	0,0%	0,2%	0,4%	0,6%
Fileyeurs Métiers de l'hameçon	Atlantique	4	-2,7%	-1,5%	-1,2%	0,0%	0,2%	0,7%	1,2%
Fileyeurs Métiers de l'hameçon	Mer du Nord - Manche	1	-1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	1,2%
Métiers de l'hameçon	Atlantique	25	-0,1%	-0,1%	-0,1%	0,0%	0,1%	0,3%	0,6%
Canneurs de Dakar	Atlantique	1	-1,7%	-1,7%	-1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Divers métiers côtiers	Atlantique	2	-7,4%	-2,0%	-1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%
Divers métiers côtiers	Mer du Nord - Manche	6	-1,1%	-0,9%	-0,6%	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%
Métiers >3 milles	Méditerranée	11	-4,5%	-2,3%	-1,1%	0,0%	1,6%	2,3%	2,7%
Métiers côtiers	Méditerranée	18	-0,9%	-0,4%	-0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%
Navires Côtiers	Antilles	3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Navires Large	Antilles	2	-0,7%	-0,7%	0,0%	0,0%	8,8%	17,6%	19,9%
Palangriers	Indien	1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Palangriers à espadons	Indien	19	-0,8%	-0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Bolincheurs	Atlantique	27	-5,0%	-2,9%	-1,2%	0,0%	0,9%	1,5%	2,0%
Senneurs à thons rouges	Méditerranée	21	-5,0%	-4,0%	-2,0%	0,0%	3,0%	6,0%	6,0%
Senneurs Tropicaux		22	-1,6%	-1,6%	-0,3%	0,0%	0,3%	1,3%	1,6%
Tous navires 2019		1 182	-2,0%	-0,7%	-0,2%	0,0%	0,2%	0,4%	0,6%

Tableau 3 : Impact des seuils de vitesse pour caractériser les situations de pêche probable et route probable dans les estimations du nombre de marées des navires français en 2019 selon les flottilles et les bassins d'exploitation.

Impact dans l'estimation du nombre de jours de pêche

Une baisse du seuil de vitesse affecterait peu les estimations du nombre de jours de pêche sauf pour les chalutiers de Méditerranée (-11% pour un seuil de 3 nœuds) (tableau 4). Une augmentation du seuil affecte peu l'estimation des jours de pêche sauf pour les navires antillais, les senneurs à thons rouges et les dragueurs atlantiques.

FLOTTILLE	Façade	Nombre de navires	% Jours de pêche 3N/4,5N	% Jours de pêche 3,5N/4,5N	% Jours de pêche 4N/4,5N	% Jours de pêche 4,5N/4,5N	% Jours de pêche 5N/4,5N	% Jours de pêche 5,5N/4,5N	% Jours de pêche 6N/4,5N
Chalutiers	Méditerranée	62	-11%	-2%	0%	0%	0%	0%	0%
Chalutiers exclusifs	Atlantique	241	-2%	-1%	0%	0%	0%	1%	1%
Chalutiers exclusifs	Mer du Nord - Manche	82	-2%	-1%	0%	0%	0%	1%	1%
Chalutiers non exclusifs	Atlantique	3	-1%	-1%	0%	0%	1%	1%	1%
Chalutiers non exclusifs	Mer du Nord - Manche	251	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Chalutiers crevettiers	Guyane	13	-1%	-1%	0%	0%	1%	2%	2%
Senneurs de fond	Atlantique	17	-1%	0%	0%	0%	0%	1%	1%
Senneurs de fond	Mer du Nord - Manche	11	-1%	-1%	0%	0%	1%	2%	3%
Dragueurs	Atlantique	3	-2%	0%	0%	0%	1%	3%	4%
Dragueurs	Mer du Nord - Manche	83	-1%	-1%	0%	0%	0%	1%	1%
Caseyeurs	Atlantique	2	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%
Caseyeurs	Mer du Nord - Manche	29	-1%	0%	0%	0%	0%	1%	1%
Caseyeurs Métiers de l'hameçon	Atlantique	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Caseyeurs Métiers de l'hameçon	Mer du Nord - Manche	2	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%
Fileyeurs	Atlantique	79	-1%	-1%	0%	0%	0%	1%	1%
Fileyeurs	Mer du Nord - Manche	49	-4%	-2%	-1%	0%	1%	2%	2%
Fileyeurs Caseyeurs	Atlantique	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fileyeurs Caseyeurs	Mer du Nord - Manche	57	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	1%
Fileyeurs Métiers de l'hameçon	Atlantique	4	-1%	-1%	-1%	0%	0%	1%	1%
Fileyeurs Métiers de l'hameçon	Mer du Nord - Manche	1	-1%	-1%	0%	0%	0%	1%	1%
Métiers de l'hameçon	Atlantique	25	-1%	-1%	0%	0%	0%	1%	1%
Canneurs de Dakar	Atlantique	1	-5%	-3%	-2%	0%	2%	4%	7%
Divers métiers côtiers	Atlantique	2	-7%	-2%	-1%	0%	0%	0%	1%
Divers métiers côtiers	Mer du Nord - Manche	6	-1%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%
Métiers >3 milles	Méditerranée	11	-4%	-2%	-1%	0%	1%	2%	2%
Métiers côtiers	Méditerranée	18	-2%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%
Navires Côtiers	Antilles	3	-7%	-6%	-5%	0%	5%	7%	12%
Navires Large	Antilles	2	-1%	-1%	0%	0%	7%	14%	15%
Palangriers	Indien	1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Palangriers à espadons	Indien	19	-1%	-1%	0%	0%	1%	1%	3%
Bolincheurs	Atlantique	27	-5%	-3%	-1%	0%	1%	2%	2%
Senneurs à thons rouges	Méditerranée	21	-5%	-3%	-1%	0%	2%	5%	8%
Senneurs Tropicaux		22	-1%	-1%	0%	0%	0%	1%	1%
Tous navires 2019		1 182	-2%	-1%	0%	0%	0%	1%	1%

Tableau 4 : Impact des seuils de vitesse utilisés pour caractériser les situations de pêche probable et route probable dans les estimations du nombre de jours de pêche des navires français en 2019 selon les flottilles et les bassins d'exploitation.

Impact dans l'estimation du nombre d'heures de pêche

Le passage à un seuil de 4 nœuds affecte globalement très peu les temps de pêche navire (-2%) sauf pour les chalutiers de Méditerranée (-42%) et les palangriers à espadon dans l'océan Indien (-12%). Ces navires semblent rester en activité de pêche à des vitesses plus élevées que les autres (tableau 5).

Le passage à un seuil de 3 nœuds affecterait surtout les temps de pêche navire des flottilles chalutières en particulier en Méditerranée (-79%), mais aussi en Atlantique et Manche (autour de -40%), les senneurs de fond (tant en Atlantique, -21%, qu'en Manche, -22%), les bolincheurs (-24%) et les palangriers à espadon (-30%). Les estimations de temps de pêche navire des flottilles de dragueurs, de fileyeurs, caseyeurs, ligneurs et palangriers de Manche et d'Atlantique sont relativement moins affectées (-17% à -9%), ce qui tend à indiquer qu'ils travaillent à des vitesses moins élevées par exemple que les chalutiers.

FLOTTILLE	Façade	Nombre de navires	% Temps de pêche 3N/4,5N	% Temps de pêche 3,5N/4,5N	% Temps de pêche 4N/4,5N	% Temps de pêche 4,5N/4,5N	% Temps de pêche 5N/4,5N	% Temps de pêche 5,5N/4,5N	% Temps de pêche 6N/4,5N
Chalutiers	Méditerranée	62	-79%	-68%	-42%	0%	3%	4%	5%
Chalutiers exclusifs	Atlantique	241	-40%	-12%	-2%	0%	1%	2%	3%
Chalutiers exclusifs	Mer du Nord - Manche	82	-43%	-18%	-4%	0%	2%	3%	4%
Chalutiers non exclusifs	Atlantique	3	-38%	-7%	-1%	0%	1%	2%	4%
Chalutiers non exclusifs	Mer du Nord - Manche	251	-18%	-9%	-4%	0%	3%	5%	7%
Chalutiers crevetiers	Guyane	13	-18%	-7%	-2%	0%	2%	4%	6%
Senneurs de fond	Atlantique	17	-21%	-9%	-3%	0%	3%	5%	7%
Senneurs de fond	Mer du Nord - Manche	11	-22%	-11%	-4%	0%	3%	5%	6%
Dragueurs	Atlantique	3	-12%	-7%	-3%	0%	3%	6%	9%
Dragueurs	Mer du Nord - Manche	83	-17%	-9%	-4%	0%	3%	5%	8%
Caseyeurs	Atlantique	2	-12%	-6%	-3%	0%	1%	2%	3%
Caseyeurs	Mer du Nord - Manche	29	-13%	-8%	-3%	0%	3%	6%	8%
Caseyeurs Métiers de l'hameçon	Atlantique	1	-11%	-7%	-3%	0%	3%	7%	11%
Caseyeurs Métiers de l'hameçon	Mer du Nord - Manche	2	-12%	-8%	-3%	0%	3%	6%	9%
Fileyeurs	Atlantique	79	-7%	-4%	-2%	0%	2%	3%	5%
Fileyeurs	Mer du Nord - Manche	49	-14%	-9%	-4%	0%	4%	7%	10%
Fileyeurs Caseyeurs	Atlantique	1	-10%	-6%	-3%	0%	2%	4%	6%
Fileyeurs Caseyeurs	Mer du Nord - Manche	57	-12%	-7%	-3%	0%	3%	6%	9%
Fileyeurs Métiers de l'hameçon	Atlantique	4	-9%	-5%	-2%	0%	2%	4%	6%
Fileyeurs Métiers de l'hameçon	Mer du Nord - Manche	1	-9%	-6%	-3%	0%	1%	1%	2%
Métiers de l'hameçon	Atlantique	25	-8%	-5%	-2%	0%	2%	4%	6%
Canneurs de Dakar	Atlantique	1	-16%	-10%	-5%	0%	5%	12%	19%
Divers métiers côtiers	Atlantique	2	-27%	-17%	-7%	0%	5%	8%	10%
Divers métiers côtiers	Mer du Nord - Manche	6	-6%	-3%	-1%	0%	1%	2%	4%
Métiers >3 milles	Méditerranée	11	-19%	-11%	-6%	0%	7%	11%	15%
Métiers côtiers	Méditerranée	18	-6%	-4%	-2%	0%	1%	2%	2%
Navires Côtiers	Antilles	3	-8%	-5%	-3%	0%	5%	11%	17%
Navires Large	Antilles	2	-7%	-5%	-2%	0%	3%	5%	8%
Palangriers	Indien	1	-20%	-12%	-5%	0%	5%	12%	18%
Palangriers à espadons	Indien	19	-30%	-22%	-12%	0%	12%	22%	32%
Bolincheurs	Atlantique	27	-21%	-13%	-7%	0%	6%	12%	17%
Senneurs à thons rouges	Méditerranée	21	-14%	-10%	-5%	0%	6%	11%	18%
Senneurs Tropicau		22	-7%	-5%	-2%	0%	3%	5%	8%
Tous navires 2019		1 182	-29%	-13%	-5%	0%	2%	4%	6%

Tableau 5 : Impact des seuils de vitesse utilisés pour caractériser les situations de pêche probable et route probable dans les estimations du nombre d'heures de pêche des navires français en 2019 selon les flottilles et les bassins d'exploitation.

Il existe également un effet façade plus ou moins marquée selon les flottilles. Ainsi, les temps de pêche navire des chalutiers de Méditerranée sont plus affectés par une réduction des seuils de vitesse que les chalutiers d'Atlantique ou de Manche.

CONCLUSIONS

L'analyse de l'impact de variation du seuil de vitesse moyenne entre deux positions successives (en général une heure dans le cas le plus fréquent des données de positions géographiques VMS) 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 nœuds¹⁰) 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.

Ce constat doit être nuancé en fonction des engins de pêche, appréhendés ici de manière synthétique à travers les flottilles de pêche définies en fonction de l'engin ou la combinaison d'engins pratiqués dans l'année. Il existe également pour certains engins quelques variations selon le bassin d'exploitation.

Cette première approche fournit également des indications sur de possibles évolutions du seuil en fonction de l'engin pratiqué.

¹⁰ Ce seuil de compromis a été établi au milieu des années 2000, et après enquête auprès des professionnels, sur la base des données disponibles issues principalement des navires de plus de 15 mètres, essentiellement constitués de chalutiers.

Cartographies comparées des positions géographiques issues de la VMS et de RECOPECA pour quelques marées.

Ci-dessous quelques exemples de cartographies de trajectoires de marées de navires équipés à la fois du dispositif VMS (en bleu) et d'une balise RECOPECA (en rouge). La fréquence d'acquisition des données de positions géographiques issues de la VMS est d'une heure, celle des balises RECOPECA varie selon le navire entre 1 et 15 minutes.



Figure 1 : Cartographie comparée des trajectoires d'un chalutier hauturier selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPECA (en rouge, fréquence d'acquisition de 15').

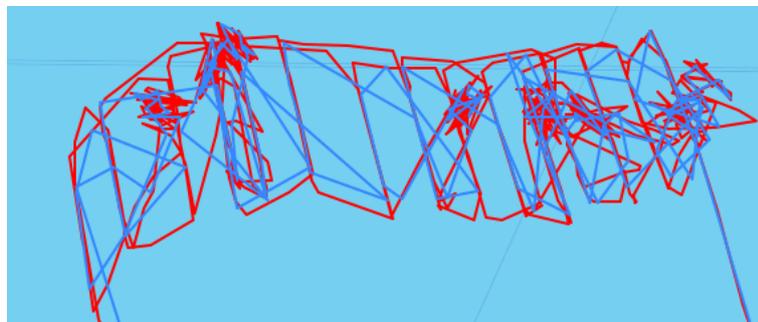


Figure 2 : Cartographie comparée des trajectoires d'un caseyeur selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPECA (en rouge, fréquence d'acquisition de 15').

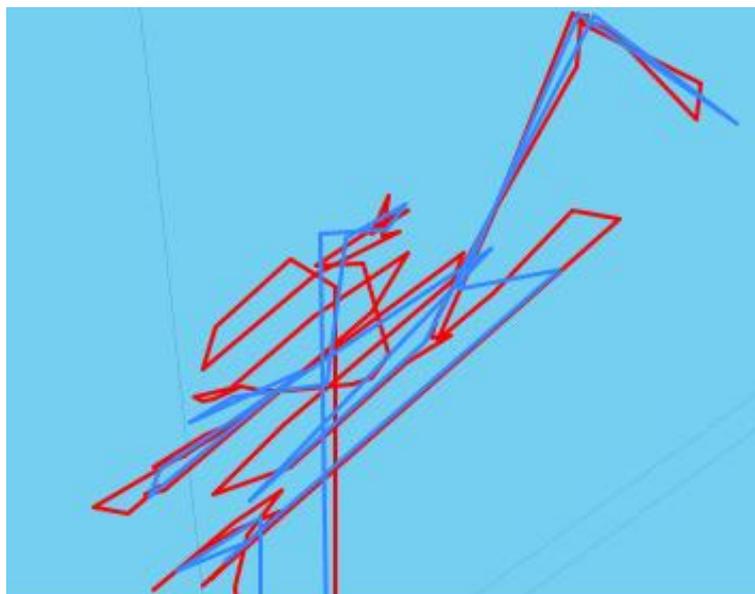


Figure 3 : Cartographie comparée des trajectoires d'un fileyeur selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPECA (en rouge, fréquence d'acquisition de 15').

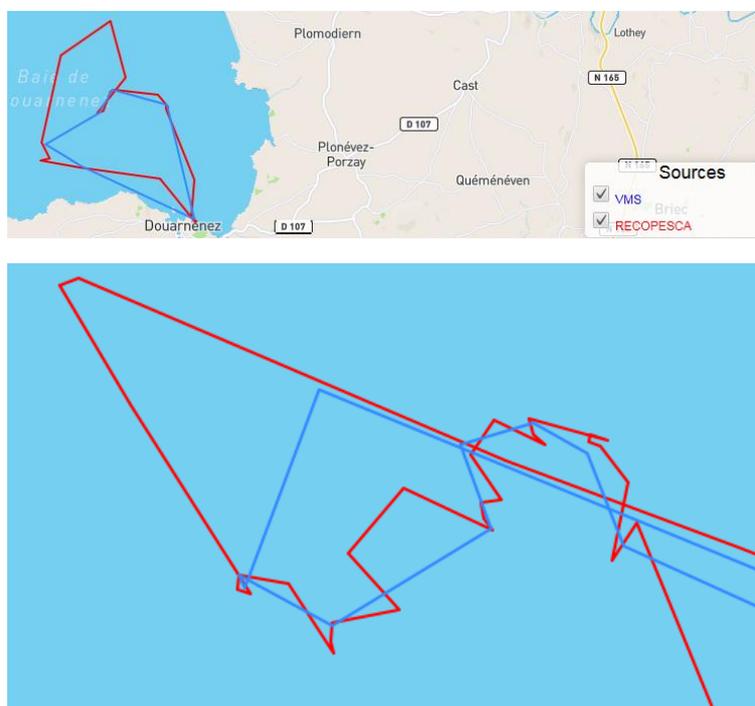


Figure 4 : Cartographie comparée des trajectoires d'un bolincheur selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPECA (en rouge, fréquence d'acquisition de 15').

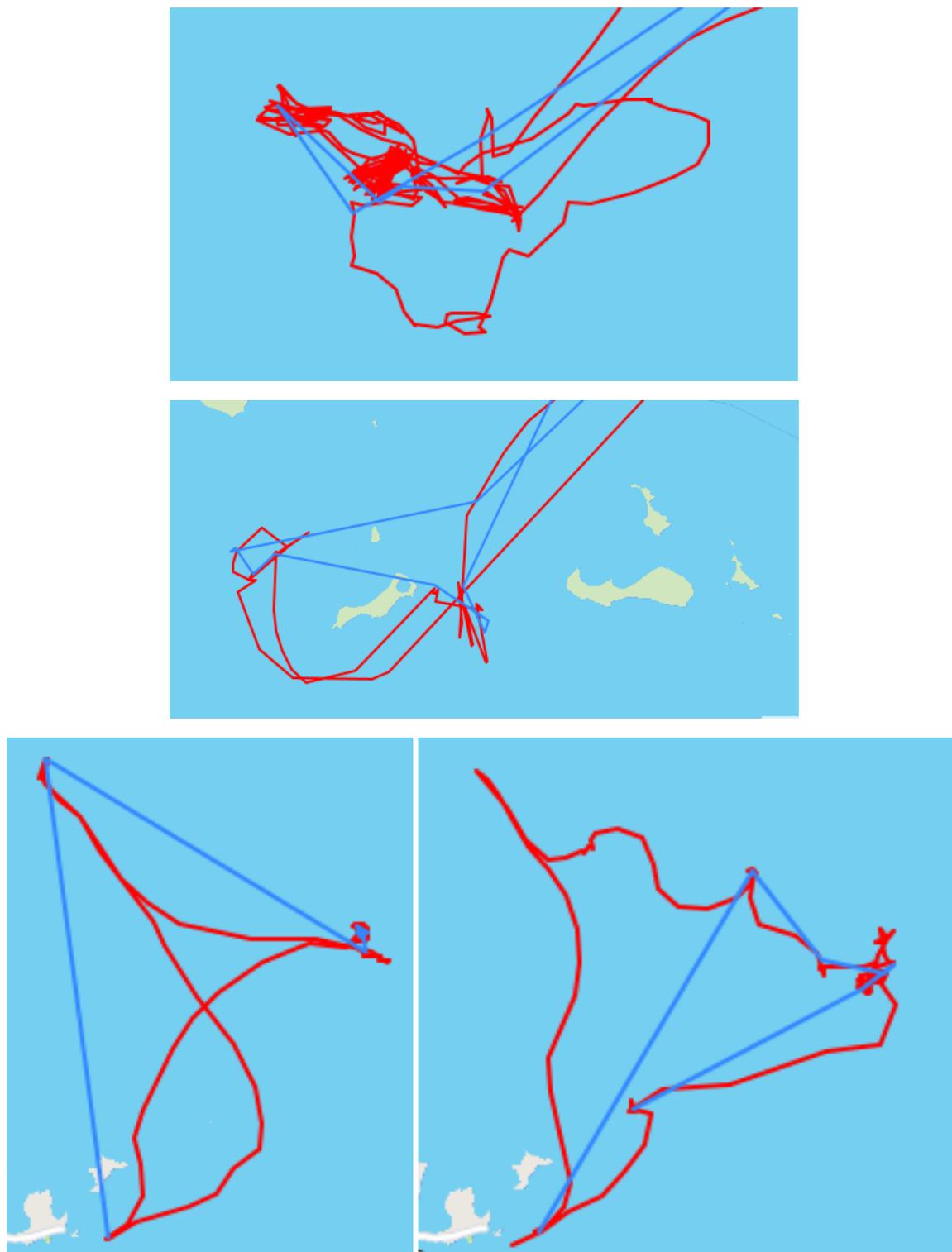


Figure 5 : Cartographie comparée des trajectoires d'un goémonier pêchant au scoubidou selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPECA (en rouge, fréquence d'acquisition de 1').



Figure 6 : Cartographie comparée des trajectoires d'un dragueur à Laminaria hyperborea selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPECA (en rouge, fréquence d'acquisition de 1').

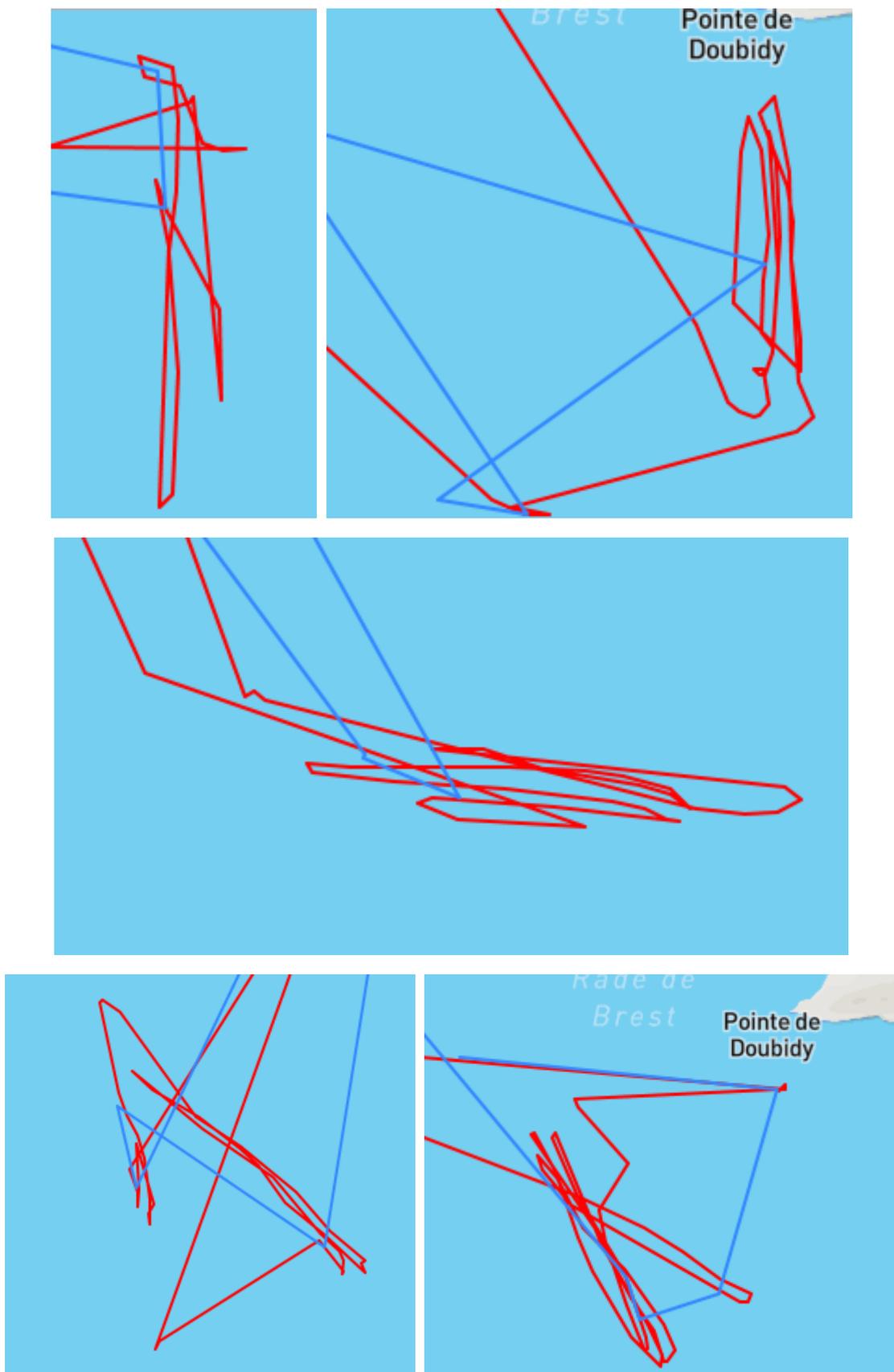


Figure 7 : Cartographie comparée des trajectoires d'un dragueur selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPESCA (en rouge, fréquence d'acquisition de 3').

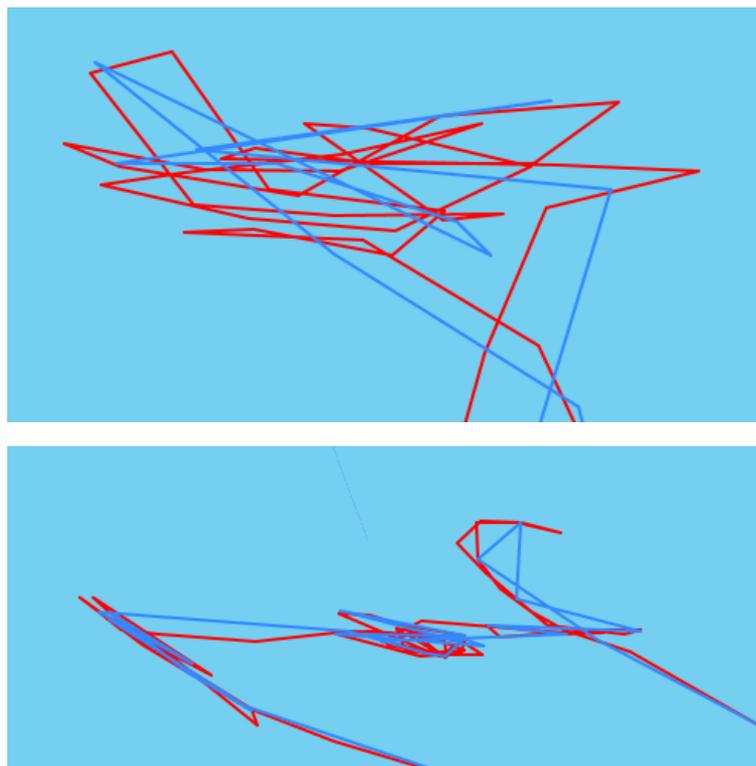


Figure 8 : Cartographie comparée des trajectoires d'un dragueur selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPESCA (en rouge, fréquence d'acquisition de 15').

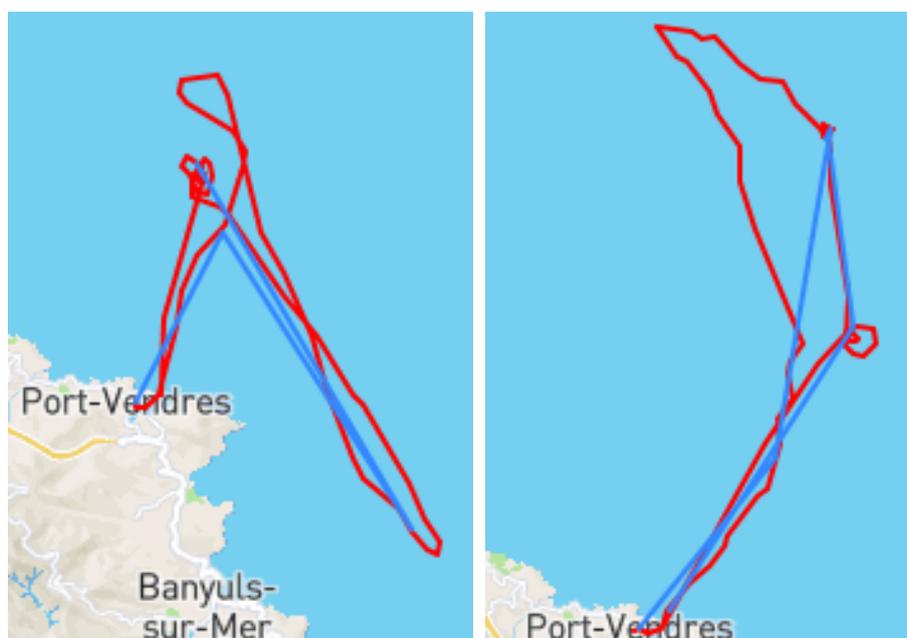


Figure 9 : Cartographie comparée des trajectoires d'un senneur lamparo selon la VMS (en bleu, fréquence d'acquisition de 1 heure) et selon RECOPESCA (en rouge, fréquence d'acquisition de 15').