

# **Description de la paramétrisation de l'activité de pêche de la pêcherie démersale mixte du golfe de Gascogne dans ISIS-Fish - Delivrable R2.4 projet MACCO**

**Stéphanie Mahévas<sup>1,2</sup>, Jean-Baptiste Lecomte<sup>2</sup>, Antoine Ricouard<sup>1,2,3</sup>, Auriane Serval<sup>2</sup>, Pablo Vajas<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> MARBEC, Université de Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD, Sète, France

<sup>2</sup> DECOD, L'Institut Agro, IFREMER, INRAE, 44000 Nantes, France

<sup>3</sup> Mediterranean Institute of Oceanography (MIO, UM 110, UMR 7294), Aix Marseille Univ., Univ. Toulon, CNRS, IRD, Marseille, 13288, France

<sup>4</sup> Centre for Fisheries Ecosystems Research, Fisheries & Marine Institute, Memorial University, St. John's, NL, Canada.

## **Introduction**

Dans le cadre du projet de recherche MACCO (<https://www.macco.fr>), nous utilisons la plateforme de modélisation de pêcheries ISIS-Fish pour décrire la pêcherie démersale mixtes du golfe de Gascogne (Mahevas et al 2004, Pelletier et al 2009). Ce modèle générique est explicitement spatial et la dynamique temporelle est mensuelle. Dans ISIS-Fish, la dynamique des pêcheries est décrite dans une base de données régionale au travers de trois modules : un module biologique pour la dynamique de chaque population, un module pour la dynamique des flottilles de pêche et un module de gestion. La construction d'une base de données ISIS-Fish consiste à renseigner les valeurs de chaque paramètre des 3 modules (a minima les modules de la biologie et de la pêche) avec la possibilité d'ajouter des hypothèses personnalisées, et de calibrer le modèle sur un ensemble d'observations.

Pour cette application, l'étendue spatiale de la pêcherie est le Golfe de Gascogne, définie ici par les divisions CIEM 8a, 8b et 8d et la résolution choisie est le 1/16 de rectangle statistique (Figure 1).

La période temporelle modélisée est 2015-2022 avec un pas de temps mensuel.

Dans le module biologique sont représentées 7 espèces d'intérêt économique de la pêcherie mixte démersale et présentant des problématiques de gestion pertinentes pour le projet MACCO (espèces cibles ou accessoires de la pêcherie). Il s'agit du merlu européen (*Merluccius merluccius*), de la sole commune (*Solea solea*), de la langoustine (*Nephrops norvegicus*), de la cardine (*Lepidorhombus whiffiagonis*), de la baudroie blanche (*Lophius piscatorius*) et de deux espèces de raies (*Raja clavata*, *Leucoraja naevus*). La description de la dimension biologique du modèle est disponible dans Vigier et al 2020 et Vajas et al In prep.).

Ce document se focalise sur la paramétrisation dans ISIS-Fish du module d'activité de pêche pour la pêcherie mixte démersale du golfe de Gascogne. Elle s'organise de la manière suivante : 1) description des activités de pêche (ports, flottilles classe de taille, stratégies, métiers et engins), 2) description de l'effort de pêche par mois et par métier, 3) spatialisation de l'effort de pêche par métiers et stratégies , 4) relation multiplicative entre effort et mortalité par pêche (séparabilité des facteurs de standardisation : efficacité de pêche selon les flottilles, standardisation des heures de pêche selon les engins, ciblage selon les métiers, sélectivité selon les engins-métiers).

## Data

Plusieurs jeux de données ont été nécessaires pour mettre à jour et calibrer le modèle.

- SACROIS, VMS : Les déclarations françaises de débarquements et d'effort de pêche pour 2010-2022 ont été mises à disposition à l'échelle de la séquence de pêche\*catégorie commerciale\*rectangle statistique CIEM\*espèce. Elles ont été utilisées pour concevoir les caractéristiques d'exploitation des bateaux de plus de 12 mètres et de moins de 12 mètres. Les données VMS n'étaient disponibles que pour les bateaux de plus de 12 mètres.

- Intercatch : observations de captures et d'efforts pour 2015-2022 dans le Golfe de Gascogne pour toutes les espèces et tous les pays, à l'échelle du groupe de quart de niveau, utilisées pour décrire la dynamique mensuelle et interannuelle de l'effort des flottes étrangères, pour calibrer et valider le modèle.

- ICES WGBIE22 : Estimations de l'abondance des espèces par taille ou classe d'âge pour toutes les années sur la période de calibration 2015-2018) pour renseigner leur abondance au pas de temps initial et les estimations de recrutement sur 2015-2022.

- Obsmer : données d'observations des rejets à bord des bateaux de pêche sur la période 2014-2017, à l'échelle de l'opération de pêche, sommée par trimestre pour palier au nombre faible d'opérations de pêche observées.

Ces données sont confidentielles et ont fait l'objet d'une demande BONITA (SIH-DATA-00071, SIH-DATA-00072, SIH-DATA-00073).

### Procédure de paramétrisation :

Dans ce modèle nous cherchons à décrire l'effort de pêche nominal et effectif de tous les bateaux pêchant dans le golfe de Gascogne et capturant les 7 espèces d'intérêt pour projet Macco, sur la période 2015-2022. Il s'agissait de bateaux français, espagnols, anglais et belges. Les données disponibles pour caractériser les activités de pêche étant différents pour les français et les autres pays, nous avons établi des traitements différents pour ces deux catégories.

Pour les Français : nous avons développé une approche différenciée pour les bateaux de plus de 12m et les bateaux de moins 12m liée 1) à un a priori (qui s'est révélé faux) que le système d'information halieutique français ne disposait pas des logbooks des bateaux de moins de 12m et 2) à l'absence de données vms pour les bateaux de moins de 12m. Les différences ont principalement porté sur la définition des zones de pratiques des métiers (utilisant les données VMS pour les bateaux de plus de 12m et les données logbook pour les moins de 12m) et la définition des ports de rattachement des flottilles (un port nord et un port sud pour les plus de 12m et un unique port pour les moins de 12m). Les métiers des moins de 12 mètres ont été définis sur la période 2010-2020, alors que pour les plus de 12m 2010-2018. Cette différence de période est liée à une mise à jour plus récente de la base de données pour les moins de 12m qui ont été paramétré dans un deuxième temps pour répondre à la question de la gestion de la bande côtière par les Organisations de producteurs impliquées dans le projet MACCO.

Pour les étrangers : les données de captures et d'effort pour les bateaux étrangers étaient disponibles à des échelles de temps et d'espace plus grossières que celles des bateaux français. Ce qui nous a contraint à utiliser des définitions moins précises pour les métiers pratiqués (métiers

DCF6), à faire des hypothèses de distribution uniforme de l'effort sur les mois de chaque trimestre et à considérer une unique flottille par classe de taille de bateaux.

Toutes les procédures d'explorations, d'analyses et d'estimation des paramètres permettant d'aboutir à la base de données ISIS-Fish pour la caractérisation de la pêche de la pêcherie démersale du golfe de Gascogne sont reproductibles et disponibles sur [gitlab.ifremer.fr](https://gitlab.ifremer.fr/macco_private/macco-fishing-activity-processing/-/tree/master) :

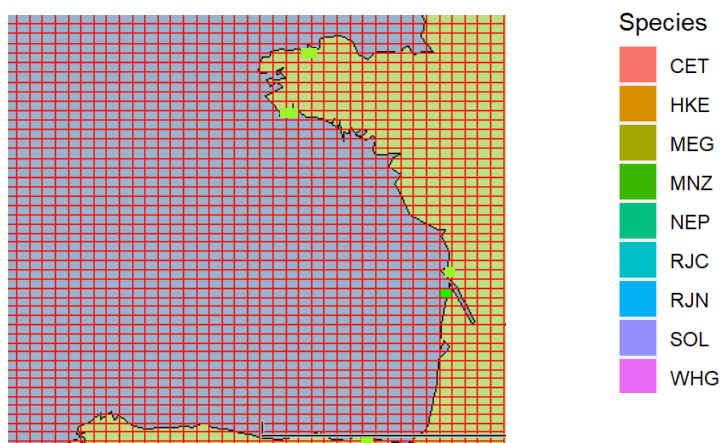
[https://gitlab.ifremer.fr/macco\\_private/macco-fishing-activity-processing/-/tree/master](https://gitlab.ifremer.fr/macco_private/macco-fishing-activity-processing/-/tree/master)

Les paramètres de sélectivité ont été estimés dans un deuxième temps. Les procédures sont reproductibles et disponibles sur [gitlab.ifremer.fr](https://gitlab.ifremer.fr/macco_private/selectivity) : [https://gitlab.ifremer.fr/macco\\_private/selectivity](https://gitlab.ifremer.fr/macco_private/selectivity)

Toutes les tables de valeurs ont été importées dans ISIS-Fish et sont disponibles sur demande dans le répertoire `macco-fishing-activity-processing\data\tidy\process_outputs_for_isis_fish`.

**Les données brutes étant confidentielles, il est nécessaire de nous contacter pour y avoir accès si vous souhaitez reproduire les tables.**

### Résumé de l'activité de pêche de la pêcherie démersale du golfe de Gascogne dans ISIS-Fish :



**Figure 1 : Zone géographique modélisée - Golfe de Gascogne : zones CIEM 8 a,b,d et la grille associée avec une résolution spatiale du 1/16 rectangle statistique – CIEM, et sur la droite la liste des espèces d'intérêt avec les couleurs et codes utilisées pour la description de la paramétrisation d'ISIS-Fish. HKE : merlu (*Merluccius merluccius*), SOL : sole commune (*Solea solea*), NEP : langoustine (*Nephrops norvegicus*), MEG : cardine (*Lepidorhombus whiffiagonis*), MNZ : baudroie blanche (*Lophius piscatorius*), deux espèces de raies (RJC : *Raja clavata*, RJN : *Leucoraja naevus*) et deux autres espèces CET : le céteau (*Dicologlossa cuneata*) et WHG : merlan (*Merlangius merlangus*). Ces deux dernières espèces non modélisées en ballotage pour paramétrisation dans ISIS mais conservées dans l'analyse pour identifier des métiers associés à ces espèces qui pourraient être intégrées dans une prochaine version de ISIS-GdG-démersal.**

### Ports (super-port = agrégation de ports) : 5 ports

- pour les bateaux de plus de 12m Français : 3 super-ports Nord (8a), Sud (8b), 1 port Other Nord et Other Sud (pour les bateaux immatriculés en dehors du golfe)
- 1 super-port pour les moins de 12m, 1 port Espagnol, 1 port Anglais, 1 port Belges

### Engin (super engin = famille d'engins) : 7 engins

- D (dragues), F (casiers), G (filets) – GND, GNS, GNC, L (ligne), M (mélange d'engins pélagiques) – PTM, PTB, SDN, O (Chaluts autres que pélagiques), T (Chalut Perche, ou autre que O -12m)
- **gear\_isis = 3 première lettres du métier\_sacrois** identifiés en utilisant le code engin\_sacrois (Changement de la définition de l'engin basé sur l'hypothèse que sacrois est de meilleure qualité que la déclaration métier DCF6)

### Flottes (port-classe de taille) : 37 flottes

- **Classes de taille des flottes** : 0-10m, 10-12m, 12-15m, 15-18m, 18-24 m, 24-40 m, 40-80m, 80-inf
- **Pour les moins de 12m français : 16 flottes**
  - flottes Ifremer,
  - Pas de distinction Nord/sud pour les <12m
  - Segmentation 0-10m et 10-12m
  - séparer chalutiers-dragueurs (qui vont à la civelle l'hiver), des ligneurs-fileyeurs, des ligneurs exclusifs, des fileyeurs exclusifs
  - Seuil de captures 70 tonnes en moyenne /an
  - Rayon d'action des <10 m : 20 miles
- **Pour les plus de 12m : 14 flottes**
  - 3 Ports
  - Même zone de pêche pour les 15 m et +
- **Pour les flottes étrangères : 7 flottes**
  - >10m
  - Filtrage des flottes débarquements > 50 kg sur 2009-2022

### Métiers :

#### Pour les bateaux Français

Les métiers ont été définis en deux étapes. La première étape a consisté à identifier pour chaque engin, les profils de captures sur les espèces d'intérêt pour Macco les plus discriminants. Pour chaque bateau, l'algorithme SACROIS associe à chaque séquence de pêche un métier DCF6. Ces métiers sont très précis et donc très nombreux (153 métiers dcf6 pour les >12m et 225 pour les ≤12m). Par risque d'une trop grande complexité dans le modèle ISIS-Fish (et donc de temps de simulation trop long), nous avons choisi une approche plus parcimonieuse de définition des métier\_isis en regroupant les métiers dcf6 à l'aide d'une combinaison de méthodes ACP+HAC sur les données de logbooks (sacrois) à l'échelle de la séquence de pêche. La deuxième étape a consisté à associer à un métier sa ou ses zones de pêche annuelle en utilisant les données d'effort géoréférencées (VMS) projetées sur une grille (de résolution 1/16 rectangle statistique CIEM) et en appliquant une méthode de regroupement des cellules de même valeur d'effort moyen sur les années avec une contrainte de contiguïté spatiale.

Un métier dans ISIS-fish est une combinaison d'un métier défini à l'étape 1 et d'une zone définie à l'étape 2. Il y a donc autant de métier que de  $\text{metier-etape1} \times \text{nombre de zones}(\text{metier-etape1})$ .

#### Remarque :

- On a choisi **metier\_dcf6** plutôt que **metier\_sacrois** car beaucoup de **metier\_sacrois** et plus difficile à justifier dans une publication et plus compatible avec l'ajout des bateaux étrangers pour lesquels on dispose des métiers dcf6

- Période des données pour la définition des métiers est différentes **pour les moins de 12m (2010-2020) et les plus de 12m (2010-2018)**. Cette différence est liée à une analyse en début de projet pour les plus de 12m et en milieu-fin de projet pour les moins de 12m.

➤ Pour les bateaux de moins de 12m : 308 métiers-zones

Nom issu méthode de classification	Nom donné par les OP	Complément d'information
G_1	Filet GTR sud trémail- métier sole baudroie	Hiver sole, printemps Baudroie + autres esp
F_1	casiers polyvalents du nord	avec un peu d'autres engins/métiers
D_2	Drague polyvalent céteau	et bq d'other
D_low_activity	Drague polyvalent céteau Faible activité	petite baudroie
F_low_activity_3	Polyvalent faible activité	asiers mixtes autres engins
G_3	Filet maillant - les peches tout	
G_lowactivity_2	Filet faible activité	
G_2	Filet maillant nord faible activité	plus de merlan
G_4	Filet maillant mixte macco faible activité	céteau
L_3	palangre merlan et merlu	Merlan dans le nord et merlu dans le sud
L_1	Palangre mixte polyvalent FA	
L_lowactivity_3	Palangre polyvalent Merlu FA	
M_3	chalut PTM à merlan macco FA	Bateaux de Jean-Marie
O_5	chalut Langoustinier de moins de 12m	
O_2	chalut Fond divers	
O_4	Chalut fond de la cottiniere	- céteau
O_1	chaluts mixtes OTB et OTT FA	
O_3	chalut fond à merlan macco FA	Bateaux de Jean-Marie
T_low_activity	Chalut Perche ceteau et crevette FA	

**Table 1 : nom des 22 métiers des bateaux français de moins de 12m (Mixte = plusieurs espèces, Polyvalents = plusieurs engins, FA = faible activité, Ligne = Palangre, Autre lignes = cannes, traîne...)**

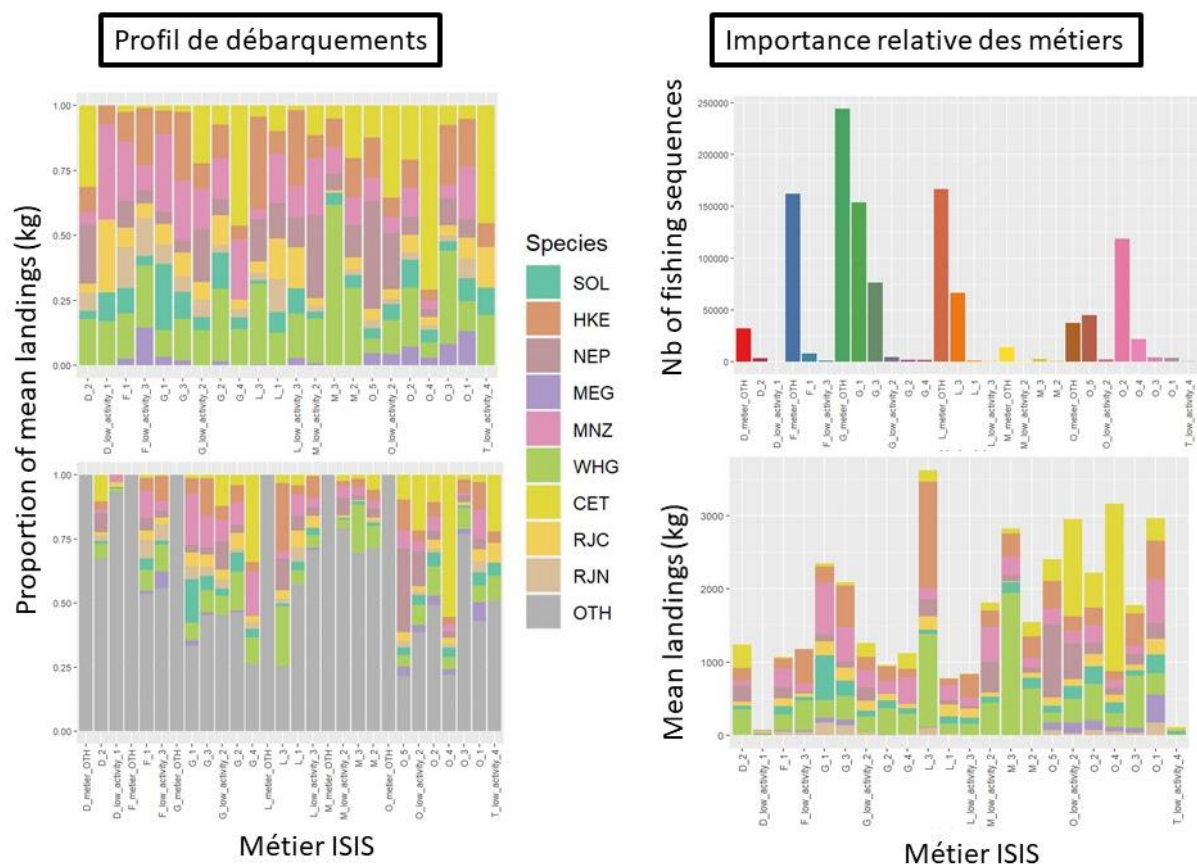


Figure 2 : Définitions des 22 métiers des bateaux français de moins de 12m. Présentations des profils de débarquements à gauche (sans les espèces autres en haut et avec en bas)

La définition des zones des métiers des bateaux de moins de 12m repose sur l'hypothèse d'une seule zone par métier-flottille et que les bateaux de moins de 10m ont un rayon d'action de 20 miles de la côte. Ces bateaux n'ayant pas pour la grande majorité de VMS, nous avons utilisé des données d'effort disponibles dans les logbooks pour construire des cartes de l'Effort /rect stat ou sous-rect stat moyen par an redistribué uniformément au 1/16eme rect stat. Les cartes sont visibles dans [fleet\\_metier\\_analysis\\_validation\\_inf12m.html](#).

➤ Pour les bateaux de plus de 12m : 112 métiers-zones

Nom issu méthode de classification	Nom donné par les OP	Nom simplifié parlant
O_5	Chalut de fond semi-hauturiers à poisson	O_DEF, O_CEP
O_1	chalut Langoustiniers	O_NEP
G_2	Trémail à Sole	GTR_SOL
M_4	Pélagique à Merlu OTM lorientais	PEL_HKE

O_4	chalut PTB Lorientais à Merlu	PTB_HKE
L_4	Palangre à merlu	L_HKE
G_4	Filet GNS hauturier à merlu	GNS_HKE
M_3	Senne danoise Merlan-Merlu-oth	SDN_HKE
G_5	Filet à lotte	G_MNZ
O_6	Chaluts cotiers Mixtes à Céteau	O_CET
O_3	Chalut Merlan-Merlu-Oth mixte un peu de langoustine	O_MIX
G_3	Filet maillant merlan-lotte-sole - Les peche-tout - lieu jaune et bar en hiver	GNS_MIX
M_5	chalut PTM -Langoustiniers	PTM_NEP
O_low_activity_5	Chalut de fond divers -	O_LOW
D_low_activity_1		D_LOW
G_low_activity_3	filets mélangés divers	G_LOW
M_low_activity_3	Senne-chalut-divers peche-tout	M_LOW
L_low_activity_3	palangre à Merlan-Merlu	L_LOW

Table2 : nom des métiers des bateaux de plus de 12m

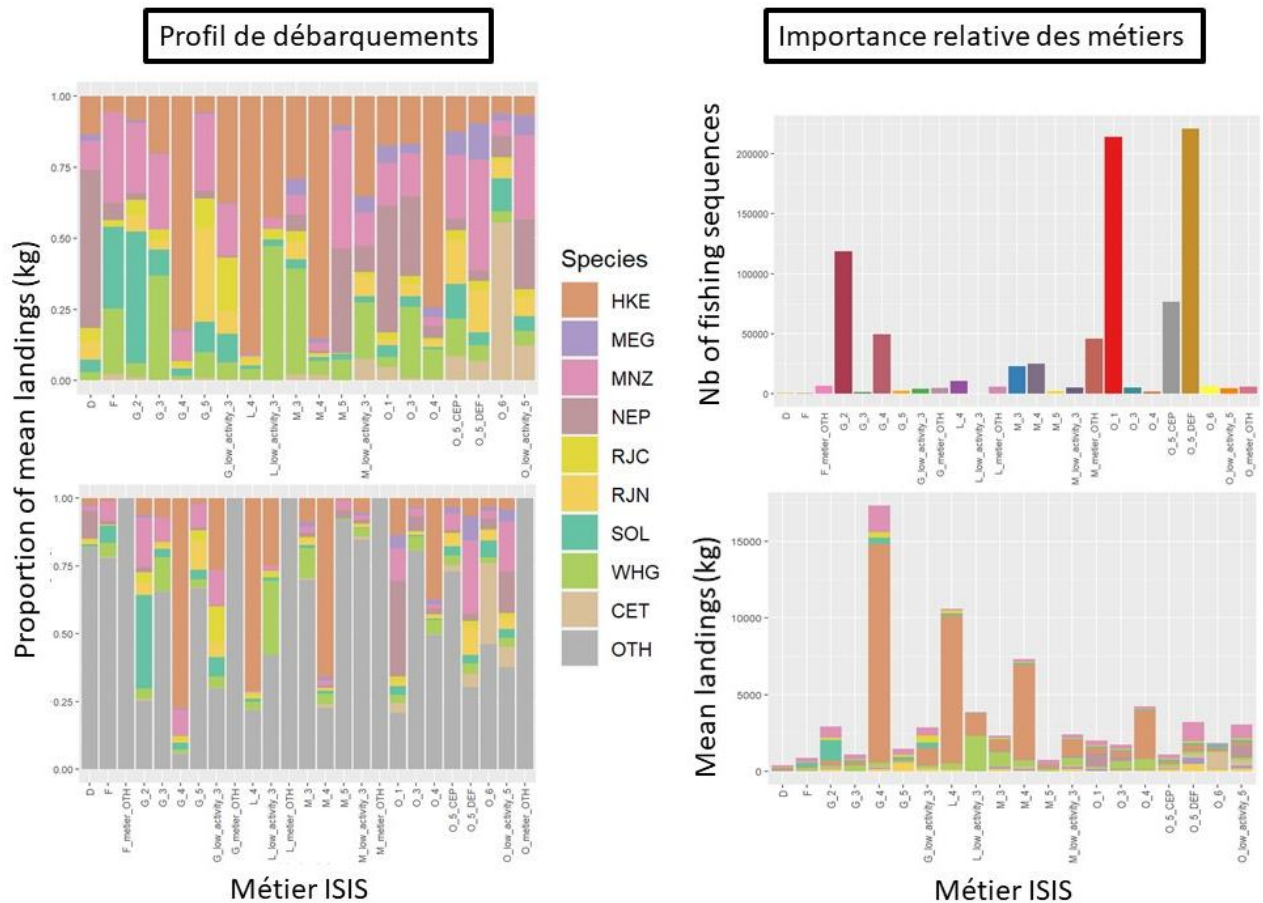


Figure 3 : Définitions des 20 métiers des bateaux français de plus de 12m. Présentations des profils de débarquements à gauche (sans les espèces autres en haut et avec en bas)

- **Metier other** : par engin (gear\_isis), agrégation des métiers ne capturant que les espèces non macco
- **Metier low activity** : par engin (gear\_isis), agrégation des métiers qui font moins de 1000 sequences sur la période - on a noté que ce seuil leur semblait important MAIS ces métiers ne sont pas jetés : **leur montrer la liste des métiers agrégés** et si on met un seuil à 100 on a trop de bruit dans la définition des super metier (instabilité des profils de capture - ce qui ie que les métiers\_dcf6 on des profils de capture qui changent)

La définition des zones des métiers des bateaux de plus de 12m repose sur l'hypothèse d'une ou deux zones par métier défini à l'étape 1. La grande majorité de ces bateaux ayant des données VMS, nous avons utilisé des données d'effort de pêche à l'échelle 3km\*3km disponibles dans SACROIS-VMS pour construire des cartes d'effort par mois (moyenne sur la période) et re-moyenné sur les mois, puis ré-agrégé au 1/16eme rect stat. On distingue ensuite deux zones dont une zone de forte concentration d'effort sauf si taille de la zone <10% de la region et moins de 250 heures de pêche en utilisant une méthode de classification avec contrainte de contiguïté spatiale. Pour les métiers sans vms, on les rattache à des métiers existants. Les cartes sont visibles dans [fleet\\_metier\\_analysis\\_validation\\_sup12m.html](#).



## Pour les bateaux étrangers : 14 métiers et 27 métiers-zones

N'ayant pas accès aux données à l'échelle du bateau (logbooks et vms), nous avons directement utilisés les métiers DCF6 et les zones 8a et 8b renseignés dans Intercatch.

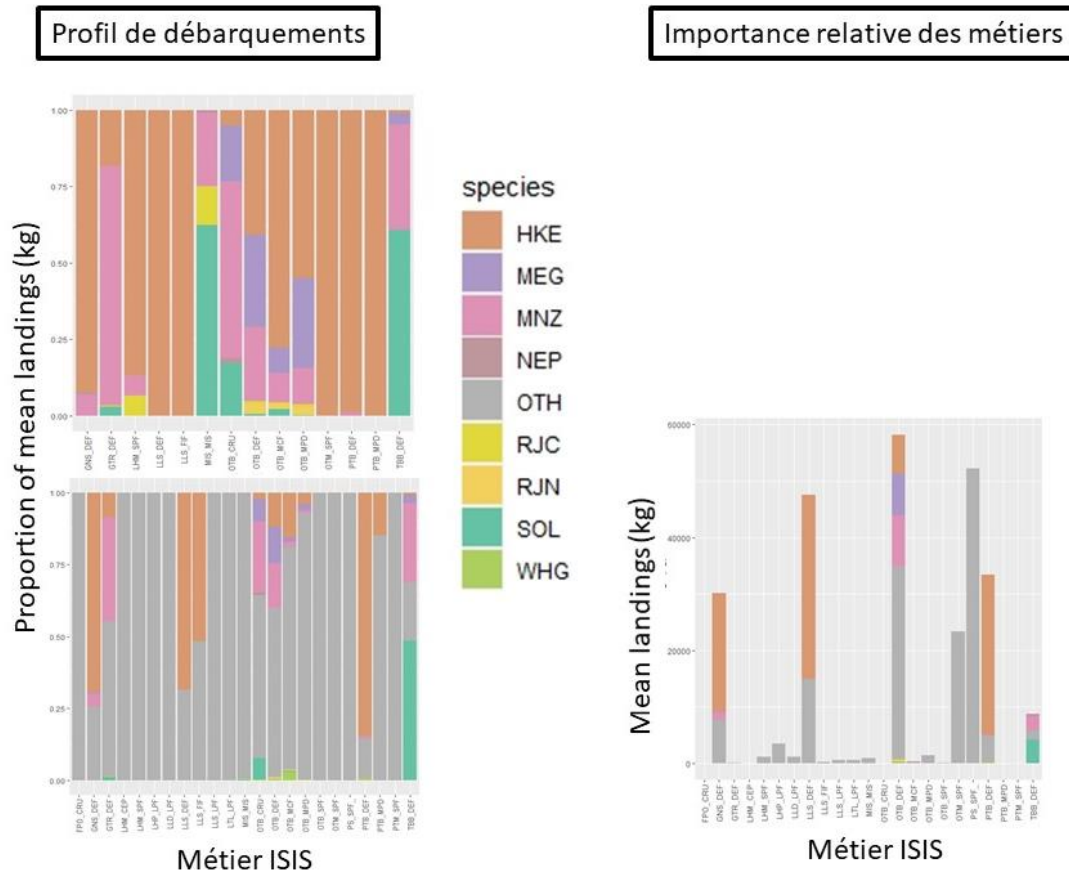


Figure 3 : Définitions des 14 métiers des bateaux étrangers. Présentations des profils de débarquements à gauche (sans les espèces autres en haut et avec en bas)

## Stratégies : 46 stratégies

- Pour les Flottes étrangères : 7 stratégies (une stratégie/flottille)
- Pour les  $\leq 12$  m français : 14 stratégies (une stratégie / flottille)
- Pour les  $> 12$  m français : 25 stratégies. On fait l'hypothèse que changement d'engin (entre O, L, G) peu probable, regroupement des bateaux en fonction des engins utilisés, Séparation en deux flottilles de 24-40 fileyeurs/ligneurs. **Pour la définition des stratégies** : filtrage sur bateaux qui n'ont pas été présents au moins 5 ans et qui ont moins de 500 séquences ; **la classification automatique ne marche pas** : la classification des matrices par bateau (metier \* pas de temps mois-année) ne fonctionne pas bien (trop d'ambiguïté dans la distance entre matrice), idem si on ne garde que la matrice moyenne par bateau (metier \* pas de temps mois) et idem avec que metier .... ; Donc **on fait une clé à la main pour chaque flottille**

- **Flottille 24-40m South** : on fait une clé à la main (seuil sur le filet :  $G_4 > 0.5$ ) car on voit distinctement 2 stratégies : filet et mixte
  - $G_L$  : 38 bateaux 899847 plus mixte que les 37 autres et beaucoup de filet other (~10)
  - Mixte chalut : 16 bateaux avec peu d'activité - quel sens cette flottille ?
- **Flottille 24-40m North** : on fait une clé à la main (seuil sur la ligne) 2 stratégies : **ligneurs et des mixtes**
  - L : 7 bateaux dont un caseyeurs other
  - Mixte chalut : 18 bateaux avec beaucoup de variétés et peu d'activité
- **Flottille 12-15m North** : on fait une clé à la main (seuil sur O et M) 2 stratégies : chalut et mixte d'un coté, les ligneurs, fileyeurs, caseyeurs de l'autre
  - mixte : 67 bateaux
  - $F_G_L$  : 23 bateaux
- **Flottille 15-18m North** : on fait une clé à la main (seuil sur O et M) 2 stratégies : **chalut et mixte d'un coté, les ligneurs, fileyeurs, caseyeurs de l'autre**
  - Mixte chalut 83 bateaux : forte activité de quasi tous
  - $G_L_F$  : 19 bateaux : 2 caseyeurs other, 2 mixtes other qui sortiront
- **Flottille 12-15m South**: on fait une clé à la main (seuil sur O et M) 2 stratégies : **chalut et mixte d'un coté, les ligneurs, fileyeurs, caseyeurs de l'autre**
  - mixte : 26 bateaux : 294641 —> que du metier other
  - $F_G_L$  : 16 bateaux
- **Flottille 15-18m South**: on fait une clé à la main (seuil sur O et M) 2 stratégies : **chalut et mixte d'un coté, les ligneurs, fileyeurs, caseyeurs de l'autre**
  - mixte : 30 bateaux flottille assez mixte sur les metiers et les engins - est-ce que ça a du sens de les grouper ?
  - $F_G_L$  : 17 bateaux (homogène)
- **Flottille 18-24m South**: 3 stratégies ligneurs, Fileyeurs (oth) - dominance chalut (**O\_3, O\_1**), et mixte chalut (**M et O**)
  - $G_L$  : 30 bateaux
  - Mixte : 14 bateaux
  - Dominance chalut du métier O\_3 : 26 bateaux
- **Flottille 18-24m North**: 3 stratégies ligneurs, Fileyeurs (oth) - dominance chalut (**O\_3, O\_1**), et mixte chalut (**M et O**)

- G\_L : 12 bateaux
    - est-ce normal que le 730415 fasse ligne et chalut ? changement de stratégie selon les années
    - le 724521 est le seul caseyeur avec une activité sur 3 ans : que F\_other
  - Mixte : 30 bateaux
  - Dominance chalut du métier O\_3 : 71 bateaux
- **Flottille Other : 1 stratégie par classe de taille** : >40m North (4 bateaux), 1 stratégie chalutiers - peu présents dans la pêcherie Manche (121 bateaux <10 bateaux qui ont une activité régulière) et Méditerranée : (6 bateaux présents en 2010-2011)

### Paramètres de standardisation de l'effort nominal de pêche en effort effectif :

Effort de pêche effectif = Effort de pêche nominal(métier) \* **Efficacité pêche (flottille)** \* **Facteur de standardisation (engin)** \* **Facteur de ciblage** (métier,esp) \* Sélectivité (engin-métier, esp,age)

Sélectivité : voir Sélectivité\_des\_engins\_MACCO.pdf. Cette sélectivité a été ajustée à l'échelle du métier pour distinguer la sélectivité des engins regroupés dans un engin-isis (famille d'engins O : les chaluts, G : les filets maillants et M : mélange d'engins pélagiques comprenant des chaluts pélagiques et des sennes). L'analyse des données ObsMer n'a pas permis d'obtenir de l'information pour les autres engins (D, F, L, T). L'ajustement des courbes de sélectivité a été effectué en fonction du type d'engin : sigmoïde pour les chaluts et cloche pour les filets pour chaque espèce et pour chaque métier DCF-6 correspondant au métier MACCO. Les couples espèces-engin pour lesquels la sélectivité n'a pas pu être estimée avec les données Obsmer est fixée à 1 dans le modèle ISIS-Fish.

Efficacité, standardisation et ciblage : les autres paramètres sont estimés par ajustement d'un modèle statistique sur les Débarquements/unité d'effort (linéaire, hypothèse erreur log-Normale, transformation  $\ln(\text{pue}+1)$ ) en utilisant les données pour tous les bateaux de la base agrégées au trimestre (niveau le plus fin des bateaux étrangers – intercatch)

$$\ln(\text{pue\_log\_1}) \sim \text{gear\_isis} + \text{fleet\_isis} + \text{YEAR} + \text{ESP\_COD\_FAO:metier\_isis} + \text{Erreur gaussienne}$$

le coefficient gear\_isis est la valeur du facteur de standardisation de l'engin, fleet\_isis est l'efficacité de la flottille et ESP\_COD\_FAO :metier\_isis est le facteur de ciblage du métier\_isis sur l'espèce.

**Validation des choix de paramétrisation et des résultats par les OP** : toutes les hypothèses ont été validées avec les partenaires OP, dénomination des métiers réalisée par les partenaires OP

### Références :

Mahevas Stephanie, [Pelletier Dominique](#) (2004). **ISIS-Fish, a generic and spatially explicit simulation tool for evaluating the impact of management measures on fisheries dynamics** . *Ecological Modelling* , 171(1-2), 65-84 . Publisher's official version :

<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.04.001> , Open Access version :  
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1133/>

[Pelletier Dominique](#), Mahevas Stephanie, Drouineau Hilaire, [Vermard Youen](#), [Thebaud Olivier](#), [Guyader Olivier](#), Poussind Benjamin (2009). **Evaluation of the bioeconomic sustainability of multi-species multi-fleet fisheries under a wide range of policy options using ISIS-Fish** . *Ecological Modelling* , 220(7), 1013-1033 . Publisher's official version :  
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.01.007> , Open Access version :  
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6782/>

Vigier Audric, [Bertignac Michel](#), Mahévas Stephanie (2022). **Monthly spatial dynamics of the Bay of Biscay hake-sole-Norway lobster fishery: an ISIS-Fish database** . *Scientific Data* , 9(1), 306 (12p.) . Publisher's official version : <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01408-0> , Open Access version :  
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00777/88899/>