

# Rapport scientifique **Cartographie des frayères des espèces halieutiques en France métropolitaine**



Juliette Casemajor, Baptiste Alglave, Mathieu Woillez



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Fiche documentaire

---

## Cartographie des frayères des espèces halieutiques en France métropolitaine

---

**Référence interne :**

RBE/HALGO/LBH

**Diffusion**

- libre (internet)
- restreinte (intranet)  
levée d'embargo : AAAA/MM/JJ
- interdite (confidentielle)  
levée de confidentialité : AAAA/MM/JJ

**Date de publication :**

2024/07

**Version :** 1.0**Référence de l'illustration de couverture**

Audrey Bossé / 16/05/2024

**Langue(s) :** Français

---

**Résumé :**

La planification spatiale des activités marines (pêche, implantation des parcs éoliens offshore, aires marines protégées) nécessite une connaissance précise des zones fonctionnelles halieutiques (e.g. zones de reproduction, de nourricerie, d'alimentation). En particulier, les caractéristiques spatio-temporelles des zones de reproduction ou frayères sont souvent mal connues, car les données disponibles pour identifier ces zones se limitent généralement aux données de campagnes scientifiques. Avec le développement récent de la géolocalisation de l'activité de pêche (Vessel Monitoring System ; VMS), les données issues de la pêche commerciale ont permis de compléter l'information disponible. Ainsi, les données VMS combinées avec les données de déclarations de pêche (données « VMS x logbooks ») produisent des observations de haute résolution de biomasse. Un modèle intégré a été développé pour associer les données « VMS x logbooks » et les données scientifiques. Ce modèle permet de générer des cartes prédictives de la biomasse des espèces à un pas de temps mensuel sur des séries chronologiques longues (2008-2022). En considérant ces cartes pour les mois correspondants à la période de reproduction, il est possible de caractériser le patron spatial moyen des zones de reproduction et leur variabilité interannuelle. Nous avons appliqué ce modèle sur les façades Manche, Atlantique et Méditerranée. A ce jour, nous avons généré un total de cinquante et une cartes pour quinze espèces en Manche, dix-neuf espèces en Atlantique et dix-sept espèces en Méditerranée. Initialement prévue pour la planification de parcs éoliens en mer, cette méthodologie offre également la possibilité d'enrichir les connaissances actuelles sur les différentes zones fonctionnelles halieutiques et sur le cycle de vie de bons nombres d'espèces moins étudiées.

---

**Mots-clés / Key words :**

Zone fonctionnelle halieutique, frayères, modélisation spatio-temporelle, planification spatiale

---

**Comment citer ce document :**

Casemajor Juliette, Alglave Baptiste, Woillez Mathieu (2024). **Cartographie des frayères des espèces halieutiques en France métropolitaine**. PDG/RBE/HALGO/LBH-2024-02.  
<https://doi.org/10.13155/101301>.

---

**Disponibilité des données de la recherche :**Cartes de frayère disponible sous [sextant](#).

---

**DOI :**

---

**Commanditaire du rapport :**

Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC).

---

**Nom / référence du contrat :**

Rapport intermédiaire (Réf. Bibliographique : XXX)

Rapport définitif

**Réf. Interne du rapport intermédiaire :** R.DEP/UNIT/LABO AN-NUM/ID ARCHIMER)

---

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

Convention Ifremer – DGEC, volet « Observatoire de l'éolien en mer ».

---

**Auteur(s) / adresse mail**

**Affiliation / Direction / Service, laboratoire**

---

Juliette Casemajor

UMR DECOD, Ifremer-RBE-HALGO-LBH

---

Baptiste Alglave

Université Bretagne Sud, Lab-STICC

---

Mathieu Woillez, mathieu.woillez@ifremer.fr

UMR DECOD, Ifremer-RBE-HALGO-LBH

---

**Encadrement(s) :**

Juliette Casemajor, personnel temporaire en CDD, a été encadré par Baptiste Alglave et Mathieu Woillez pour ce travail.

---

**Destinataires :**

Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC) ; Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture (DGAMPA) ; Direction de l'Eau et de la Biodiversité (DEB) ; Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement (CEREMA)

---

**Validé par :**

Mathieu Woillez et Marion Cuif

---

# Sommaire

<b>1. Contexte</b>	<b>7</b>
<b>2. Méthodologie</b>	<b>8</b>
<b>2.1. Les données de campagne scientifique</b>	<b>8</b>
2.1.1. CGFS	8
2.1.2. EVHOE	8
2.1.3. MEDITS	10
<b>2.2. Les données de pêche commerciale</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Sélection de la fraction mature</b>	<b>11</b>
<b>2.4. Structure du modèle</b>	<b>12</b>
<b>2.5. Sélection des espèces</b>	<b>13</b>
<b>2.6. Cartographie des frayères</b>	<b>16</b>
<b>3. Contenu de l'atlas</b>	<b>17</b>
<b>3.1. Exemple du bar commun (<i>Dicentrarchus labrax</i>) en Manche</b>	<b>17</b>
3.1.1. Disponibilité des données de pêche commerciale	17
3.1.2. Couverture spatiale de la zone	18
3.1.3. Ogive de maturité	18
3.1.4. Cartographie des zones de frayères potentielles du bar commun	19
<b>4. Atlas cartographique des zones de frayères des espèces halieutiques</b>	<b>22</b>
<b>4.1. Façade Manche</b>	<b>22</b>
4.1.1. <i>Chelidonichthys lucerna</i> (Grondin perlon)	22
4.1.2. <i>Dicentrarchus labrax</i> (Bar commun)	24
4.1.3. <i>Gadus morhua</i> (Morue)	26
4.1.4. <i>Limanda limanda</i> (Limande)	29
4.1.5. <i>Melanogrammus aeglefinus</i> (Eglefin)	32
4.1.6. <i>Microstomus kitt</i> (Limande sole)	35
4.1.7. <i>Mullus surmuletus</i> (Rouget de roche)	38
4.1.8. <i>Platichthys flesus</i> (Flet commun)	41
4.1.9. <i>Pollachius pollachius</i> (Lieu jaune)	44
4.1.10. <i>Raja brachyura</i> (Raie lisse)	47
4.1.11. <i>Raja clavata</i> (Raie bouclée)	50
4.1.12. <i>Scophthalmus rhombus</i> (Barbue)	53
4.1.13. <i>Scyliorhinus stellaris</i> (Grande roussette)	56
4.1.14. <i>Solea solea</i> (Sole commune)	59
4.1.15. <i>Zeus faber</i> (Saint-Pierre)	62
<b>4.2. Façade Atlantique</b>	<b>65</b>
4.2.1. <i>Chelidonichthys lucerna</i> (Grondin perlon)	65
4.2.2. <i>Dicentrarchus labrax</i> (Bar commun)	68
4.2.3. <i>Lepidorhombus whiffiagonis</i> (Cardine franche)	73
4.2.4. <i>Melanogrammus aeglefinus</i> (Eglefin)	77
4.2.5. <i>Merlangius merlangus</i> (Merlan)	81

4.2.6. Merluccius merluccius (Merlu).....	85
4.2.7. Microstomus kitt (Limande sole).....	89
4.2.8. Mullus surmuletus (Rouget de roche) .....	93
4.2.9. Nephrops norvegicus (Langoustine) .....	97
4.2.10. Pleuronectes platessa (Plie).....	100
4.2.11. Pollachius pollachius (Lieu jaune).....	104
4.2.12. Raja brachyura (Raie lisse).....	107
4.2.13. Raja clavata (Raie bouclée) .....	110
4.2.14. Scophthalmus rhombus (Barbue).....	114
4.2.15. Scylliorhinus canicula (Petite roussette) .....	118
4.2.16. Sepia officinalis (Seiche commune) .....	121
4.2.17. Solea solea (Sole commune) .....	123
4.2.18. Trisopterus luscus (Tacaud commun).....	128
4.2.19. Zeus faber (Saint-Pierre).....	132
<b>4.3. Façade Méditerranée .....</b>	<b>136</b>
4.3.1. Eutrigla gurnardus (Grondin gris).....	136
4.3.2. Lepidorhombus spp (Cardine).....	140
4.3.3. Lepidorhombus whiffiagonis (Cardine franche).....	144
4.3.4. Limanda limanda (Limande).....	147
4.3.5. Lophius spp (Baudroie) .....	150
4.3.6. Merluccius merluccius (Merlu).....	152
4.3.7. Mullus barbatus (Rouget de vase) .....	156
4.3.8. Mullus surmuletus (Rouget de roche) .....	160
4.3.9. Pagellus erythrinus (Pageot commun) .....	164
4.3.10. Raja asterias (Raie étoilée).....	167
4.3.11. Raja clavata (Raie bouclée) .....	170
4.3.12. Raja montagui (Raie douce).....	172
4.3.13. Scophthalmus rhombus (Barbue).....	176
4.3.14. Scylliorhinus canicula (Petite roussette) .....	178
4.3.15. Sepia officinalis (Seiche commune) .....	181
4.3.16. Solea solea (Sole commune) .....	183
4.3.17. Trisopterus luscus (Tacaud commun).....	187
<b>5. Discussion .....</b>	<b>190</b>
<b>6. Conclusion.....</b>	<b>191</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>192</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>197</b>

# 1. Contexte

L'objectif de cette étude est d'établir une cartographie la plus précise possible des lieux où se reproduisent les espèces faisant l'objet d'une pêche commerciale en France métropolitaine. Ces zones, appelées frayères, jouent un rôle essentiel dans le maintien de chacune de ces espèces, dites halieutiques. Pourtant, la connaissance de leur localisation et de leur dynamique spatio-temporelle reste souvent imprécise, constituant une lacune notable dans l'évaluation des impacts environnementaux, notamment dans le cadre du développement des parcs éoliens en mer.

L'importance des frayères dans le cycle de vie des espèces marines est indéniable. Elles sont le lieu de la reproduction, assurant le renouvellement des populations des espèces exploitées par les activités de pêche. Elles revêtent alors une importance à la fois en termes de biodiversité mais également une importance économique majeure pour les activités de pêche en France. Le débat public autour de la planification des espaces maritimes pour l'installation de parcs éoliens a mis en lumière un manque de connaissance important concernant les contours des frayères des espèces halieutiques (Regimbart et al., 2018). En effet, un inventaire des Zones Fonctionnelles Halieutiques dans les eaux sous souveraineté française, dont font partie les frayères, a été réalisé en 2018. Dans cet inventaire, les zones de frayères de seulement 12 espèces sont identifiées sur l'ensemble des trois façades métropolitaines, avec des méthodologies différentes. Une identification plus précise de ces zones, indispensables au cycle de vie des espèces, est impérative pour leur conservation et le maintien des populations, en priorité pour les espèces halieutiques, pêchées dans Zone Économique Exclusive (ZEE) métropolitaine.

La méconnaissance des caractéristiques spatio-temporelles des zones de reproduction est liée au manque de données disponibles pour identifier ces zones. En effet, les données existantes se limitent principalement aux données issues de campagnes scientifiques. Le calendrier de ces campagnes ne coïncide pas nécessairement avec les périodes de reproduction des espèces considérées, il est alors difficile de tirer des conclusions sur les zones où se regroupent ces espèces lors des périodes de frai. De plus, lorsque la période de la campagne scientifique chevauche celle de la reproduction, le volume de données collectées reste bien souvent insuffisant. Ces contraintes limitent la précision des informations disponibles sur les frayères, rendant difficile leur intégration dans les stratégies de gestion et de conservation.

Le développement récent de technologies telles que le système de suivi par satellite des navires de pêche (Vessel Monitoring System ; VMS) qui permet une géolocalisation de l'activité de pêche, offre de nouvelles perspectives pour combler le manque de données lié à la localisation des frayères. Ces données VMS, enrichies par les informations issues des déclarations de pêche (données « VMS x logbooks ») fournissent des informations importantes sur la biomasse des espèces soumises à la pêche commerciale avec une résolution temporelle et spatiale élevée (Gerritsen & Lordan, 2011). Ces données ont l'avantage d'être disponibles tout au long de l'année avec une densité d'échantillonnage importante.

Une thèse menée à l'Ifremer (Alglave, 2022) s'est attachée à développer des codes pour modéliser la localisation des frayères en croisant différentes sources de données permettant ainsi de compléter et de préciser les connaissances existantes. Ce modèle intégré, associant les données « VMS x logbooks » et les données issues de campagnes scientifiques, permet de générer des cartes prédictives de distribution de biomasse à un pas de temps mensuel sur des séries chronologiques longues (2008 – 2022 pour la plupart des espèces halieutiques dont la biomasse peut être modélisée). En considérant ces cartes pour les mois correspondant à la période de reproduction, il est possible de caractériser le patron spatial moyen des zones de reproduction et leur variabilité interannuelle, fournissant ainsi un outil précieux pour la gestion des ressources marines et la planification des activités humaines en mer.

La présente étude s'inscrit dans ce contexte, avec pour ambition de combler les lacunes existantes par une analyse détaillée des données disponibles et par l'application du modèle développé. En fournissant une base de connaissances enrichie sur la localisation des frayères pour les espèces clés de la pêche commerciale, ce travail contribue à éclairer les stratégies de préservation des écosystèmes marins et à guider les prises de décision pour la planification des usages marins, notamment dans les projets d'implantation des parcs éoliens en mer.

## 2. Méthodologie

L'objectif de cette étude est la production de cartographie des frayères inférées pour chaque espèce par le croisement des déclarations de captures de pêche géolocalisées et des données de campagnes scientifiques (2018-2022).

### 2.1. Les données de campagne scientifique

Les données de référence pour la cartographie de la distribution des espèces d'intérêt halieutique et l'identification de leurs zones de reproduction sont issues des campagnes scientifiques. Ce sont des données bénéficiant d'un plan d'échantillonnage standardisé, elles ont une couverture spatio-temporelle large ce qui leur permet d'être considérées comme des données d'excellente qualité. Cependant, la collecte de ces données nécessite des moyens humains et matériels lourds. Par conséquent, les campagnes scientifiques n'ont lieu qu'une à deux fois dans l'année selon les zones et ne couvrent pas nécessairement la période de reproduction des espèces considérées. De plus, le nombre d'échantillons collectés lors des campagnes est limité et ne permet pas nécessairement de prédire la distribution de toutes les espèces de manière précise.

Pour chaque façade considérée (Manche, Atlantique, Méditerranée) dans cette étude, une campagne scientifique a été sélectionnée.

#### 2.1.1. CGFS

La campagne CGFS (Channel Ground Fish Survey) est une campagne halieutique de chalutage de fond menée par l'Ifremer débutée en 1988 couvrant initialement la Manche orientale puis étendue à partir de 2018 à l'ensemble de la Manche (Figure 1). Elle vise à recueillir des données de base pour estimer l'état des ressources halieutiques, par une évaluation directe de l'abondance et de la distribution des stocks, ainsi que par un échantillonnage biologique des captures. Se déroulant annuellement de mi-Septembre à mi-October, elle soutient le projet européen visant à standardiser la collecte des données halieutiques.

#### 2.1.2. EVHOE

La campagne EVHOE (Évaluation Halieutique Ouest de l'Europe) est une campagne halieutique de chalutage de fond menée par l'Ifremer visant à évaluer les ressources halieutiques dans le golfe de Gascogne et la mer Celtique (Figure 2). Lancée en 1987, cette campagne s'inscrit dans le cadre des efforts de recherche et de gestion durable des ressources marines. Les objectifs principaux de la campagne EVHOE incluent l'évaluation des stocks d'espèces soumises à des mesures de gestion, la compréhension de leur distribution et abondance ainsi que l'étude de leur biologie et écologie. Elle se déroule une fois par an entre October et Novembre.

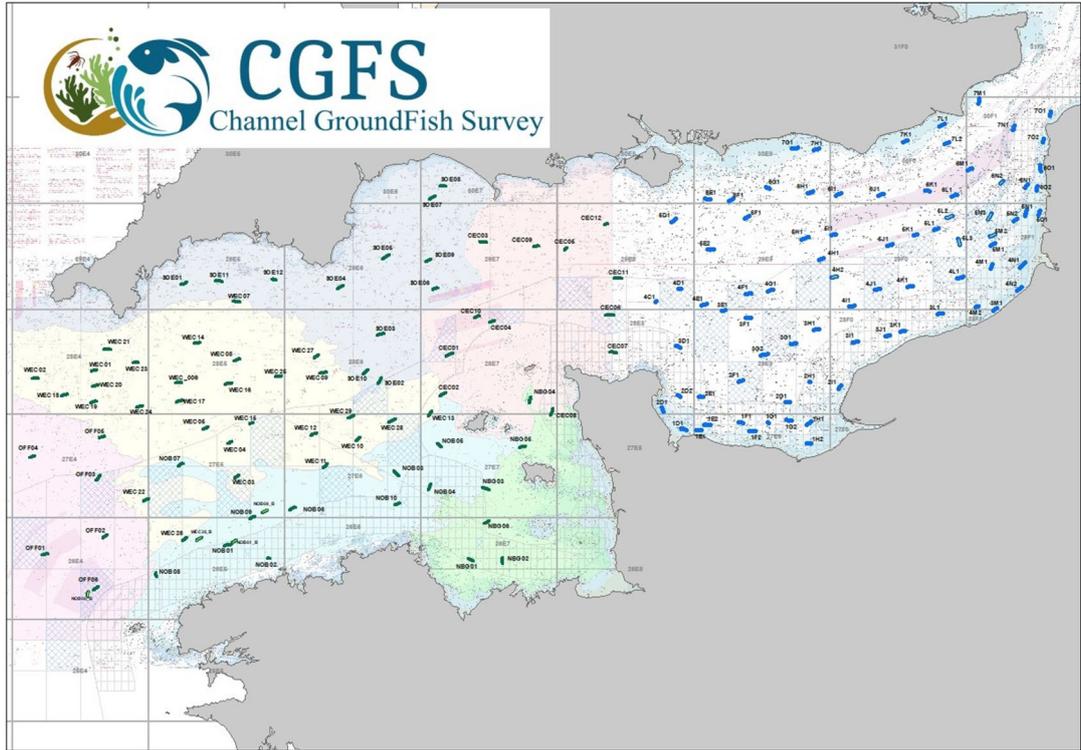


Figure 1 : Répartition des stations de chalutage de la campagne CGFS

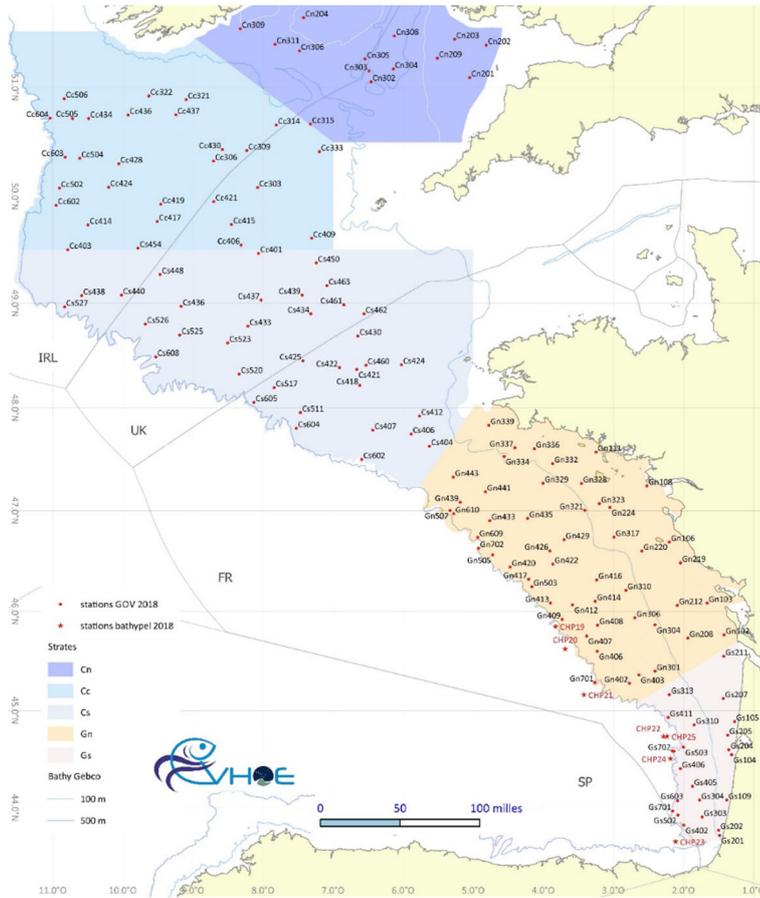


Figure 2 : Répartition des stations de chalutage de la campagne EVHOE

### 2.1.3. MEDITS

La campagne MEDITS (MEDITerranean Trawl Survey) initiée en 1994 par l'Ifremer en Méditerranée (Est-Corse et Golfe du Lion) (Figure 3). Initialement lancée à des fins d'évaluation et de gestion des stocks de pêche, cette campagne halieutique de chalutage de fond a évolué pour intégrer la collecte de paramètres environnementaux afin d'y intégrer une dimension écosystémique. Cette campagne est menée annuellement au printemps (Mai-Juin).

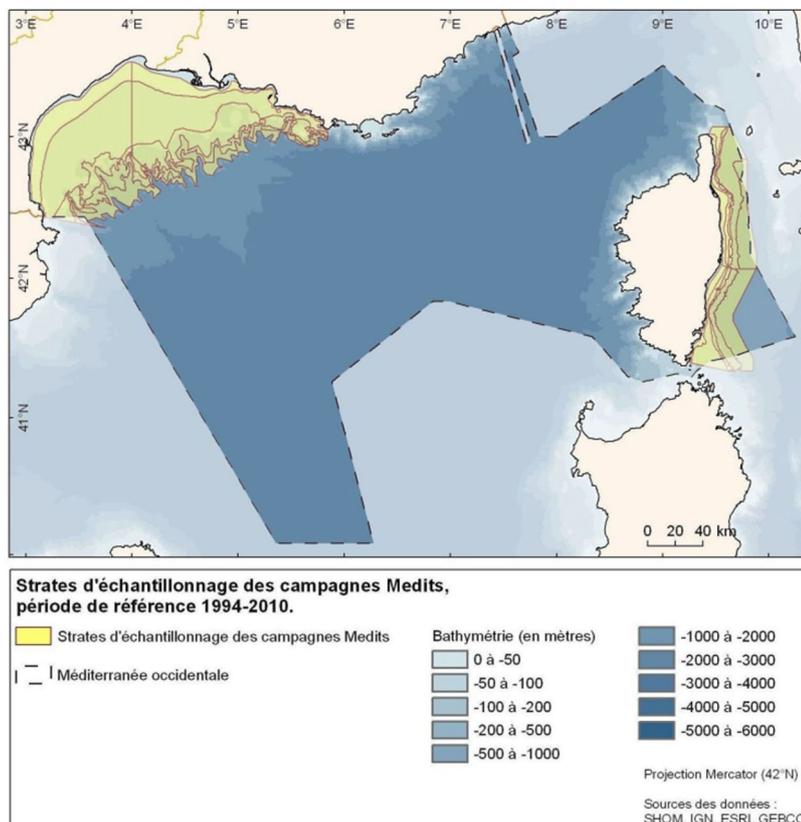


Figure 3 : Couverture spatiale de la campagne MEDITS

## 2.2. Les données de pêche commerciale

L'accès progressif à de nouvelles sources de données (données de positionnement des navires de pêche ou données VMS) offrent la possibilité de cartographier avec précision la distribution des espèces avec une résolution spatio-temporelle fine. Les données de déclaration de pêche (logbooks) sont des données de base détaillant les captures déclarées par les pêcheurs et les engins de pêche utilisés. Elles sont répertoriées avec une résolution spatiale grossière correspondant aux rectangles statistiques du CIEM (0.5° de latitude par 1° de longitude). Pour améliorer cette résolution, les données de déclaration de pêche sont fusionnées avec les informations de position des navires de pêche rendues disponibles par le système de suivi des navires de pêche (données VMS). En associant les points de position VMS où les navires sont en pêche aux données correspondant aux déclarations de pêche et en allouant les déclarations sur ces points, il est possible de visualiser avec une grande précision la répartition des captures par engins ou par flottilles dans l'espace et le temps. Ce croisement de données aboutit à un nouveau jeu de données "VMS x logbooks" qui a une densité d'échantillonnage supérieure à celle des données scientifiques (p.ex. une centaine de coups chalut vs. plusieurs milliers).

Connaissant la fréquence d'acquisition des données VMS et donc la durée des opérations de pêche, il est possible d'en déduire des données de capture par unité d'effort, appelés

CPUE (catch per unit effort), exprimés en kg/h. Les CPUE sont ici considérés comme un proxy de la biomasse.

Les données de pêche commerciale utilisées couvrent la série temporelle de 2008 à 2022. Dans le cadre de cette étude, seuls les flottilles (combinaison d'un équipement de pêche et d'un ensemble d'espèces ciblées par le navire de pêche, e.g. "OTB\_DEF" correspondant aux chaluts de fond ciblant les espèces démersales) correspondant aux arts trainants ont été utilisés (Tableau 1).

Tableau 1 : Liste des flottilles correspondant aux arts trainants considérés dans le projet de cartographie des frayères

Flottille	Équipement de pêche	Espèces cibles
OTB_CEP	Chaluts de fond à panneaux	Céphalopodes
OTB_CRU	Chaluts de fond à panneaux	Crustacés
OTB_DEF	Chaluts de fond à panneaux	Poissons démersaux
OTB_SPF	Chaluts de fond à panneaux	Petits pélagiques
OTT_CEP	Chaluts de fond jumeaux à panneaux	Céphalopodes
OTT_CRU	Chaluts de fond jumeaux à panneaux	Crustacés
OTT_DEF	Chaluts de fond jumeaux à panneaux	Poissons démersaux
PTB_DEF	Chaluts-bœufs de fond	Poissons démersaux
TBB_DEF	Chaluts à perche	Poissons démersaux

Pour chaque espèce, les trois flottilles débarquant le plus l'espèce en question ont été sélectionnés pour cartographier sa distribution. La sélection de ces flottilles présente plusieurs avantages : les chaluts de fond couvrent la majeure partie de la zone d'étude et permettent une estimation fiable de la CPUE. En effet, les chalutiers de fond se caractérisent par une relation plus linéaire entre les prises et le temps de pêche, ce qui fait du temps de pêche un bon proxy de l'effort pour calculer les captures par unité d'effort (CPUE), représentatif de la biomasse (Hovgård & Lassen, 2000).

### 2.3. Sélection de la fraction mature

Lors de la période de reproduction, les individus matures se regroupent dans les frayères. Pour cartographier ces frayères, il est donc nécessaire de sélectionner les individus matures dans les données scientifiques et les données commerciales.

La sélection des individus matures dans les données passe par l'estimation de la proportion d'individus matures dans la totalité des individus considérés.

Dans la littérature scientifique, nous avons cherché et trouvé la L50 de chacune des espèces considérées dans cette étude. La L50, la taille moyenne à première maturité, est définie comme étant la longueur à laquelle 50% des individus sont matures pour la première fois. La L50 est défini à partir de l'ogive de maturité (i.e. la proportion d'individus matures en fonction de leur taille) (Figure 4. A.), dont la formule est la suivante :

Fréquence d'individus matures =  $\exp(-L50*b + b*L) / (1 + (\exp(-L50*b + b*L)))$ , avec L correspondant à différentes classes de taille et b qui exprime la pente de la courbe sigmoïde. Si b n'est pas disponible dans la littérature, nous appliquons une pente moyenne  $b = -0.3$ . Les ogives de maturité calculées pour chaque espèce sont disponibles dans cet atlas.

En parallèle, nous disposons également des données Obsventes, un système de suivi mené par le Système d'Information Halieutique (SIH) de l'Ifremer, qui répertorie la taille des individus et les catégories de vente appelées catégories commerciales (Figure 4. B.). En croisant l'ogive de maturité et les données ObsVentes, nous obtenons la fréquence d'individus matures par catégories commerciales (Figure 4. C.).

Les données de campagnes scientifiques et les données de pêche commerciales nous permettent d'avoir les informations de poids des individus ainsi que les catégories commerciales. En appliquant la fréquence d'individus matures par catégories

commerciales sur le poids total, nous pouvons déterminer le poids de la fraction mature de chacune des espèces (Figure 4. D.).

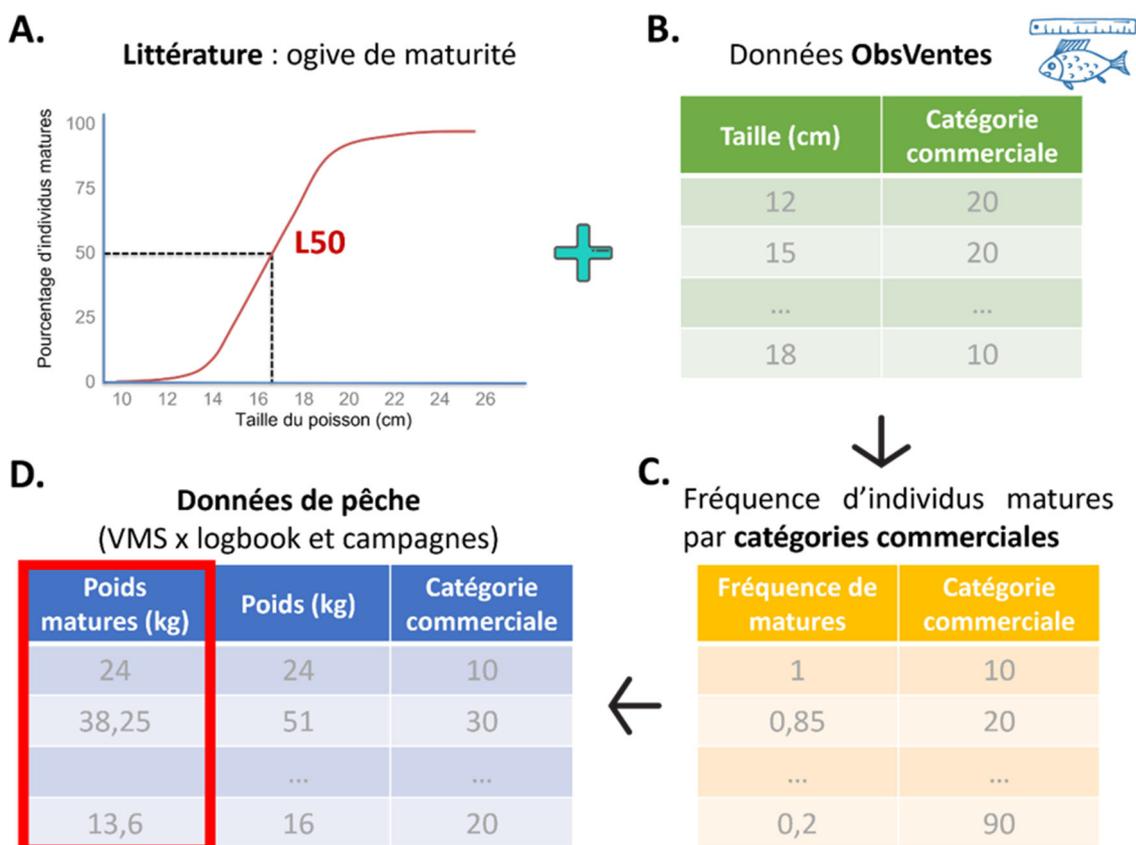


Figure 4 : Processus de sélection de la fraction mature. Les paramètres (L50 et pente) de l'ogive de maturité sont recherchés dans la littérature (A). Les données ObsVentes classe les individus par catégories commerciales en fonction de la taille des individus (B). En croisant l'ogive de maturité et les données ObsVentes, nous calculons la fréquence d'individus matures par catégories commerciales (C). Les données de pêche disposant du poids des individus et des catégories commerciales permettent d'appliquer la fréquence d'individus matures par catégories commerciales au poids total. Nous obtenons ainsi le poids des individus matures (D).

## 2.4. Structure du modèle

Pour cartographier la distribution des poissons, nous avons utilisé le modèle proposé par (Alglave et al., 2023). Ce modèle spatial intégré est conçu pour analyser la distribution des espèces d'intérêt halieutique en combinant les données de déclarations de pêche et de campagnes scientifiques.

Le modèle permet d'inférer la distribution spatiale des espèces d'intérêt halieutique à un pas de temps mensuel. Il s'articule en 4 couches (Figure 5) :

1. Le champ latent qui représente la distribution spatiale de la biomasse
2. Les observations des campagnes scientifiques et des déclarations de pêche qui sont considérées comme des observations conditionnelles du champ latent à des points de pêche défini à un point dans l'espace
3. L'intensité d'échantillonnage de la pêche qui lie les zones de pêche au champ latent et caractérise l'échantillonnage préférentiel des flottes commerciales vers les zones de biomasse plus élevée

#### 4. Les paramètres qui structurent le champ latent.

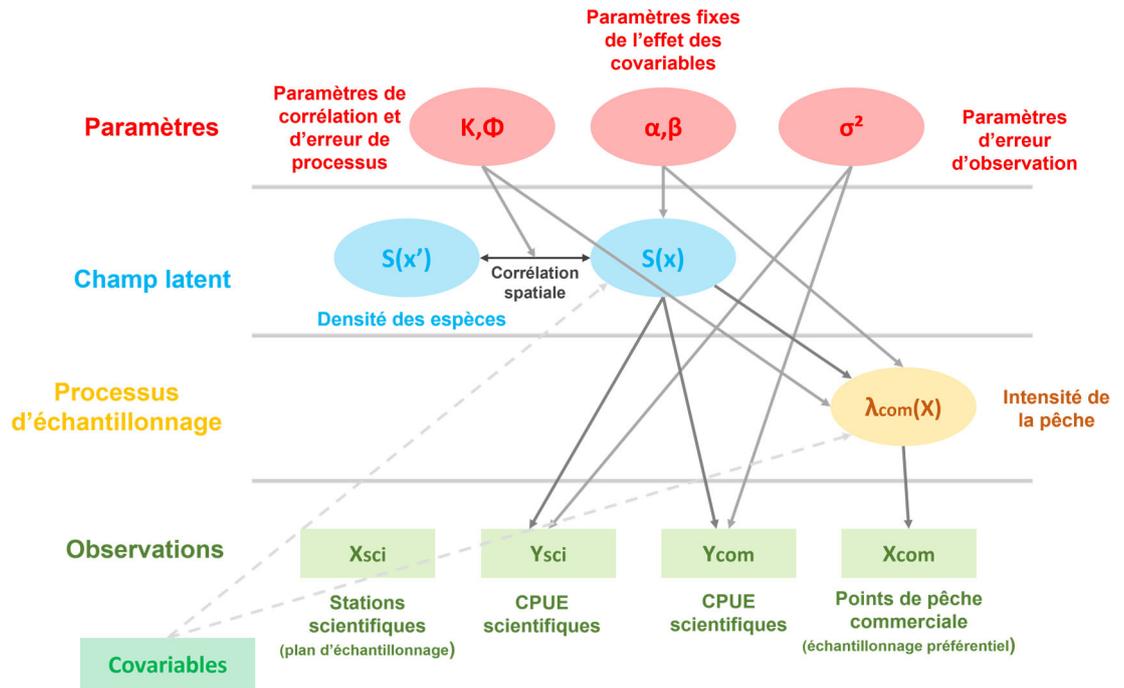


Figure 5 : Diagramme simplifié du modèle spatial intégré (adapté de la thèse de B. Alglave (2021)).

Dans le cadre de la cartographie des frayères, nous avons fait le choix de ne pas prendre en compte l'échantillonnage préférentiel car :

- Il a été démontré que les chalutiers ne présentent pas d'effet d'échantillonnage préférentiel majeur (Alglave et al., 2022),
- Il s'agit d'une étape qui alourdit considérablement l'ajustement du modèle.

Le modèle permet d'analyser les captures par unité d'effort (CPUE) des flottilles de chalutiers entre 2008 et 2022 à un pas de temps mensuel sur une grille de  $0.05^\circ$ .

Lorsqu'il fonctionne, le modèle évalue ses différents paramètres par une série d'itérations. Chaque paramètre doit approcher une valeur de gradient aussi proche de zéro que possible. Les valeurs finales des gradients déterminent la convergence du modèle. Dans notre étude, nous considérons deux types de convergence.

- Convergence de type I : convergence forte. L'outil d'optimisation du modèle atteint un critère de convergence égal à 0.
- Convergence de type II : convergence moyenne. L'outil d'optimisation du modèle n'atteint pas un critère de convergence égal à 0 (convergence = 1). Le modélisateur doit alors évaluer l'acceptabilité du résultat. En général, pour juger le résultat acceptable, la majorité des gradients doit être inférieure à 1. Si des gradients sont supérieurs à 1, ils doivent être en faible nombre et inférieures à 5.

Si aucun de ces critères de convergence n'est atteint pour une espèce, celle-ci n'est pas considérée dans cette étude. Le détail des types de convergence de chacune des espèces de ce rapport sont disponibles en annexe.

## 2.5. Sélection des espèces

Pour cette étude, nous avons sélectionné un certain nombre d'espèces pour les trois façades considérées (Atlantique, Manche, Méditerranée). La sélection est faite dans un premier temps sur les cinquante espèces les plus débarquées par les chaluts de fond pour chacune des trois façades car ce sont elles qui représentent un intérêt commercial majeur (Figure 6).

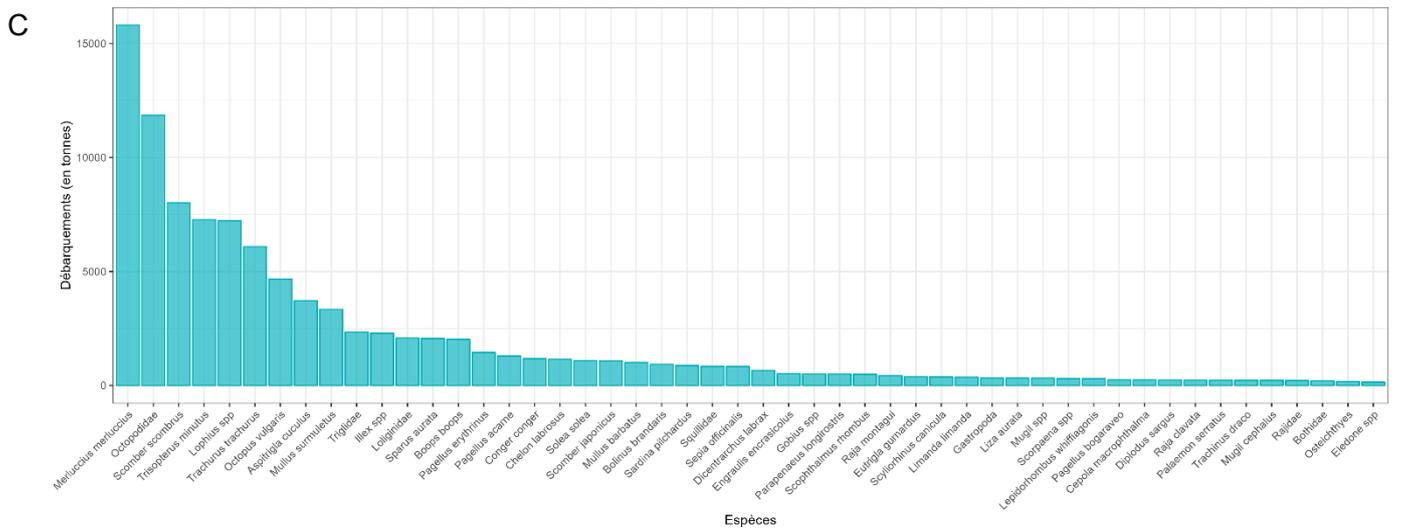
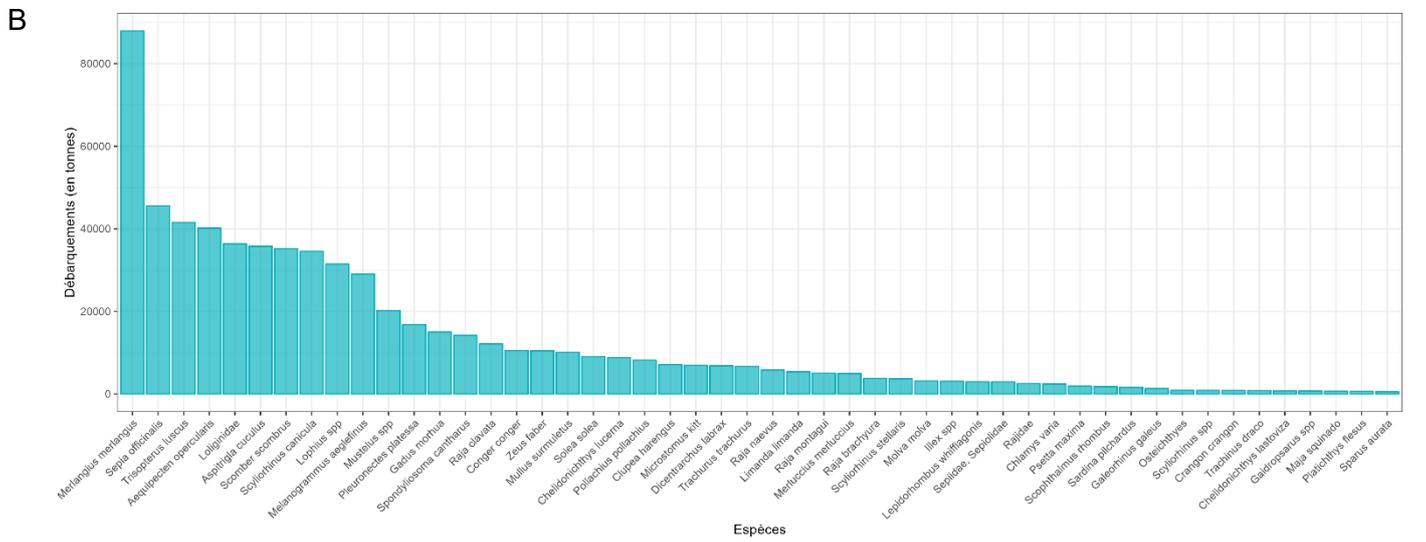
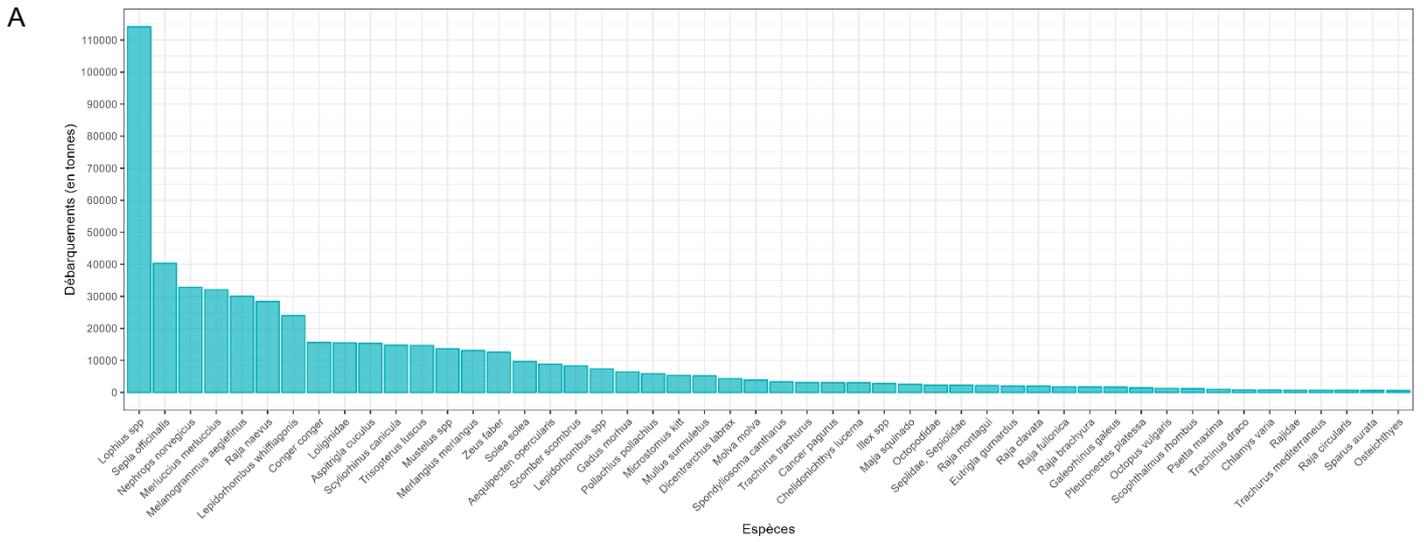


Figure 6 : 50 espèces les plus débarquées (en tonnes) par les flottilles considérées sur la période 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (A), en Manche (B) et dans le Golfe du Lion (C).

Nous avons effectué une deuxième sélection sur ces cinquante espèces les plus débarquées en ne considérant que les espèces démersales car ce sont les espèces débarquées par les chaluts de fond. Ce sont donc sur ces espèces que le calcul de la CPUE est possible.

Enfin, la disponibilité des données de débarquement ainsi que des données de maturité ont conduit à une dernière filtration des espèces. A ce jour, nous avons généré un total de cinquante et une cartes pour quinze espèces en Manche, dix-neuf espèces en Atlantique et dix-sept espèces en Méditerranée (Tableau 2).

Tableau 2 : Liste des espèces sélectionnées pour la cartographie des frayères sur les trois façades (Atlantique, Manche et Méditerranée).

Nom scientifique	Nom commun	Manche	Atlantique	Méditerranée
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon			
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar commun			
<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grondin gris			
<i>Gadus morhua</i>	Morue			
<i>Lepidorhombus spp</i>	Cardine			
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Cardine franche			
<i>Limanda limanda</i>	Limande			
<i>Lophius spp</i>	Baudroie			
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Eglefin			
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan			
<i>Merluccius merluccius</i>	Merlu			
<i>Microstomus kitt</i>	Limande sole			
<i>Mullus barbatus</i>	Rouget de vase			
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget de roche			
<i>Nephrops norvegicus</i>	Langoustine			
<i>Pagellus erythrinus</i>	Pageot commun			
<i>Platichthys flesus</i>	Flet commun			
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie			
<i>Pollachius pollachius</i>	Lieu jaune			
<i>Raja asterias</i>	Raie étoilée			
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse			
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée			
<i>Raja montagui</i>	Raie douce			
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Barbue			
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite roussette			
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande roussette			
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune			
<i>Solea solea</i>	Sole commune			
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun			
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre			

## 2.6. Cartographie des frayères

Dans cette étude, nous avons utilisé un modèle statistique qui permet de combiner les données commerciales et scientifiques pour inférer la distribution des espèces d'intérêt halieutique à une résolution spatio-temporelle fine (Alglave, 2022; Alglave et al., 2023). Pour la plupart des espèces considérées, ce modèle produit des cartes prédictives de la biomasse des individus matures (Capture Par Unité d'Effort, CPUE en kg/h) à une résolution temporelle mensuelle sur les années 2008-2022 (Figure 7).

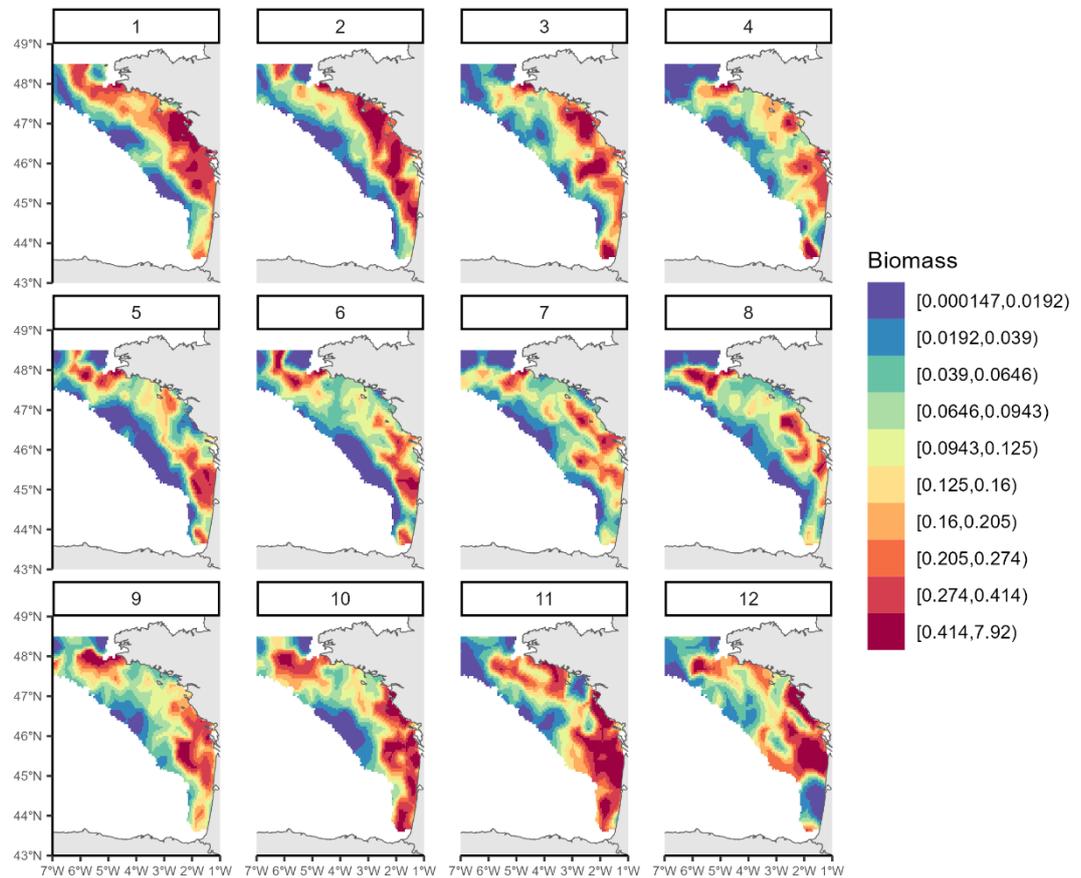


Figure 7 : Distribution mensuelle de la biomasse (en CPUE) des individus matures de Sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe de Gascogne en 2022.

Les cartes mensuelles sont ensuite utilisées pour identifier les patrons moyens et la variabilité associée (écart-type) de la distribution de la biomasse des individus matures pendant les mois de reproduction et sur l'ensemble des années considérées (Figure 8). La variabilité illustre la variation interannuelle de la distribution et elle est fortement corrélée aux patrons moyens de distribution de la biomasse des individus matures.

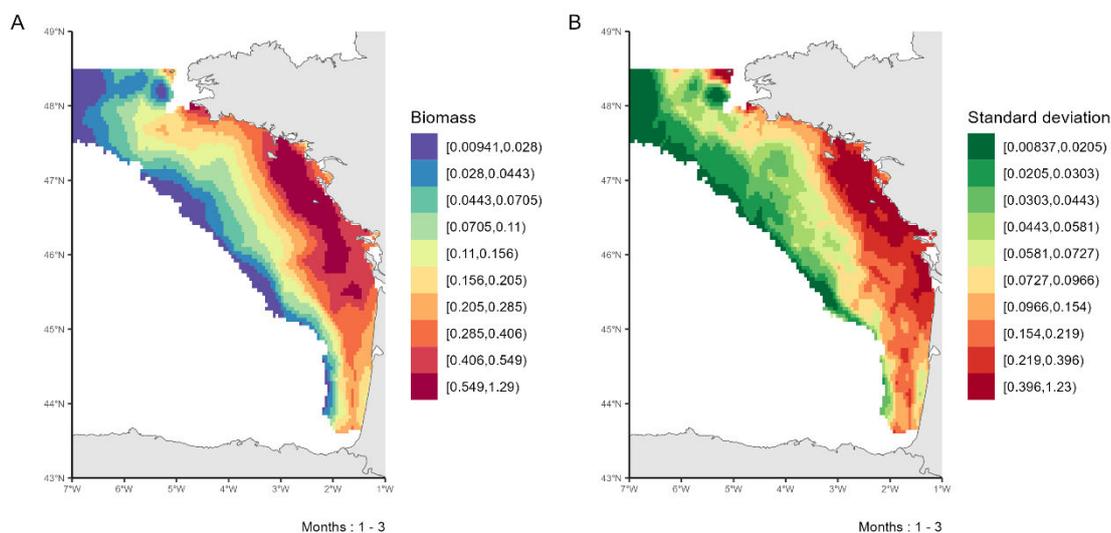


Figure 8 : A. Patron moyen de la distribution de la biomasse des individus matures de Sole commune (*Solea solea*) en Manche pendant les mois de reproduction (Janvier à Mars) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution de la biomasse des individus matures de Sole commune (*Solea solea*) en Manche pendant les mois de reproduction (Janvier à Mars) sur la période 2008-2022.

Les cartes ont été produites à l'aide du logiciel R et du package « [FishMap](#) » qui compile les codes développés par B. Alglave (2022). La mise en package a été réalisée dans le cadre de ce projet via un contrat de prestation avec l'entreprise ThinkR.

Toutes les cartes du projet de cartographie de frayères sont disponibles sur [Sextant](#).

### 3. Contenu de l'atlas

Cet atlas recense l'ensemble des cartes produites représentant la distribution des espèces halieutiques lors de leur période de reproduction dans la ZEE métropolitaine, avec en priorité les espèces à fort débarquements et fortes valeurs économiques.

#### 3.1. Exemple du bar commun (*Dicentrarchus labrax*) en Manche

##### 3.1.1. Disponibilité des données de pêche commerciale

Le bar commun (*Dicentrarchus labrax*) était jusqu'à 2012, une des espèces les plus importantes d'un point de vue économique pour la pêche professionnelle française et la première espèce cible de la pêche de loisir. A compter de 2014, des mesures de gestion et de protection ont été mises en place après qu'une baisse importante de la biomasse adulte ait été mise en évidence. Des restrictions sur les quotas de pêche ont été appliquées, diminuant le poids total des débarquements de bar et augmentant la taille minimale de capture des individus au nord du 48° parallèle (ICES, 2020).

De fait, nous remarquons une diminution des débarquements de bar commun en Manche au fil des années (Figure 9). Dans le cadre de l'étude des frayères, pour le bar commun en Manche, nous ne considérons que les années 2008-2015 qui fournissent une quantité de données satisfaisantes pour l'exécution du modèle.

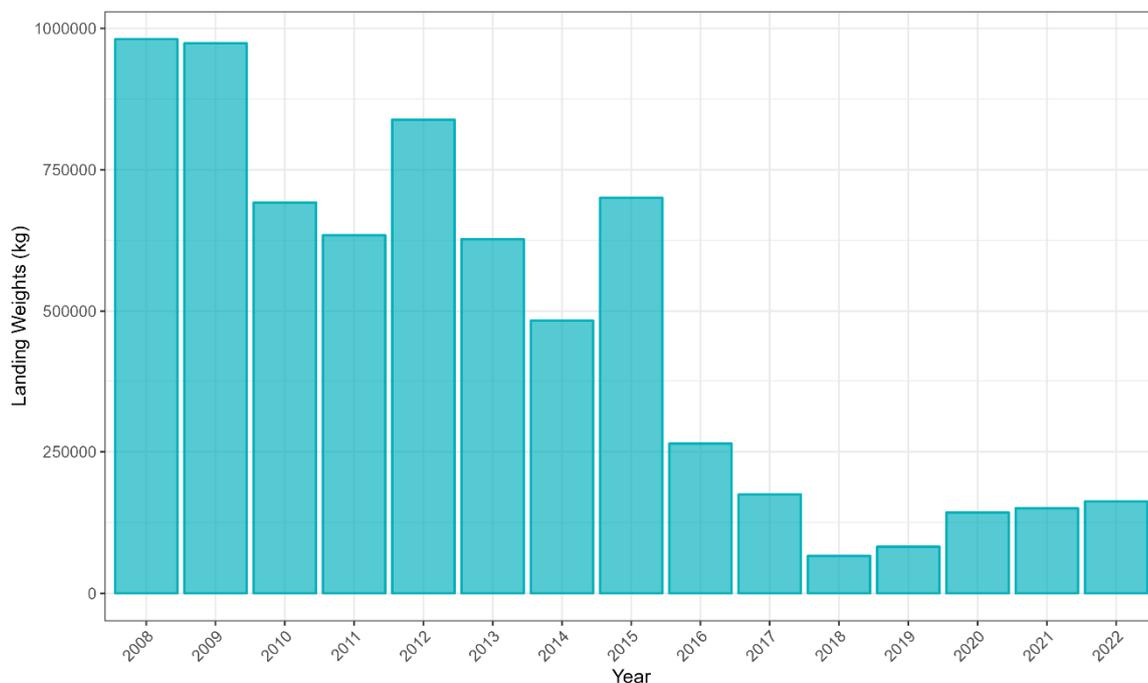


Figure 9 : Débarquement (en kg) de bar commun (*Dicentrarchus labrax*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### 3.1.2. Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles chalutières débarquant le plus de bar commun sur la période 2008-2015 est disponible sur la Figure 10. La représentation de l'effort de pêche sur la zone d'étude permet d'évaluer la qualité de la couverture spatiale. Dans le cadre du bar en Manche, l'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

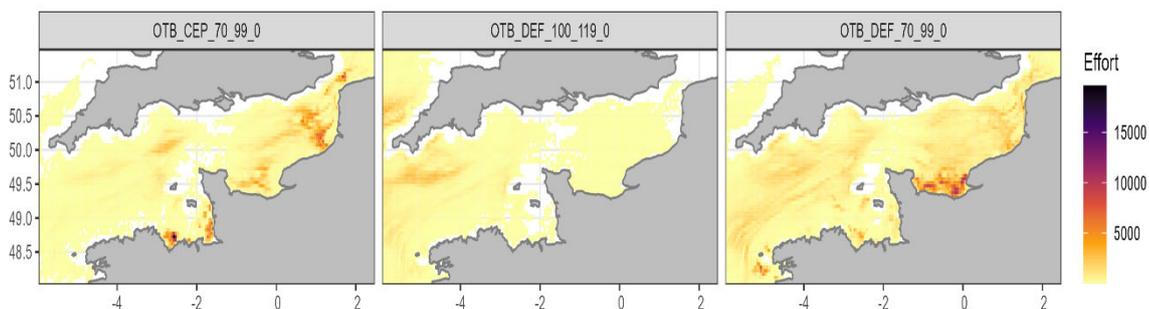


Figure 10 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2015) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de bar commun (*Dicentrarchus labrax*) en Manche.

### 3.1.3. Ogive de maturité

L'ogive de maturité du bar commun (*Dicentrarchus labrax*) (Figure 11) est obtenue à partir de la L50 (taille à partir de laquelle 50% des individus sont considérés matures) consignée dans l'évaluation de stock de bar commun en 2017 par le CIEM (ICES, 2018).

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 12). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. On constate comme

attendu que la proportion d'individus matures est plus importante pour les individus de grande taille.

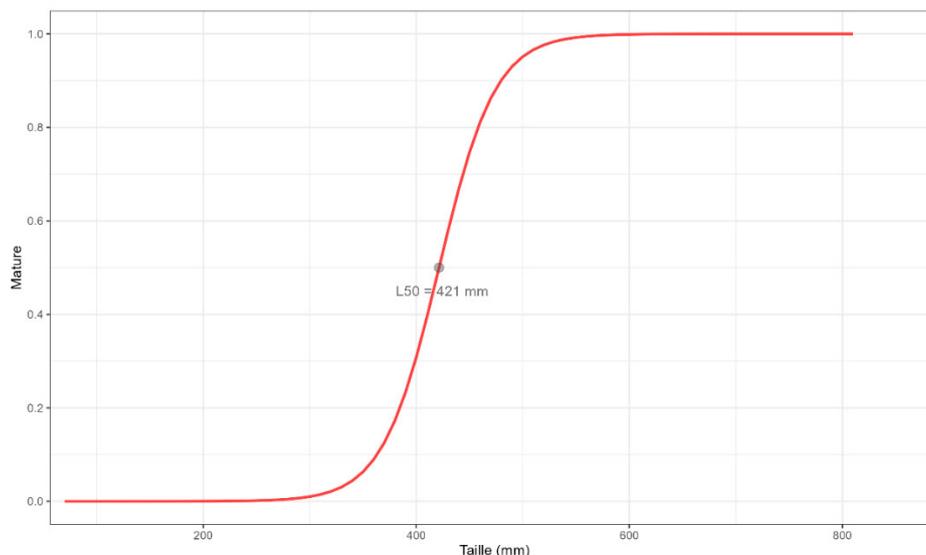


Figure 11 : Ogive de maturité du bar (*Dicentrarchus labrax*) en Manche.

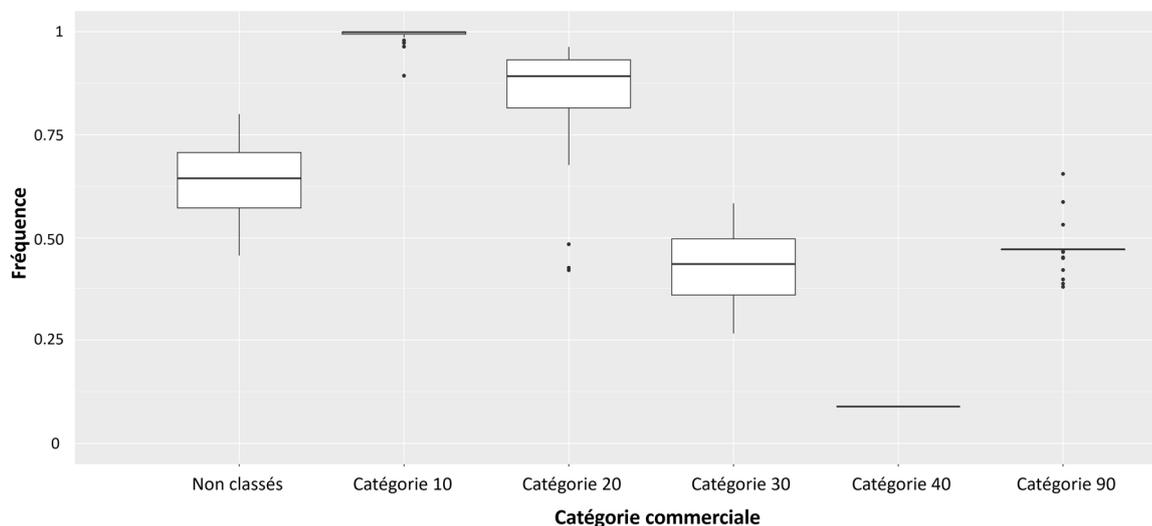


Figure 12 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le bar (*Dicentrarchus labrax*) en Manche.

### 3.1.4. Cartographie des zones de frayères potentielles du bar commun

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature lors des mois de reproduction (Janvier-Avril) (Dambrine et al., 2021) montre des zones de frayères en partie centrale de la Manche et au nord de la Manche Ouest. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne de la biomasse (Figure 13).

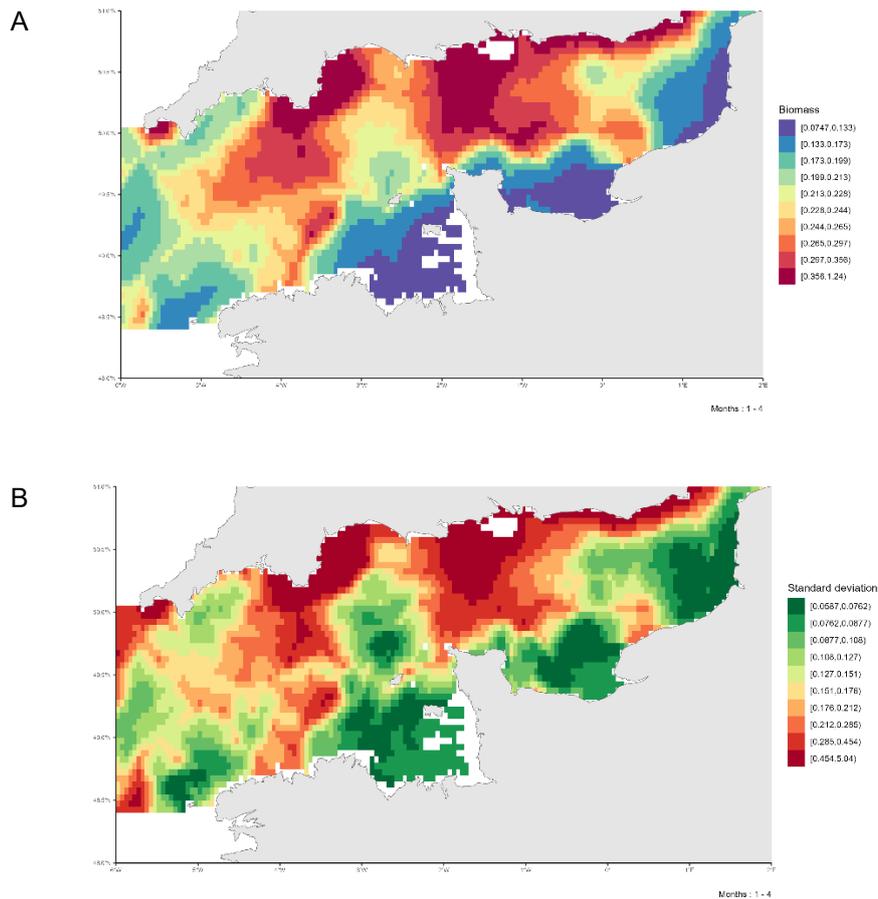


Figure 13 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de bar commun (*Dicentrarchus labrax*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier-Avril) sur la période 2008-2015. B. Variabilité associée (écart-type de la distribution des individus matures de bar commun (*Dicentrarchus labrax*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier-Avril) sur la période 2008-2015.

Les sorties du modèle sont cohérentes avec des travaux préalables menés sur la caractérisation et la connectivité des habitats écologiques essentiels du bar européen (Dambrine et al., 2021) (Figure 14). Les auteurs ont appliqué une approche géostatistique non linéaire sur des données de pêche géolocalisées (VMS) sur les années 2008 à 2014 pour détecter les lieux où les bars se regroupent pour frayer en Manche.

La carte résume la probabilité de présence de ces événements sur la période étudiée. Les quatre cartes de frayères de bar en Manche reposent sur des données VMS sur plusieurs années. Cependant, les méthodes utilisées diffèrent : Dambrine et al. (2021) analyse les données pour identifier les lieux où les bars se regroupent (CPUE extrêmes), alors que nous modélisons ces données pour prédire la distribution moyenne de la biomasse adulte mature lors des mois de reproduction (Figure 13). Les deux approches sont donc complémentaires, car elles ne caractérisent pas la même partie de l'histogramme des données. Les deux cartes montrent des zones de frayère cohérentes en partie centrale de la Manche (nord cotentin) et au nord de la Manche Ouest.

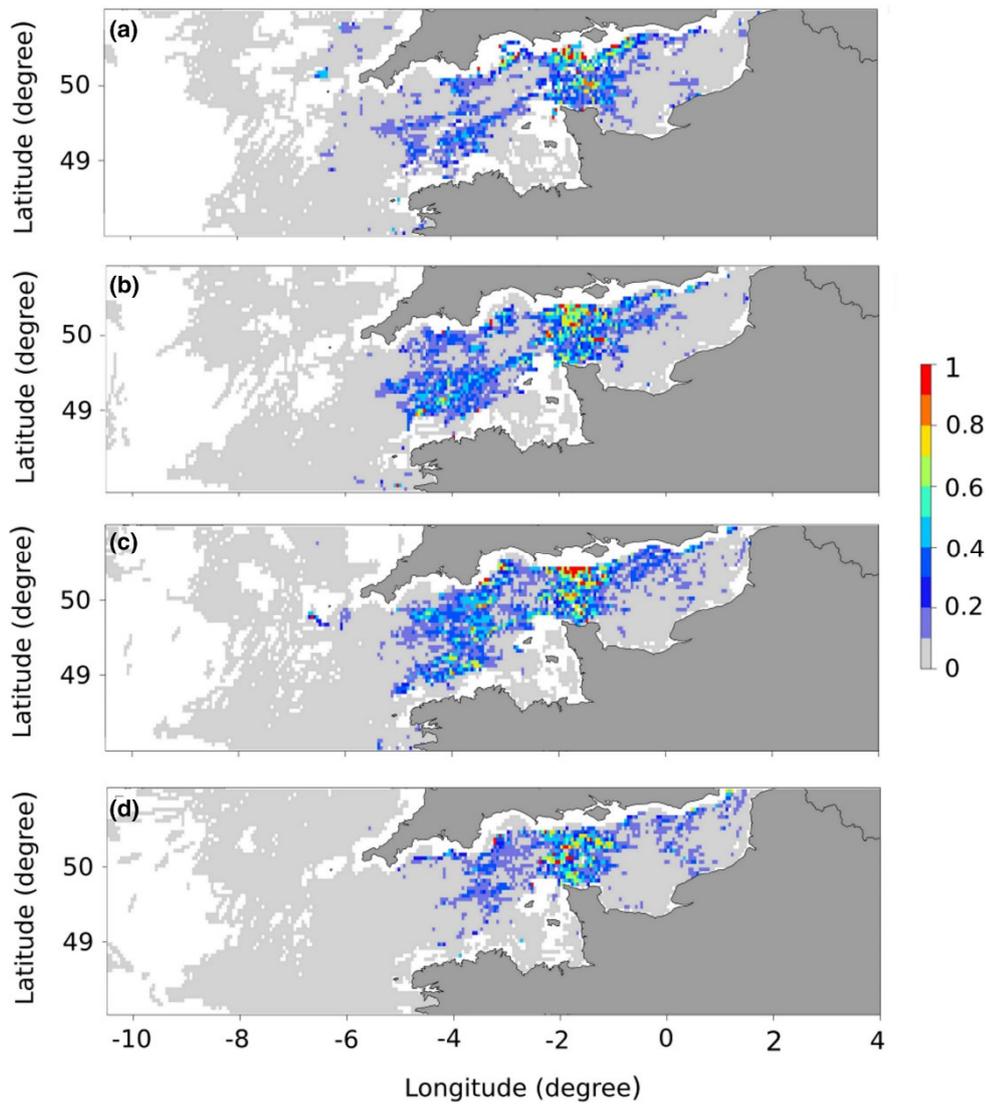


Figure 14 : Cartes moyennes mensuelles des frayères de bar européen (*Dicentrarchus labrax*) en Manche pour la période 2008-2014. A. Janvier, B. Février, C. Mai et D. Avril. Une probabilité de présence entre 0 et 0.33 suggère que la zone est rarement favorable chaque année. Une probabilité de présence entre 0.66 et 1 indique que la zone est identifiée comme une frayère pour plusieurs années. Les valeurs intermédiaires suggèrent que la zone est occasionnellement favorable.

## 4. Atlas cartographique des zones de frayères des espèces halieutiques

### 4.1. Façade Manche

#### 4.1.1. *Chelidonichthys lucerna* (Grondin perlon)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 15). On constate une faible diminution des débarquements de grondin perlon à partir de 2017.

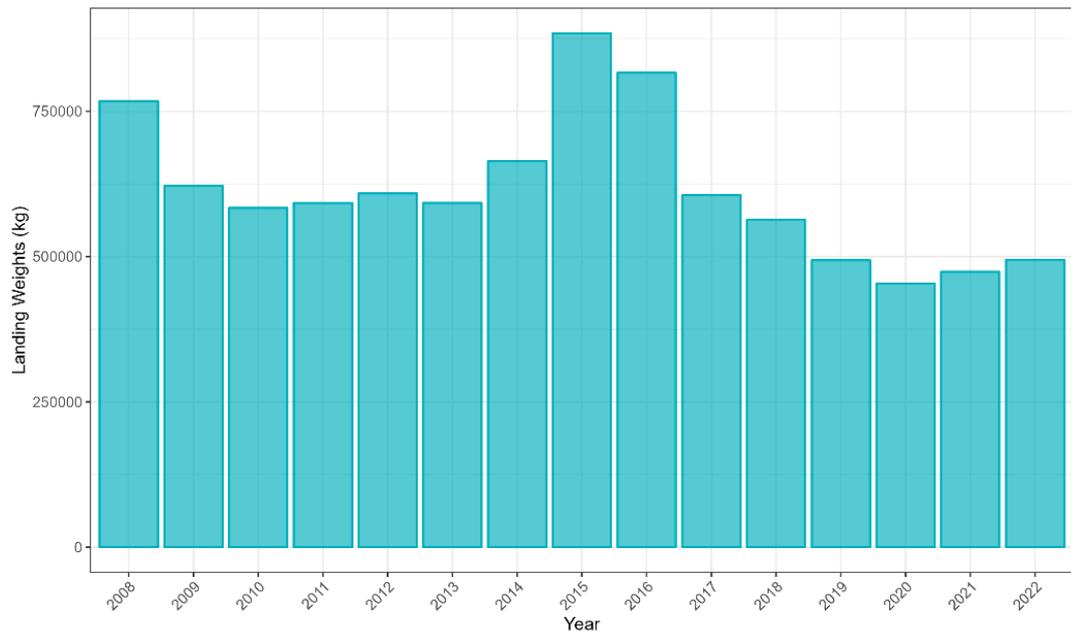


Figure 15 : Débarquement (en kg) de Grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

##### *Couverture spatiale de la zone*

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de grondin perlon sur la période 2008-2022 est disponible sur la Figure 16. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

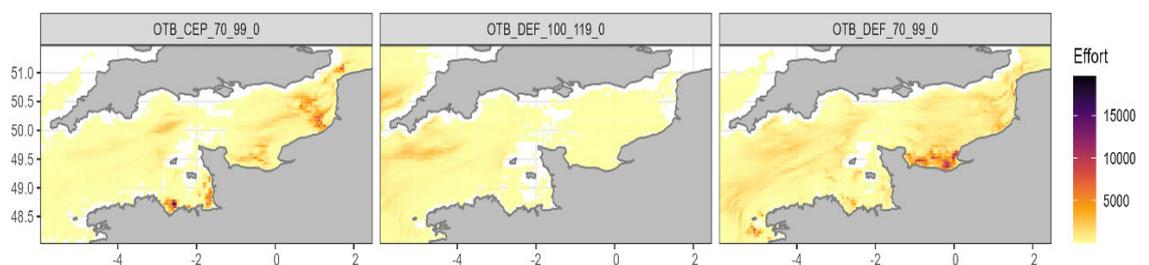


Figure 16 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 27.7 cm (McCarthy & Marriott, 2018) nous permet de définir l'ogive de maturité du grondin perlon en Manche (Figure 17).

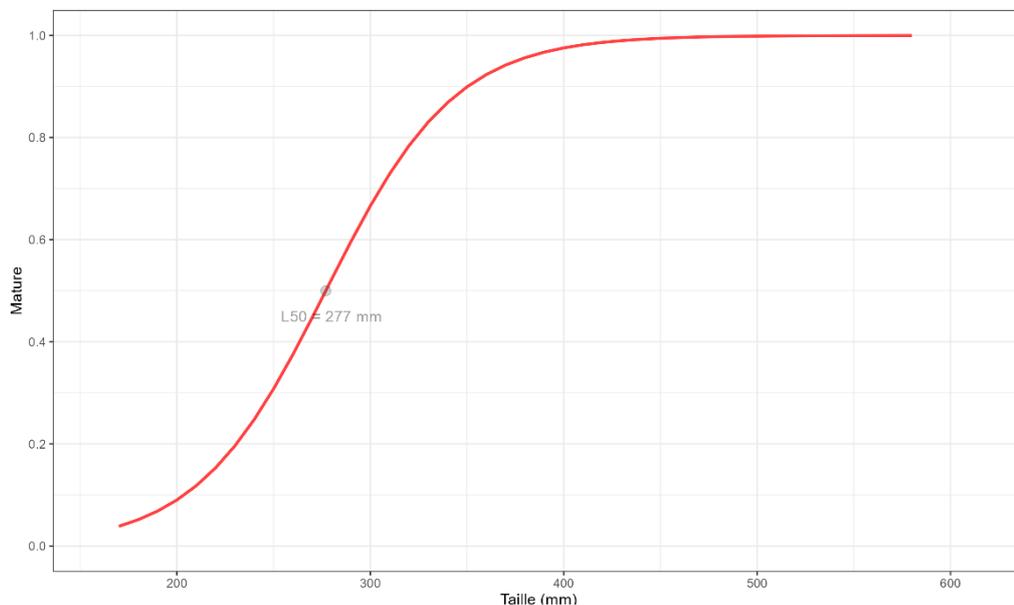


Figure 17 : Ogive de maturité du grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 18). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

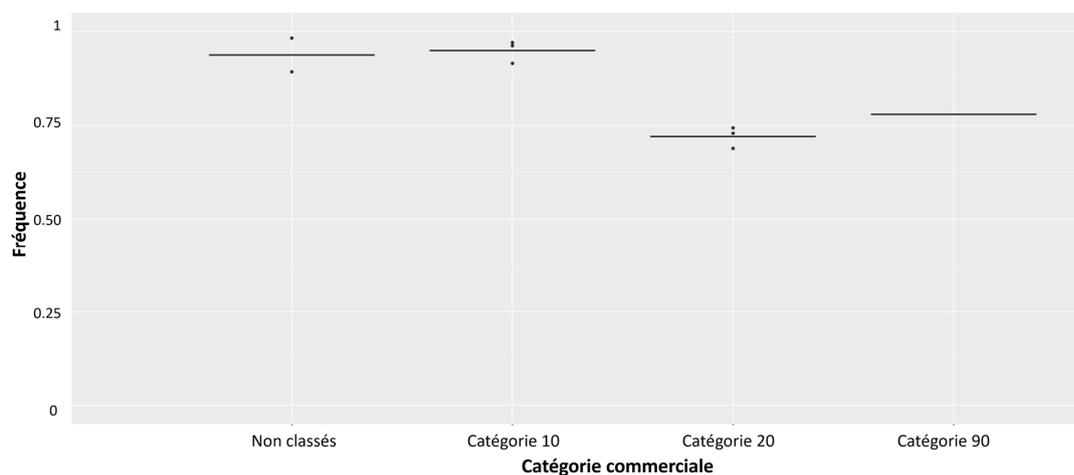


Figure 18 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de grondin perlon au cours des mois de reproduction (Mai-Juin) (*Chelidonichthys lucerna* | DORIS, s. d.) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 19). Les frayères pour le grondin perlon se situent principalement au centre de la Manche Ouest

avec quelques frayères présentes en Manche Est. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

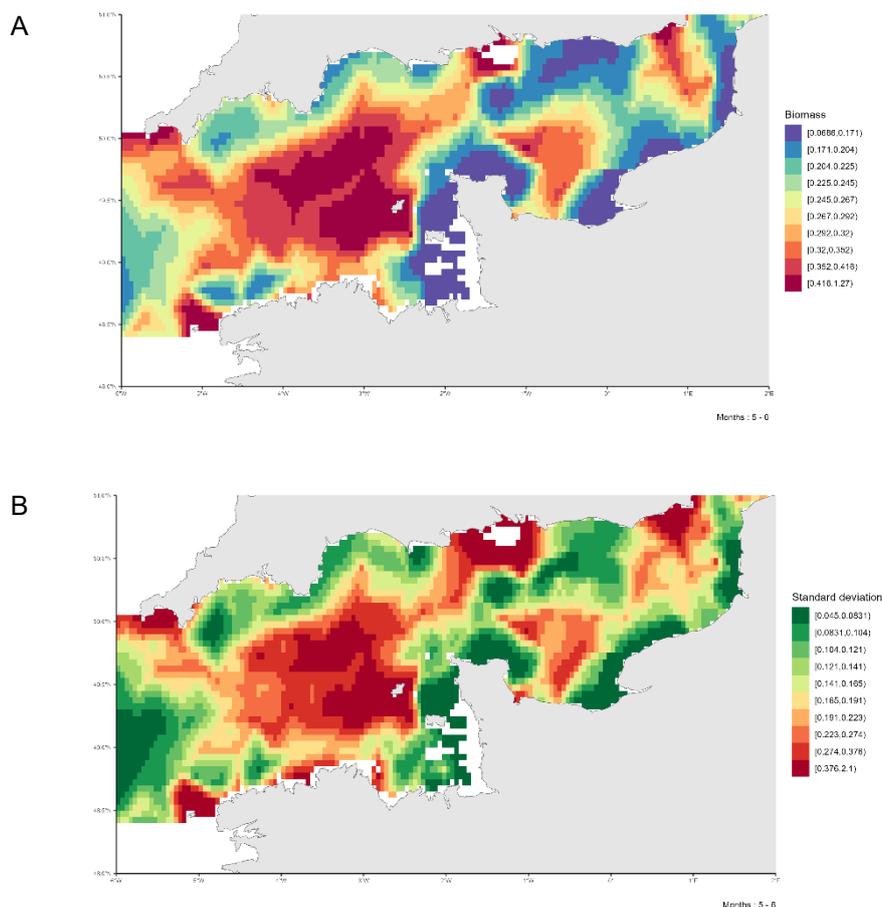


Figure 19 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) en Manche pendant la période de reproduction (Mai-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type de la distribution des individus matures de grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) en Manche pendant la période de reproduction (Mai-Juin) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.2. *Dicentrarchus labrax* (Bar commun)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Le bar commun (*Dicentrarchus labrax*) était jusqu'à 2012, une des espèces les plus importantes d'un point de vue économique pour la pêche professionnelle française et la première espèce cible de la pêche de loisir. A compter de 2014, des mesures de gestion et de protection ont été mises en place après qu'une baisse importante de la biomasse adulte ait été mise en évidence. Des restrictions sur les quotas de pêche ont été appliquées, diminuant le poids total des débarquements de bar et augmentant la taille minimale de capture des individus au nord du 48° parallèle (ICES, 2020).

De fait, nous remarquons une diminution des débarquements de bar commun en Manche au fil des années (Figure 9). Dans le cadre de l'étude des frayères, pour le bar commun en Manche, nous ne considérons que les années 2008-2015 qui fournissent une quantité de données satisfaisantes pour l'exécution du modèle.

##### *Couverture spatiale de la zone*

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de bar commun sur la période 2008-2015 est disponible sur la Figure 10. La représentation de l'effort de pêche sur la zone d'étude permet d'évaluer la qualité de la couverture spatiale. Dans le cadre du bar en Manche, l'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et

les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

### *Ogive de maturité*

L'ogive de maturité du bar commun (*Dicentrarchus labrax*) (Figure 11) est obtenue à partir de la L50 (taille à partir de laquelle 50% des individus sont considérés matures) consignée dans l'évaluation de stock de bar commun en 2017 par le CIEM (ICES, 2018).

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 12). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

### *Cartographie des zones de frayères*

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature lors des mois de reproduction (Janvier – Avril) (Dambrine et al., 2021) montre des zones de frayères en partie centrale de la Manche et au nord de la Manche Ouest. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne de la biomasse (Figure 13).

Les sorties du modèle sont cohérentes avec des travaux préalables menés sur la caractérisation et la connectivité des habitats écologiques essentiels du bar européen (Dambrine et al., 2021) (Figure 14). Les auteurs ont appliqué une approche géostatistique non linéaire sur des données de pêche géolocalisées (VMS) sur les années 2008 à 2014 pour détecter les lieux où les bars se regroupent pour frayer en Manche.

La carte résume la probabilité de présence de ces événements sur la période étudiée. Les deux cartes de frayères de bar en Manche reposent sur des données VMS sur plusieurs années. Cependant, les méthodes utilisées diffèrent : Dambrine et al. (2021) analyse les données pour identifier les lieux où les bars se regroupent (CPUE extrêmes), alors que nous modélisons ces données pour prédire la distribution moyenne de la biomasse adulte mature lors des mois de reproduction (Figure 13). Les deux approches sont donc complémentaires, car elles ne caractérisent pas la même partie de l'histogramme des données. Les deux cartes montrent des zones de frayère cohérentes en partie centrale de la Manche (nord cotentin) et au nord de la Manche Ouest.

### 4.1.3. Gadus morhua (Morue)

#### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 20). On constate une diminution brutale des débarquements à partir de 2016, correspondant à des mesures de protection du stock de morue en Manche (ICES, 2023).

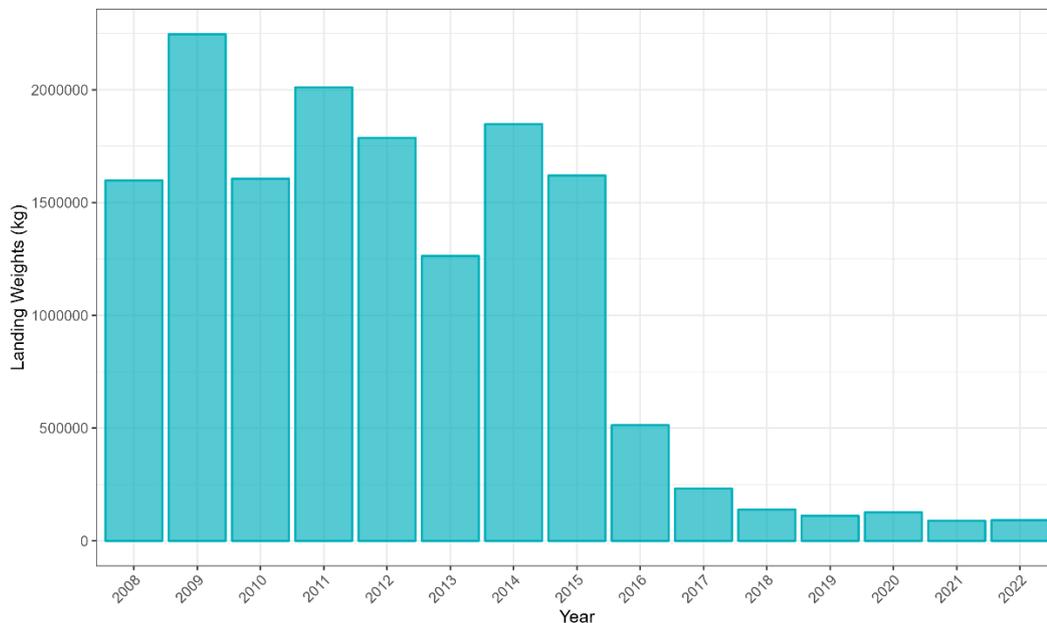


Figure 20 : Débarquement (en kg) de morue (*Gadus morhua*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de morue sur la période 2008-2022 est disponible sur la Figure 21. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

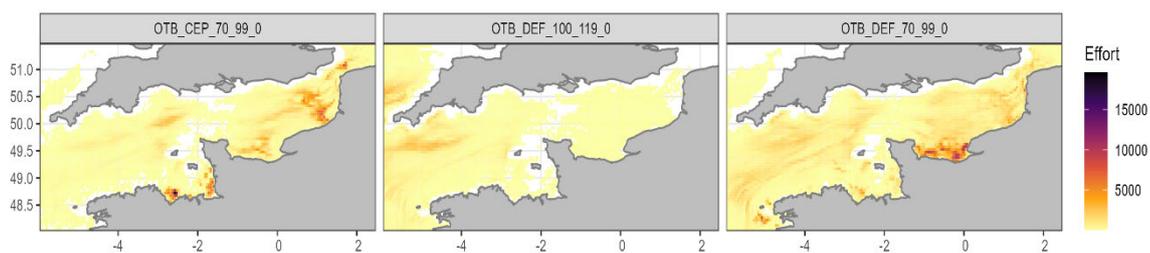


Figure 21: Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de morue (*Gadus morhua*) en Manche.

#### Ogive de maturité

La L50 à 48 cm (Yoneda & Wright, 2004) nous permet de définir l'ogive de maturité de la morue en Manche (Figure 22).

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 23). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond

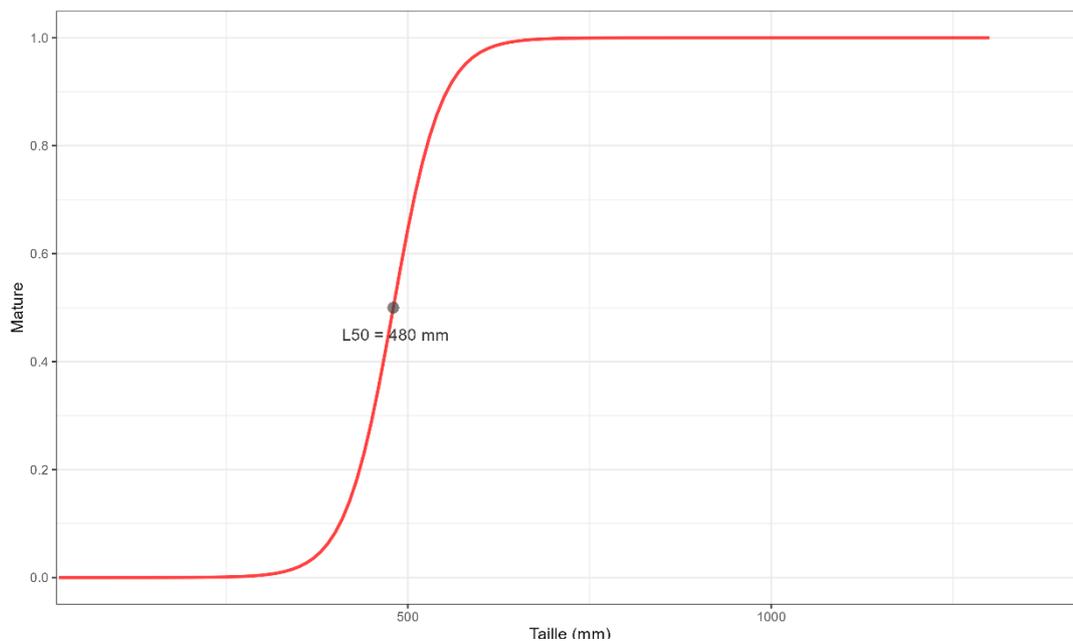


Figure 22 : Ogive de maturité de la morue (*Gadus morhua*) en Manche.

aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. On constate que la proportion d'individus matures est plus importante pour les individus de grande taille.

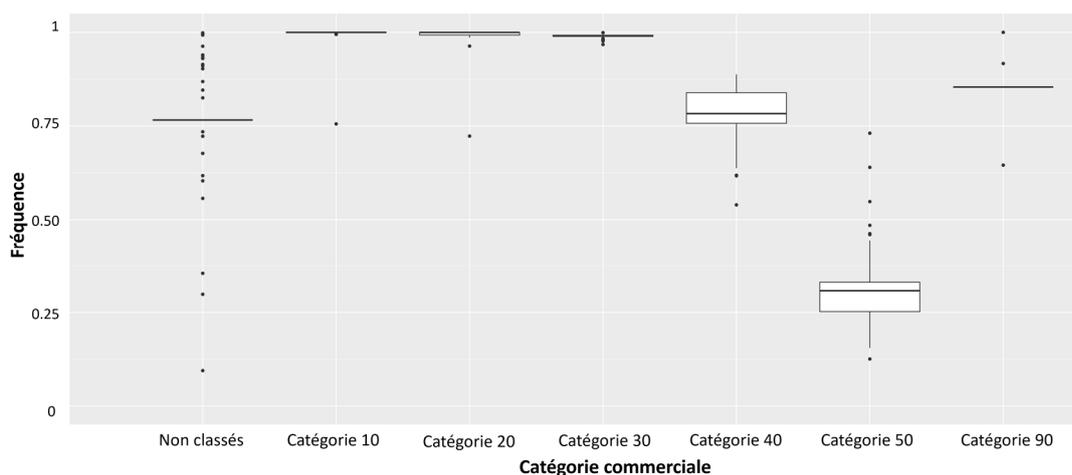


Figure 23 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la morue (*Gadus morhua*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de morue au cours des mois de reproduction (Janvier – Avril) (Bennet et al., 1993) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 24). Les frayères de la morue se situent principalement dans le nord de la Manche et au large de la Manche Ouest. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

Des travaux ont été menés en 2009 dans le cadre de la création d'un atlas des habitats des ressources marines de la Manche Orientale (Carpentier et al., 2009). Dans cet atlas, à partir des données de présence-absence d'œufs en Manche Orientale, les auteurs ont réalisé des cartes d'habitat potentiel avec la modélisation par Régression Quantile (RQ). La carte d'habitat potentiel pour la morue en janvier 2007 (Figure 25) révèle la présence d'une frayère potentielle au nord de la Manche ouest. Ce résultat est cohérent avec notre modèle bien que la zone de frayère identifiée par notre modèle semble être décalée plus

au nord. L'approche de Carpentier et al. est basée sur des données d'œufs sur un seul mois et une seule année dans une zone restreinte alors que notre modèle utilise des données de pêche des individus et couvre une série temporelle de plusieurs années (2008-2022) ainsi que l'ensemble de la Manche.

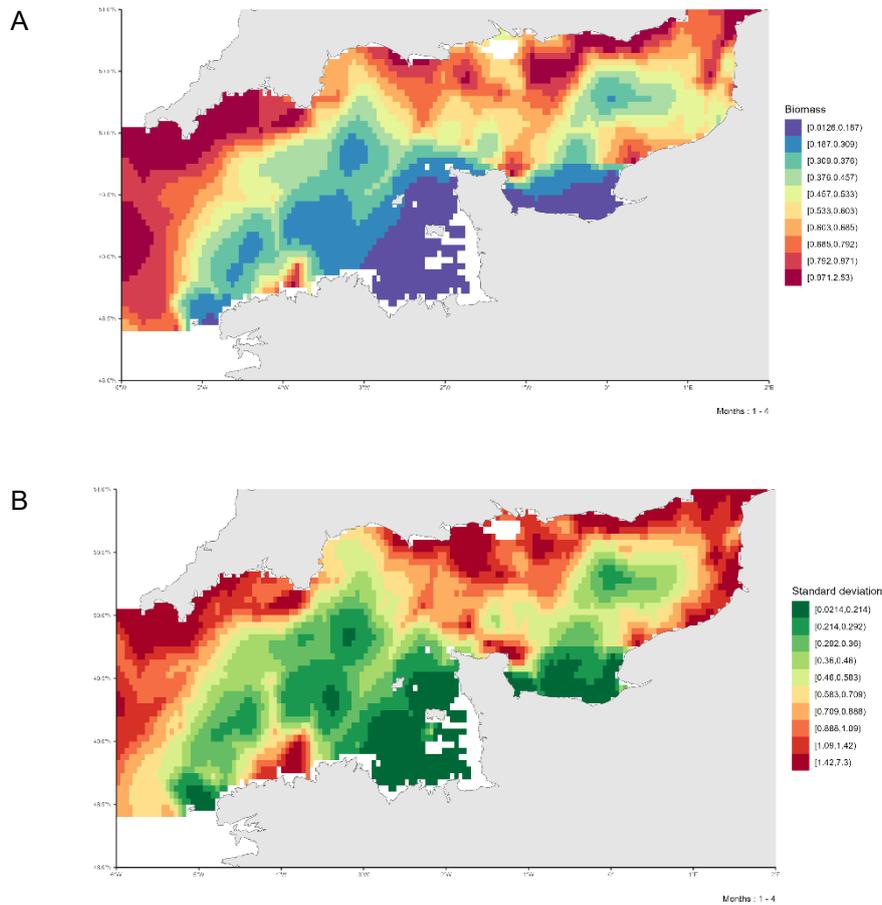


Figure 24 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de morue (*Gadus morhua*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier-Avril) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de morue (*Gadus morhua*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier-Avril) sur la période 2008-2022.

#### Habitat potentiel en janvier (RQ) Potential habitat in January (RQ)

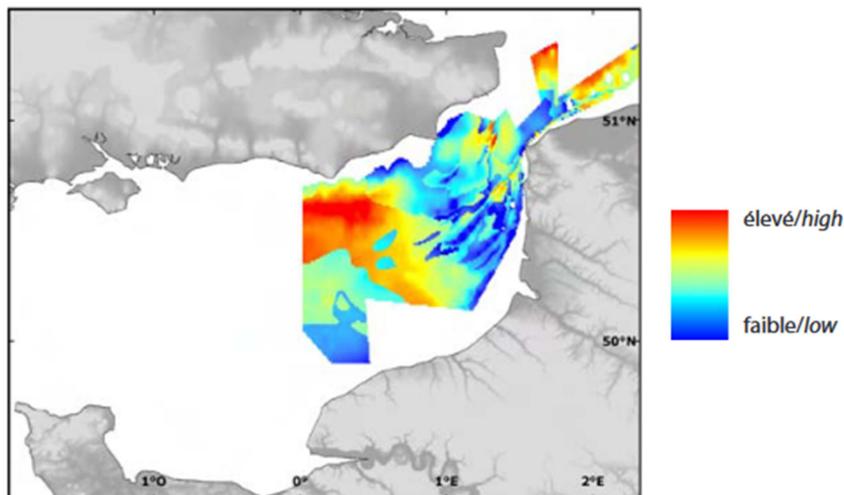


Figure 25 : Carte de l'habitat potentiel de la morue (*Gadus morhua*) en janvier 2007

#### 4.1.4. Limanda limanda (Limande)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 26). On constate un déclin progressif des débarquements à partir de 2014.

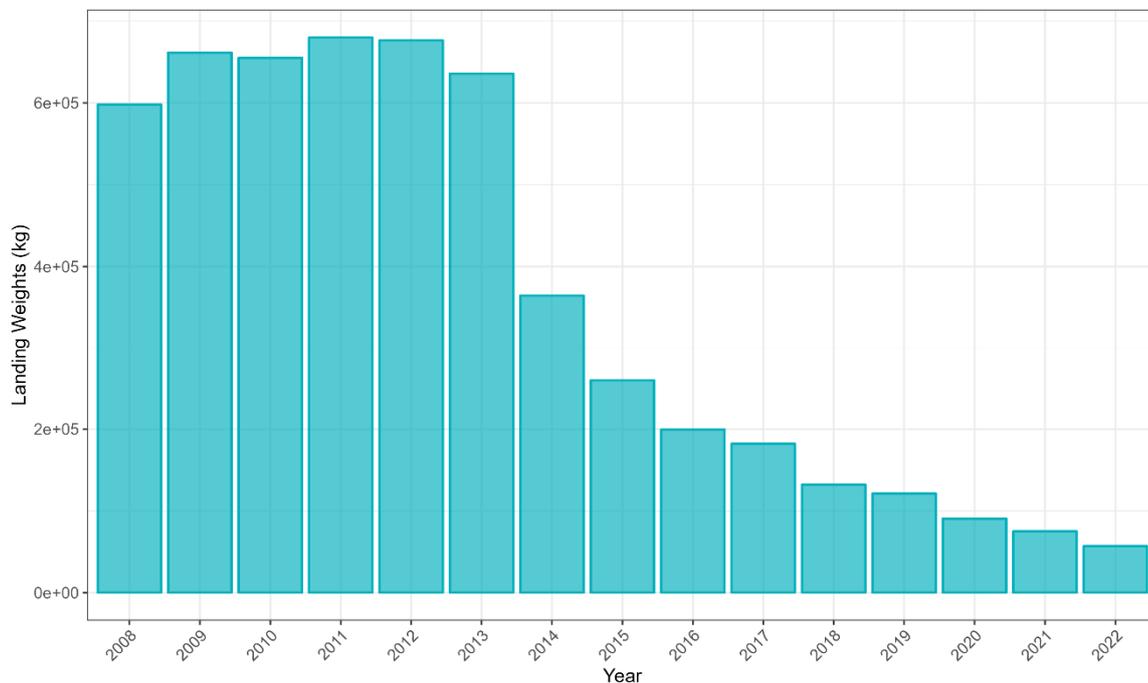


Figure 26 : Débarquement (en kg) de limande (*Limanda limanda*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

##### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de limande sur la période 2008-2022 est disponible sur la Figure 27. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTB\_SPF correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes, les poissons démersaux et les petits pélagiques.

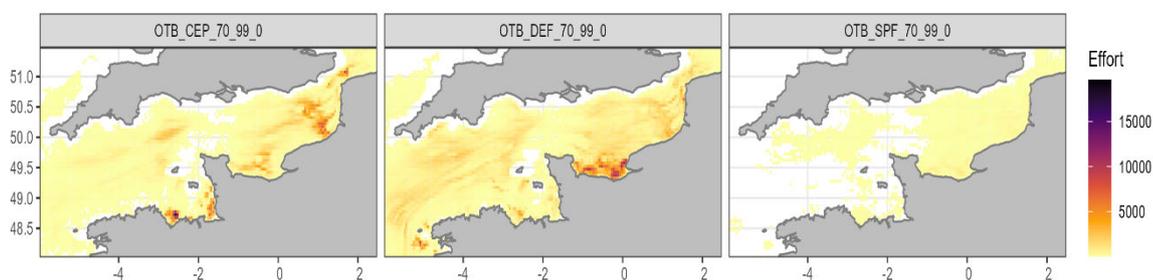


Figure 27 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de limande (*Limanda limanda*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 22.5 cm (Muus, 1999) nous permet de définir l'ogive de maturité de la limande en Manche (Figure 28).

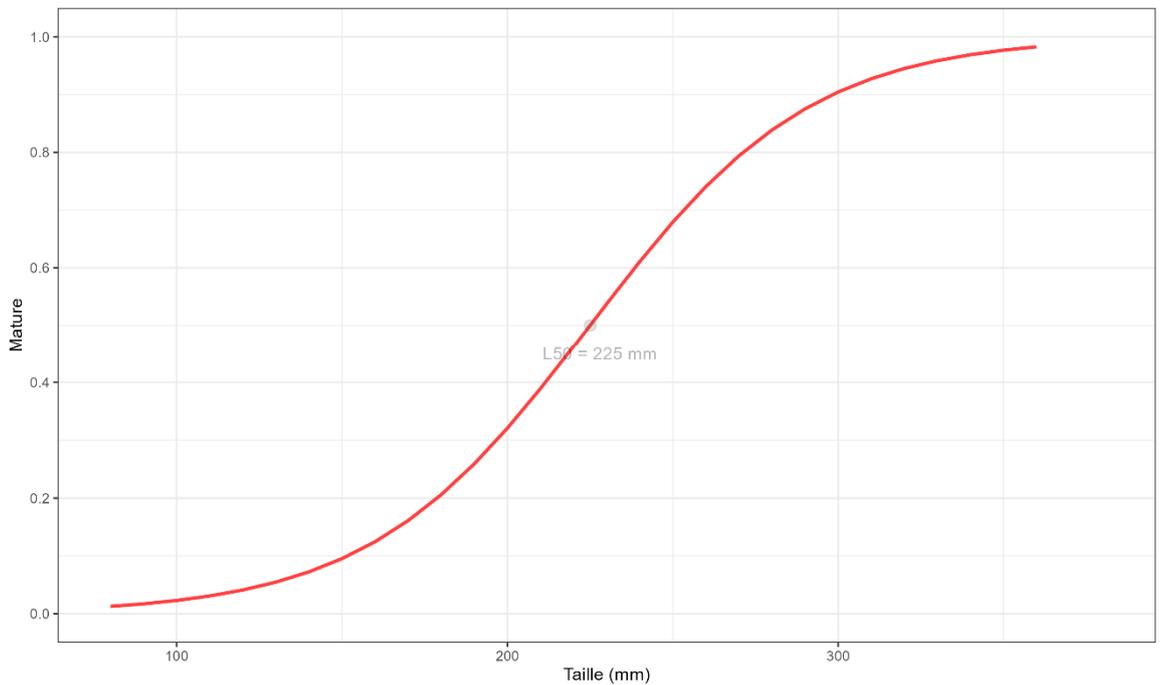


Figure 28 : Ogive de maturité de la limande (*Limanda limanda*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 29). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. L'estimation de la proportion d'individus matures par catégories commerciales à partir des données ObsVentes, semble surestimer la fréquence de matures pour la catégorie 40.

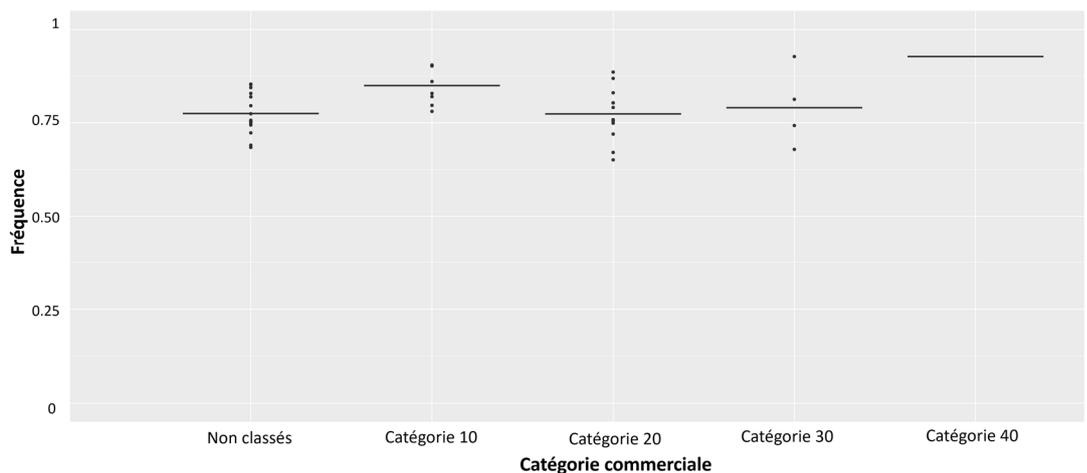


Figure 29 : Fréquences d'individus matures par catégories commerciales pour la limande (*Limanda limanda*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de limande au cours des mois de reproduction (Janvier – Juin) (Lelièvre et al., 2014) permet d'identifier des zones

de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 30). Les frayères de limande se situent principalement en Manche est ainsi que dans le nord de la Manche ouest. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

Des travaux ont été menés en 2009 dans le cadre de la création d'un atlas des habitats des ressources marines de la Manche Orientale (Carpentier et al., 2009). Dans cet atlas, à partir des données de présence-absence d'œufs en Manche Orientale, les auteurs ont réalisé des cartes d'habitat potentiel avec la modélisation par Régression Quantile (RQ). La carte d'habitat potentiel pour la limande en janvier 2007 (Figure 31) révèle la présence d'une frayère potentielle au centre de la Manche est. Ce résultat est cohérent avec notre modèle bien que la zone de frayère identifiée par notre modèle semble être décalée plus au nord. L'approche de Carpentier et al. est basée sur des données d'œufs sur un seul mois et une seule année dans une zone restreinte alors que notre modèle utilise des données de pêche des individus et couvre une série temporelle de plusieurs années (2008-2022) ainsi que l'ensemble de la Manche.

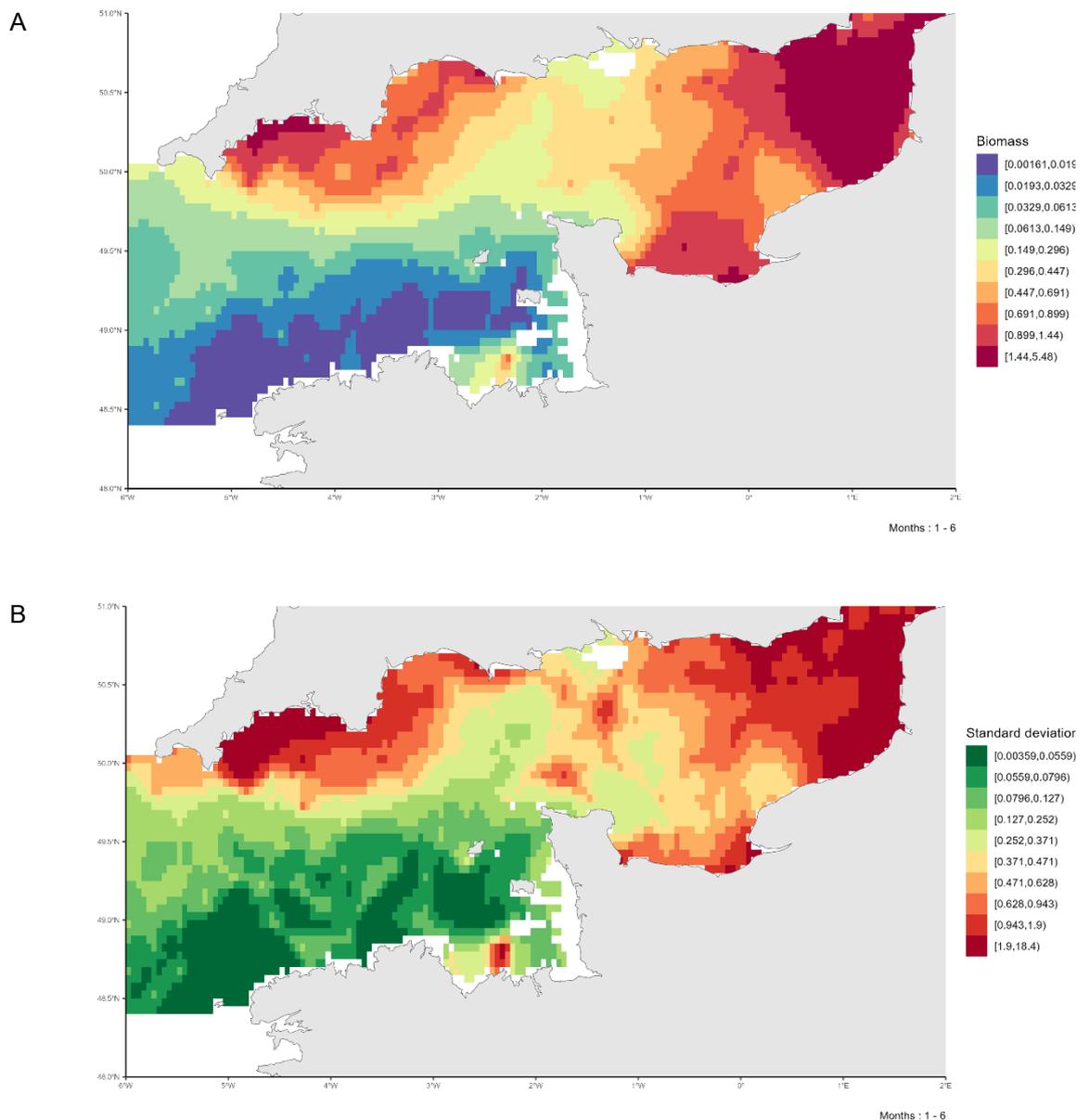


Figure 30 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de limande (*Limanda limanda*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier – Juin) sur la période 2008-2022. B.

Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de limande (*Limanda limanda*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier – Juin) sur la période 2008-2022.

#### Habitat potentiel en janvier (RQ) Potential habitat in January (RQ)

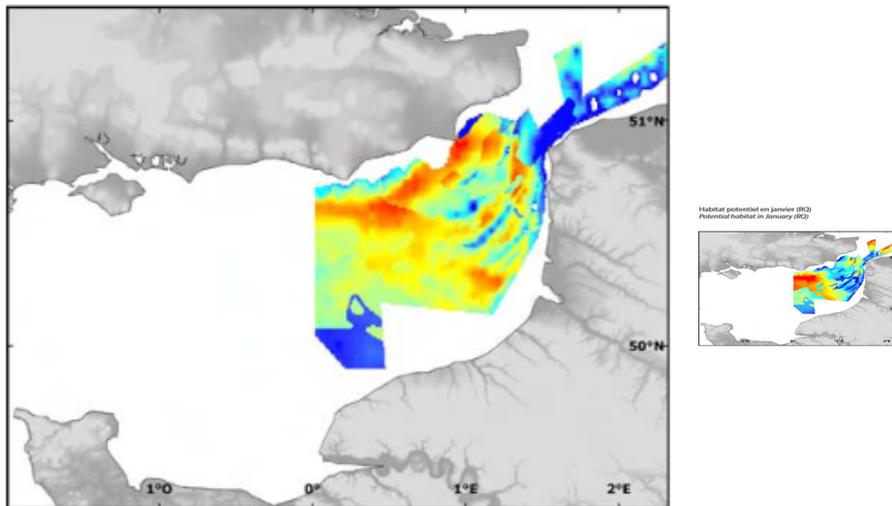


Figure 31 : Carte de l'habitat potentiel de la limande (*Limanda limanda*) en janvier 2007

#### 4.1.5. *Melanogrammus aeglefinus* (Eglefine)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 32). Les débarquements d'églefine sont relativement constants sur la période 2008-2022 avec un pic en 2011 et 2012.

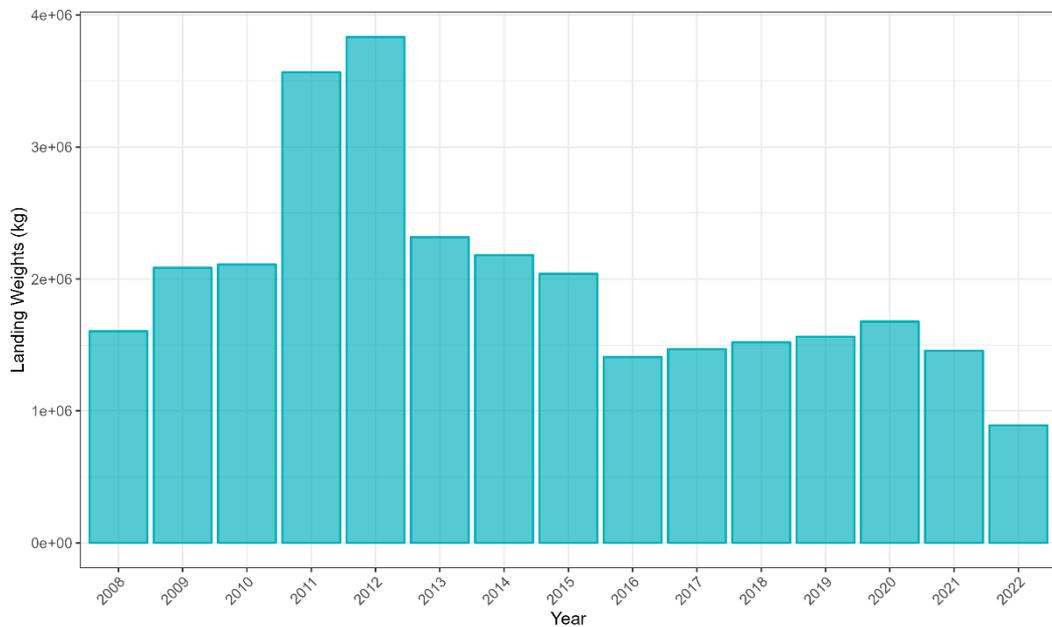


Figure 32 : Débarquement (en kg) d'églefine (*Melanogrammus aeglefinus*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus d'églefin sur la période 2008-2022 est disponible sur la Figure 33. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant les poissons démersaux. La flottille OTT\_DEF, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux, couvre la zone ouest de la Manche.

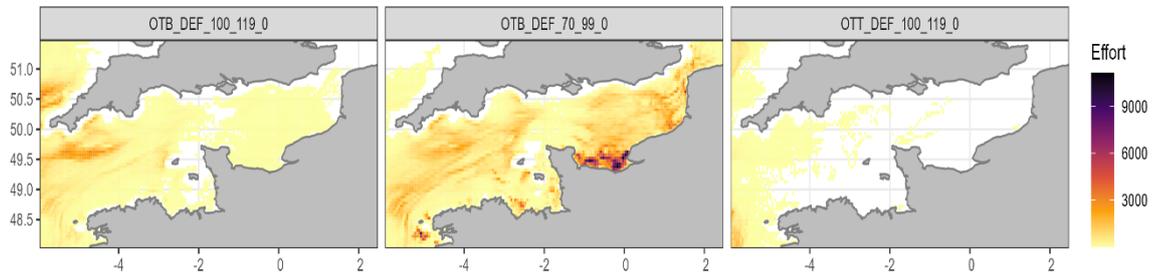


Figure 33: Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus d'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 48 cm (Dickey-Collas et al., 2003) nous permet de définir l'ogive de maturité de l'églefin en Manche (Figure 34).

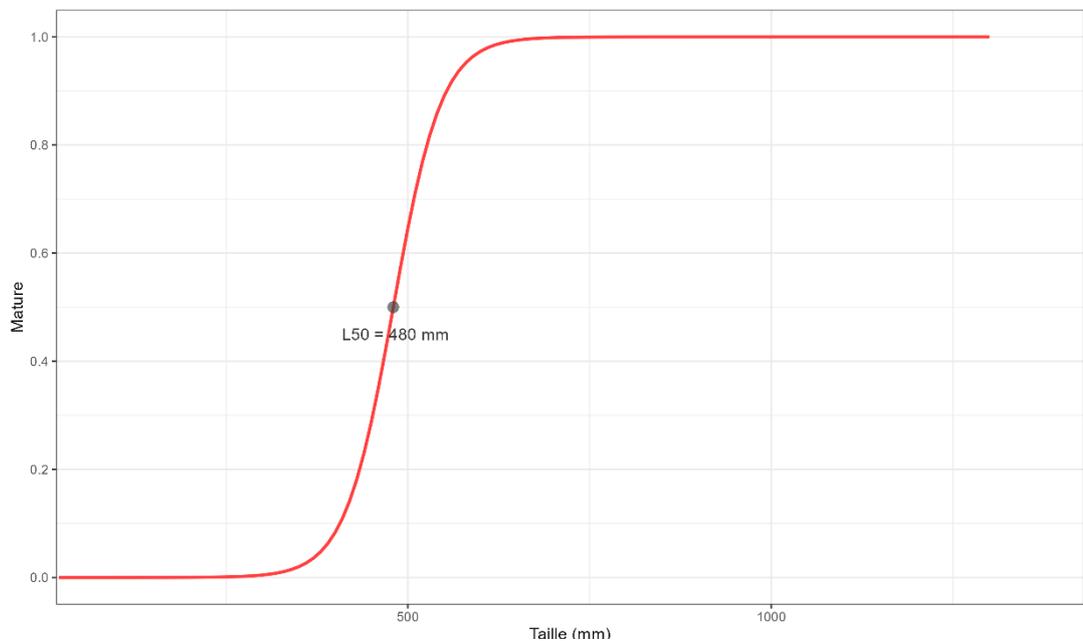


Figure 34 : Ogive de maturité de l'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 35). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

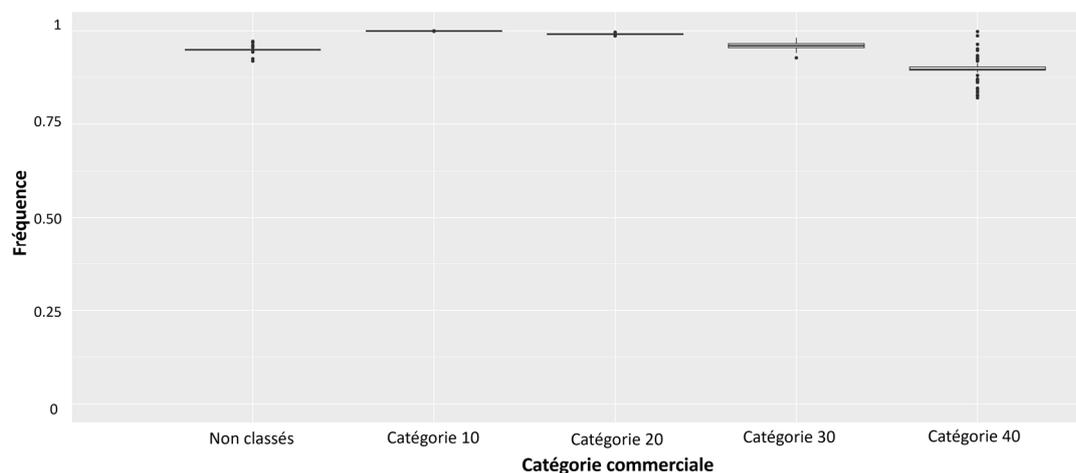
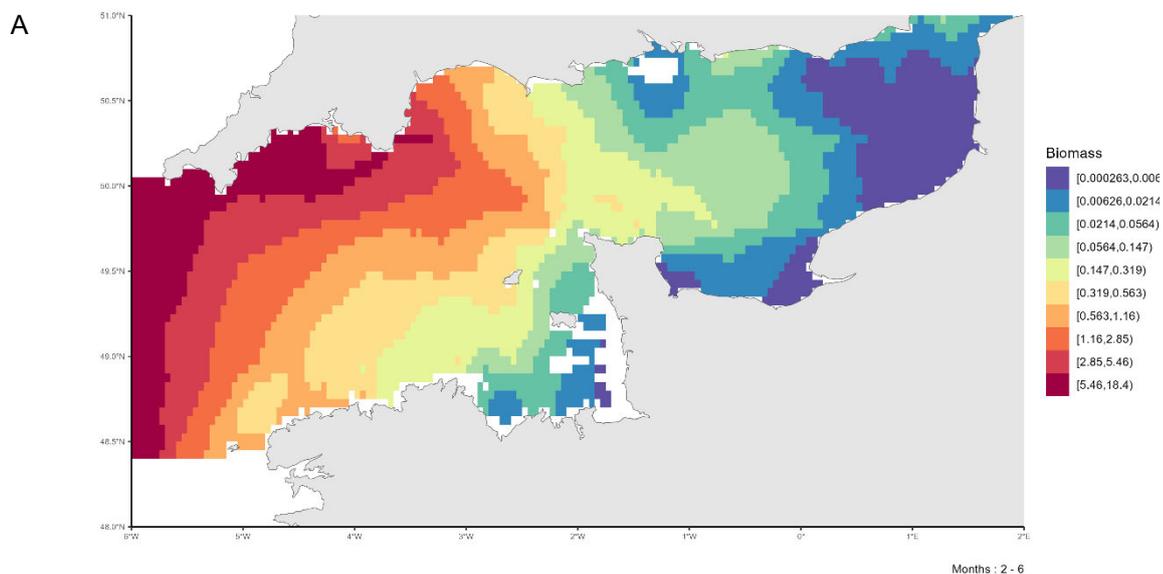


Figure 35 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour l'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature d'églefin au cours des mois de reproduction (Février – Juin) (Bastrikin et al., 2014) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 36). Les frayères d'églefin se situent principalement en Manche Ouest, plutôt vers le large. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



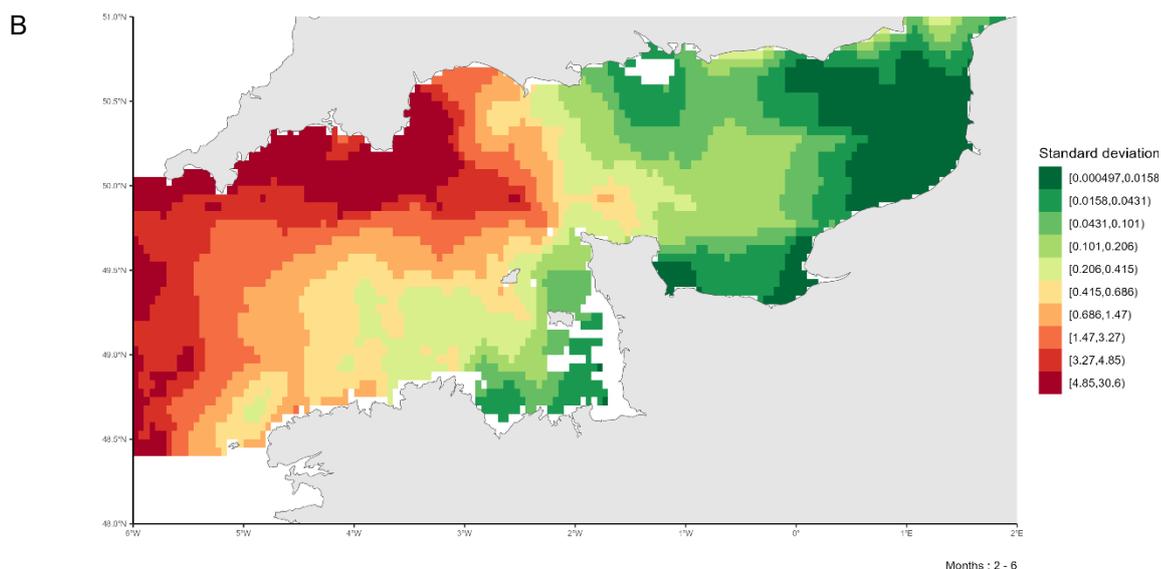


Figure 36 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures d'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) en Manche pendant la période de reproduction (Février – Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures d'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) en Manche pendant la période de reproduction (Février – Juin) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.6. *Microstomus kitt* (Limande sole)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 37). Il n'y a pas de tendance particulière mise en évidence sur la série temporelle.

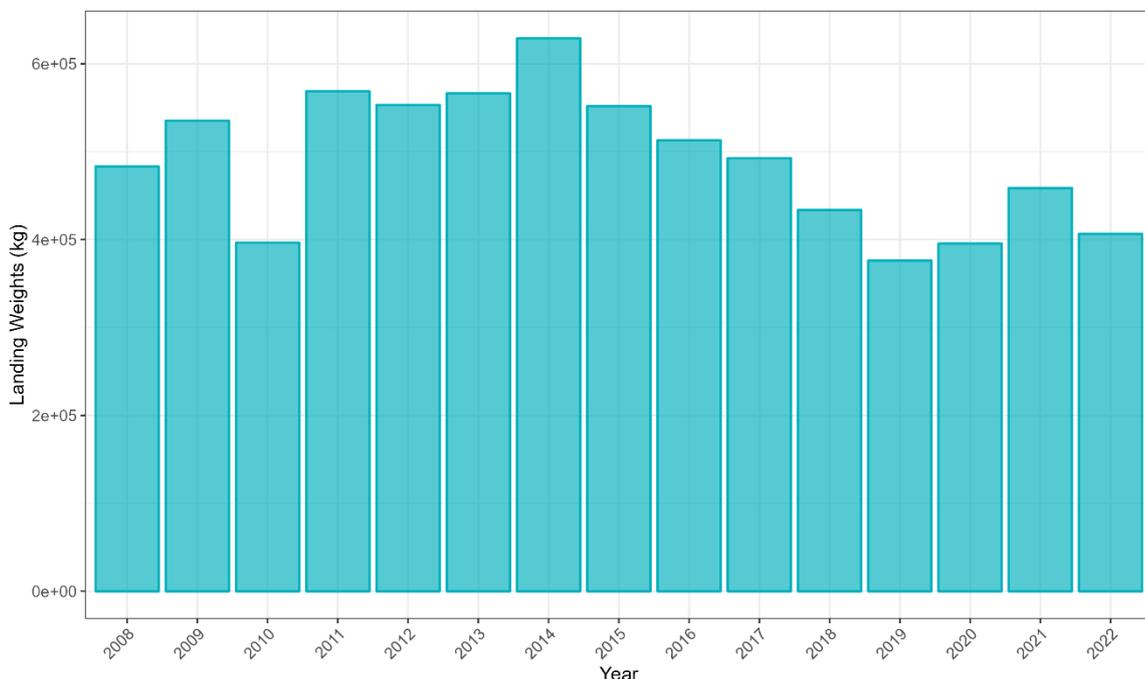


Figure 37 : Débarquement (en kg) de limande sole (*Microstomus kitt*) en Manche sur la période 2008-2022) par les navires de pêche commerciale.

##### *Couverture spatiale de la zone*

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de limande sole sur la période 2008-2022 est disponible sur la Figure 38. L'ensemble de la zone est bien couvert

par les flottilles OTB\_CEP et les deux flottilles OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

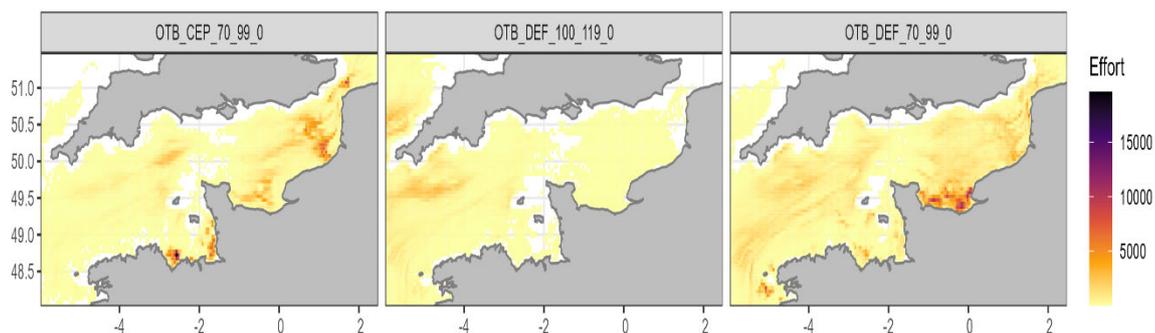


Figure 38 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de limande sole (*Microstomus kitt*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 25 cm (Muus, 1999) nous permet de définir l'ogive de maturité de la limande sole en Manche (Figure 39).

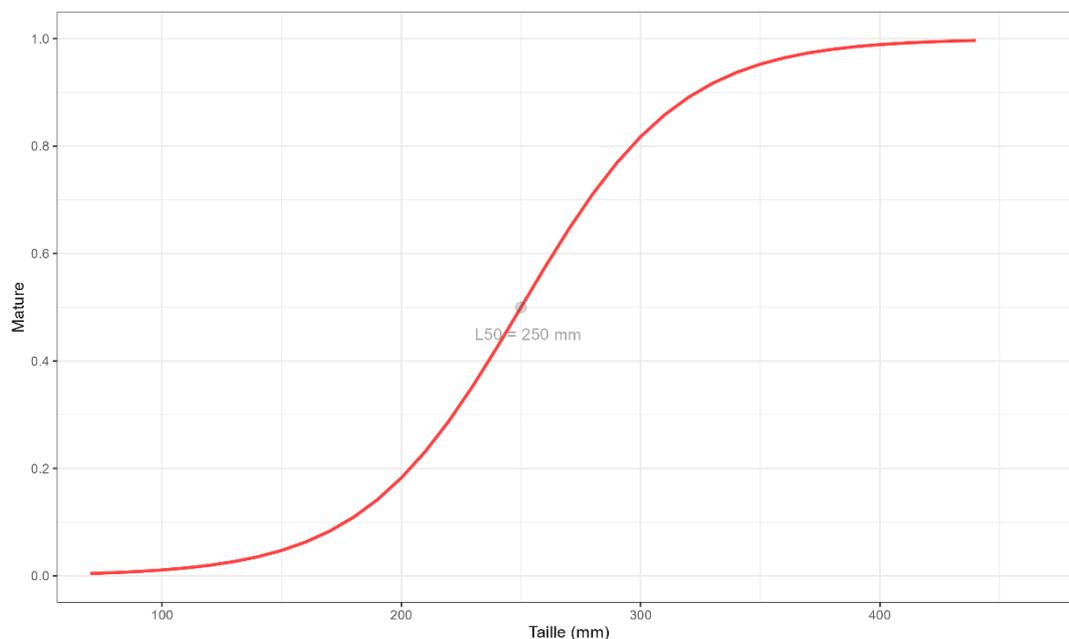


Figure 39 : Ogive de maturité de la limande sole (*Microstomus kitt*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 40). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. L'estimation de la proportion d'individus matures par catégories commerciales à partir des données ObsVentes, semble sous-estimer la fréquence de matures pour la catégorie 10 (les individus les plus grands) et surestimer cette fréquence pour la catégorie 50 (les individus les plus petits). La fréquence de matures par catégorie commerciale devrait normalement être proportionnelle à la classe de taille.

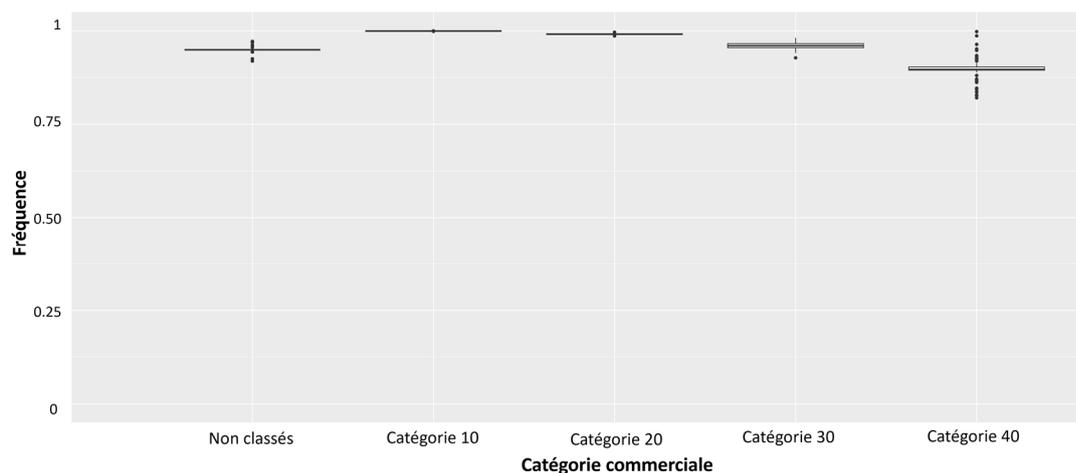
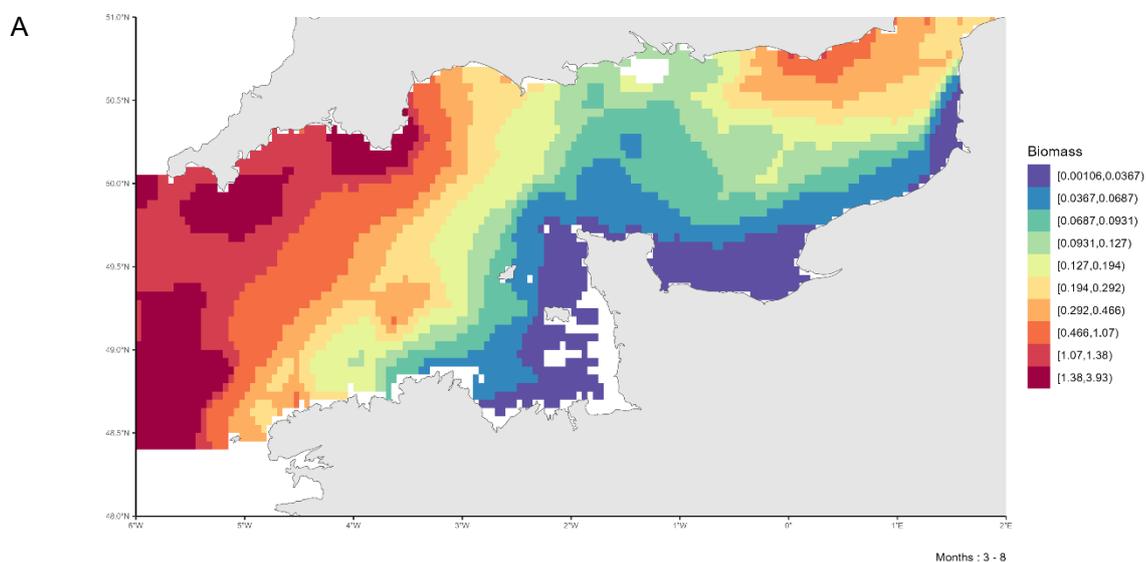


Figure 40 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la limande sole (*Microstomus kitt*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de limande sole au cours des mois de reproduction (Mars – Août) (Geffen et al., 2021) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 41). Les frayères de limande sole se situent principalement en Manche Ouest, plutôt vers le large. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



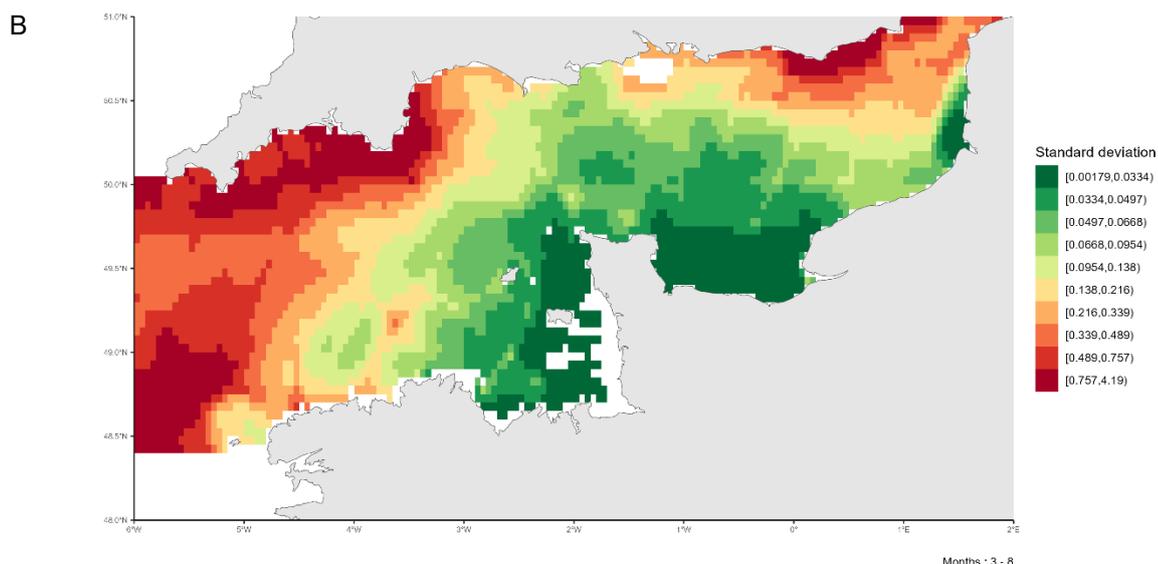


Figure 41 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de limande sole (*Microstomus kitt*) en Manche pendant la période de reproduction (Mars-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de limande sole (*Microstomus kitt*) en Manche pendant la période de reproduction (Mars-Août) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.7. *Mullus surmuletus* (Rouget de roche)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008 – 2022 en Manche (Figure 42). Malgré une pêche sur toutes les années, on constate une baisse importante de la pêche de rouget de roche en 2012 et 2013.

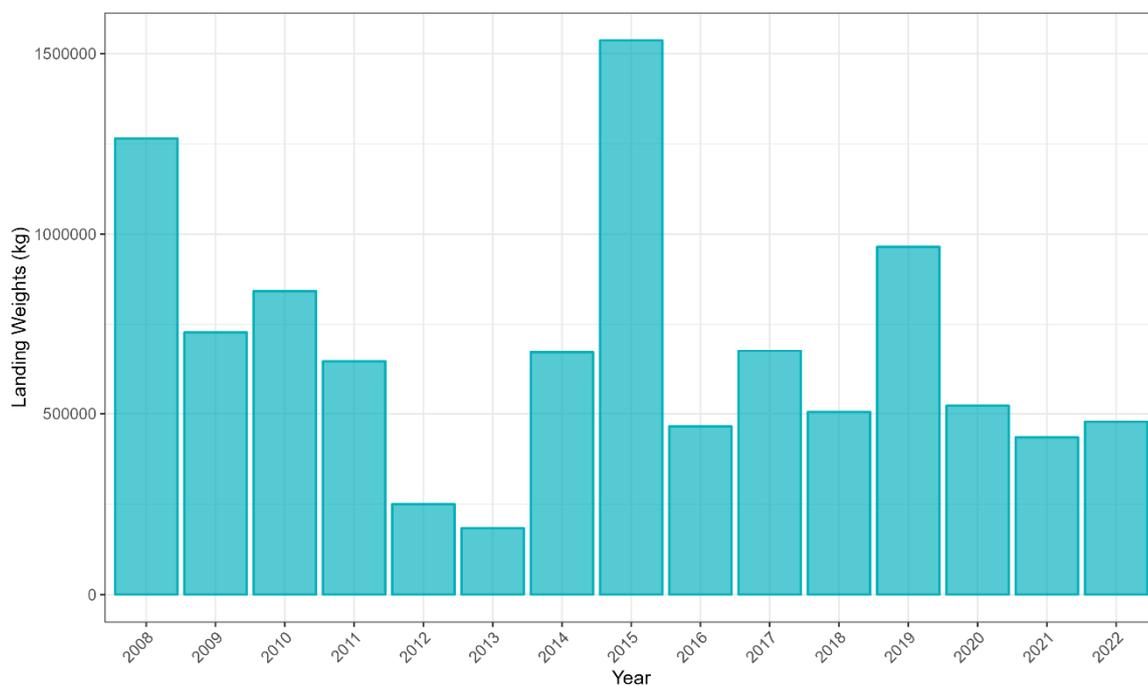


Figure 42 : Débarquement (en kg) de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) en Manche, sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de rouget de roche sur la période 2008 – 2022 est disponible sur la Figure 43. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

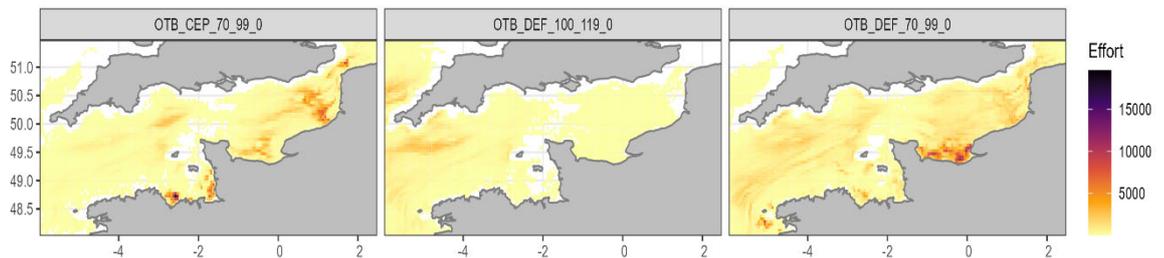


Figure 43 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008 – 2022) pour les trois flottilles débarquant le plus de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 16.9 cm (Mahe et al., 2013) nous permet de définir l'ogive de maturité du rouget de roche en Manche (Figure 44).

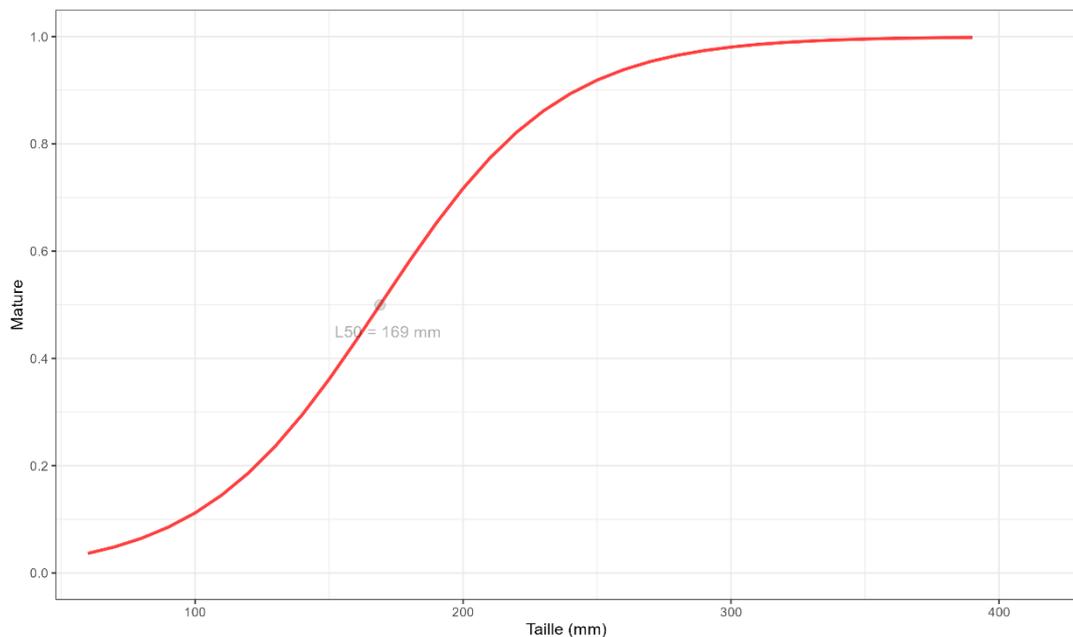


Figure 44 : Ogive de maturité du rouget de roche (*Mullus surmuletus*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 45). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

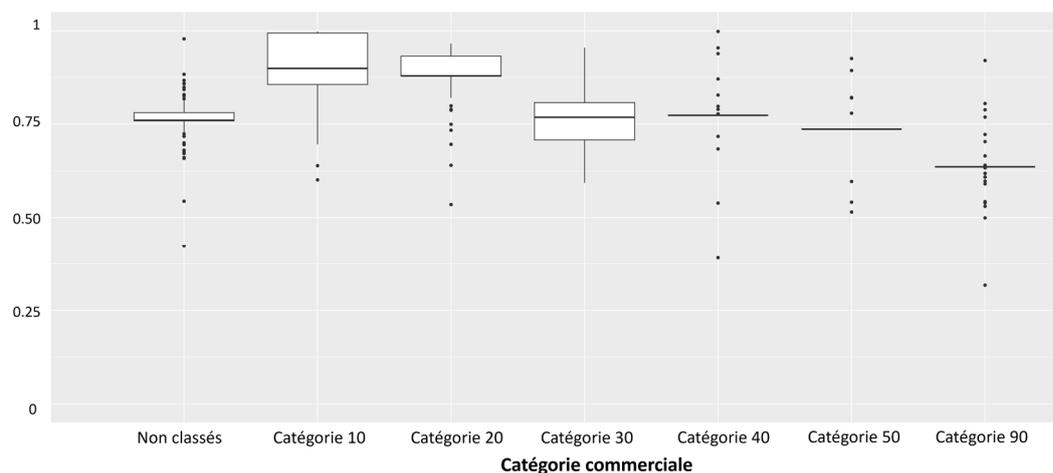
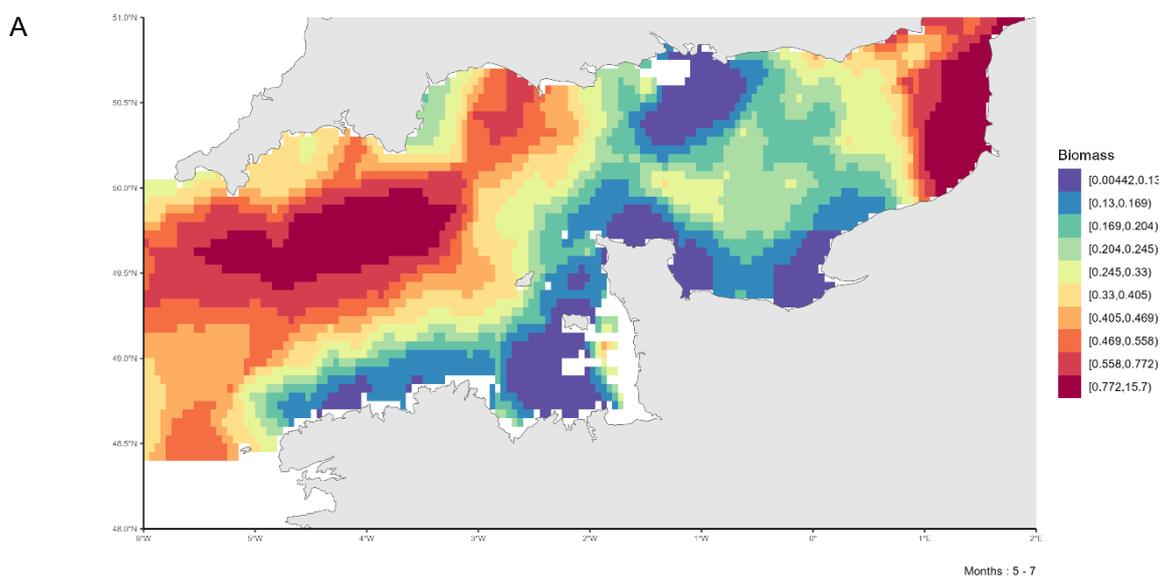


Figure 45 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le rouget de roche (*Mullus surmuletus*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de rouget de roche au cours des mois de reproduction (Mai – Juillet) (Mahé et al., 2013) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 46). Les frayères de rouget de roche se situent principalement en Manche nord-occidentale et le long de la côte française en Manche orientale. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



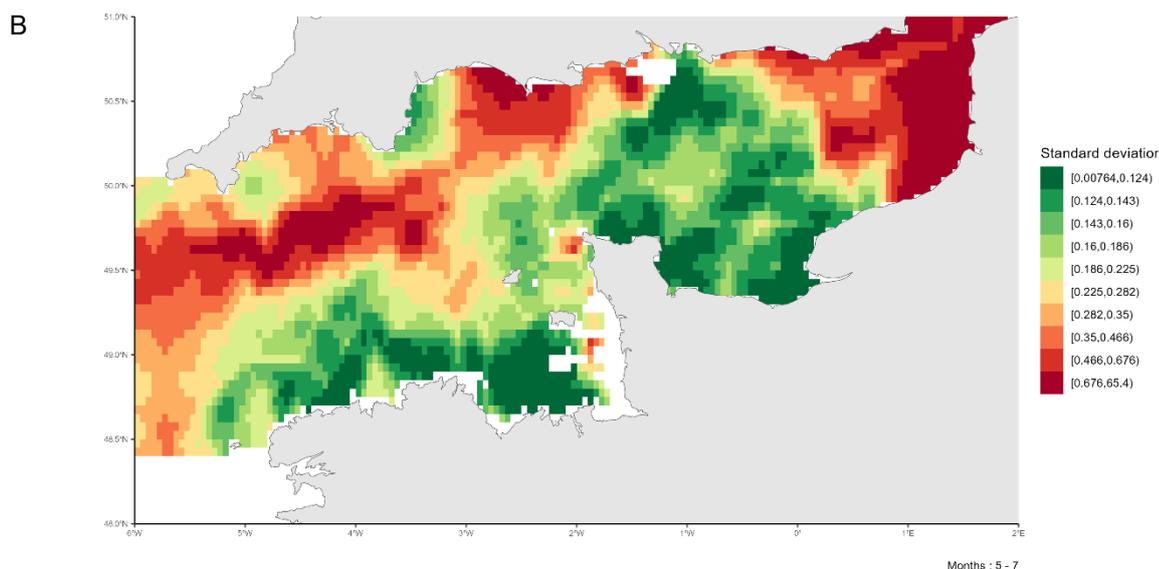


Figure 46 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de rouget de roche (*Mullus barbatus*) en Manche pendant la période de reproduction (Mai – Juillet) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de rouget de roche (*Mullus barbatus*) en Manche pendant la période de reproduction (Mai – Juillet) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.8. *Platichthys flesus* (Flet commun)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008 – 2022 en Manche (Figure 47). Les données sont disponibles sur toute la période avec une diminution générale des débarquements à compter de 2013.

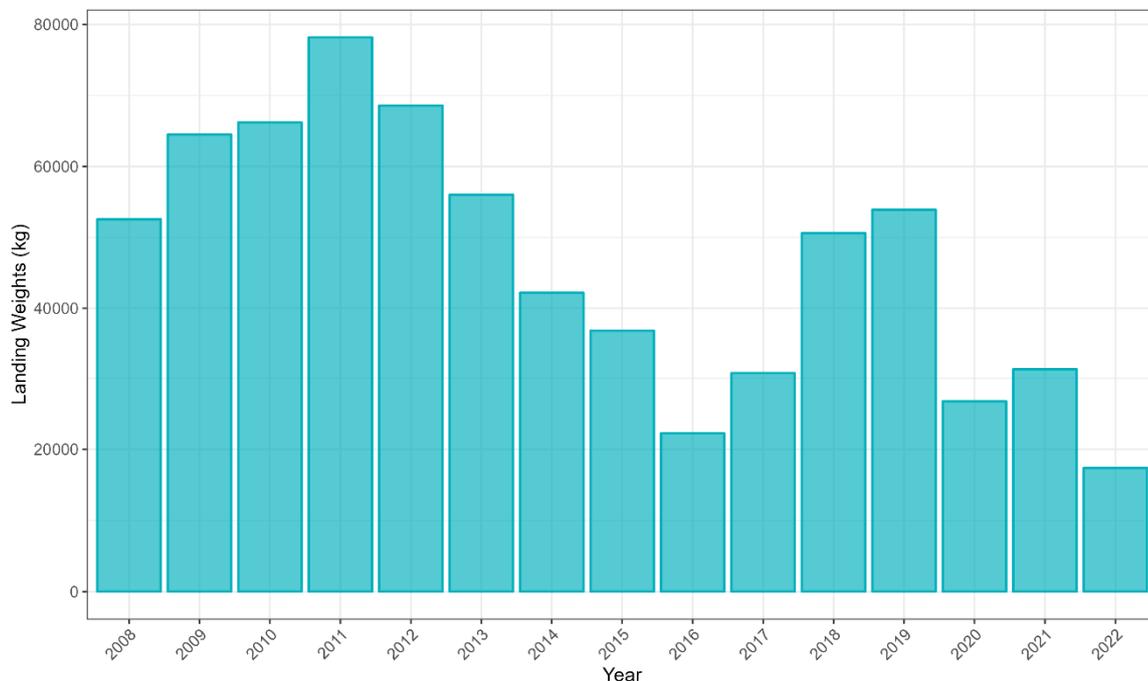


Figure 47 : Débarquement (en kg) de flet commun (*Platichthys flesus*) en Manche sur la période 2008 – 2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de flet commun sur la période 2008-2022 est disponible sur la Figure 48. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_DEF et OTB\_CEP, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les poissons démersaux et les céphalopodes. La flottille TBB\_DEF, correspondant à des chaluts à perche ciblant les poissons démersaux, couvre la zone est de la Manche.

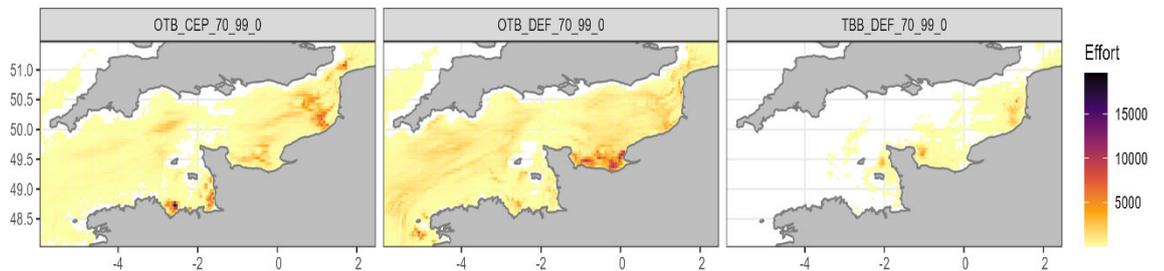


Figure 48 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de flet commun (*Platichthys flesus*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 21 cm ((Froese & Sampang, 2013) nous permet de définir l'ogive de maturité du flet commun en Manche (Figure 49).

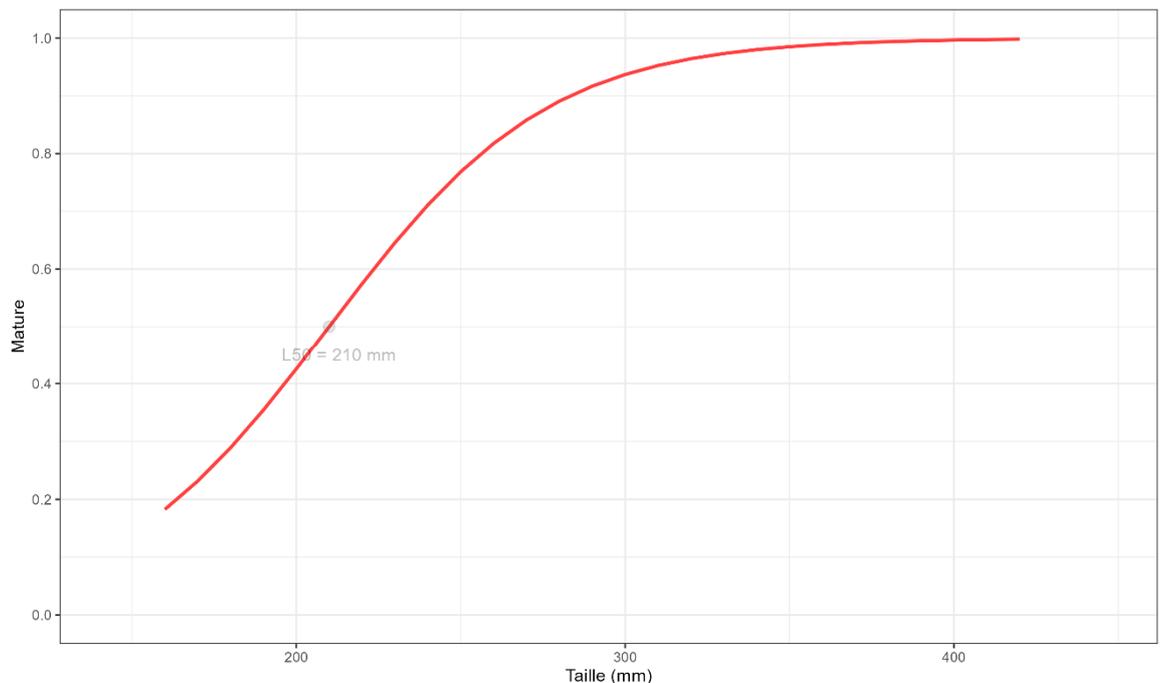


Figure 49 : Ogive de maturité du flet commun (*Platichthys flesus*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 50). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

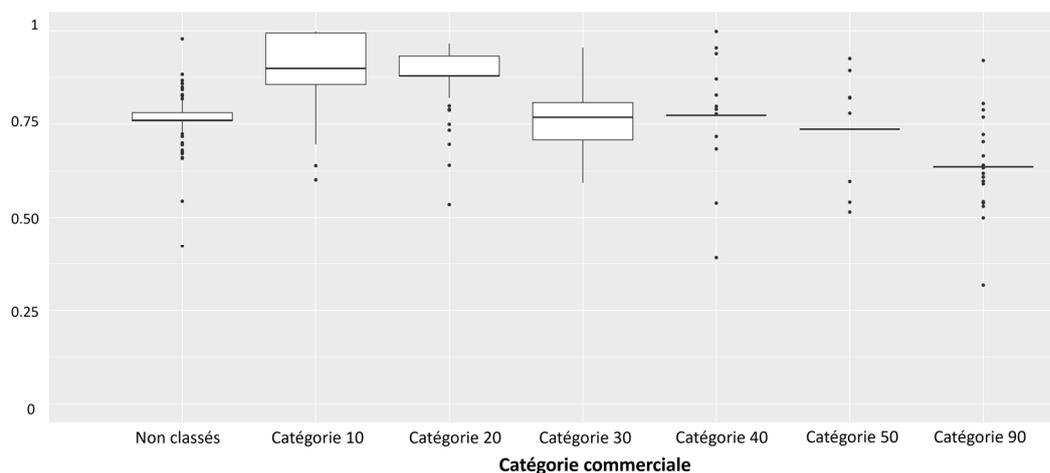
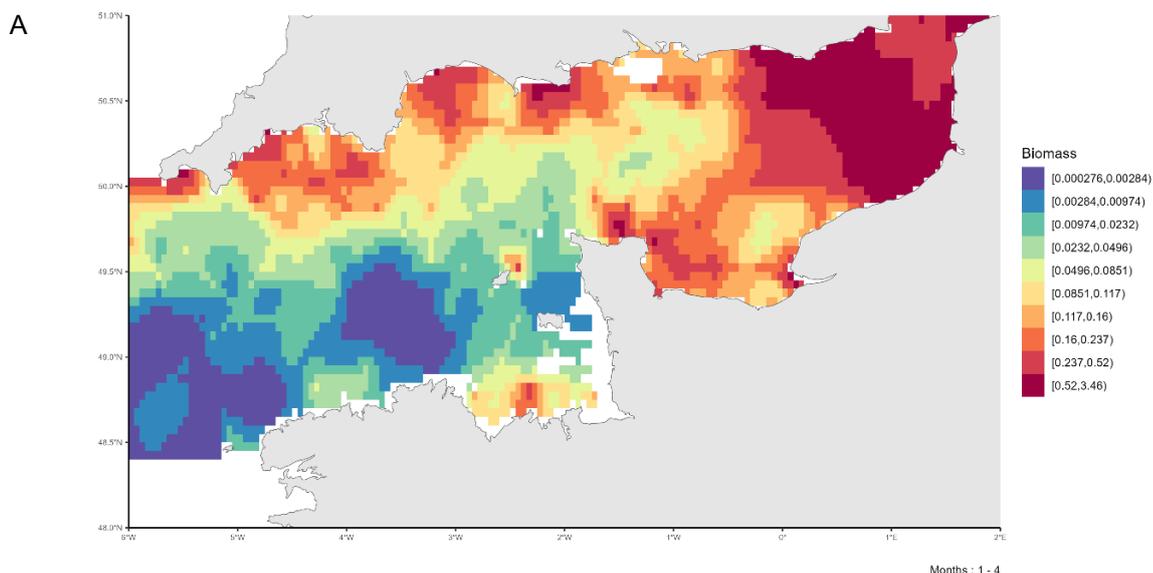


Figure 50 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le flet commun (*Platichthys flesus*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de flet commun au cours des mois de reproduction (Janvier – Avril) (Cooper, 1996) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 51). Les frayères de flet commun se situent principalement en Manche orientale et le long des côtes anglaises. Une zone de frayère peut également être identifiée près de la baie de Saint-Brieuc. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



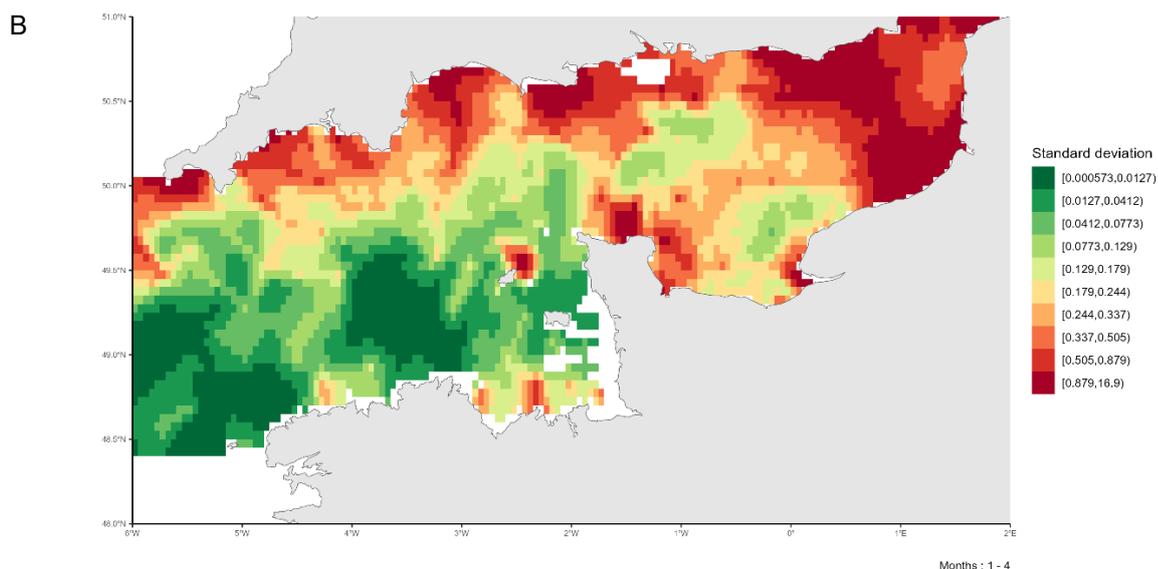


Figure 51 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de flet commun (*Platichthys flesus*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier-Avril) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de flet commun (*Platichthys flesus*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier-Avril) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.9. *Pollachius pollachius* (Lieu jaune)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 52). On constate une baisse régulière des débarquements à partir de 2016.

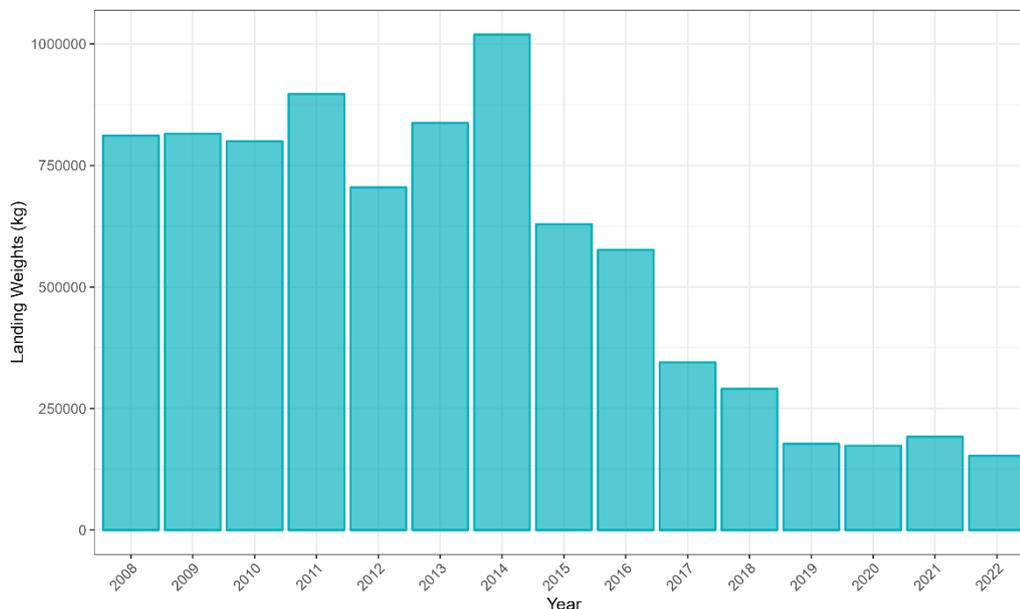


Figure 52 : Débarquement (en kg) de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de lieu jaune sur la période 2008-2022 est disponible sur la Figure 53. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

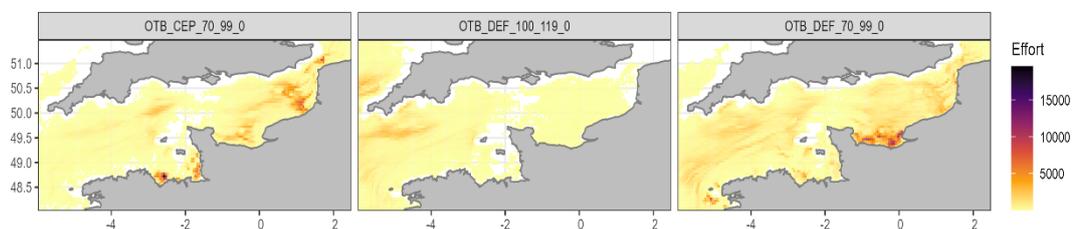


Figure 53 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 43.7 cm (Alemany, 2017) nous permet de définir l'ogive de maturité du lieu jaune en Manche (Figure 54).

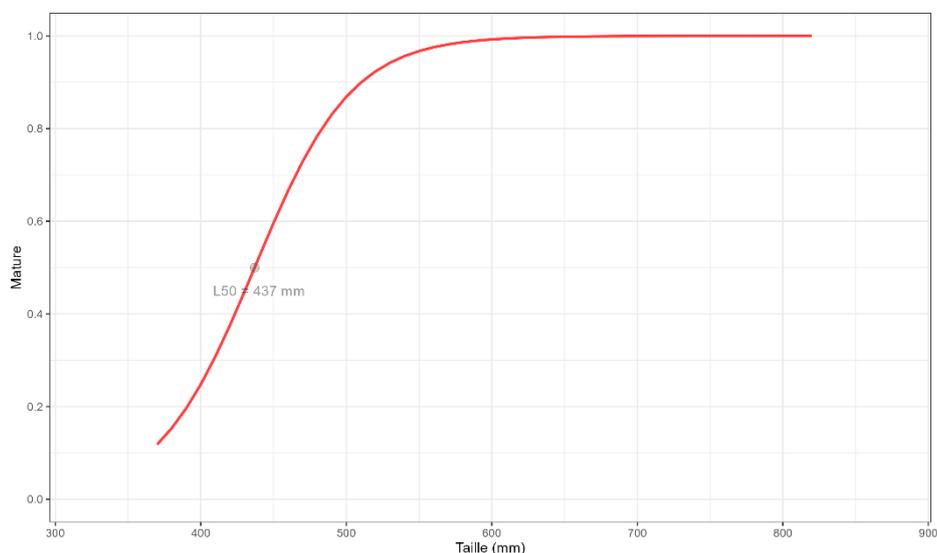


Figure 54 : Ogive de maturité du lieu jaune (*Pollachius pollachius*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 55). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

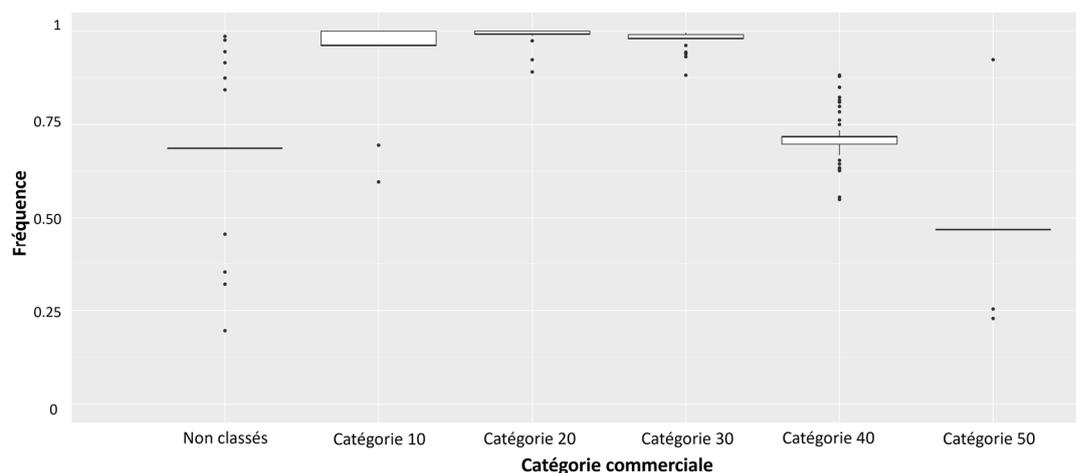
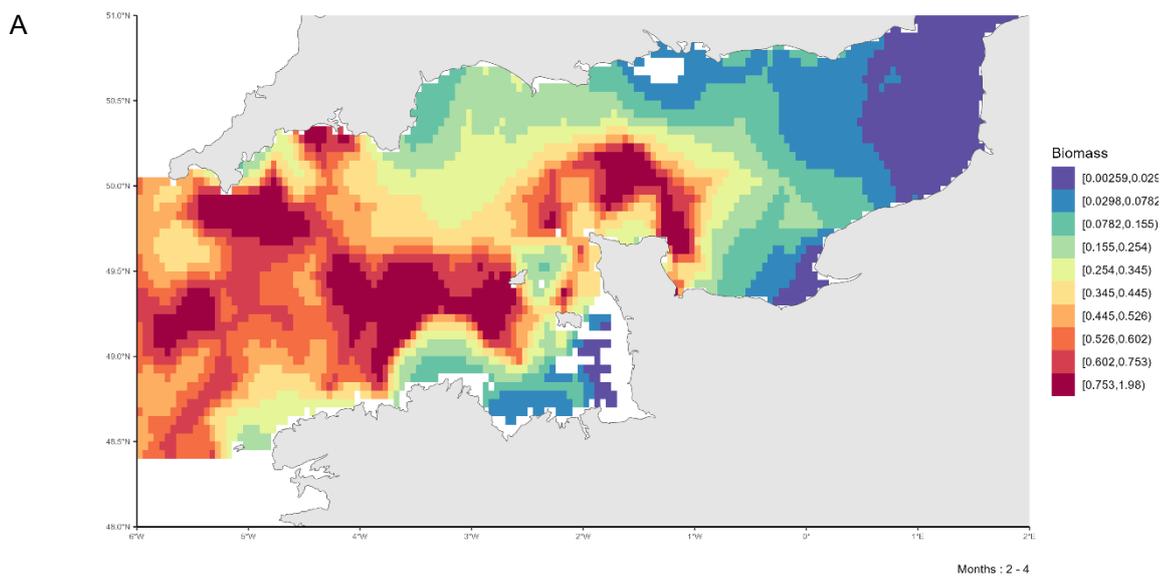


Figure 55 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le lieu jaune (*Pollachius pollachius*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de lieu jaune au cours des mois de reproduction (Février – Avril) (Bennet et al., 1993) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 56). Les frayères de lieu jaune se situent principalement en Manche occidentale et dans le nord Cotentin. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



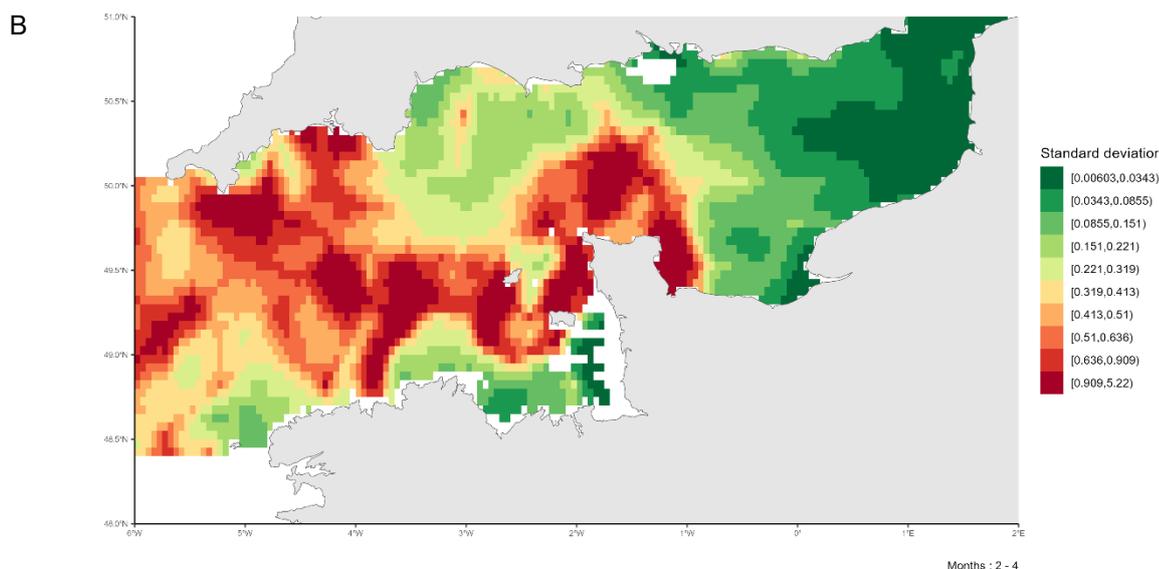


Figure 56 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) en Manche pendant la période de reproduction (Février-Avril) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) en Manche pendant la période de reproduction (Février-Avril) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.10. Raja brachyura (Raie lisse)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2009-2022 en Manche (Figure 57). Il y a une hausse des débarquements au cours de la série temporelle avec un début de pêche en 2009.

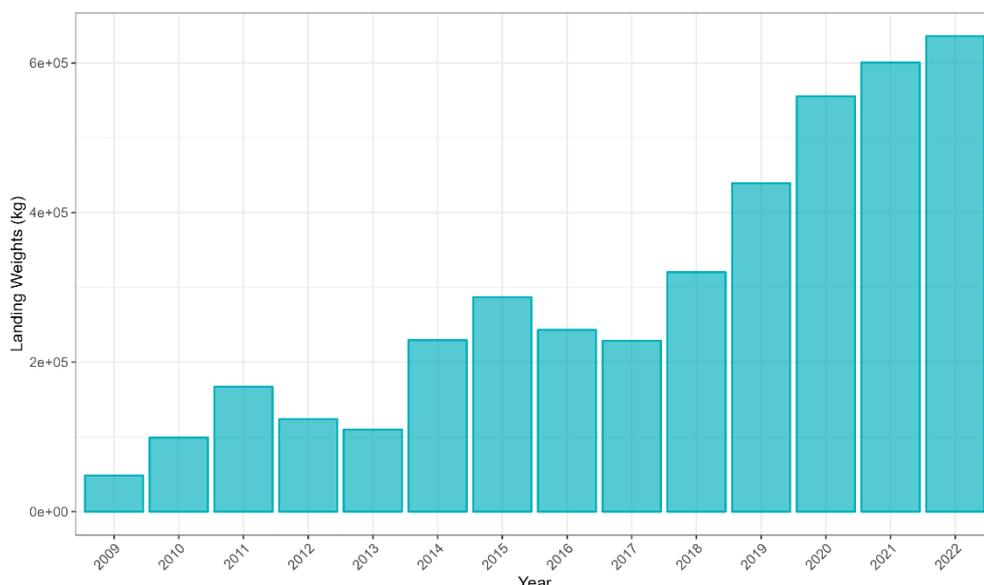


Figure 57 : Débarquement (en kg) de raie lisse (*Raja brachyura*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

##### *Couverture spatiale de la zone*

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de raie lisse sur la période 2009-2022 est disponible sur la Figure 58. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant les poissons démersaux. La flottille OTT\_DEF, correspondant à des chaluts de fond jumeaux

à panneaux ciblant les poissons démersaux, couvre la zone ouest de la Manche.

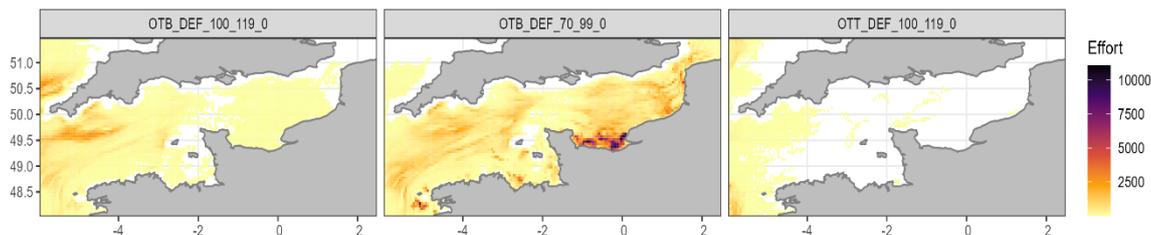


Figure 58 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2009-2022) pour les trois flottilles débarquant le plus de raie lisse (*Raja brachyura*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 82.7 cm (Thys et al., 2023) nous permet de définir l'ogive de maturité de la raie lisse en Manche (Figure 59).

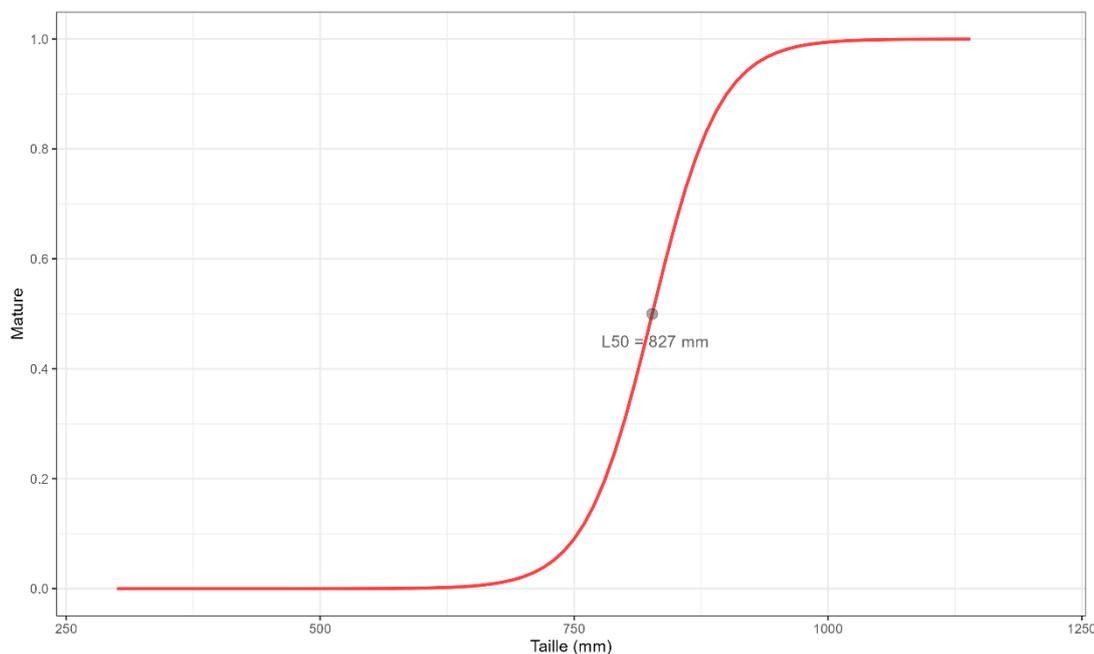


Figure 59 : Ogive de maturité de la raie lisse (*Raja brachyura*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 60). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

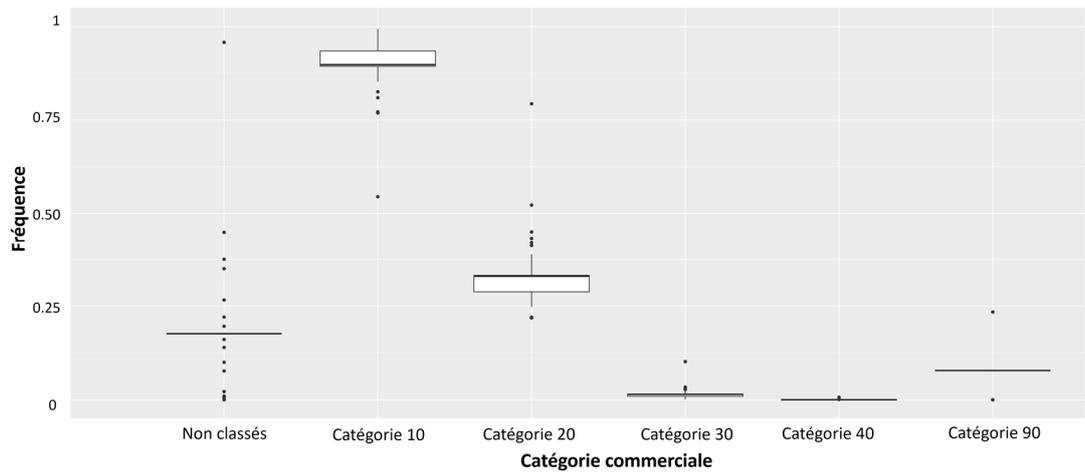
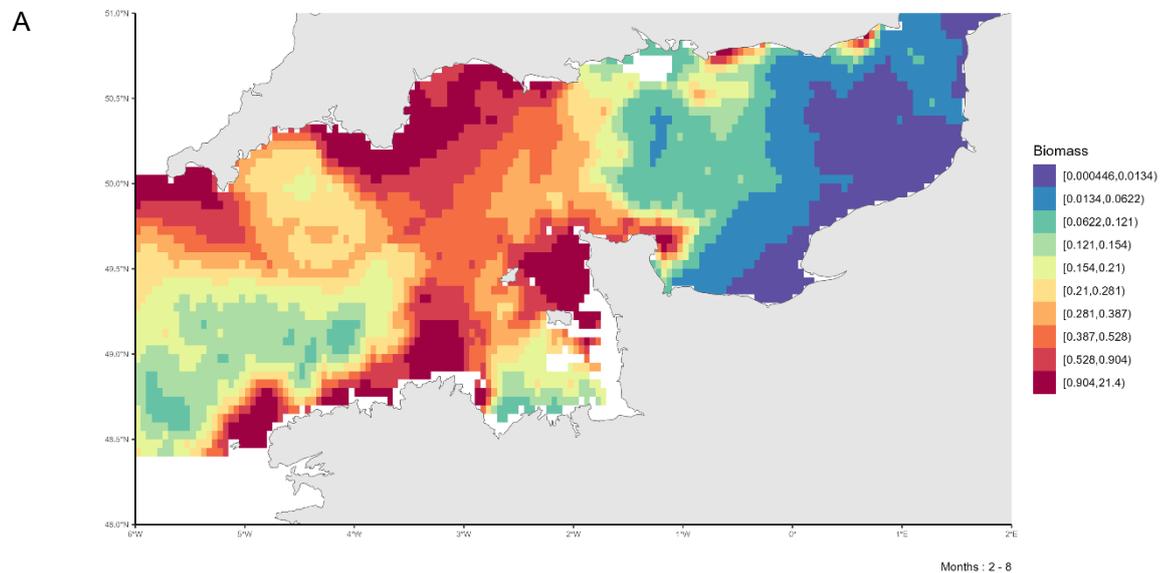


Figure 60 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la raie lisse (*Raja brachyura*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de raie lisse au cours des mois de reproduction (Février – Août) (Whitehead, 1984) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2009-2022 (Figure 61). Les frayères de raie lisse se situent en Manche Occidentale principalement dans les baies anglaises et en Manche armoricaine. On retrouve également des zones de frayères le long des côtes anglaises en Manche orientale et Manche centrale. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



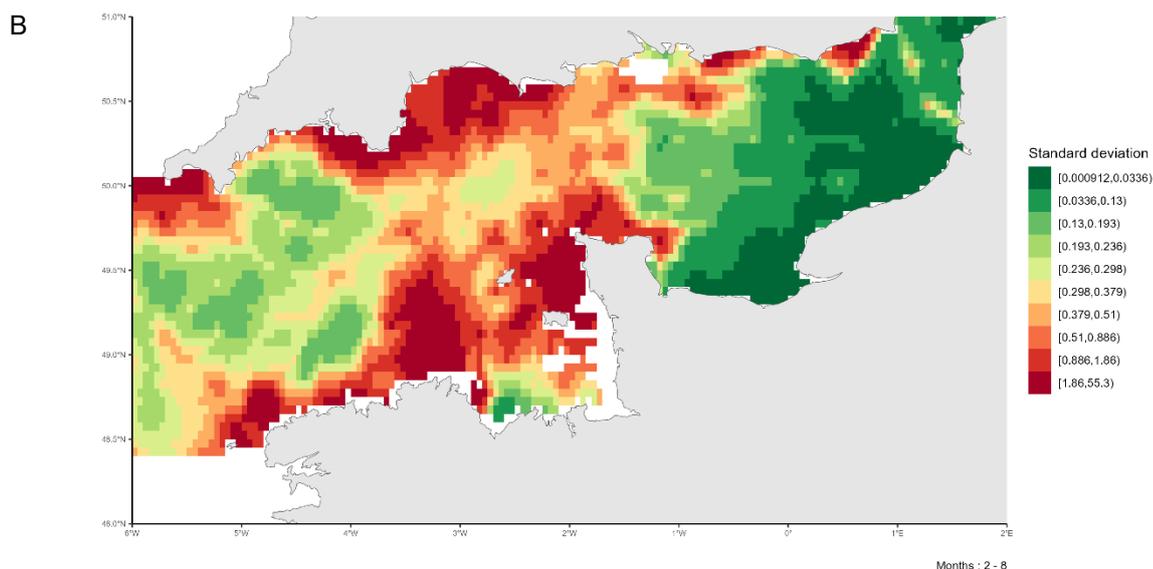


Figure 61 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de raie lisse (*Raja brachyura*) en Manche pendant la période de reproduction (Février-Août) sur la période 2009-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de raie lisse (*Raja brachyura*) en Manche pendant la période de reproduction (Février-Août) sur la période 2009-2022.

#### 4.1.11. *Raja clavata* (Raie bouclée)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 62). Il y a eu une hausse progressive des débarquements de raie bouclée tout au long des années considérées.

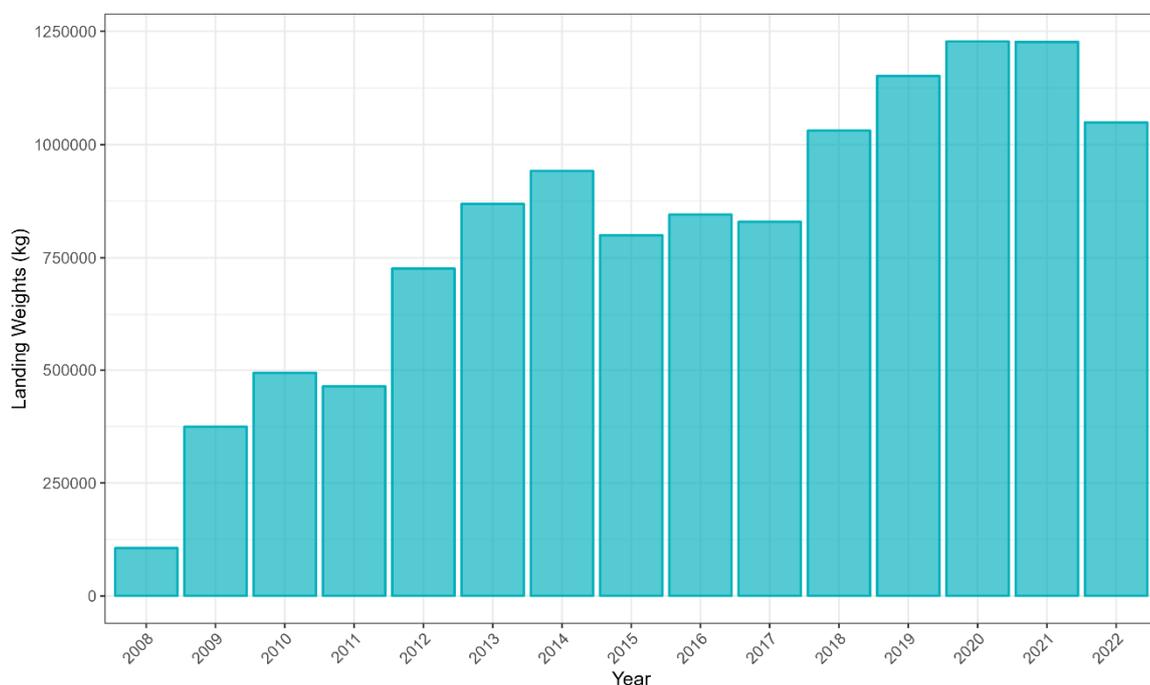


Figure 62 : Débarquement (en kg) de raie bouclée (*Raja clavata*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de raie bouclée sur la période 2008-2022 est disponible sur la Figure 63. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

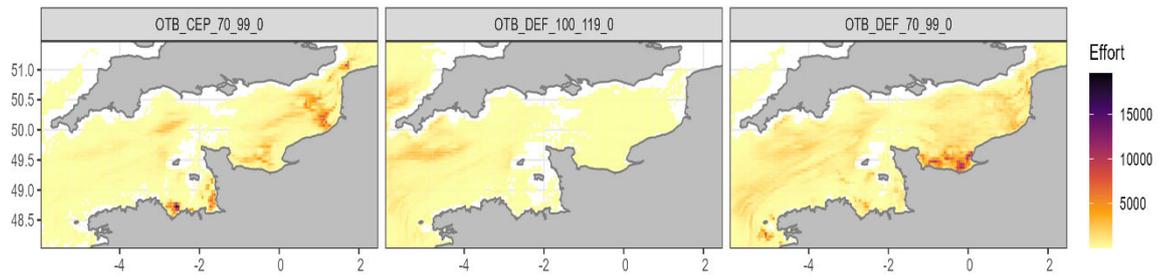


Figure 63 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de raie bouclée (*Raja clavata*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 78 cm (McCully et al., 2012) nous permet de définir l'ogive de maturité de la morue en Manche (Figure 64).

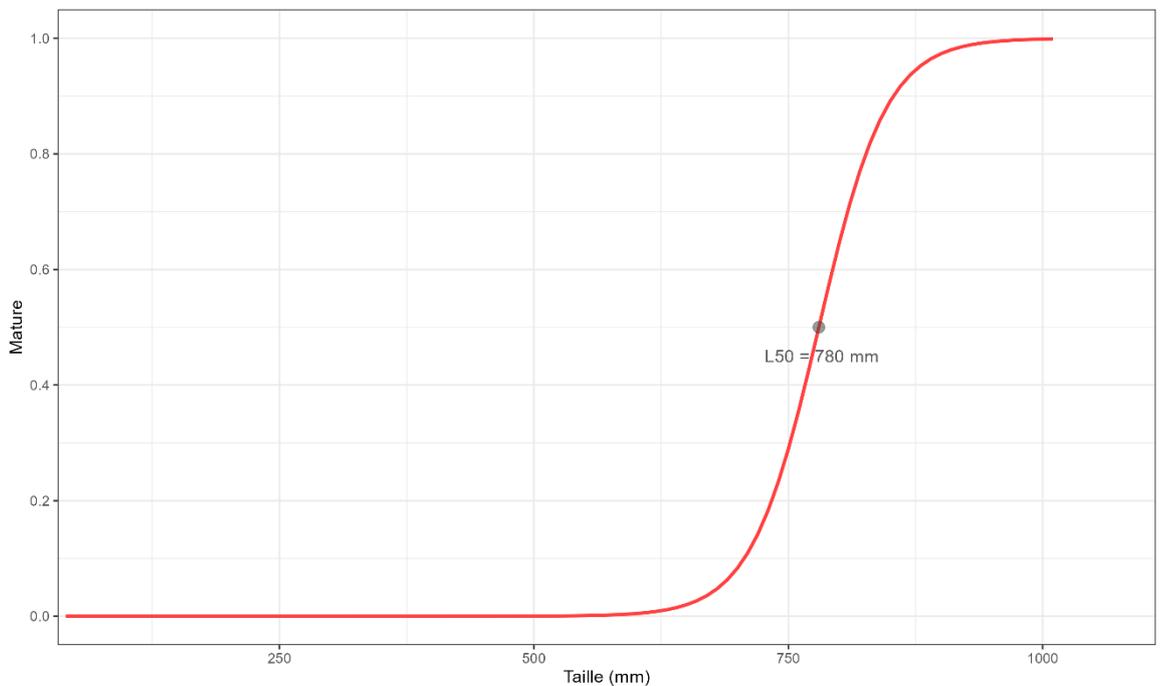


Figure 64 : Ogive de maturité de la raie bouclée (*Raja clavata*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 65). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

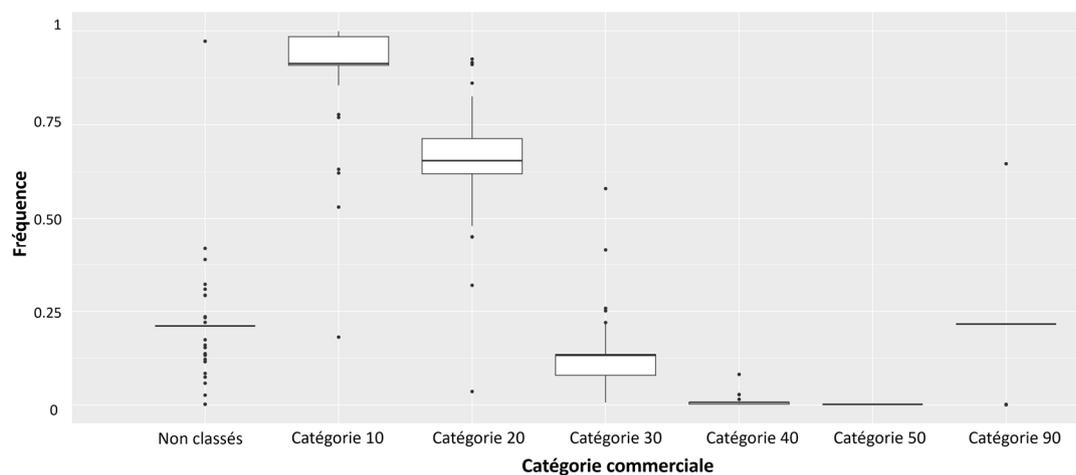
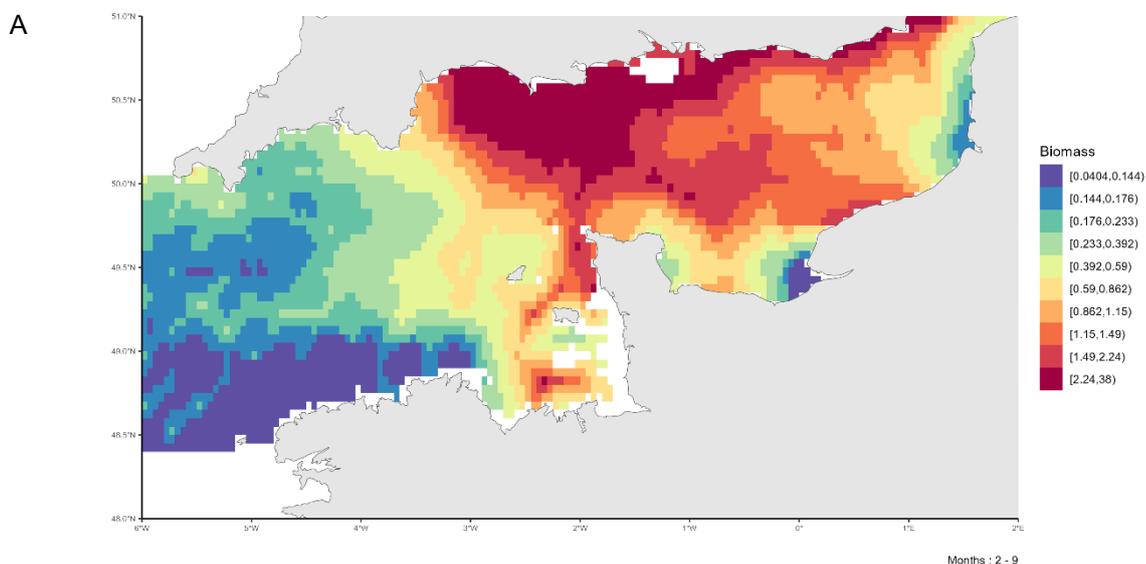


Figure 65 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la raie bouclée (*Raja clavata*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de raie bouclée au cours des mois de reproduction (Février – Septembre) (Holden, 1975) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 66). Les frayères de raie bouclée se situent en Manche centrale et Manche orientale au large et près des côtes. On retrouve également des zones de frayères dans le golfe Normand Breton et en baie de Seine. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



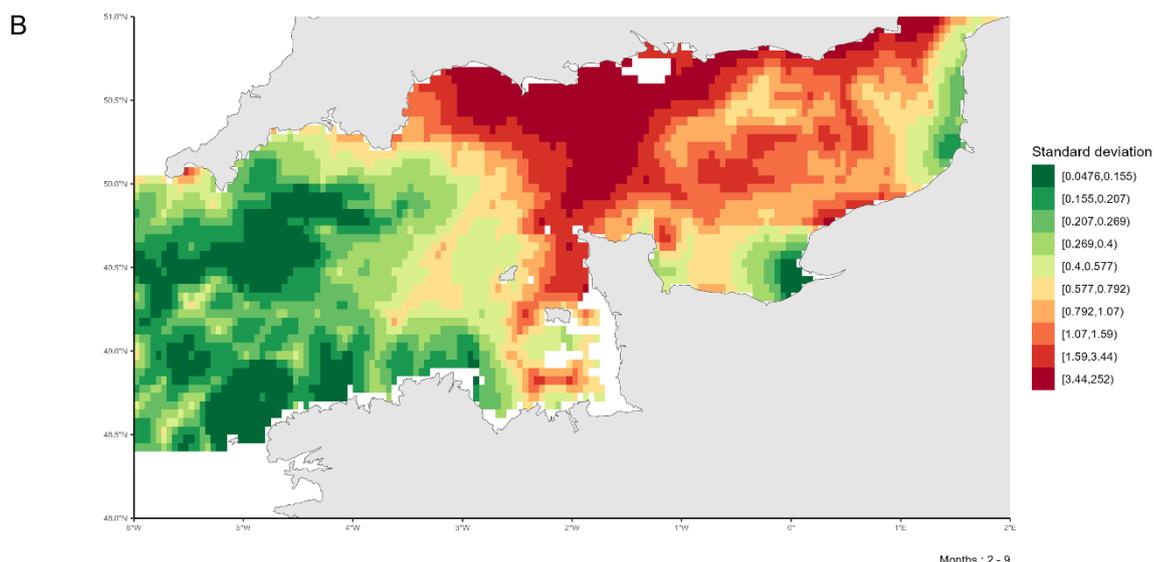


Figure 66 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de raie bouclée (*Raja clavata*) en Manche pendant la période de reproduction (Février-Septembre) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de raie bouclée (*Raja clavata*) en Manche pendant la période de reproduction (Février-Septembre) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.12. *Scophthalmus rhombus* (Barbue)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciale sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 67). Les poids de débarquement de barbue sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

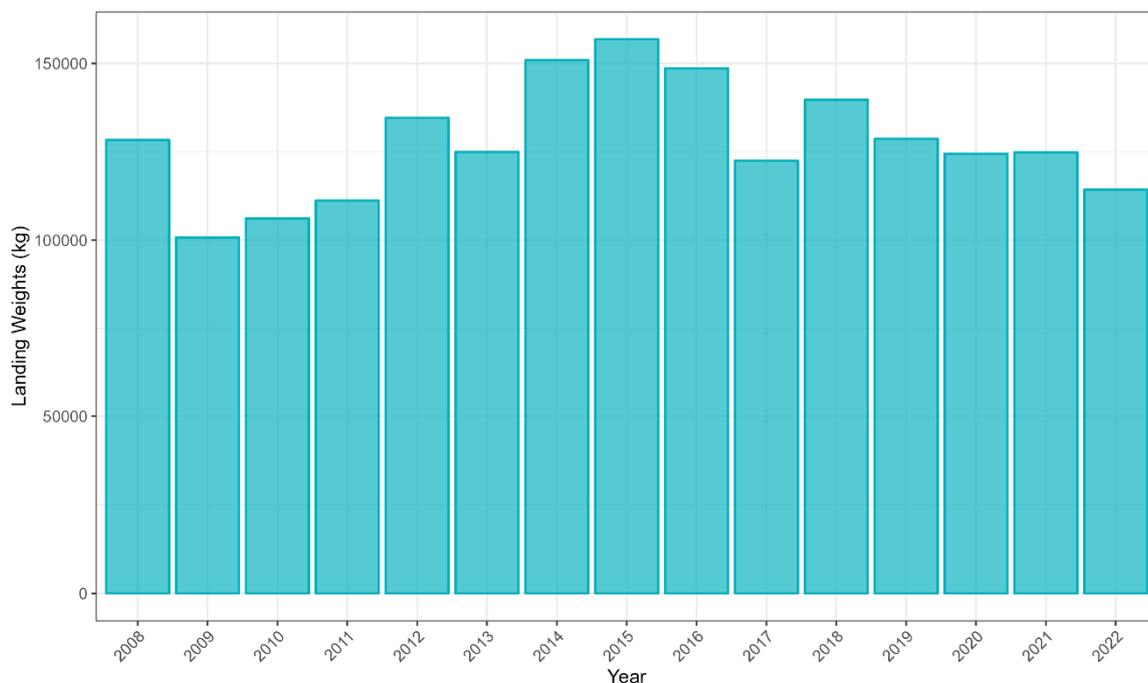


Figure 67 : Débarquement (en kg) de barbue (*Scophthalmus rhombus*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de barbue sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 68. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

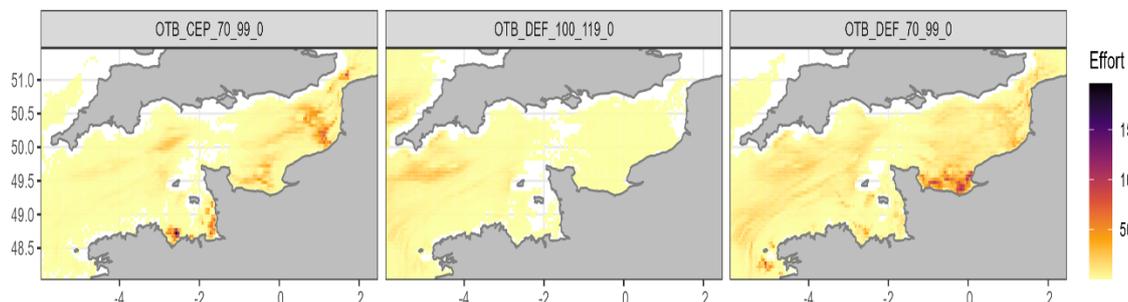


Figure 68 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de barbue (*Scophthalmus rhombus*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 25 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité de la barbue en Manche (Figure 69).

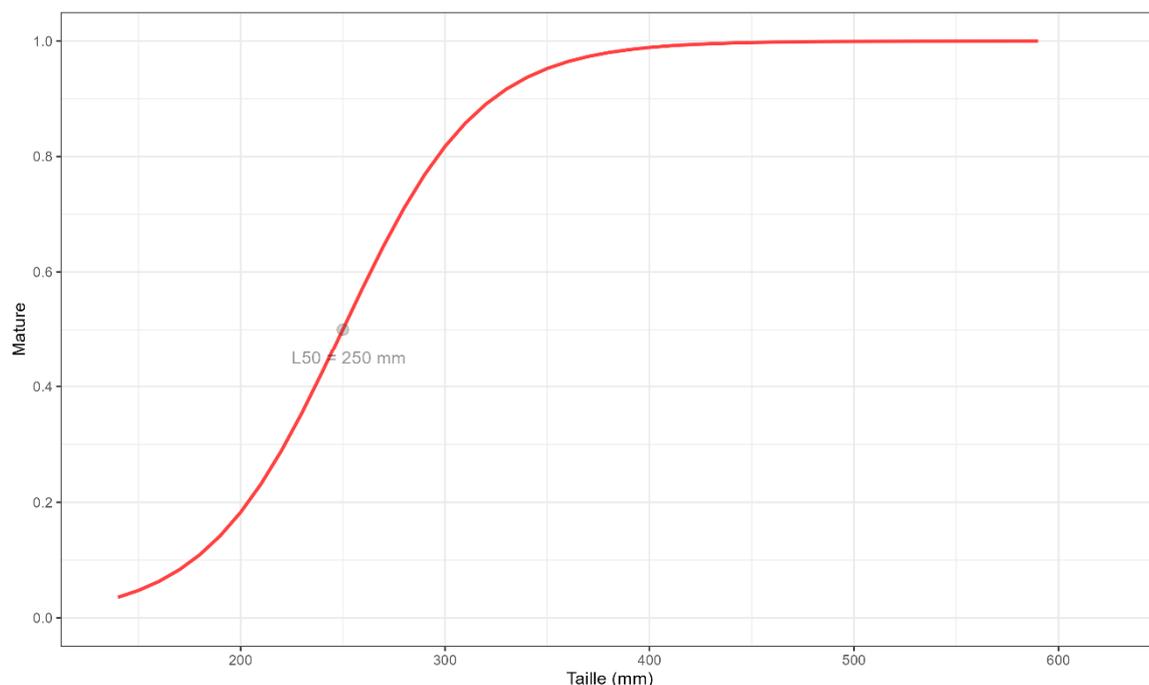


Figure 69 : Ogive de maturité de la barbue (*Scophthalmus rhombus*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 70). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

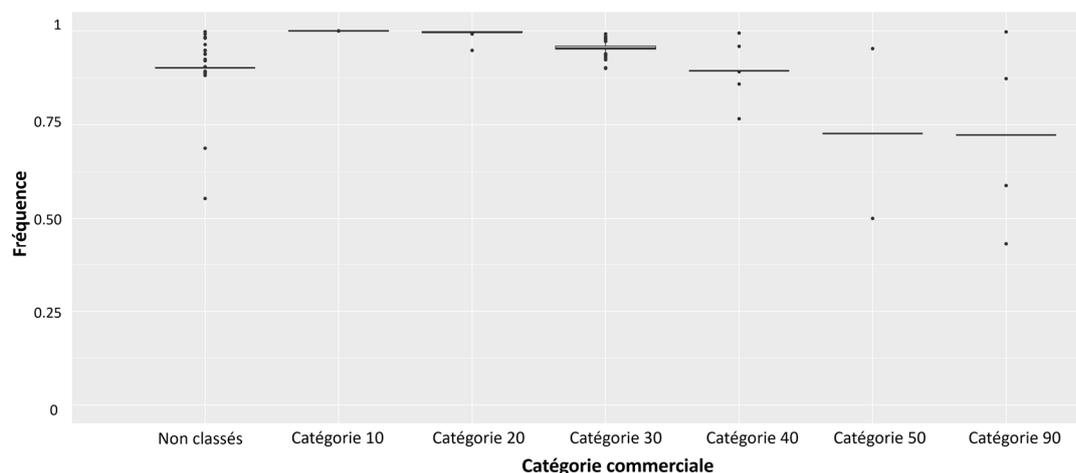
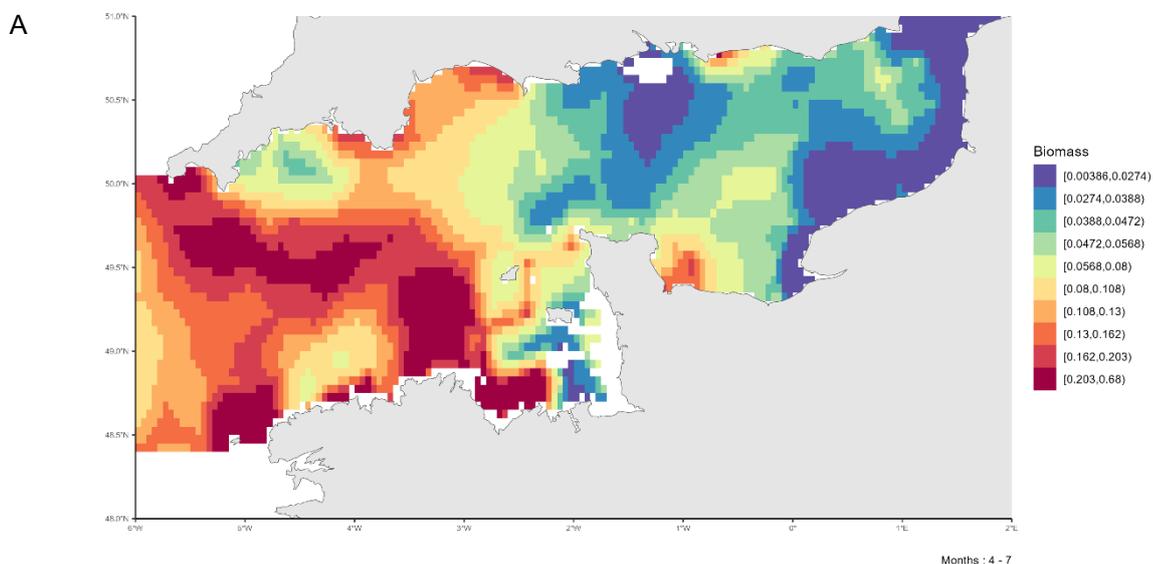


Figure 70 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la barbue (*Scophthalmus rhombus*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de barbue au cours des mois de reproduction (Avril – Juillet) (Dunn et al., 1996) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 71). Les frayères de barbue se trouvent principalement en Manche occidentale plus particulièrement en Manche nord occidentale et en Manche armoricaine. Une zone de frayère peut également être identifiée en baie de Seine. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



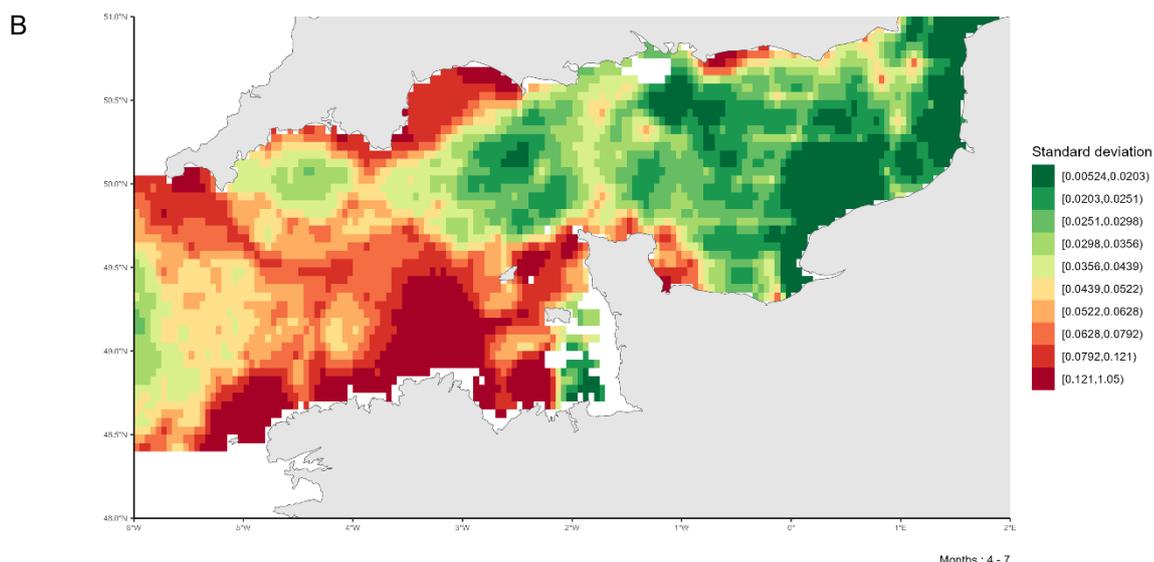


Figure 71 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de barbue (*Scophthalmus rhombus*) en Manche pendant la période de reproduction (Avril-Juillet) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de barbue (*Scophthalmus rhombus*) en Manche pendant la période de reproduction (Avril-Juillet) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.13. *Scyliorhinus stellaris* (Grande roussette)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 72). Les débarquements annuels de grande roussette augmentent au fil des années.

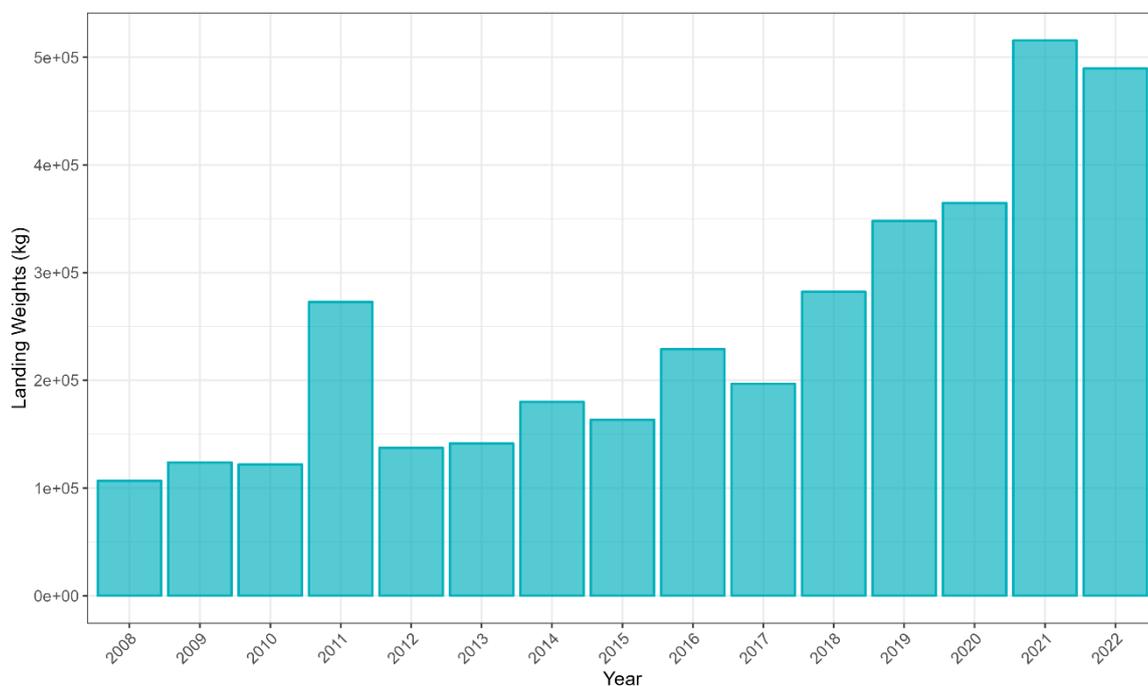


Figure 72 : Débarquement (en kg) de grande roussette (*Scyliorhinus stellaris*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de grande roussette sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 73. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

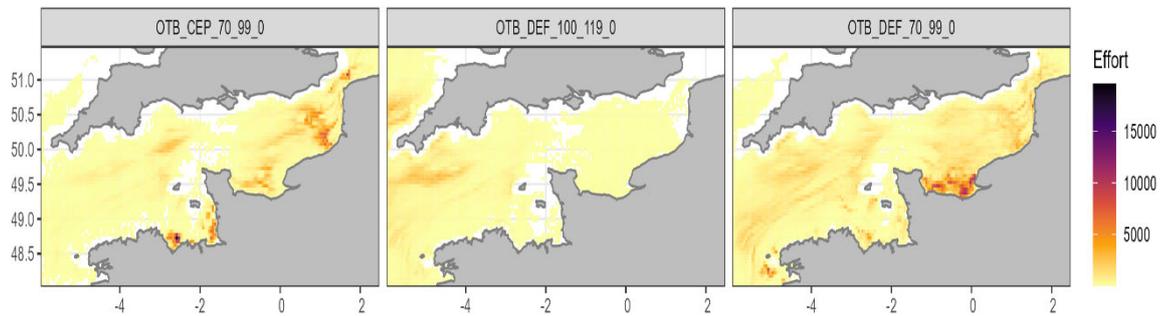


Figure 73 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de grande roussette (*Scyliorhinus stellaris*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 78 cm (Capapé et al., 2006) nous permet de définir l'ogive de maturité de la grande roussette en Manche (Figure 74).

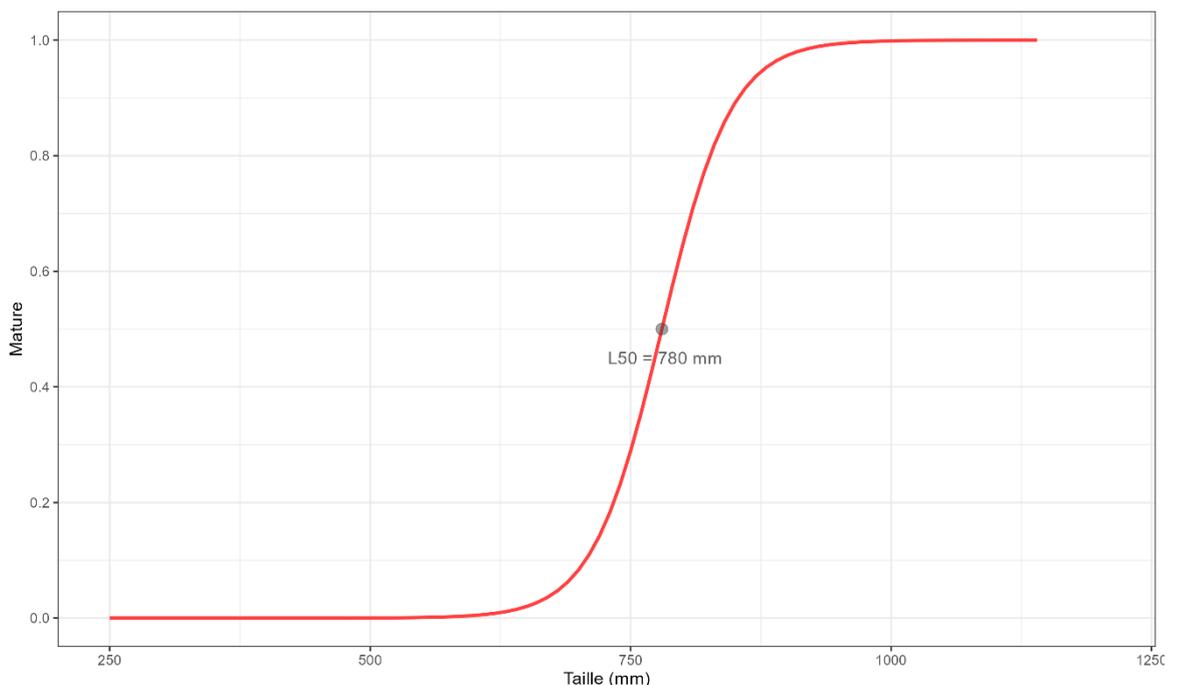


Figure 74 : Ogive de maturité de la grande roussette (*Scyliorhinus stellaris*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 75). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

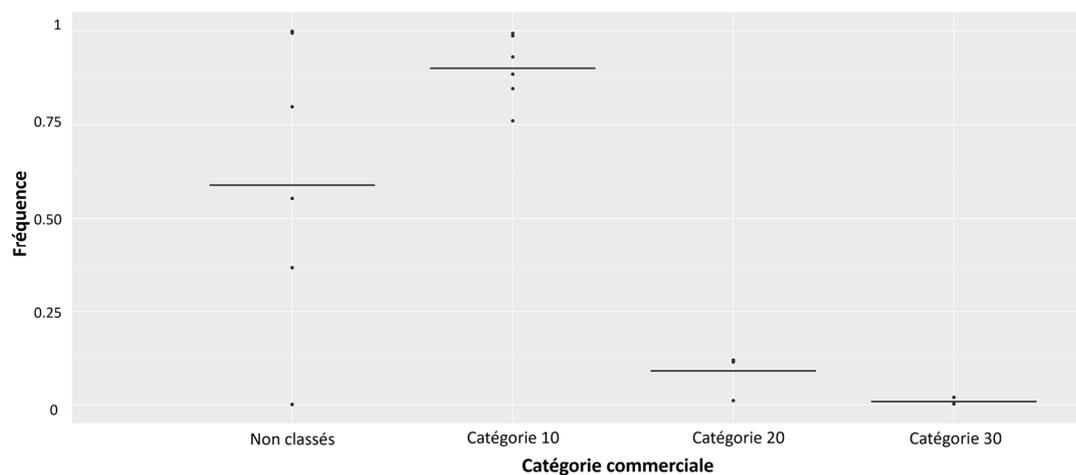
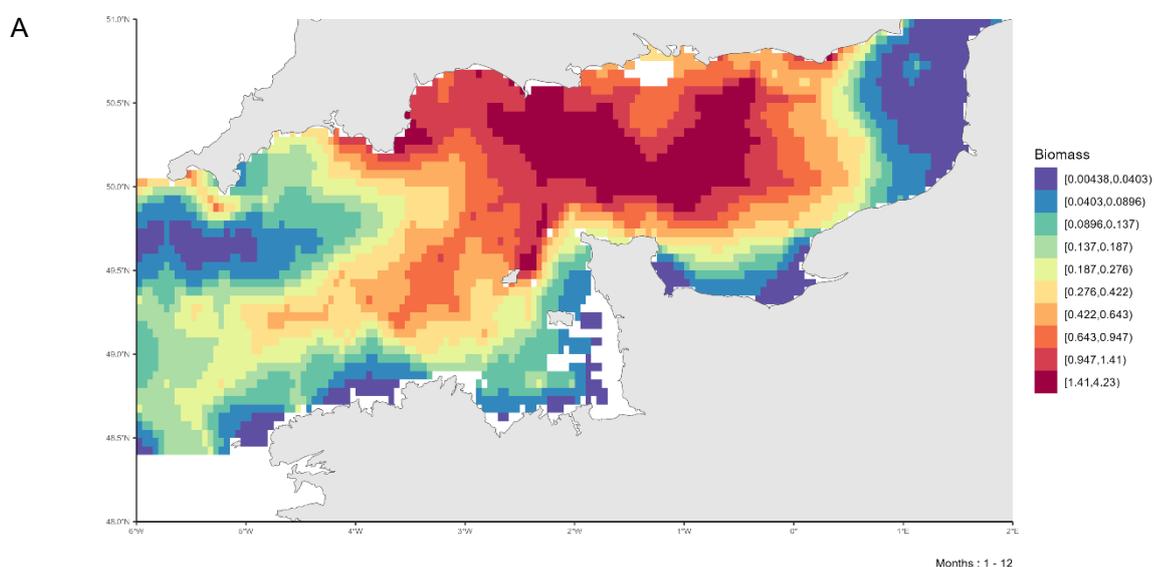


Figure 75 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la grande roussette (*Scyliorhinus stellaris*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de grande roussette au cours des mois de reproduction (Janvier – Décembre) (Compagno, 2001) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 76). Les frayères de petite roussette se trouvent principalement en Manche centrale ainsi qu'en Manche occidentale au large des côtes armoricaine. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



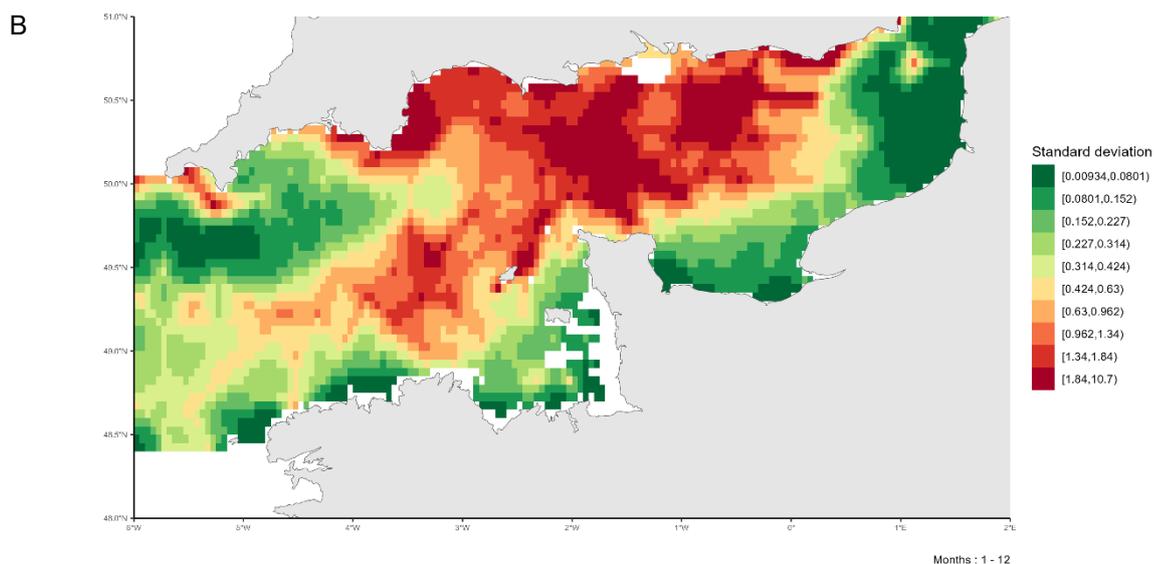


Figure 76 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de grande roussette (*Scyliorhinus stellaris*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier-Décembre) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de grande roussette (*Scyliorhinus stellaris*) en Manche pendant la période de reproduction (Janvier-Décembre) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.14. *Solea solea* (Sole commune)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 77). Les débarquements de sole sont assez élevés chaque année avec une forte augmentation à partir de 2012 puis des débarquements relativement constants à partir de 2018.

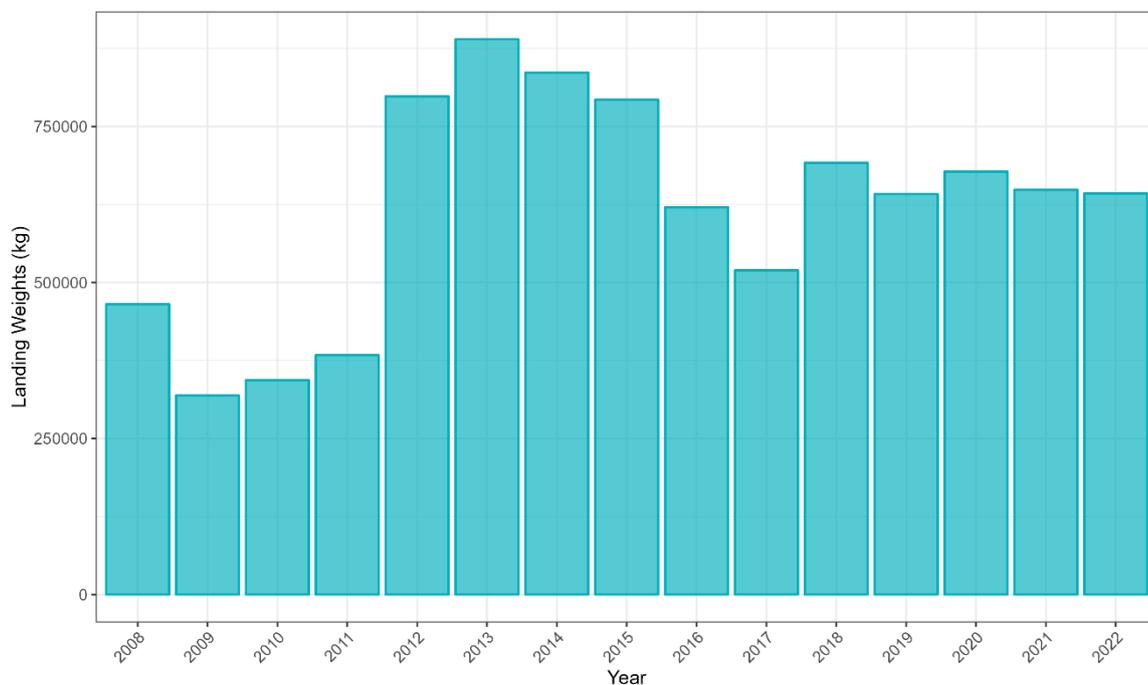


Figure 77 : Débarquement (en kg) de sole commune (*Solea solea*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de sole commune sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 78. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_CEP et OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux. La flottille TBB\_DEF, correspondant à des chaluts à perche ciblant les poissons démersaux, couvrent plutôt la Manche orientale.

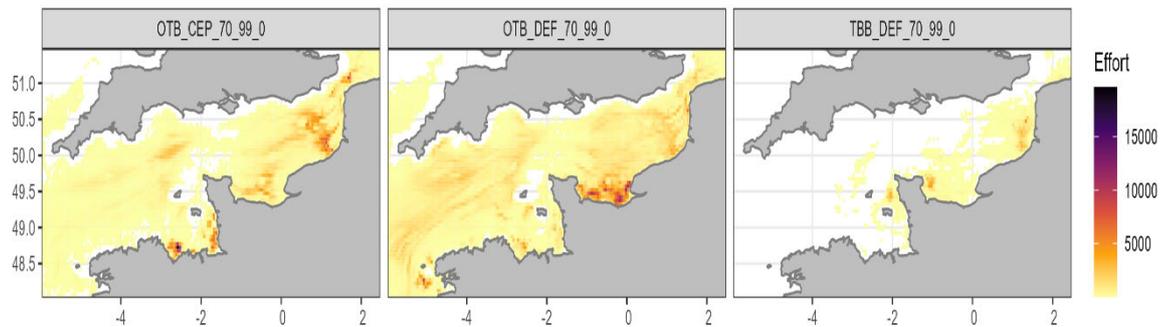


Figure 78 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de sole commune (*Solea solea*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 28 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité de la sole commune en Manche (Figure 79).

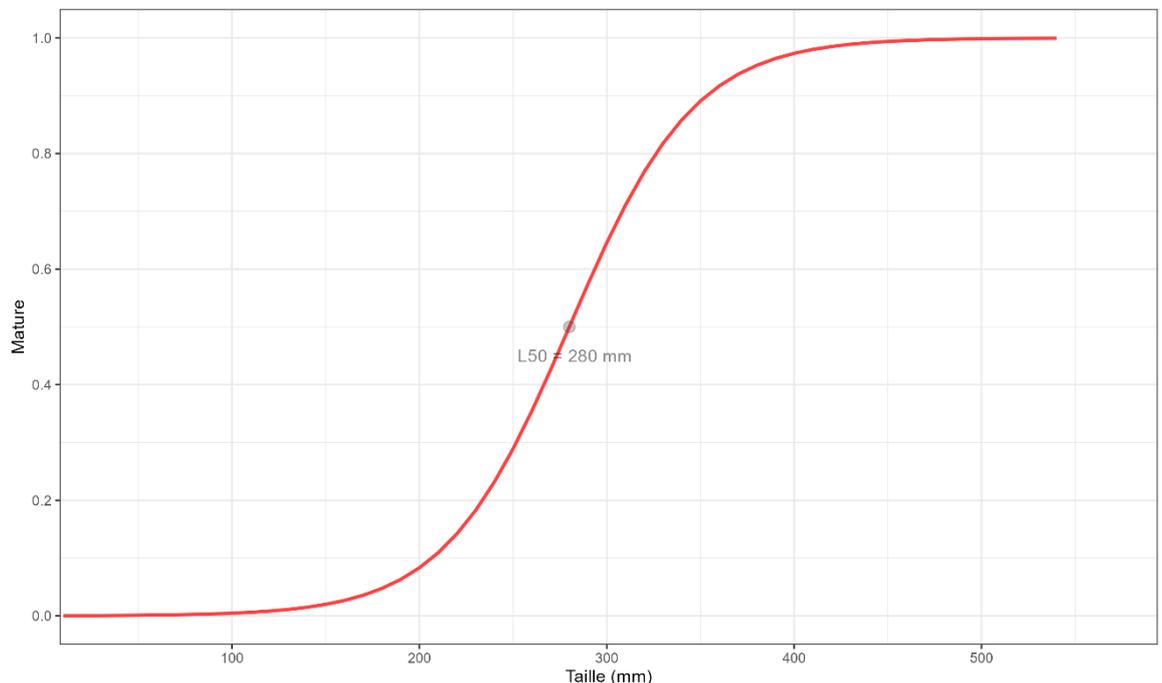


Figure 79 : Ogive de maturité de la sole commune (*Solea solea*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 80). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

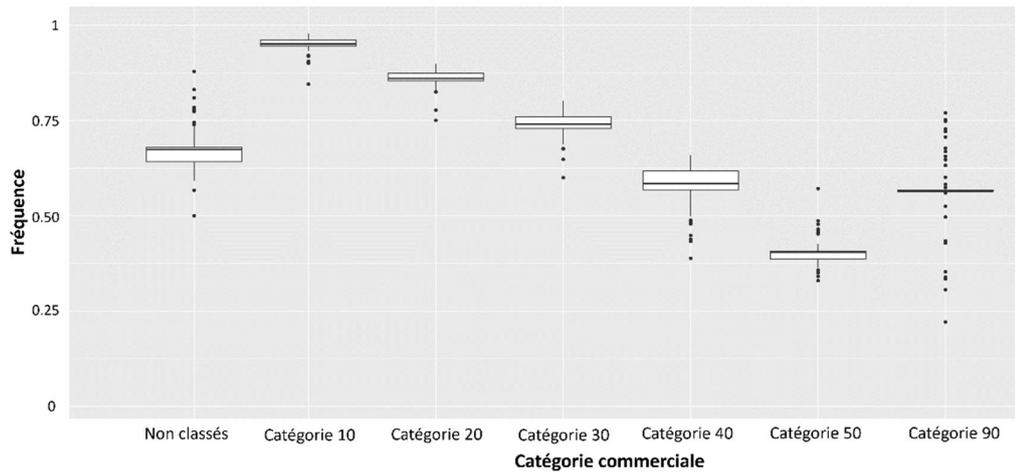
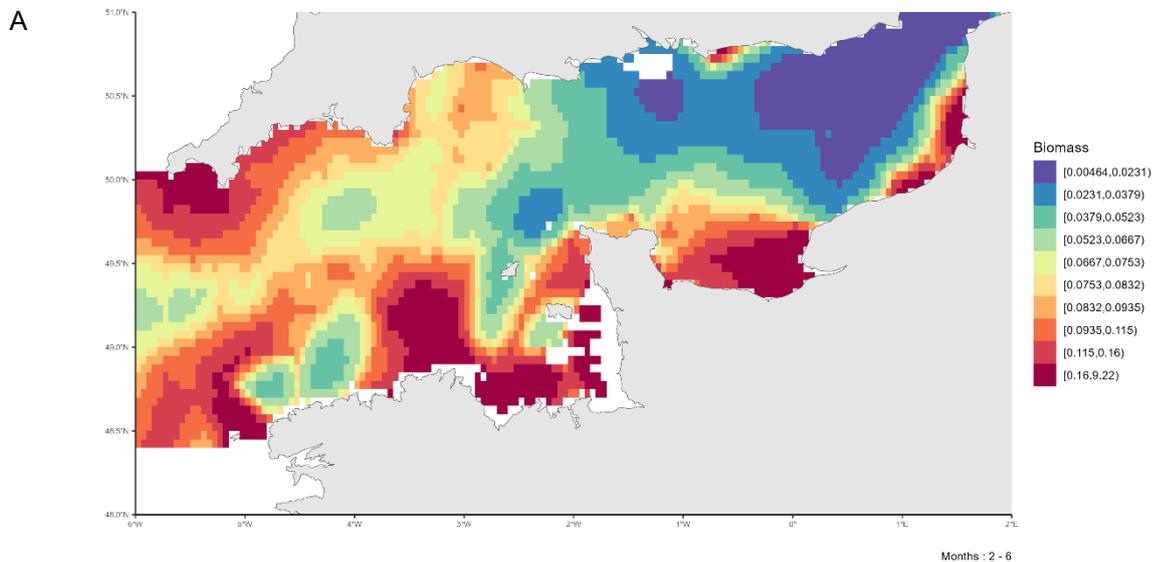


Figure 80 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la sole commune (*Solea solea*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de sole au cours des mois de reproduction (Février – Juin) (Di Pane et al., 2021) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 81). Les frayères de sole commune se situent principalement en Manche occidentale près des côtes françaises et anglaises. Des zones de frayères sont également identifiables en baie de Seine et le long des côtes de la Picardie et des Flandres. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



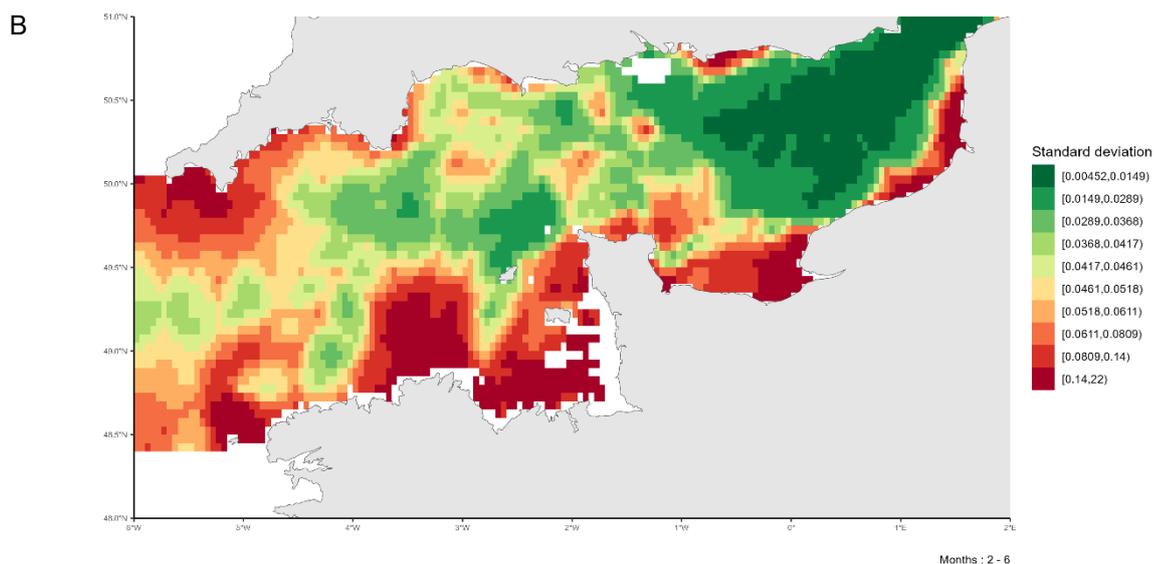


Figure 81 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de sole commune (*Solea solea*) en Manche pendant la période de reproduction (Février-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de sole commune (*Solea solea*) en Manche pendant la période de reproduction (Février-Juin) sur la période 2008-2022.

#### 4.1.15. Zeus faber (Saint-Pierre)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 en Manche (Figure 82). Les poids de débarquement de saint-pierre sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

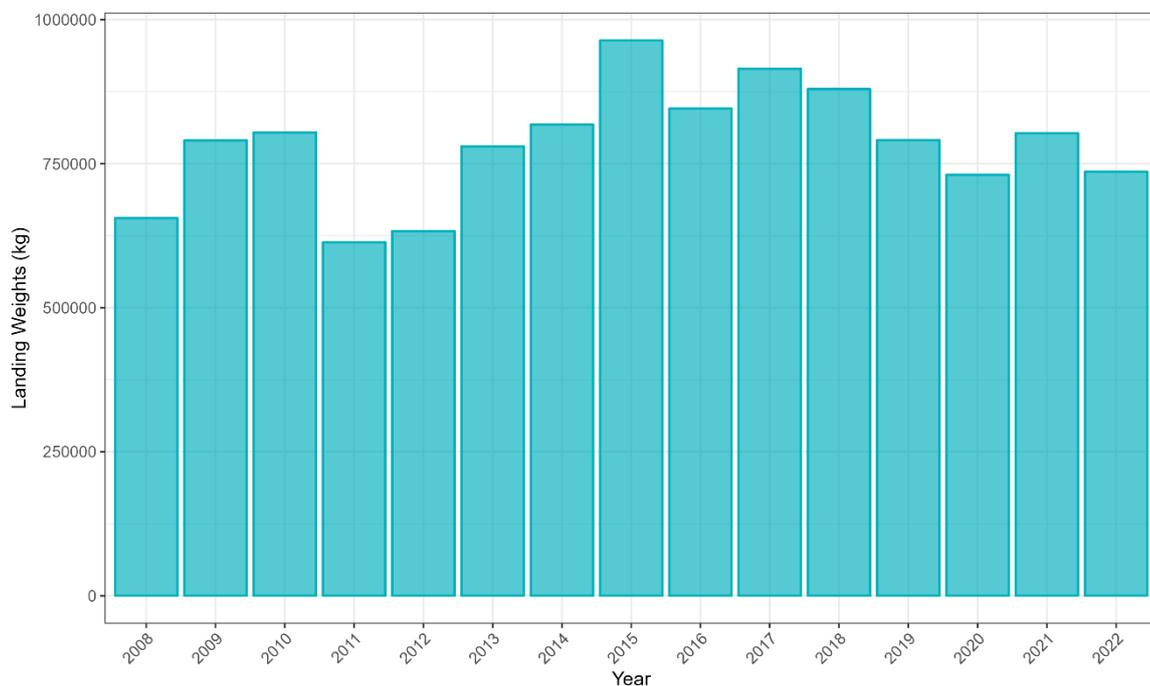


Figure 82 : Débarquement (en kg) de saint-pierre (*Zeus faber*) en Manche sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de saint-pierre sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 83. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

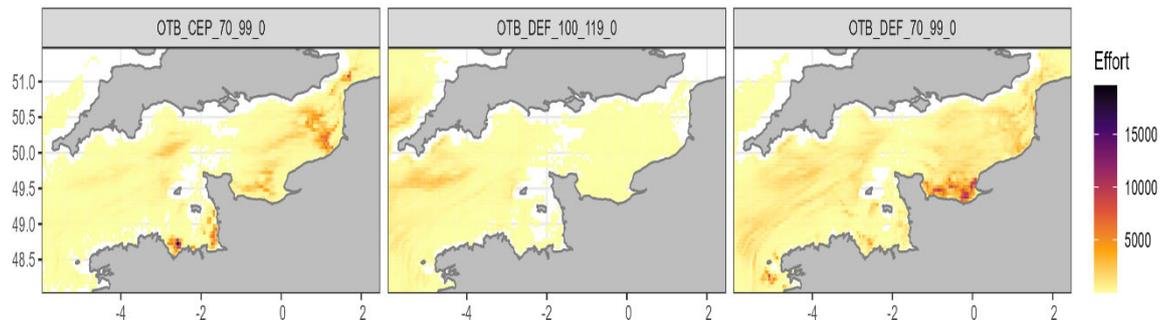


Figure 83 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de saint-pierre (*Zeus faber*) en Manche.

### Ogive de maturité

La L50 à 37 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité du saint-pierre en Manche (Figure 84).

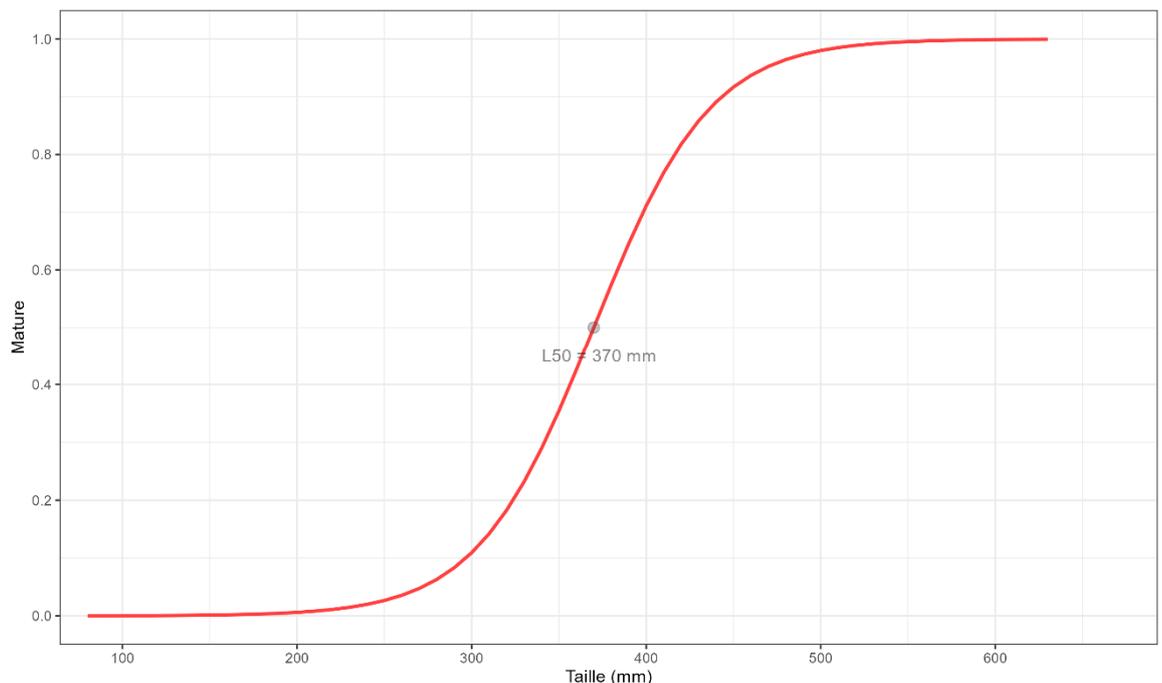


Figure 84 : Ogive de maturité de la saint-pierre (*Zeus faber*) en Manche.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 85). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

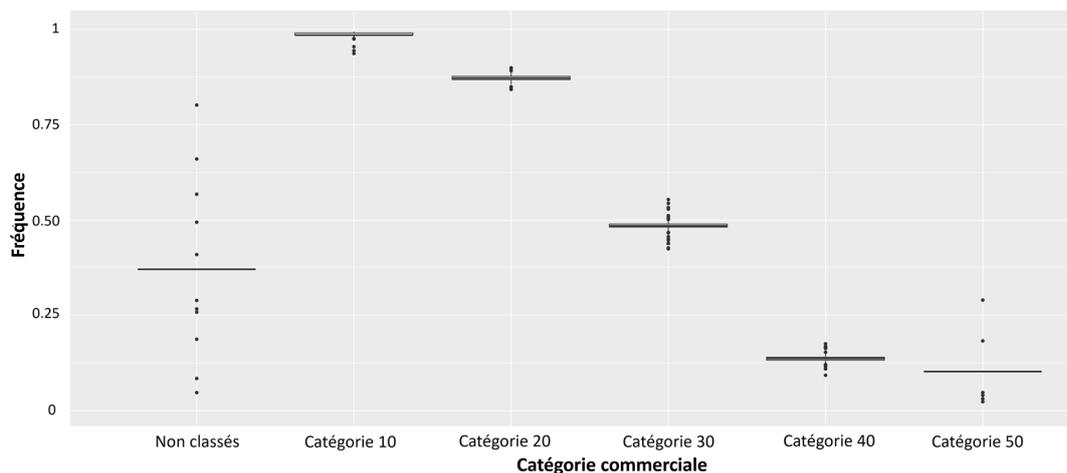
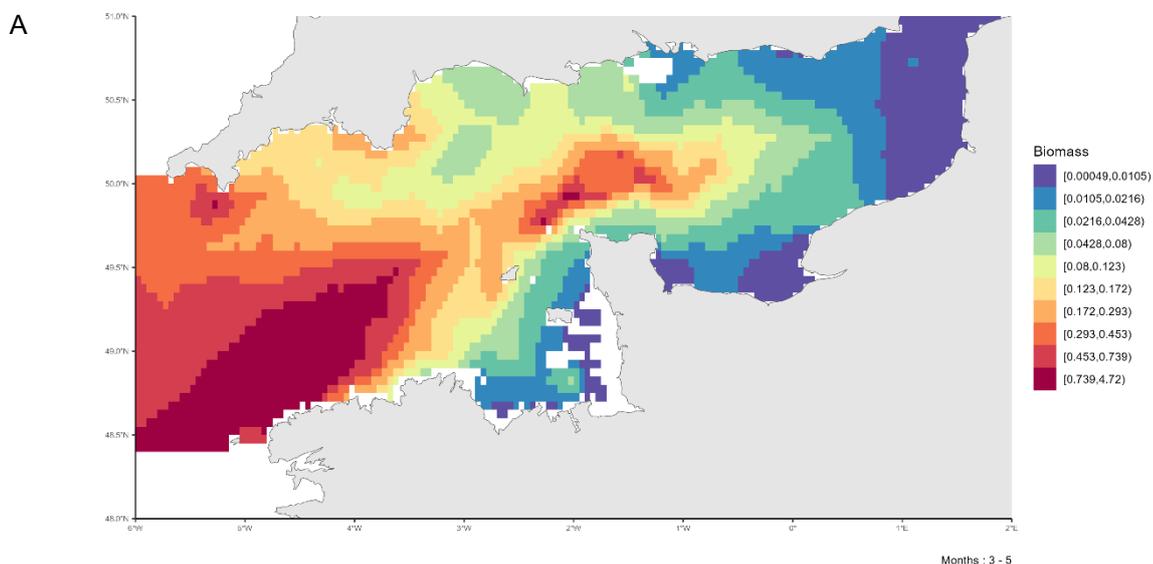


Figure 85 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le saint pierre (*Zeus faber*) en Manche.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de saint-pierre au cours des mois de reproduction (Mars – Mai) (Whitehead, 1984) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 86). Les frayères de saint-pierre se trouve principalement en Manche occidentale plus particulièrement en Manche armoricaine. Une zone de frayère peut également être identifiée au large de Cherbourg. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



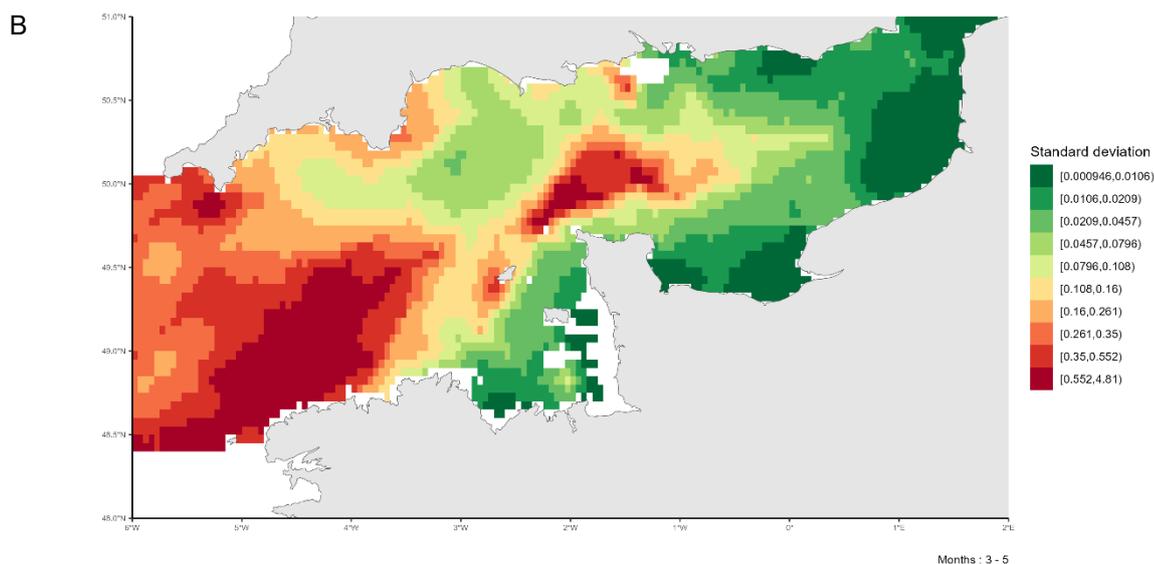


Figure 86 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de saint-pierre (*Zeus faber*) en Manche pendant la période de reproduction (Mars-Mai) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de saint-pierre (*Zeus faber*) en Manche pendant la période de reproduction (Mars-Mai) sur la période 2008-2022.

## 4.2. Façade Atlantique

### 4.2.1. *Chelidonichthys lucerna* (Grondin perlon)

#### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 87). Les poids de débarquement de grondin perlon augmentent de manière régulière sur l'ensemble de la série temporelle.

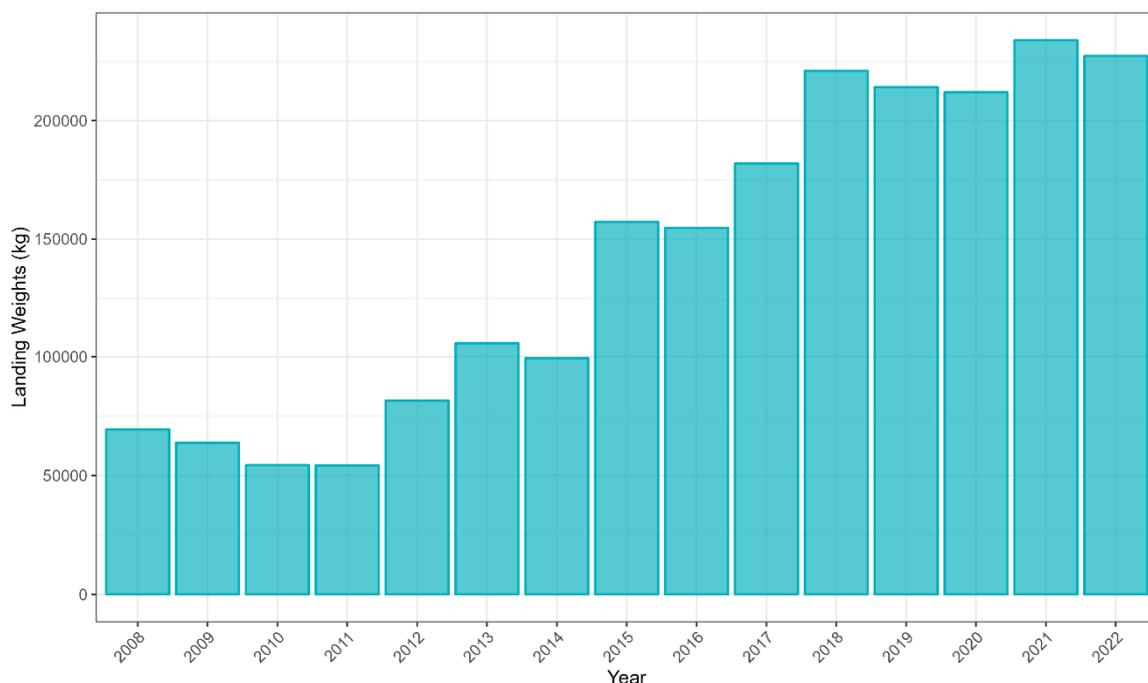


Figure 87 : Débarquement (en kg) de grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de grondin perlon sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 88. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTT\_DEF et les deux OTB\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond jumeaux à panneaux et des chaluts de fond à panneaux ciblant les poissons démersaux.

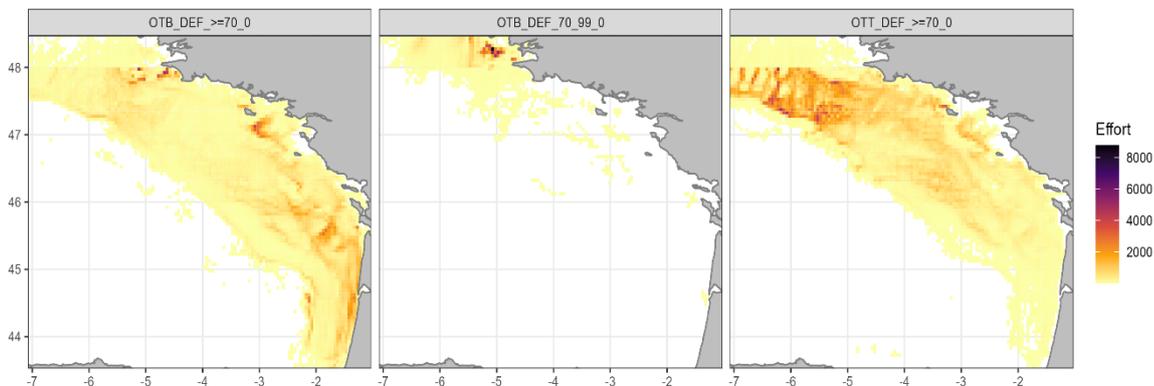


Figure 88 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 27.7 cm (McCarthy & Marriott, 2018) nous permet de définir l'ogive de maturité du grondin perlon dans le Golfe de Gascogne (Figure 89).

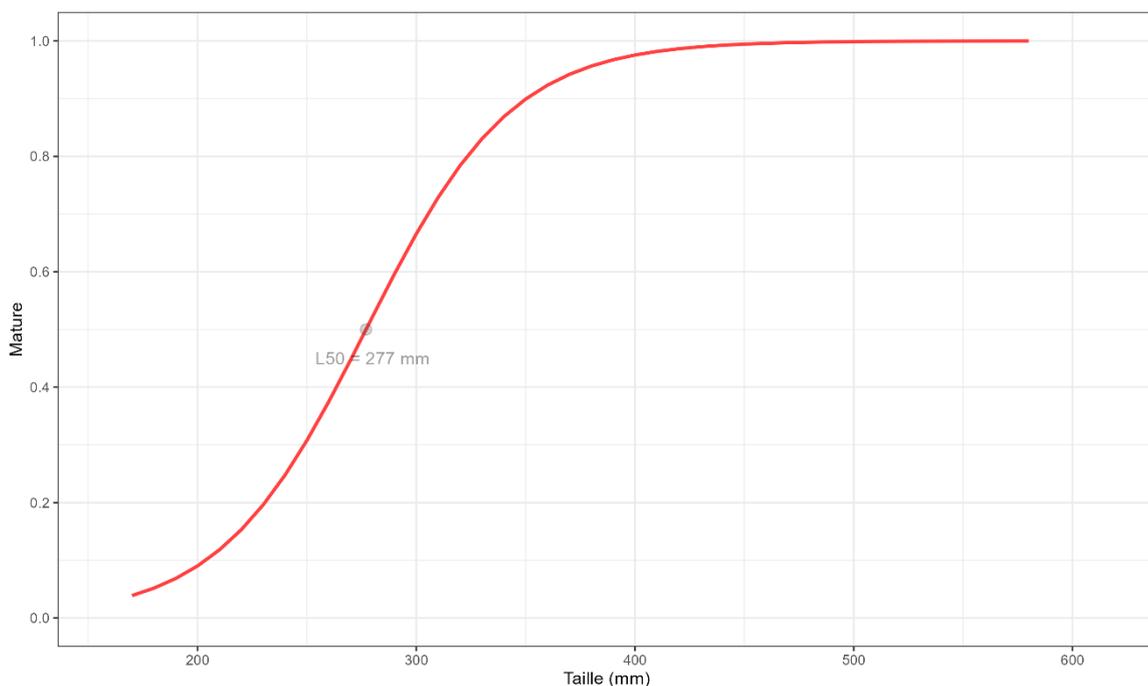


Figure 89 : Ogive de maturité du grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 90). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). La fréquence d'individus matures semble avoir été surestimée.

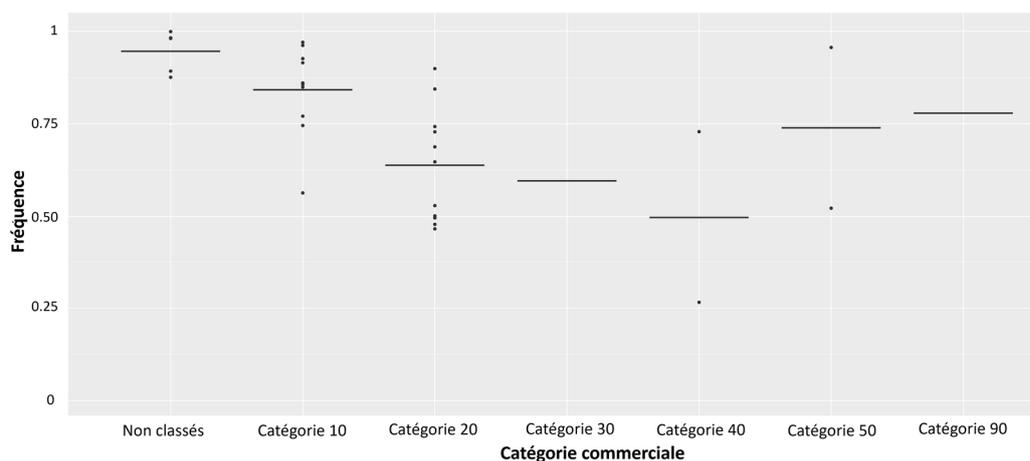
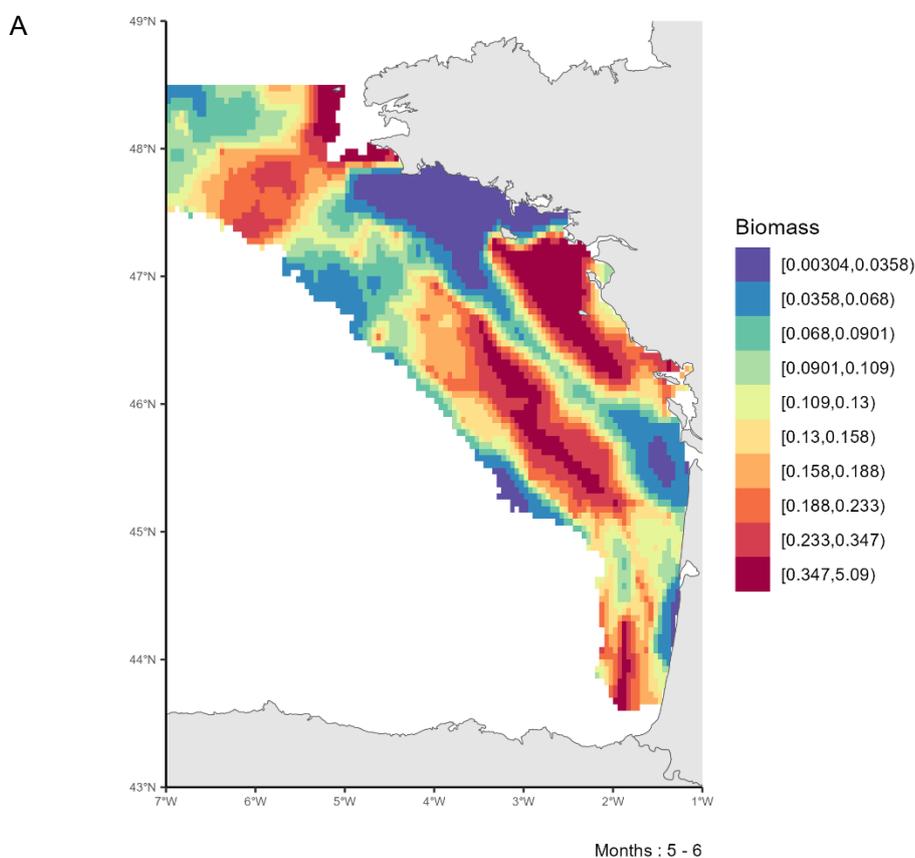


Figure 90 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le gronfin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de gronfin perlon au cours des mois de reproduction (Mai – Juin) (*Chelidonichthys lucerna* | DORIS, s. d.) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 91). Les frayères de gronfin perlon se trouvent principalement dans la zone du fer à cheval ainsi que sur le plateau aquitain. On retrouve des zones de frayères le long des côtes du nord de l'Aquitaine et des Pays de la Loire, ainsi qu'au large de la Bretagne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



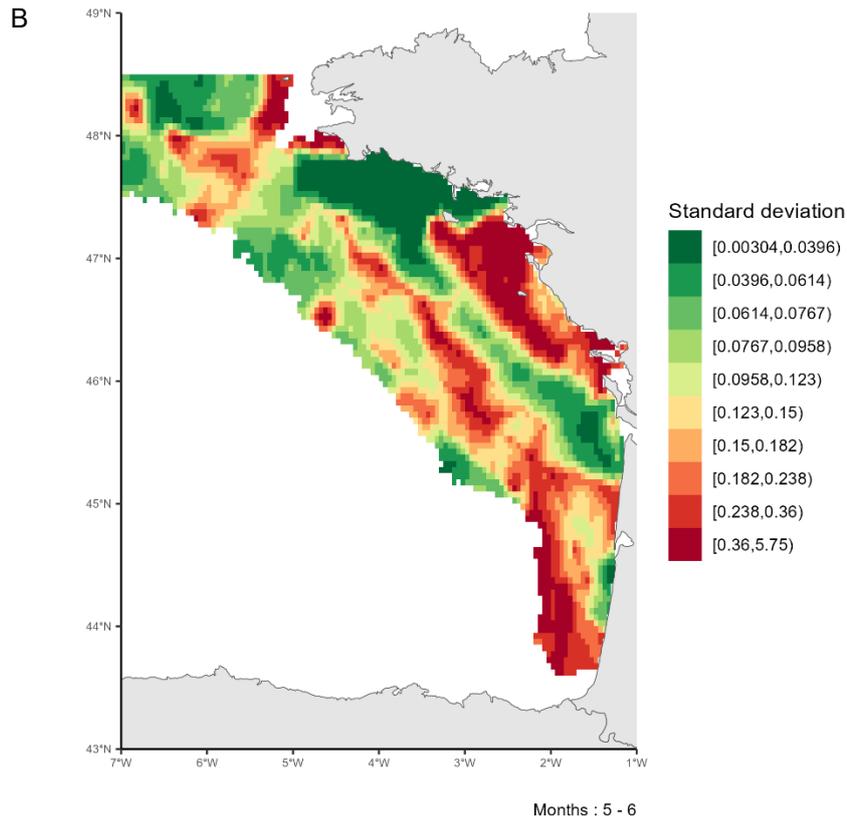


Figure 91 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mai-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de grondin perlon (*Chelidonichthys lucerna*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mai-Juin) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.2. *Dicentrarchus labrax* (Bar commun)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 92). Les poids de débarquement de bar commun sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

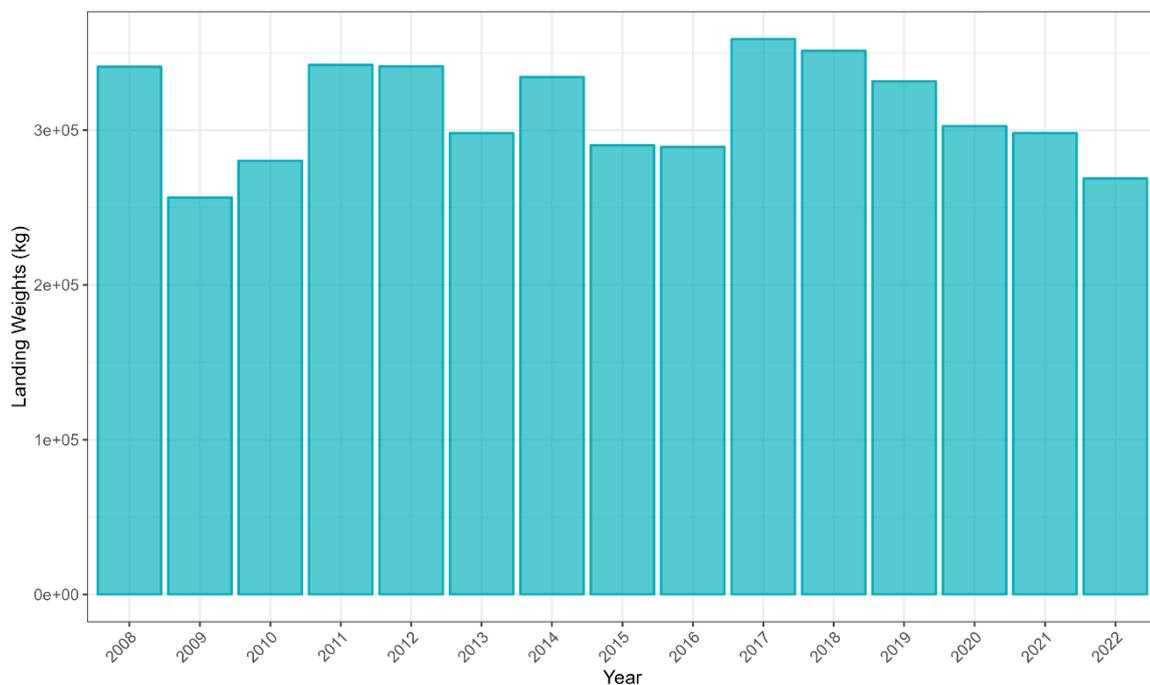


Figure 92 : Débarquement (en kg) de bar commun (*Dicentrarchus labrax*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de bar commun sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 93. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux ainsi que la flottilles OTT\_DEF, correspondant à des chaluts de fonds jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

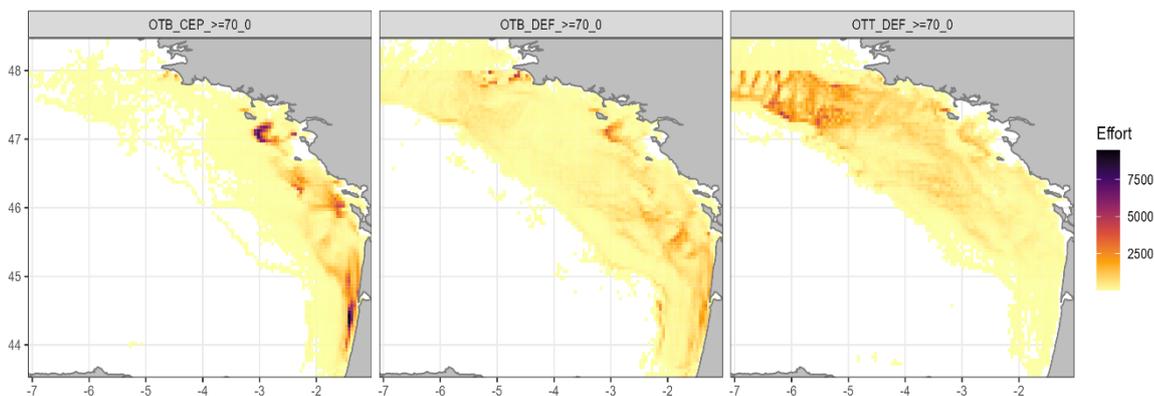


Figure 93 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de bar commun (*Dicentrarchus labrax*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 42.1 cm (ICES, 2018) nous permet de définir l'ogive de maturité du bar commun dans le Golfe de Gascogne (Figure 94).

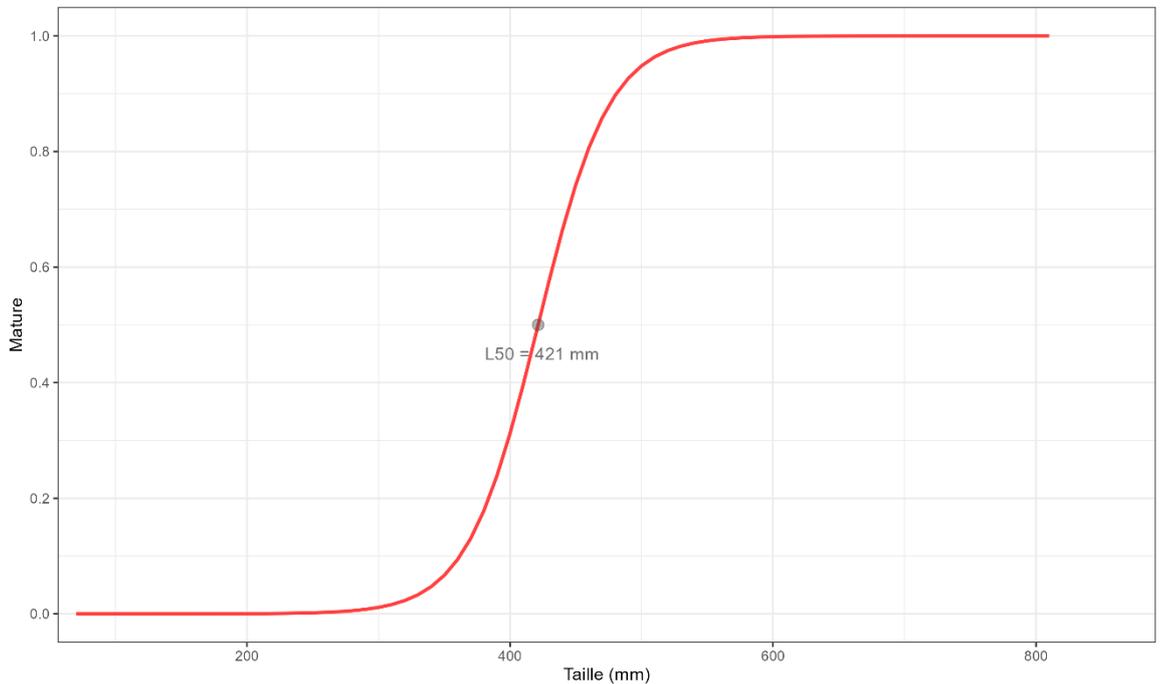


Figure 94 : Ogive de maturité du bar commun (*Dicentrarchus labrax*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 95). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). La fréquence d'individus matures pour les catégories commerciales 40 et 50 (les individus appartenant aux plus petites classes de taille) semble être surestimée.

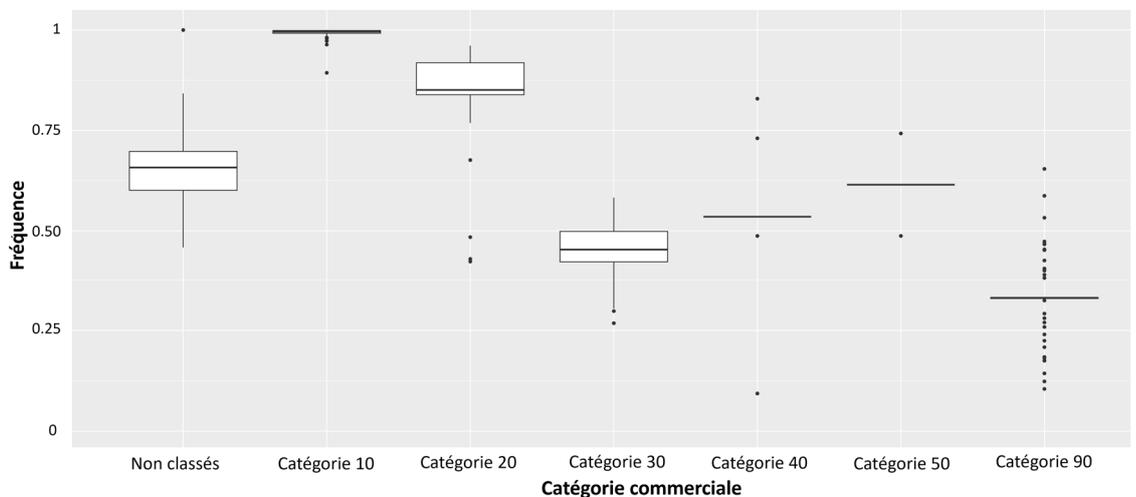
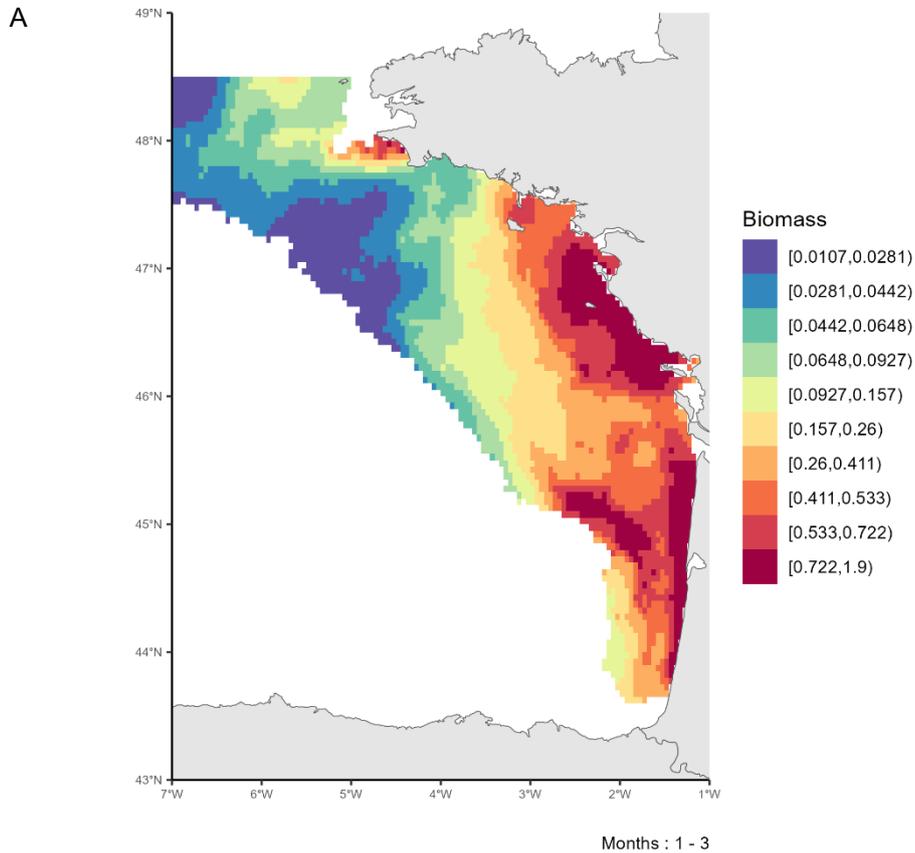
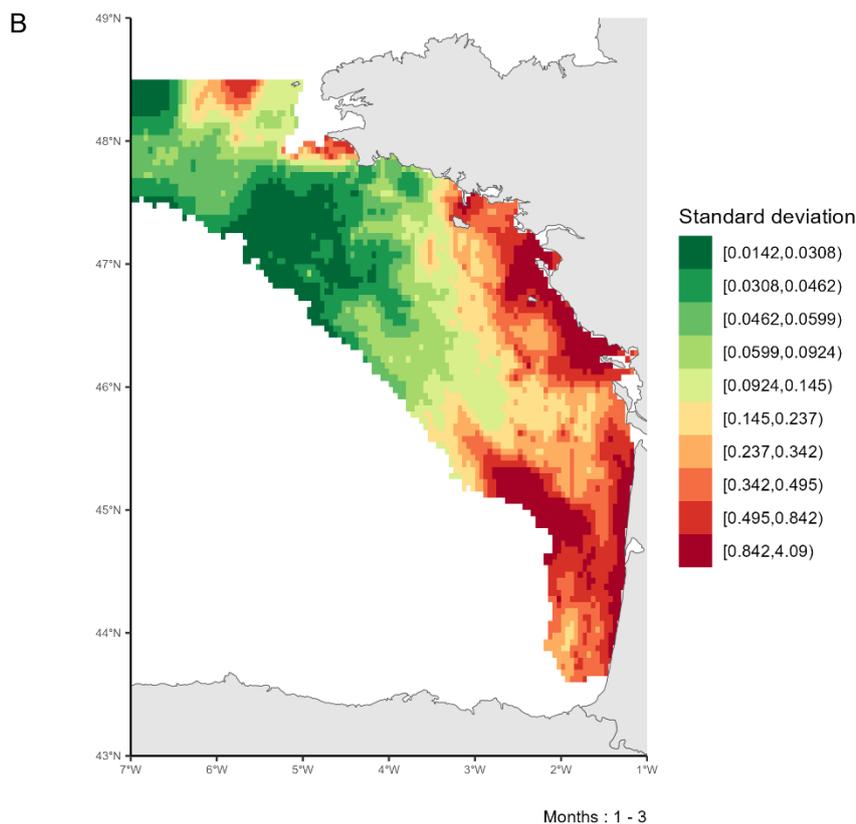


Figure 95 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le bar commun (*Dicentrarchus labrax*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de bar commun au cours des mois de reproduction (Janvier – Mars) (Dambrine et al., 2021) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 96). Les frayères de bar commun se trouvent principalement dans le sud du Golfe de Gascogne ainsi que le long des côtes des Pays de la Loire. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.





*Figure 96* : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de bar commun (*Dicentrarchus labrax*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Avril-Juillet) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de bar commun (*Dicentrarchus labrax*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Avril-Juillet) sur la période 2008-2022.

Les sorties du modèle sont cohérentes avec des travaux préalables menés sur la caractérisation et la connectivité des habitats écologiques essentiels du bar européen (Dambrine et al., 2021)(Figure 97). Les auteurs ont appliqué une approche géostatistique non linéaire sur des données de pêche géolocalisées (VMS) sur les années 2008 à 2014 pour détecter les lieux où les bars se regroupent pour frayer dans le Golfe de Gascogne.

La carte résume la probabilité de présence de ces évènements sur la période étudiée. Les deux cartes de frayères de bar en Atlantique reposent sur des données VMS sur plusieurs années. Cependant, les méthodes utilisées diffèrent : Dambrine et al. (2021) analyse les données pour identifier les lieux où les bars se regroupent (CPUE extrêmes), alors que nous modélisons ces données pour prédire la distribution moyenne de la biomasse adulte mature lors des mois de reproduction (Figure 94). Les deux approches sont donc complémentaires, car elles ne caractérisent pas la même partie de l'histogramme des

données. Les deux cartes montrent des zones de frayère cohérentes dans le sud du Golfe de Gascogne.

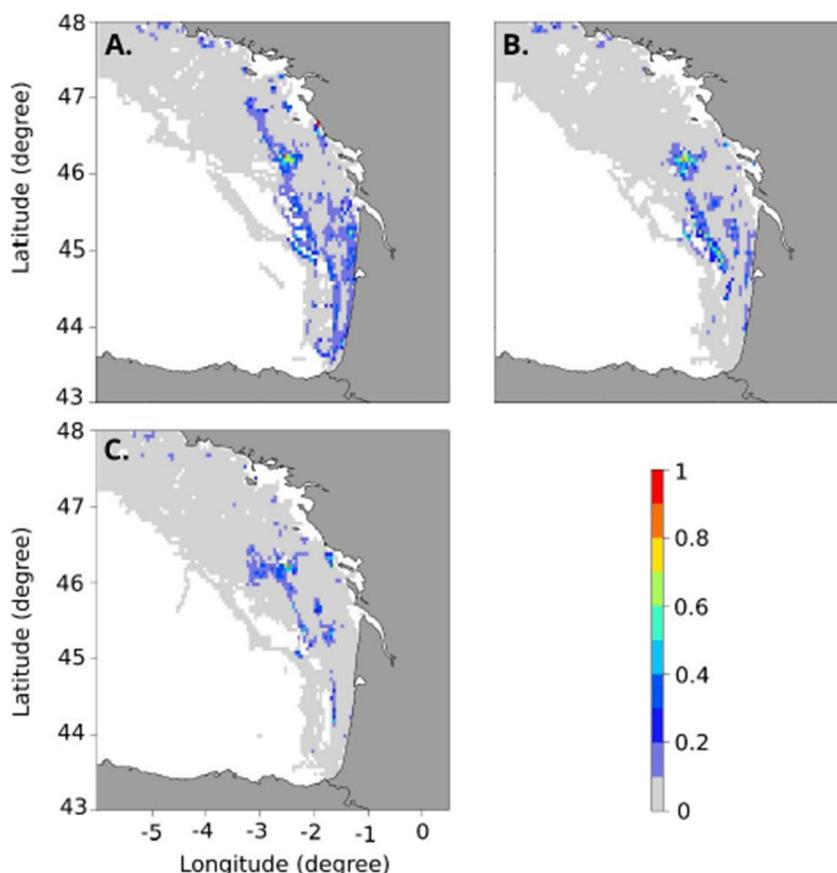


Figure 97 : Cartes moyennes mensuelles des frayères de bar européen (*Dicentrarchus labrax*) dans le Golfe de Gascogne pour la période 2008-2013. A. Janvier, B. Février et C. Mai. Une probabilité de présence entre 0 et 0.33 suggère que la zone est rarement favorable chaque année. Une probabilité de présence entre 0.66 et 1 indique que la zone est identifiée comme une frayère pour plusieurs années. Les valeurs intermédiaires suggèrent que la zone est occasionnellement favorable.

#### 4.2.3. *Lepidorhombus whiffiagonis* (Cardine franche)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 98). Les débarquements de cardine franche augmentent progressivement de 2008 à 2015 avant de se stabiliser sur la fin de la série temporelle.

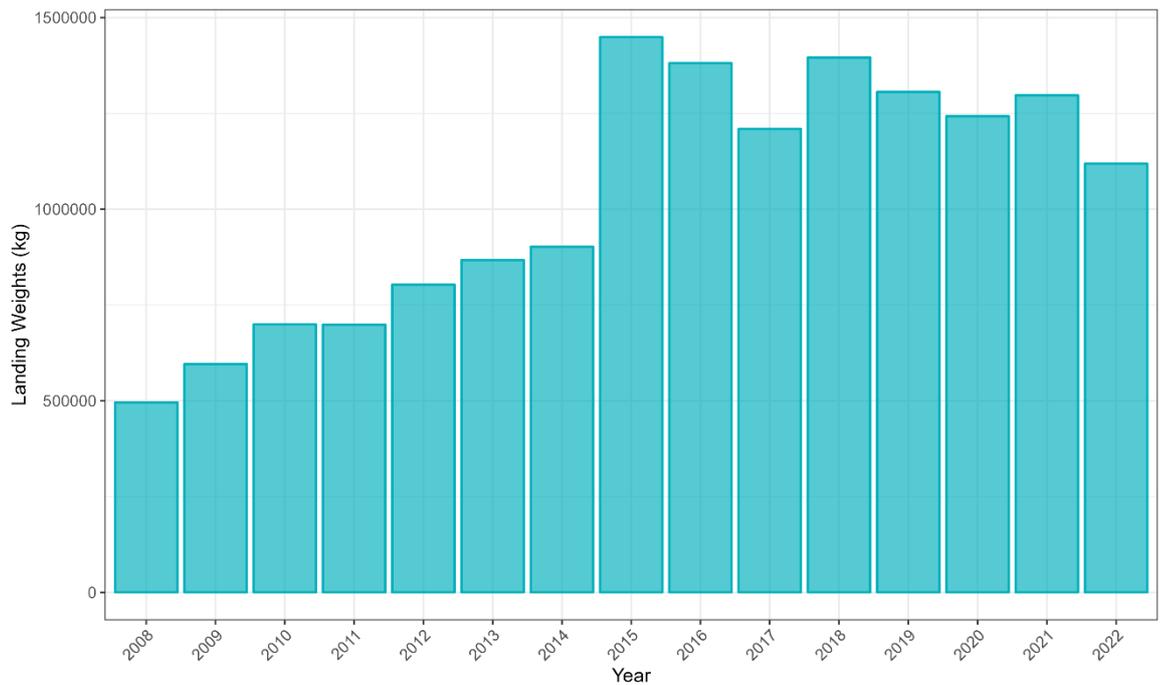


Figure 98 : Débarquement (en kg) de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de cardine franche sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 99. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottille OTT\_DEF, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux. La flottille OTT\_CRU, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les crustacés, couvre plutôt le milieu et le nord du Golfe de Gascogne.

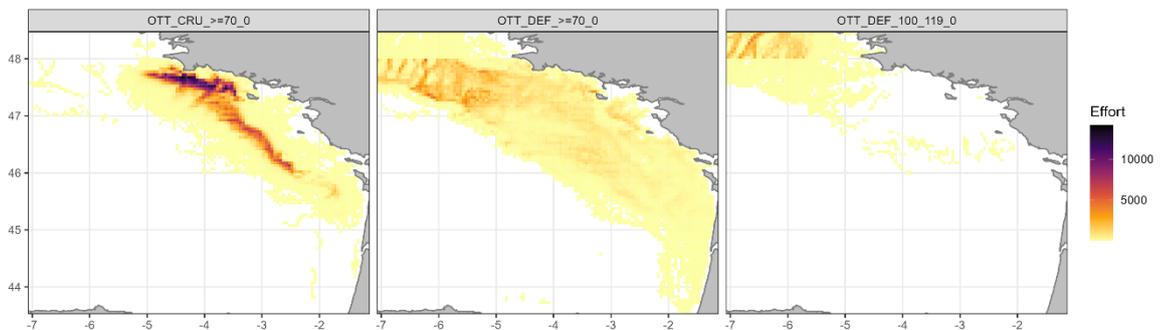


Figure 99 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 28 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité de la cardine franche dans le Golfe de Gascogne (Figure 100).

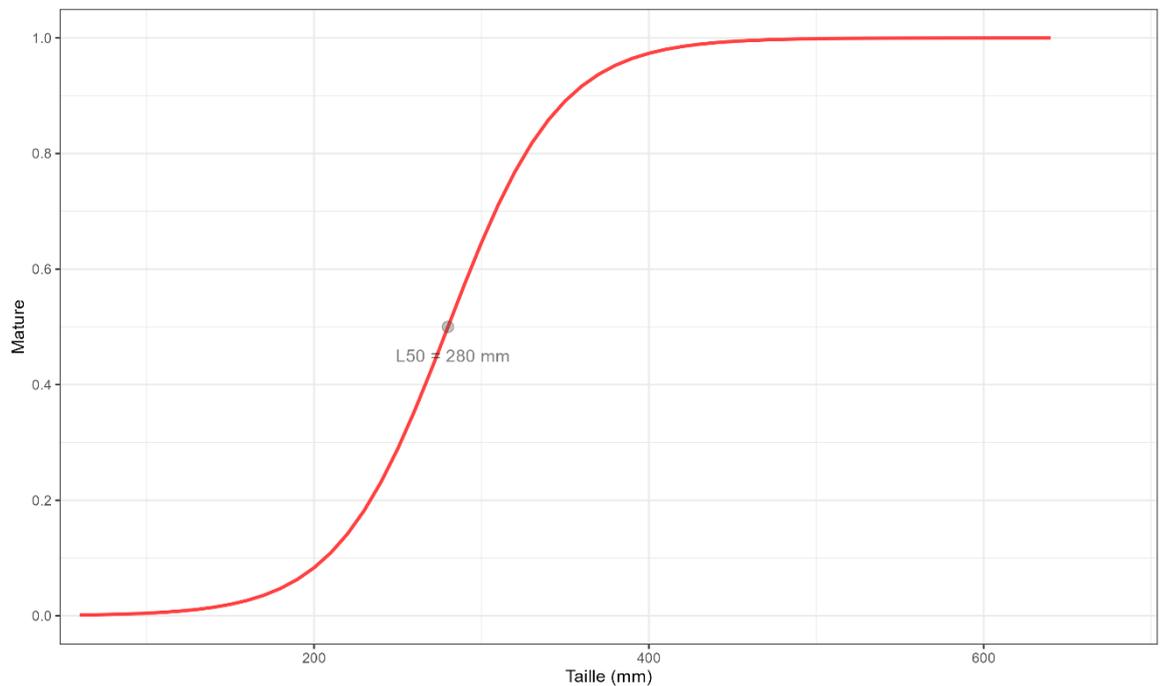


Figure 100 : Ogive de maturité de la cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 101). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

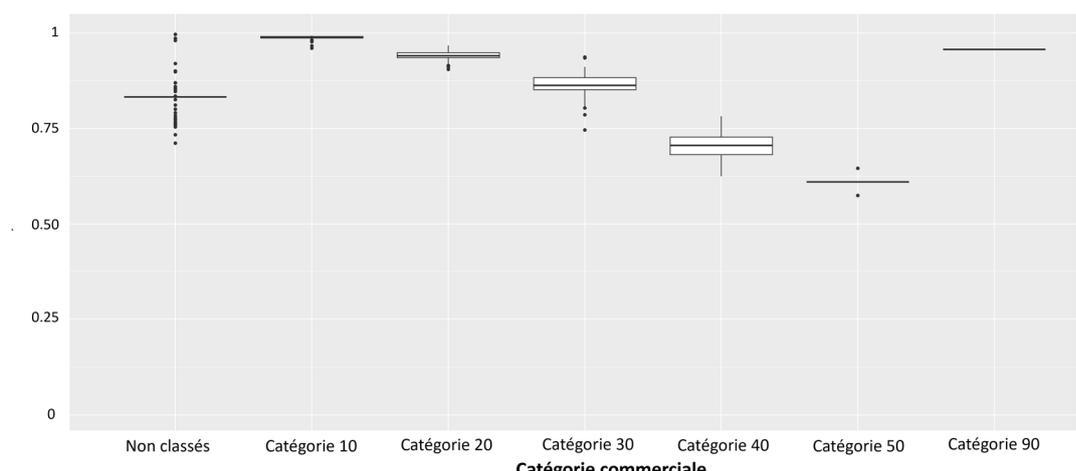
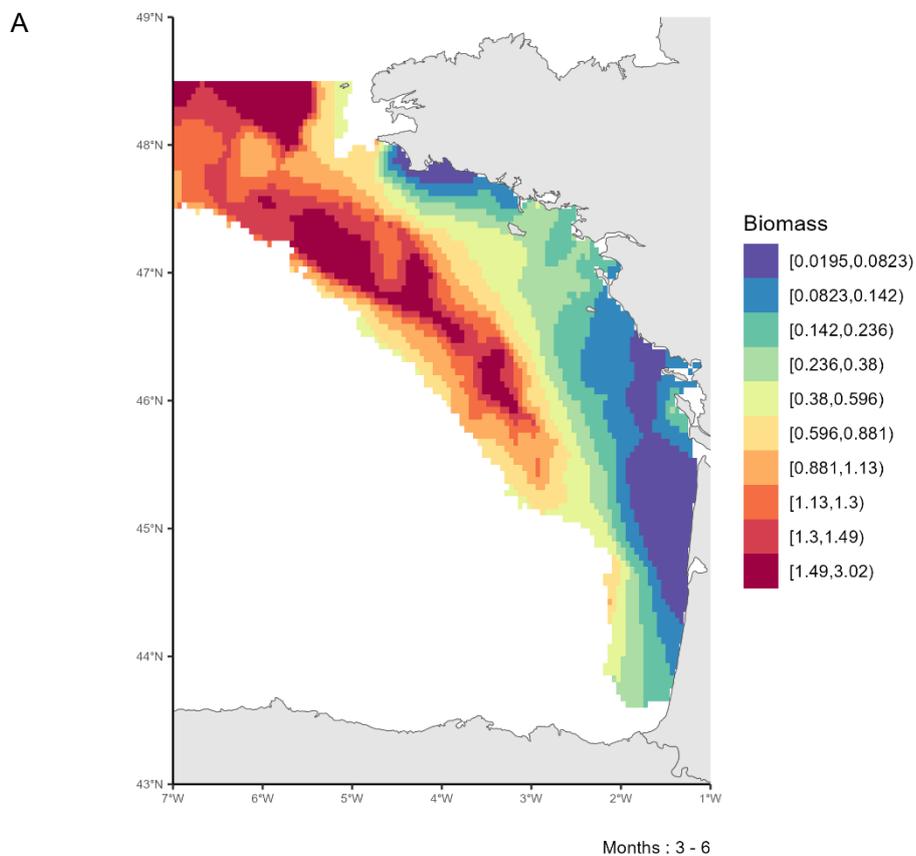


Figure 101 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de cardine franche au cours des mois de reproduction (Mars – Juin) (Muus, 1999) permet d'identifier des zones

de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 102). Les frayères de cardine franche se trouvent principalement au large, dans le milieu et le nord du Golfe de Gascogne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



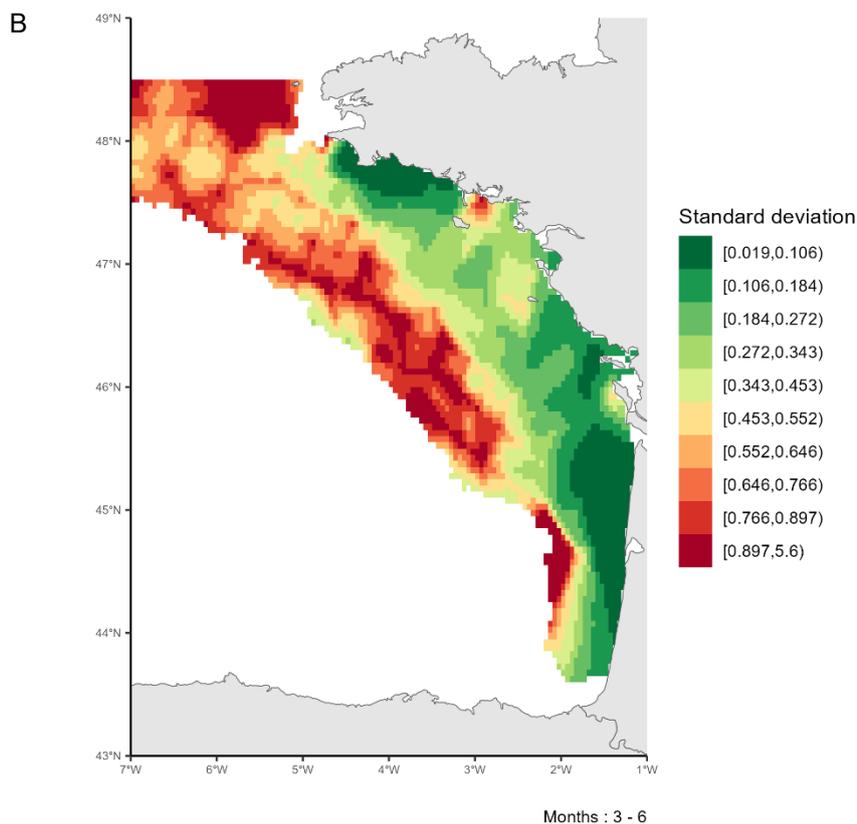


Figure 102 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mars-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mars-Juin) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.4. *Melanogrammus aeglefinus* (Eglenfin)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 103). Les poids de débarquement de l'églefin augmentent jusqu'en 2012. Ils diminuent ensuite entre 2013 et 2014 pour remonter en 2015 et diminuer progressivement jusqu'à la fin de la série temporelle.

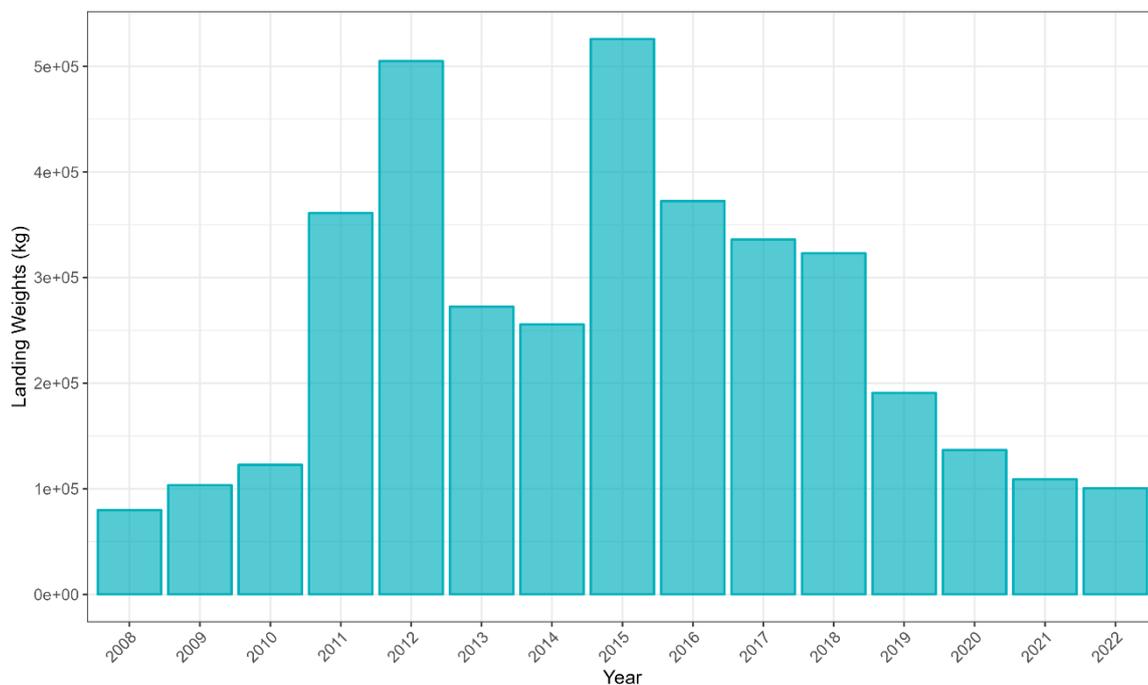


Figure 103 : Débarquement (en kg) d'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus d'églefin sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 104. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTT\_DEF, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux. La flottille OTT\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant les poissons démersaux, couvre plutôt le nord du Golfe de Gascogne.

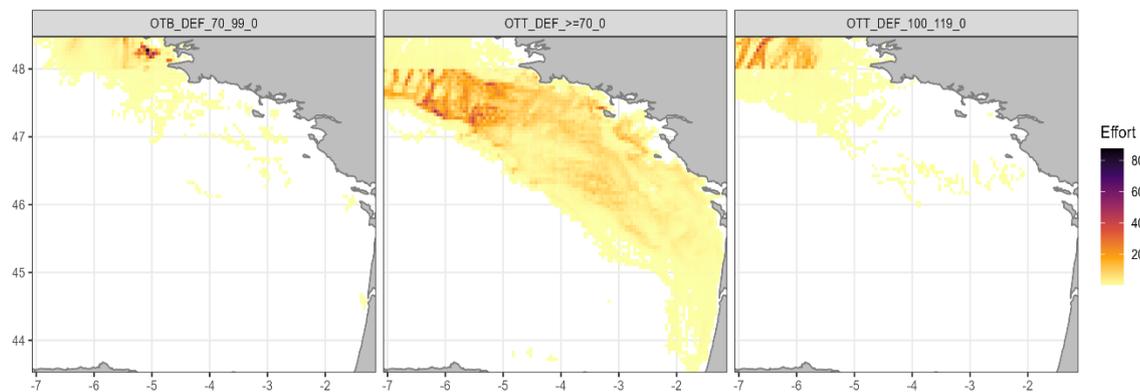


Figure 104 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus d'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 27 cm (Dickey-Collas et al., 2003) nous permet de définir l'ogive de maturité de l'églefin dans le Golfe de Gascogne (Figure 105).

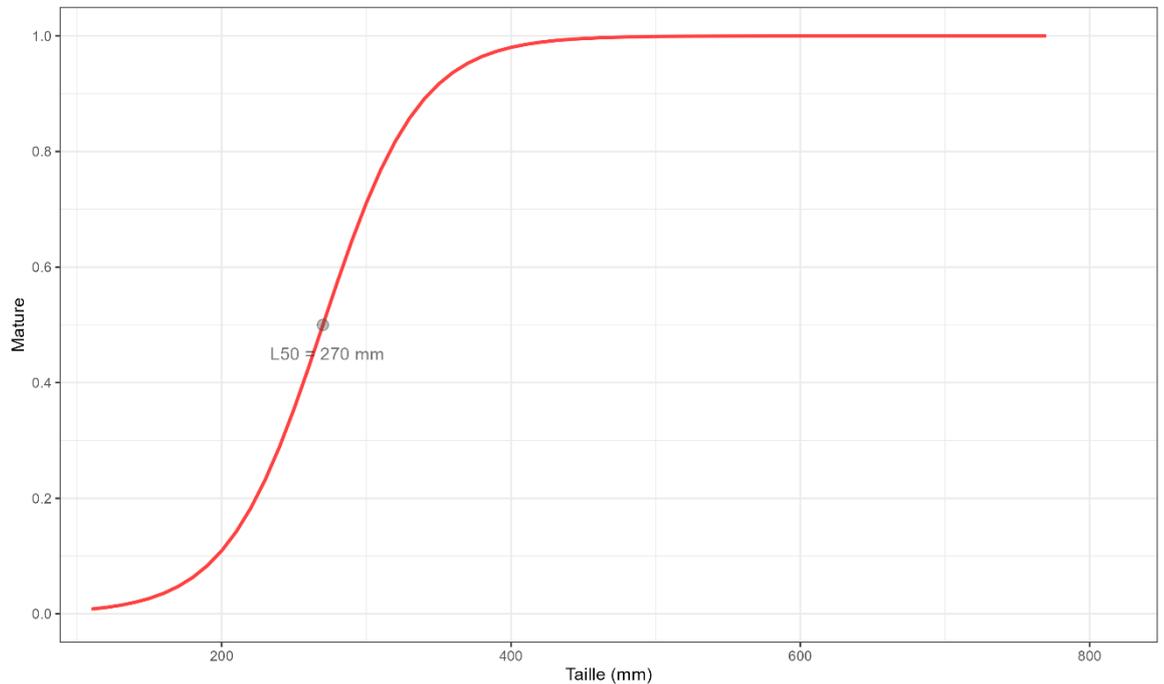


Figure 105 : Ogive de maturité de l'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 106). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

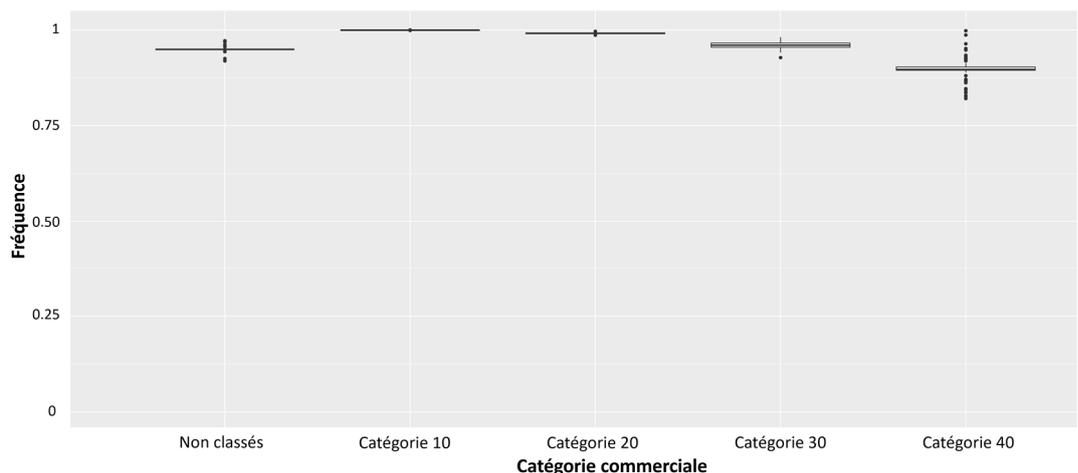
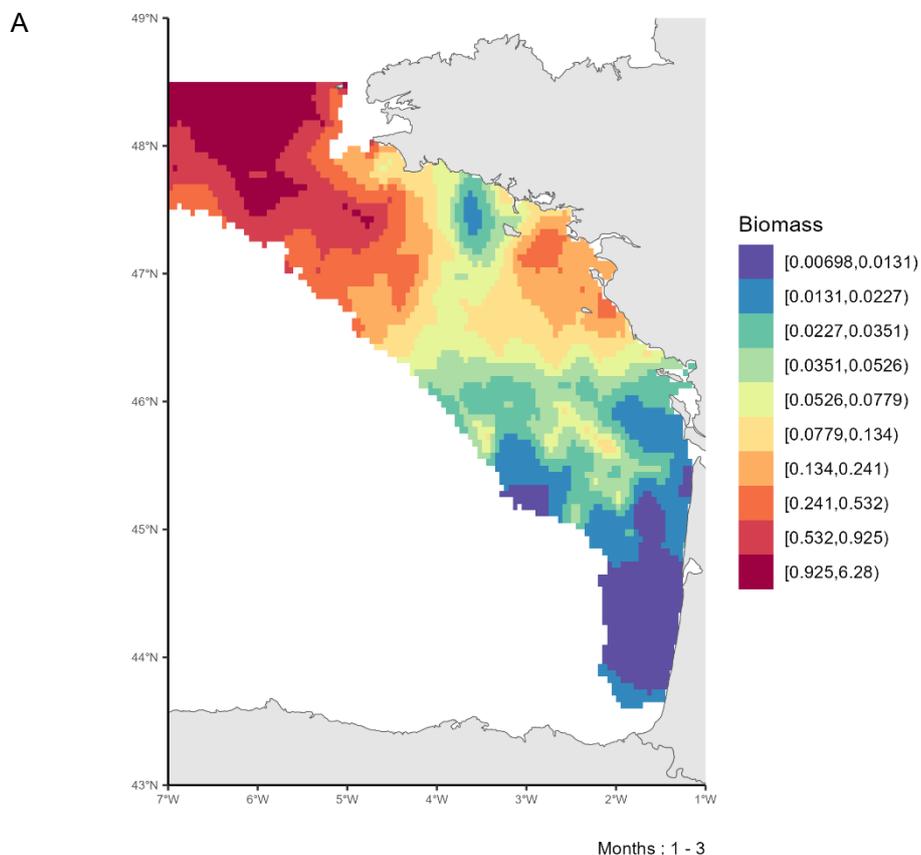


Figure 106 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour l'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature d'églefin au cours des mois de reproduction (Janvier – Mars) (Bastrikin et al., 2014) permet d'identifier des zones

de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 107). Les frayères d'églefin se trouvent principalement au nord du Golfe de Gascogne, au large de la Bretagne. On retrouve également une zone de frayère potentielle à la côte, entre Noirmoutier et Lorient. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



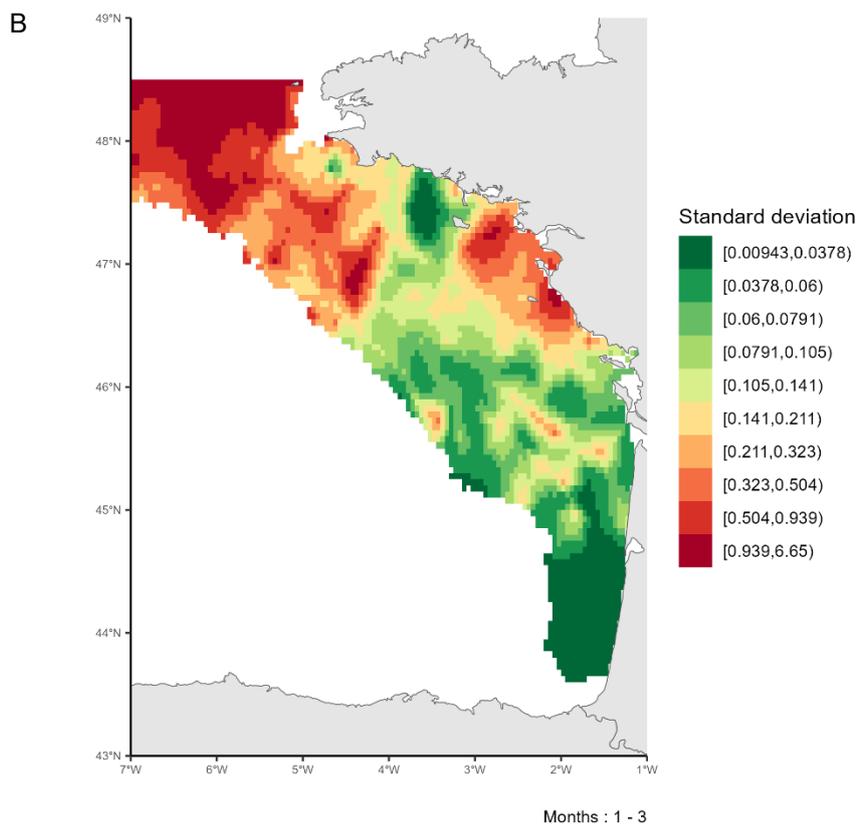


Figure 107 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures d'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Mars) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures d'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Mars) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.5. *Merlangius merlangus* (Merlan)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 108). Les poids de débarquement de merlan augmentent progressivement jusqu'en 2015 avant de décroître à nouveau entre 2016 et 2022.

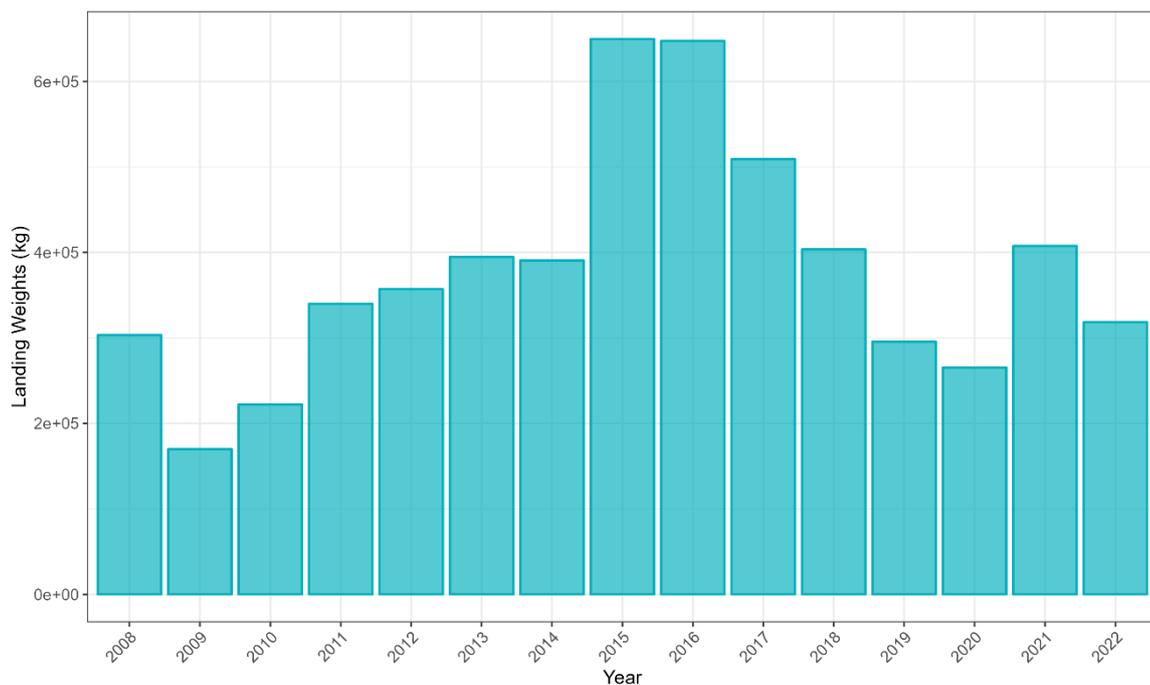


Figure 108 : Débarquement (en kg) de merlan (*Merlangius merlangus*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de merlan sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 109. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux. La flottille OTT\_CRU, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les crustacés, couvre plutôt le milieu et le nord du Golfe de Gascogne.

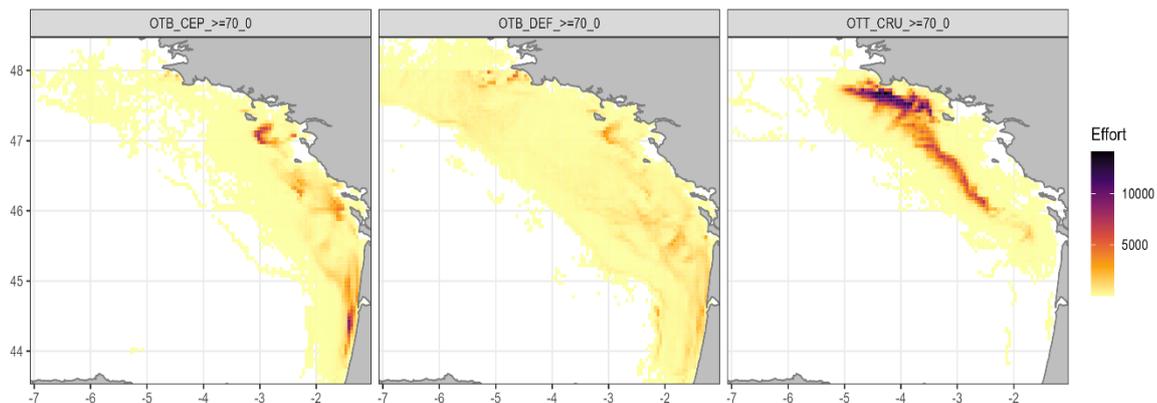


Figure 109 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de merlan (*Merlangius merlangus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 29 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité du merlan dans le Golfe de Gascogne (Figure 110).

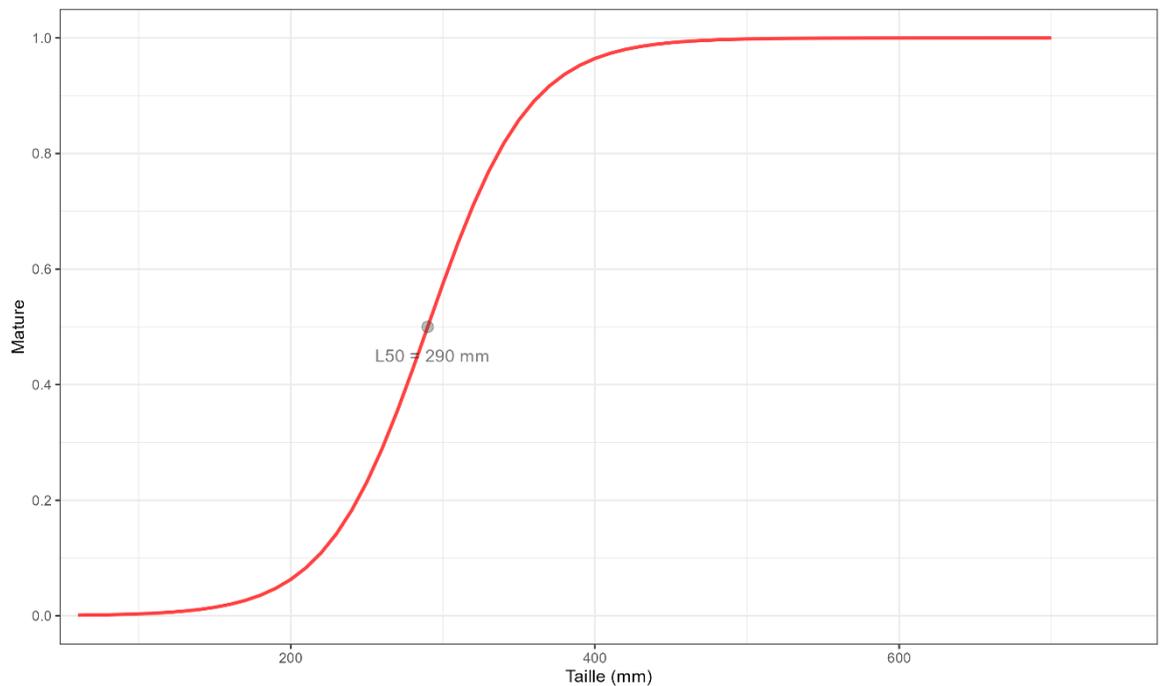


Figure 110 : Ogive de maturité du merlan (*Merlangius merlangus*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 111). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). La fréquence d'individus matures pour la catégorie commerciale 50 semble être surestimée.

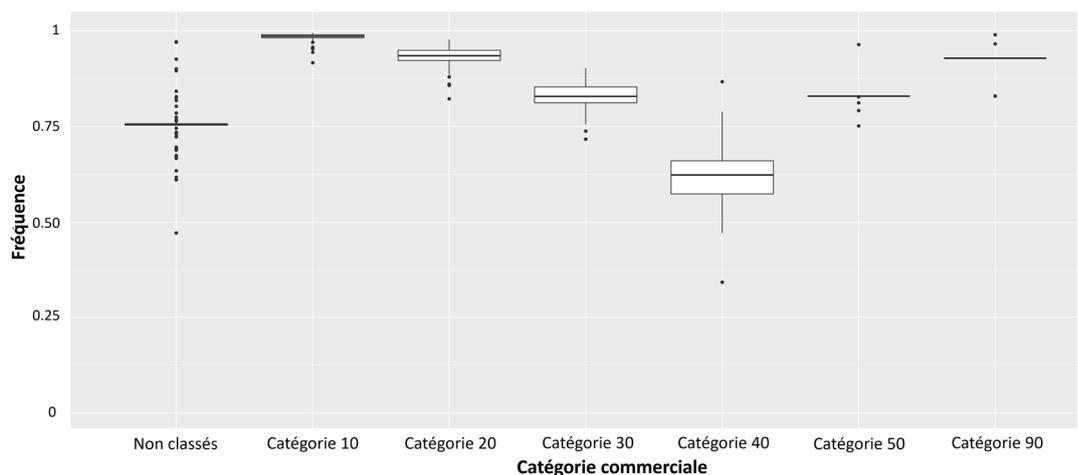
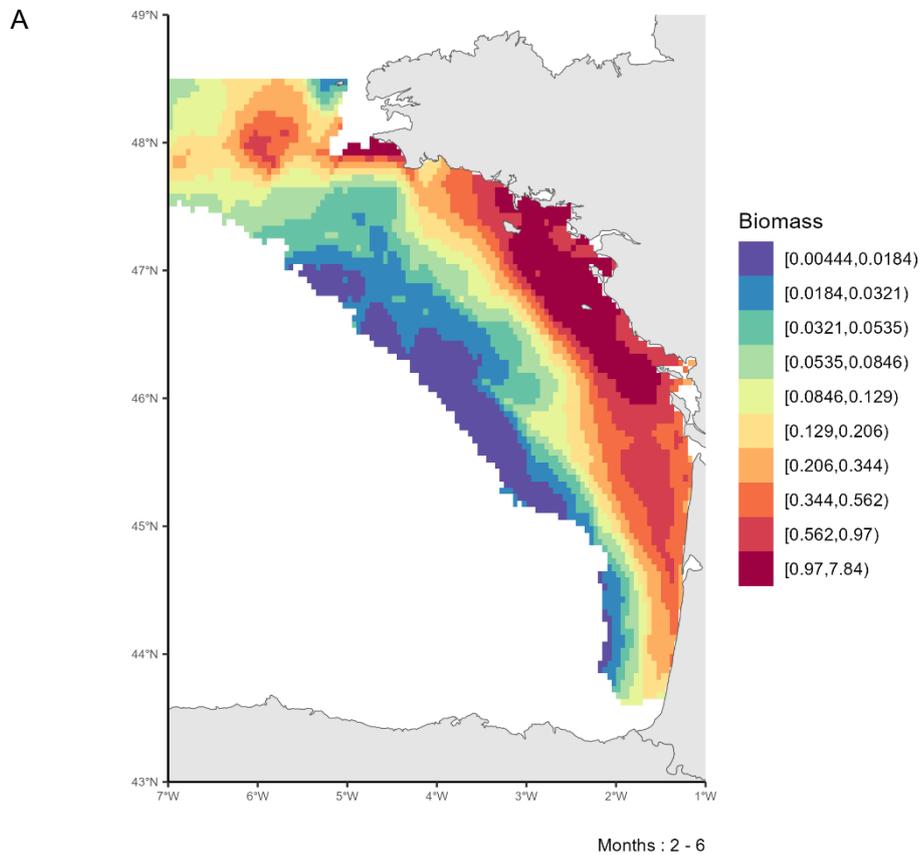


Figure 111 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le merlan (*Merlangius merlangus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de merlan au cours des mois de reproduction (Février – Juin) (Bastrikin et al., 2014) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 112). Les frayères de merlan se trouvent tout le long de la côte française avec une plus forte biomasse le long des Pays de la Loire. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



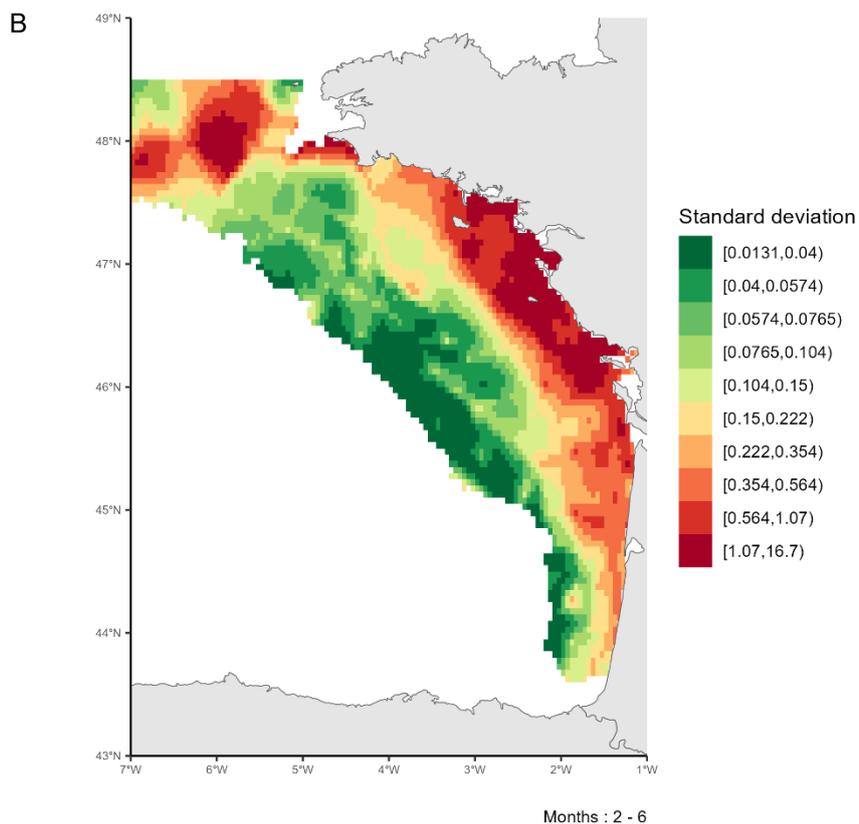


Figure 112 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de merlan (*Merlangius merlangus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Février-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de merlan (*Merlangius merlangus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Février-Juin) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.6. *Merluccius merluccius* (Merlu)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 113). Les poids de débarquement de merlu sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

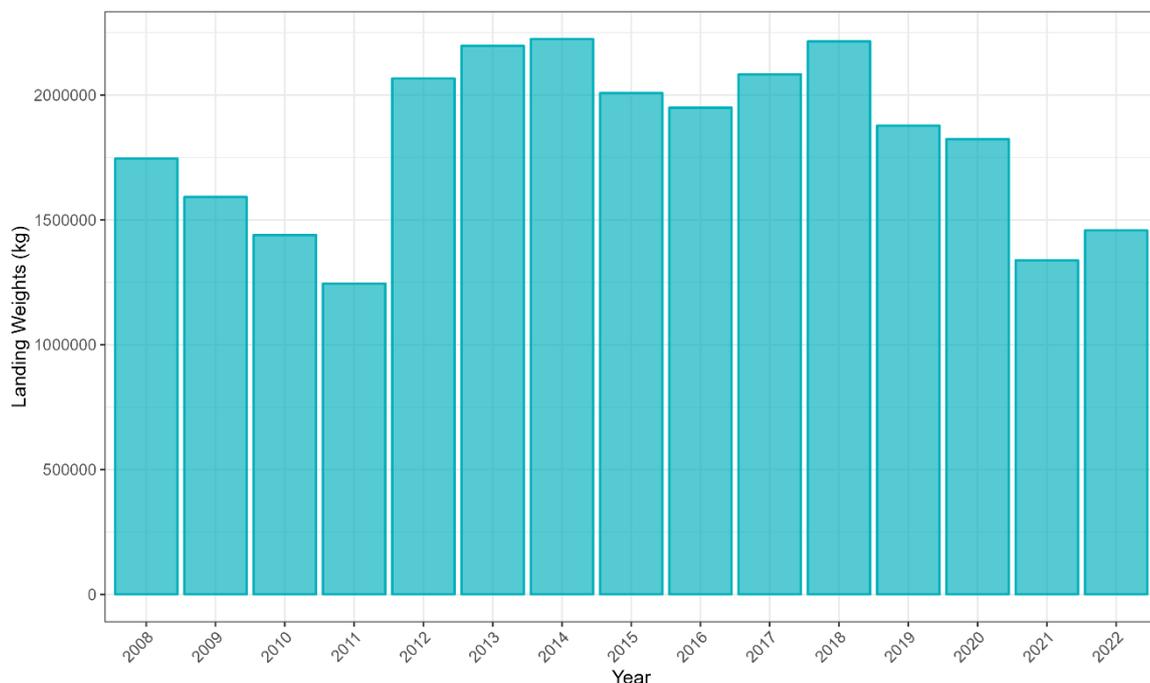


Figure 113 : Débarquement (en kg) de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de merlu sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 114. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux et des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant toutes deux les poissons démersaux. La flottille OTT\_CRU, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les crustacés, couvre plutôt la partie centrale du Golfe de Gascogne.

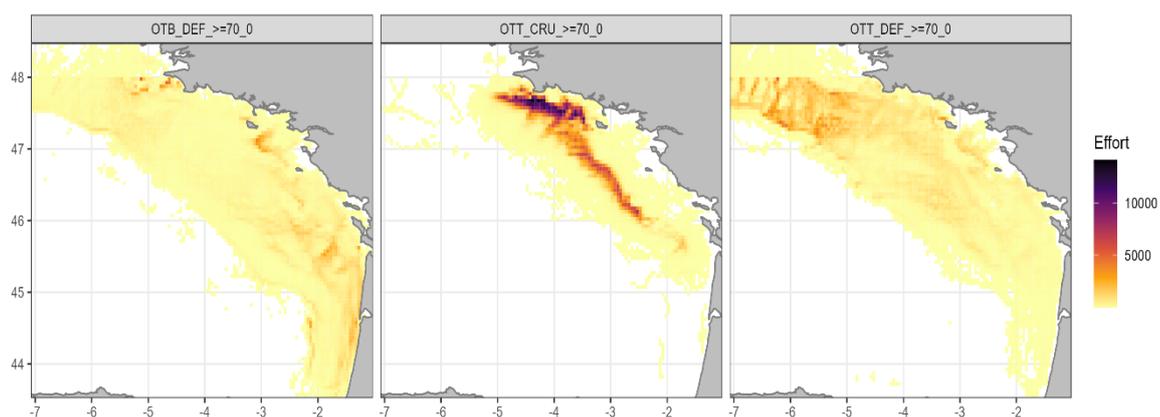


Figure 114 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 42.8 cm (ICES, 2024a) nous permet de définir l'ogive de maturité du merlu dans le Golfe de Gascogne (Figure 115).

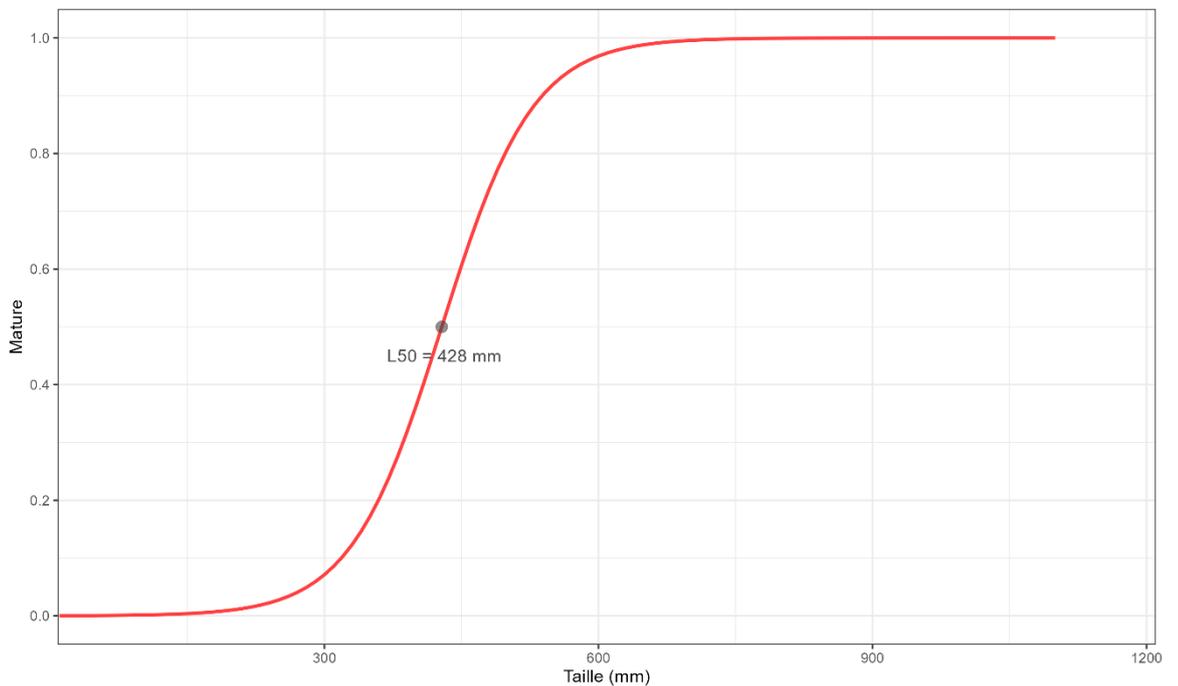


Figure 115 : Ogive de maturité du merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 116). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

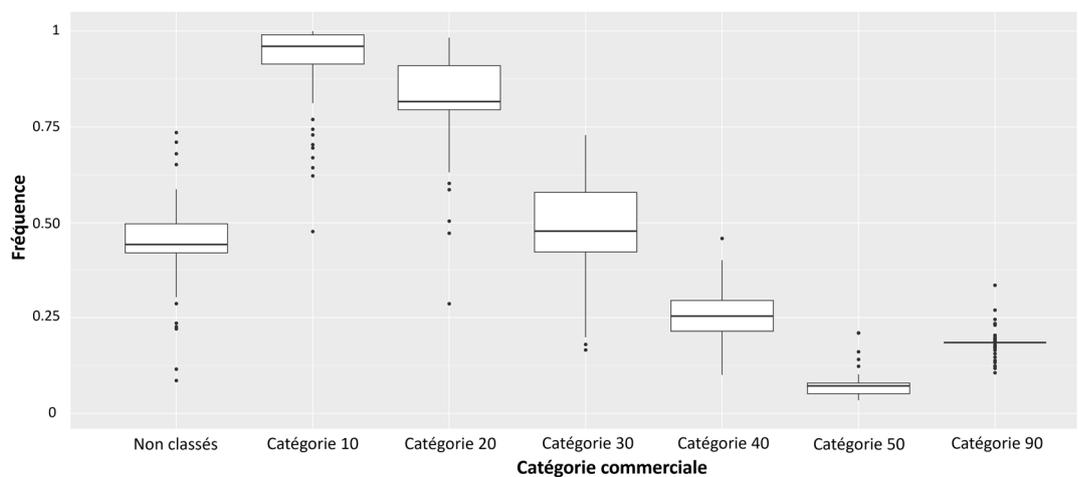
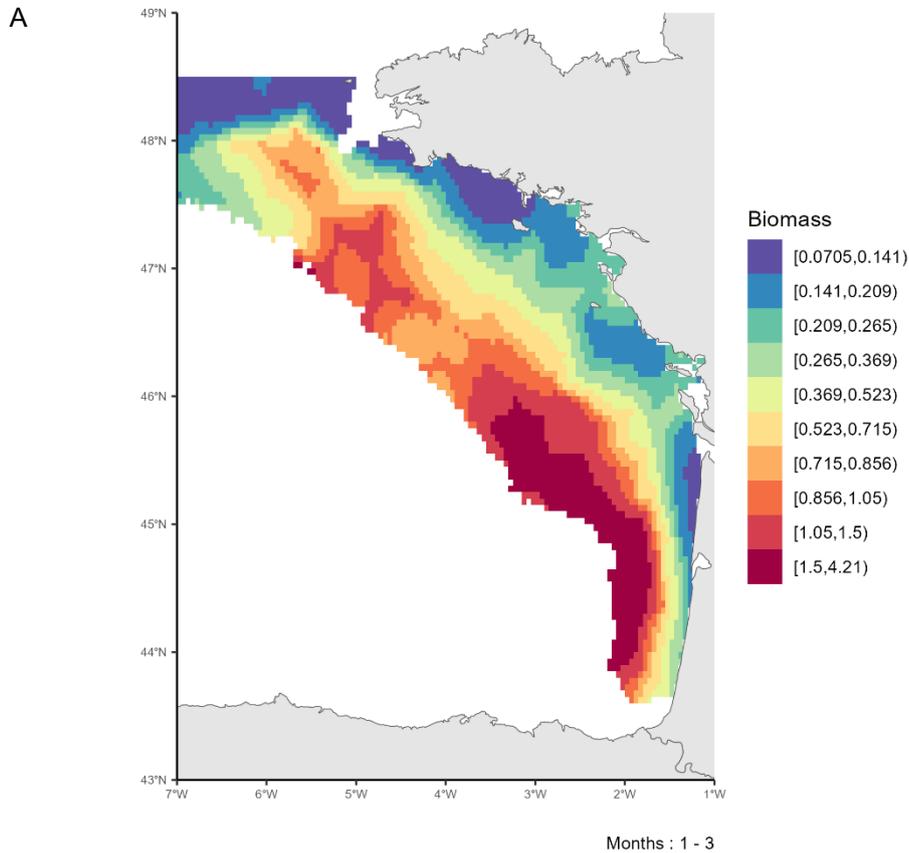
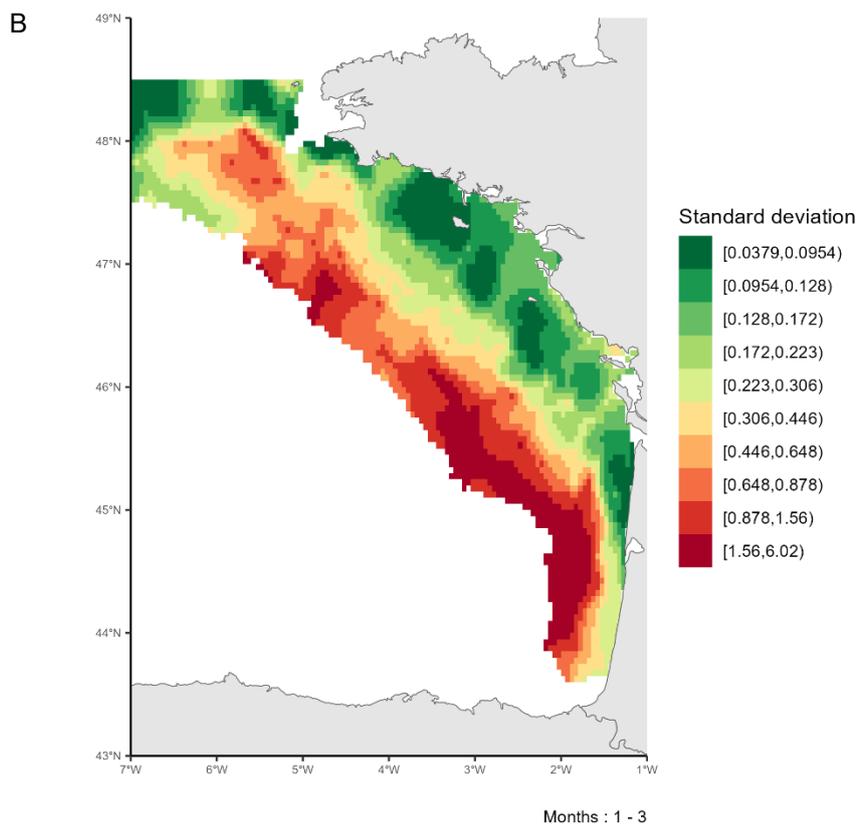


Figure 116 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de merlu au cours des mois de reproduction (Janvier – Mars) (Murua & Motos, 2006) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 117). Les frayères de merlu se trouvent au large sur l'ensemble de la côte française avec une plus forte biomasse au sud. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.





*Figure 117* : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Mars) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Mars) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.7. *Microstomus kitt* (Limande sole)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 118). Les poids de débarquement de limande sole sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

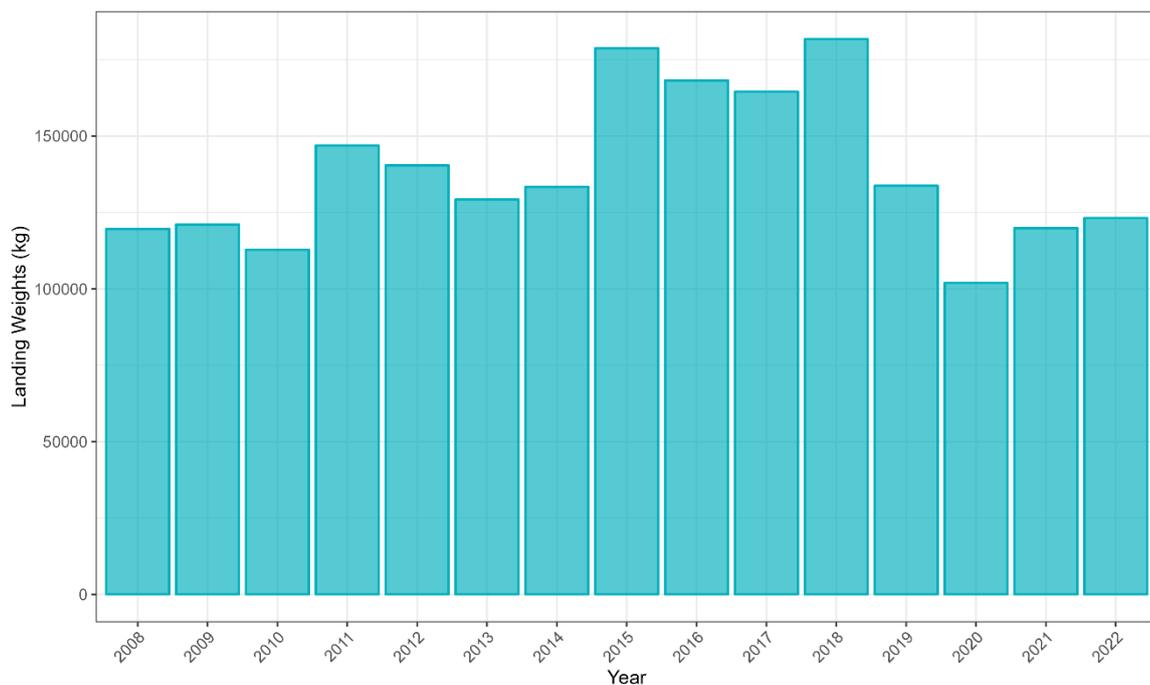


Figure 118 : Débarquement (en kg) de limande sole (*Microstomus kitt*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de limande sole sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 119. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_DEF et les deux OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux et des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant toutes deux les poissons démersaux.

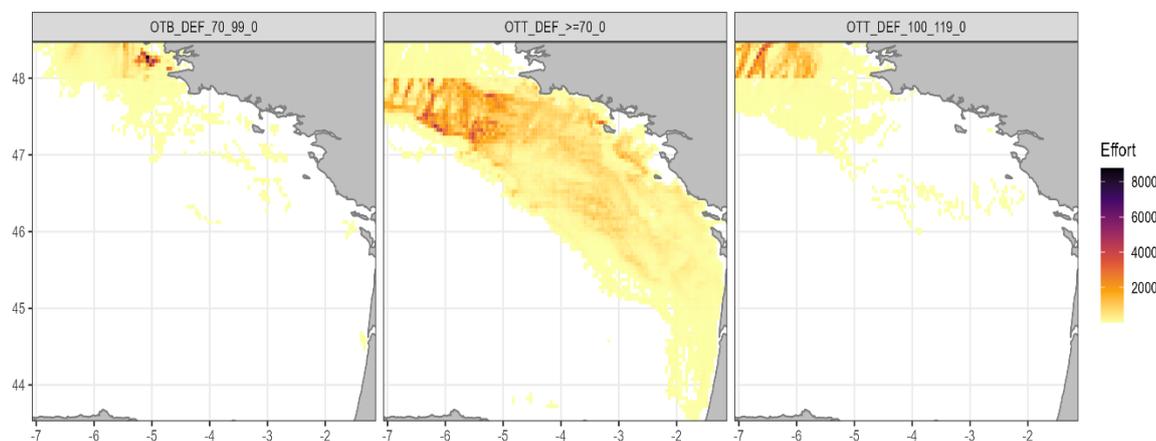


Figure 119 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de limande sole (*Microstomus kitt*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 25 cm (Muus, 1999) nous permet de définir l'ogive de maturité du limande sole dans le Golfe de Gascogne (Figure 120).

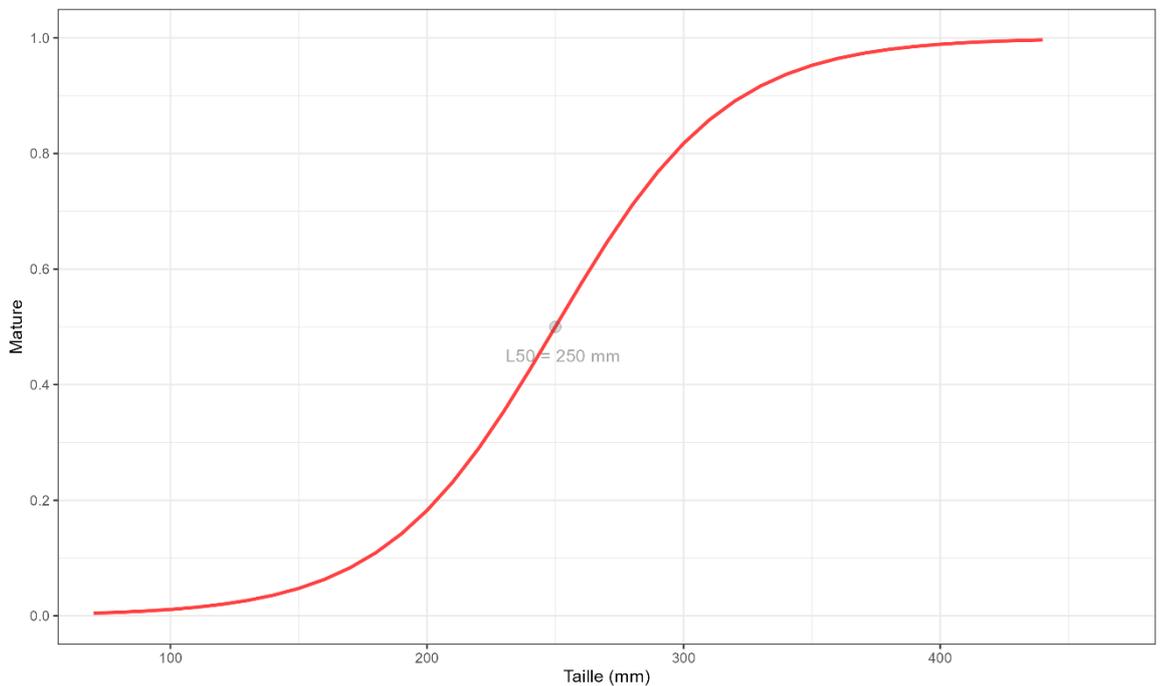


Figure 120 : Ogive de maturité de la limande sole (*Microstomus kitt*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 121). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). La fréquence d'individus matures pour la catégorie 10 semble sous-estimée.

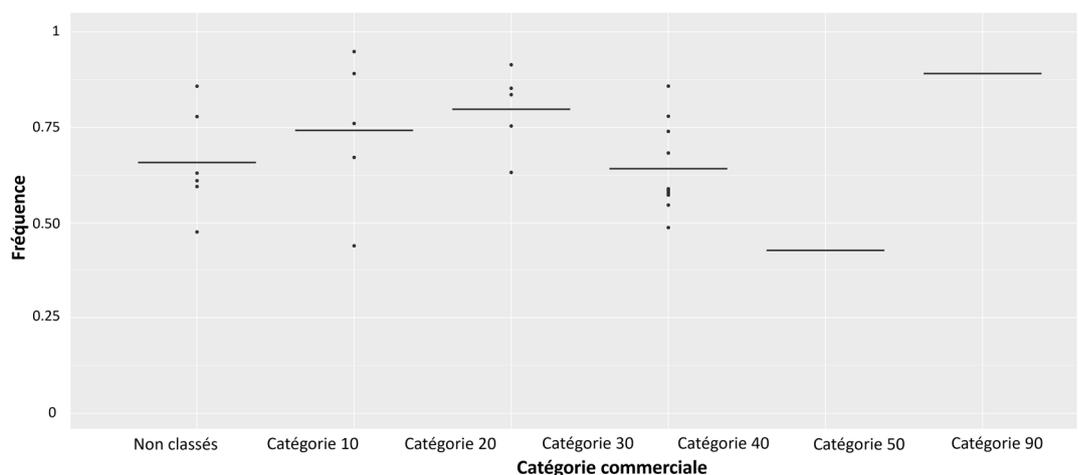
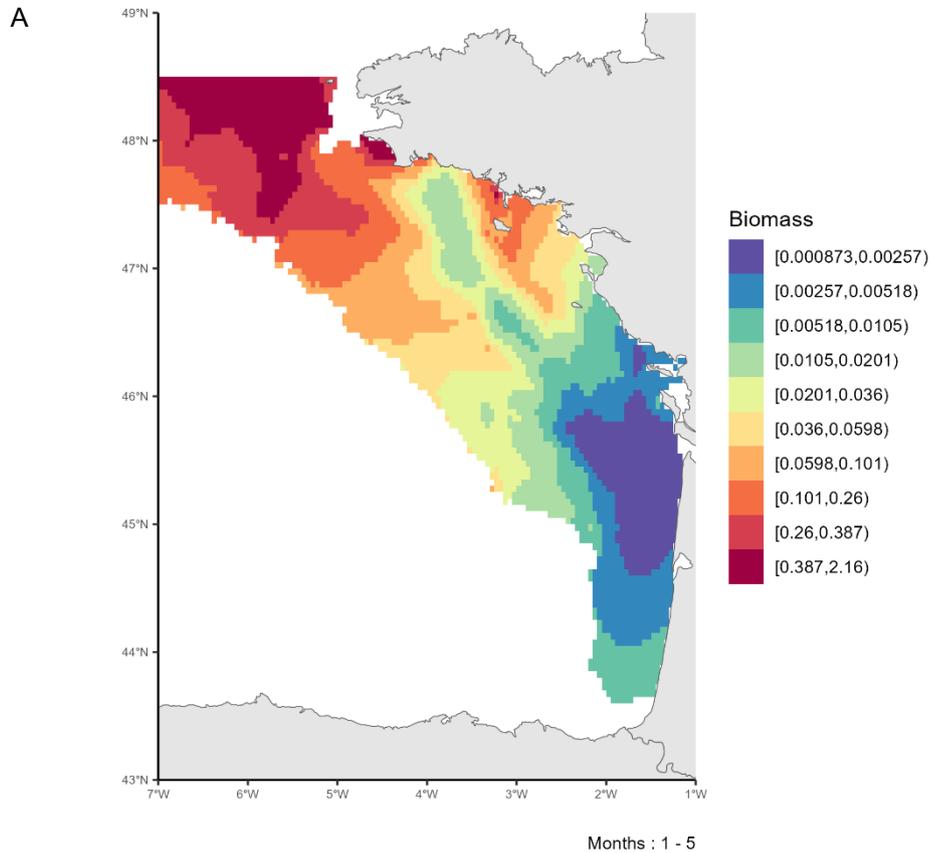


Figure 121 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la limande sole (*Microstomus kitt*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de limande sole au cours des mois de reproduction (Janvier – Mai ) (King et al., 2006) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 122). Les frayères de limande sole se trouvent principalement au large de la Bretagne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



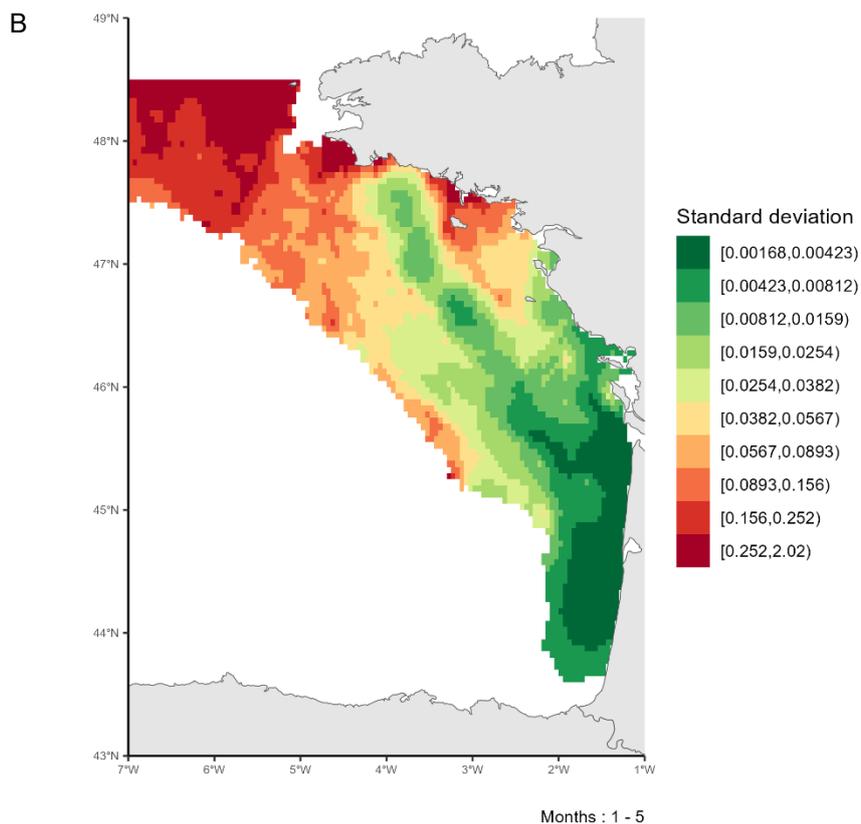


Figure 122 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de limande sole (*Microstomus kitt*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Mai) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de limande sole (*Microstomus kitt*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Mai) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.8. *Mullus surmuletus* (Rouget de roche)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 123). Les poids de débarquement de rouget de roche sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

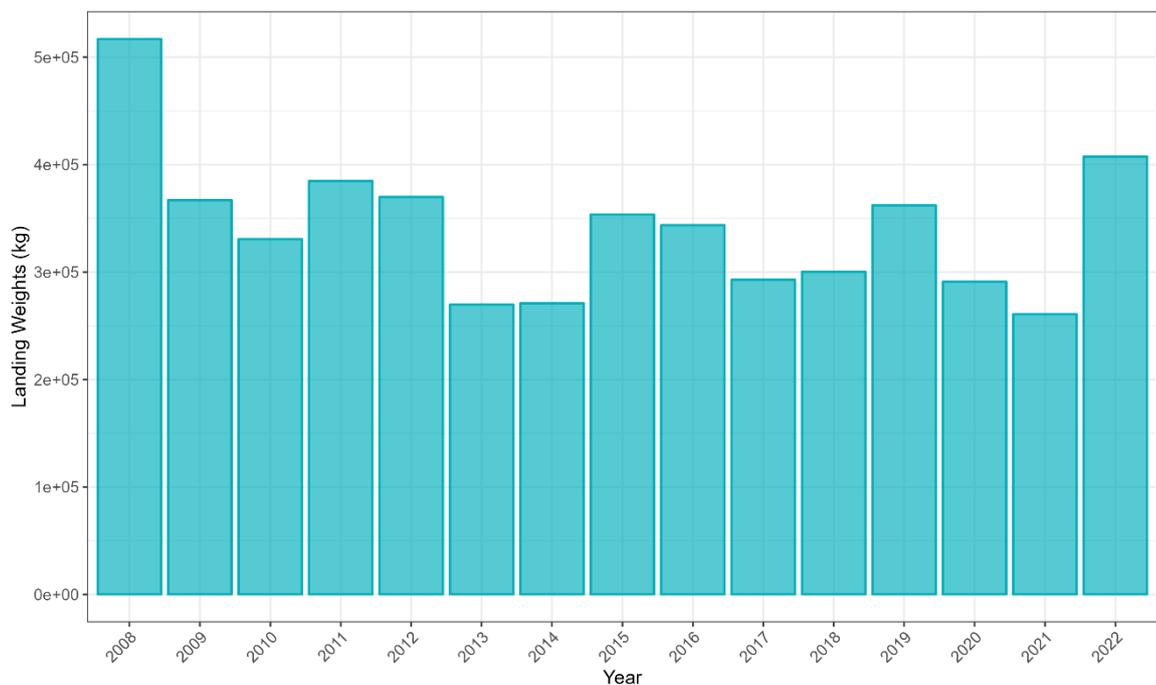


Figure 123 : Débarquement (en kg) de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de rouget de roche sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 124. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux. La flottille OTT\_CRU, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les crustacés, couvre plutôt la partie centrale du Golfe de Gascogne.

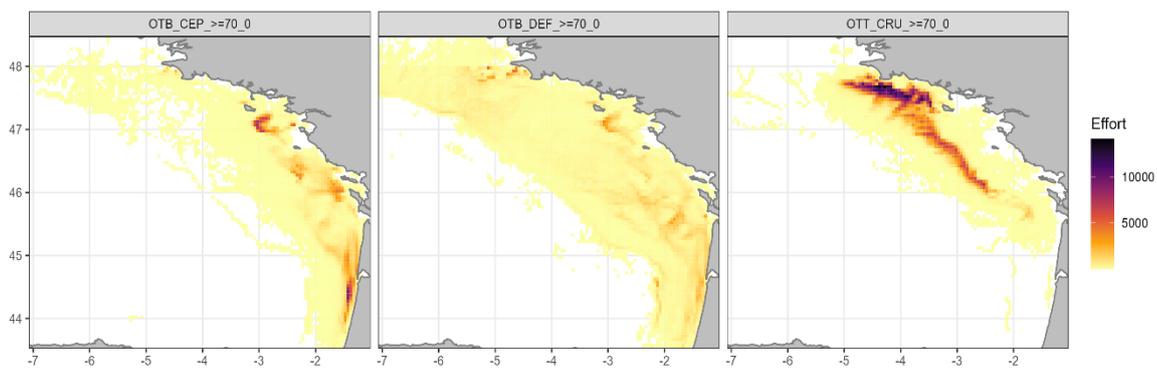


Figure 124 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 18 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité du rouget de roche dans le Golfe de Gascogne (Figure 125).

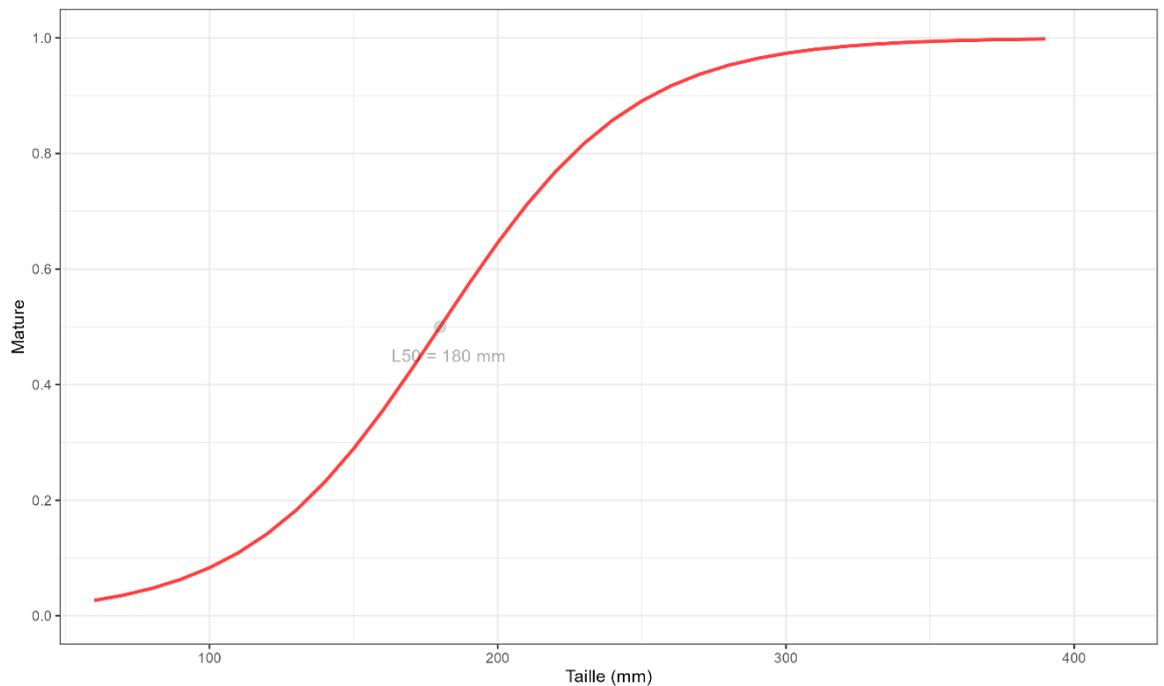


Figure 125 : Ogive de maturité du rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 126). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

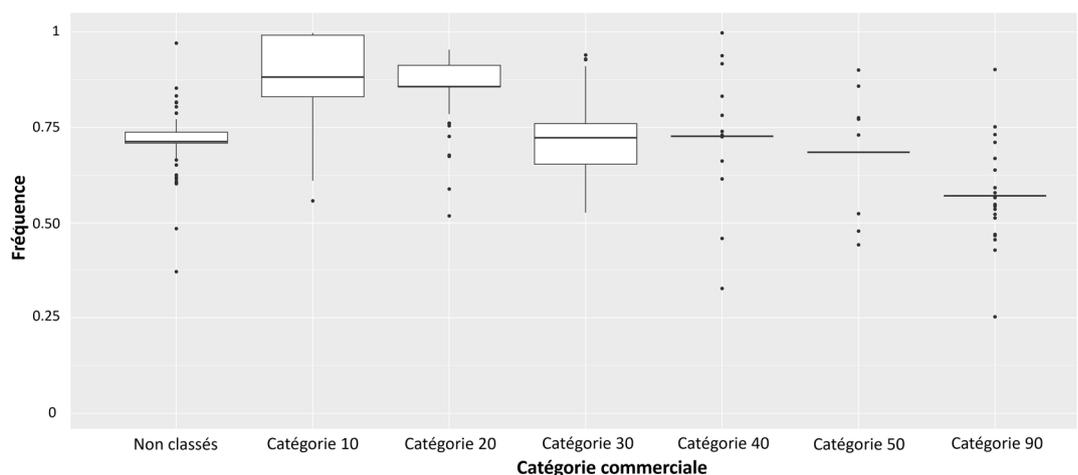
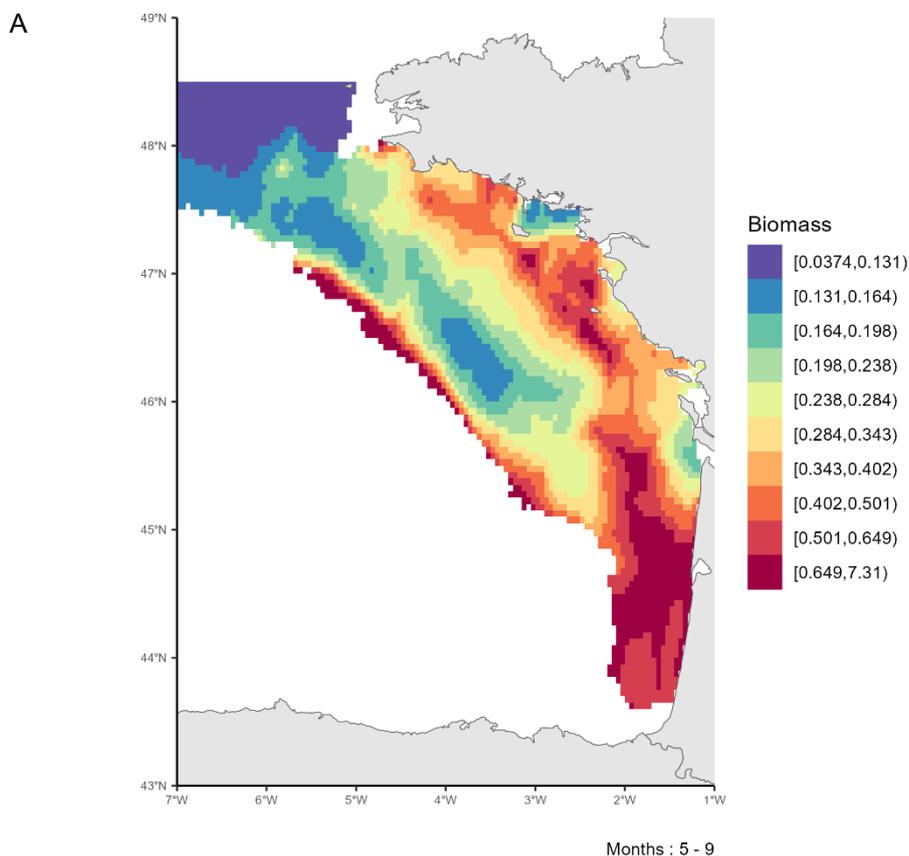


Figure 126 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de rouget de roche au cours des mois de reproduction (Mai – Septembre) (N'Da & Déniel, 1993) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 127). Les frayères de rouget de roche se trouvent principalement dans la zone du fer à cheval ainsi qu'au nord du plateau de Rochebonne, le long de la côte. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



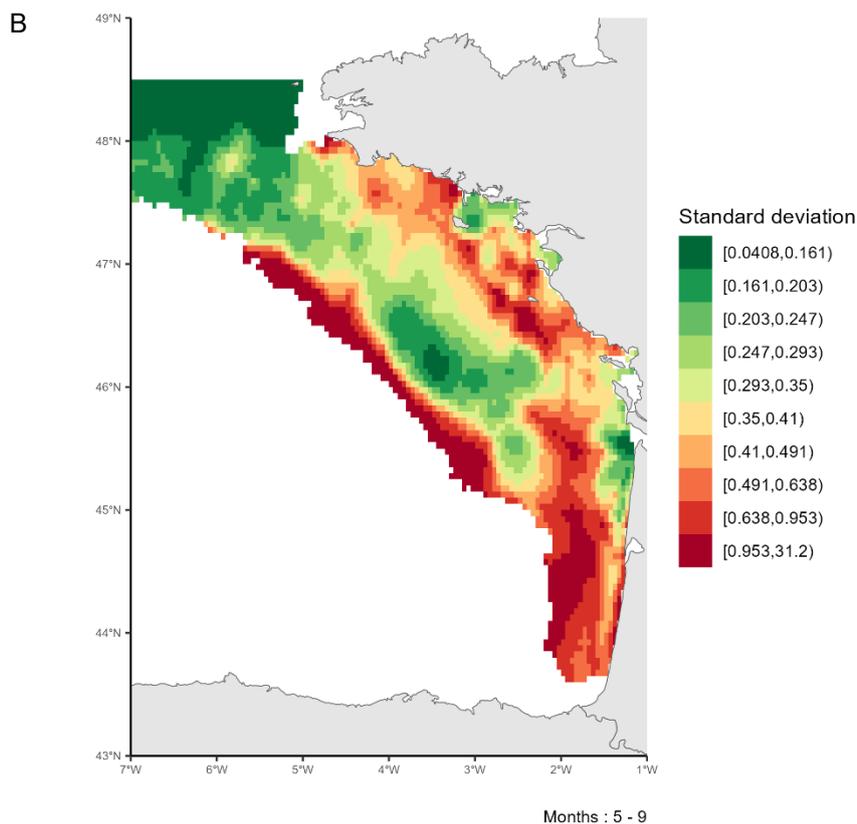


Figure 127 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mai-Septembre) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mai-Septembre) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.9. Nephrops norvegicus (Langoustine)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 128). Les débarquements de

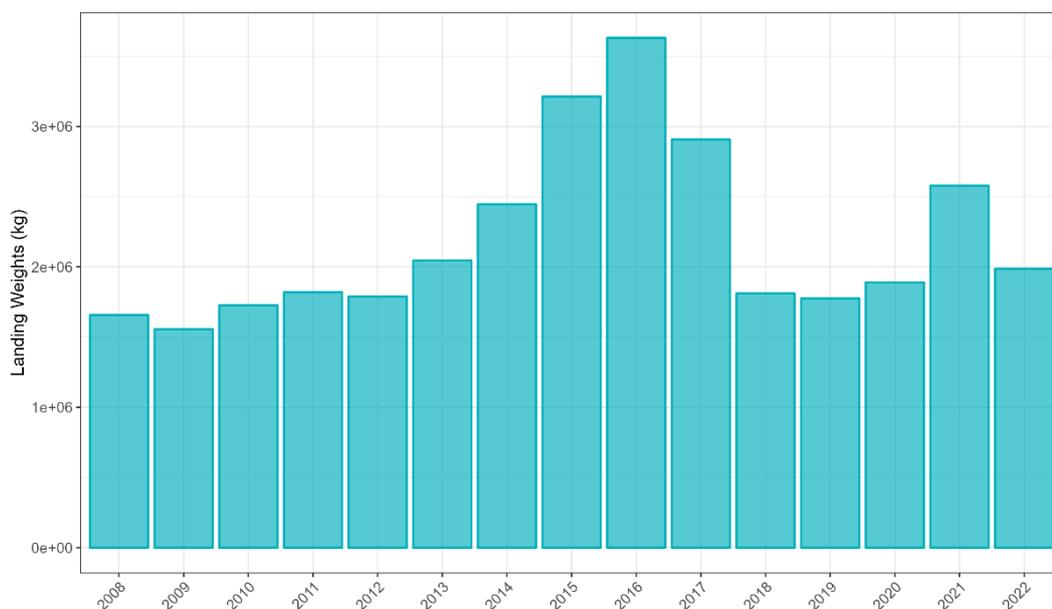


Figure 128 : Débarquement (en kg) de langoustine (*Nephrops norvegicus*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

langoustine sont stables sur l'ensemble de la période à l'exception des années 2014 à 2017 qui voient une forte augmentation des débarquements.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de langoustine sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 129. L'ensemble de la zone est bien couvert par la flottille OTT\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux jumeaux ciblant les poissons démersaux. Les flottilles OTB\_CRU et OTT\_CRU, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux et des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant toutes deux les crustacés, couvrent plutôt la partie centrale du Golfe de Gascogne.

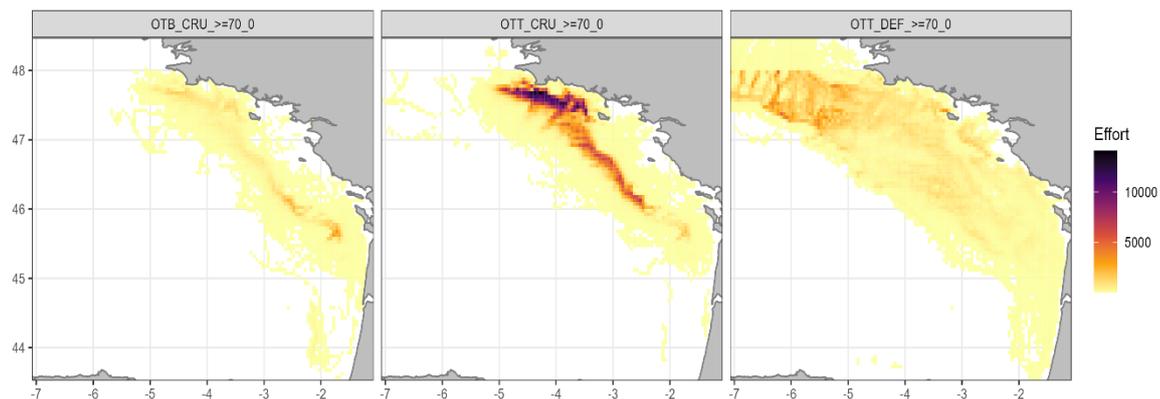


Figure 129 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de langoustine (*Nephrops norvegicus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Maturité

Il n'y a pas de suivi de maturité disponibles pour la langoustine, nous avons donc réalisé les analyses suivantes sur la biomasse totale des débarquements à la fois pour les navires de pêche commerciale et les navires de campagne océanographique.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse de langoustine au cours des mois de reproduction (Août – Novembre) (Fontaine & Warluzel, 1969) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 130). Les frayères de langoustine se trouvent principalement au large du Morbihan et s'étend vers le sud au large. Une zone de frayère potentielle se situe également au large de l'embouchure de l'estuaire de la Gironde. Ces frayères se situent sur la zone dite « Grande vasière », lieu de pêche privilégié de la langoustine (Robert, 2017) (Figure 131). La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

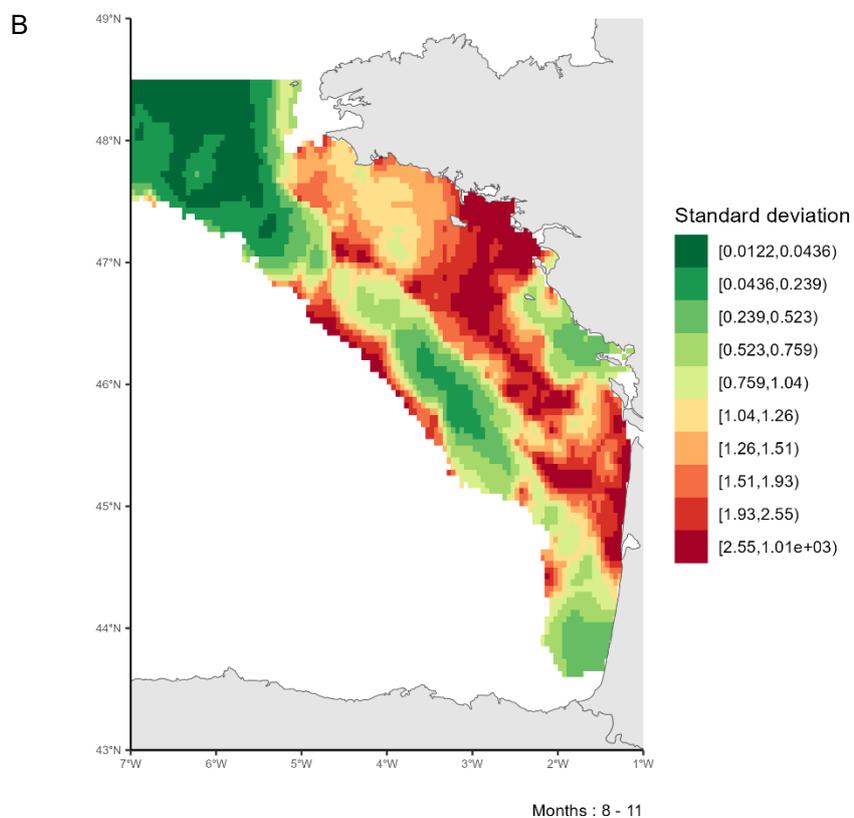
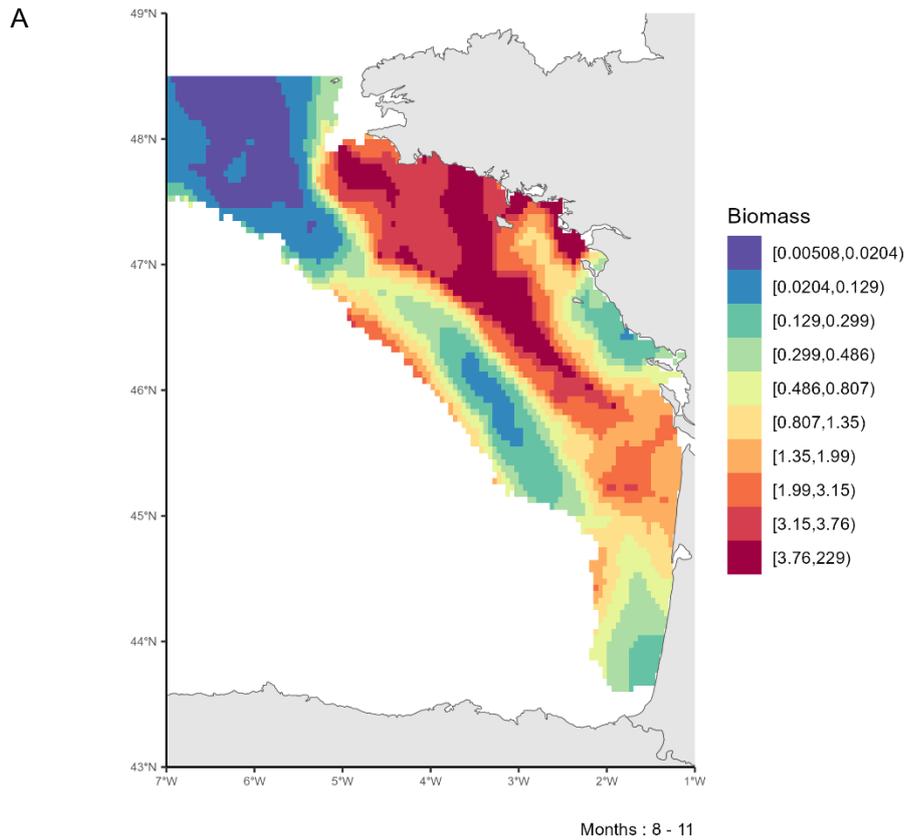


Figure 130 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse de langoustine (*Nephrops norvegicus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mai-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution de langoustine (*Nephrops norvegicus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mai-Juin) sur la période 2008-2022.

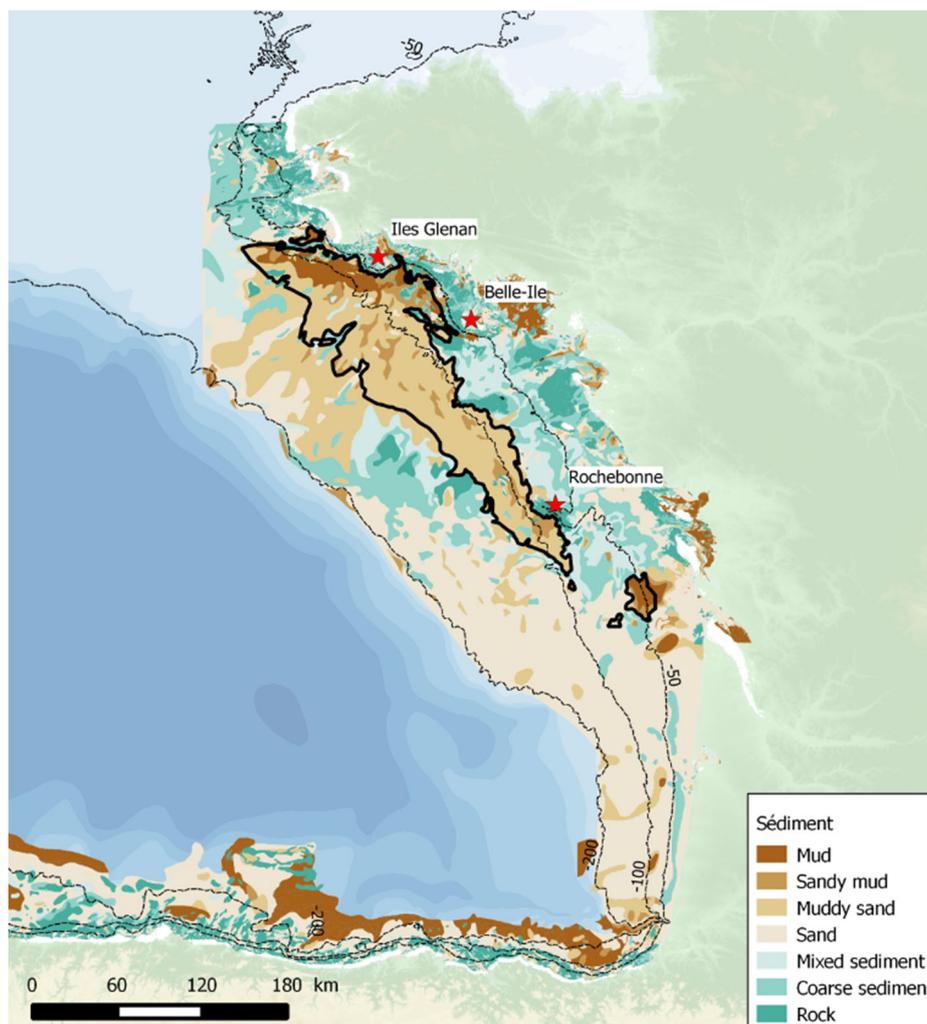


Figure 131 : Carte des types sédimentaires présents dans le Golfe de Gascogne. La "Grande Vasière" est matérialisée par le trait noir.

#### 4.2.10. Pleuronectes platessa (Plie)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 132). Les poids de débarquement de plie sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

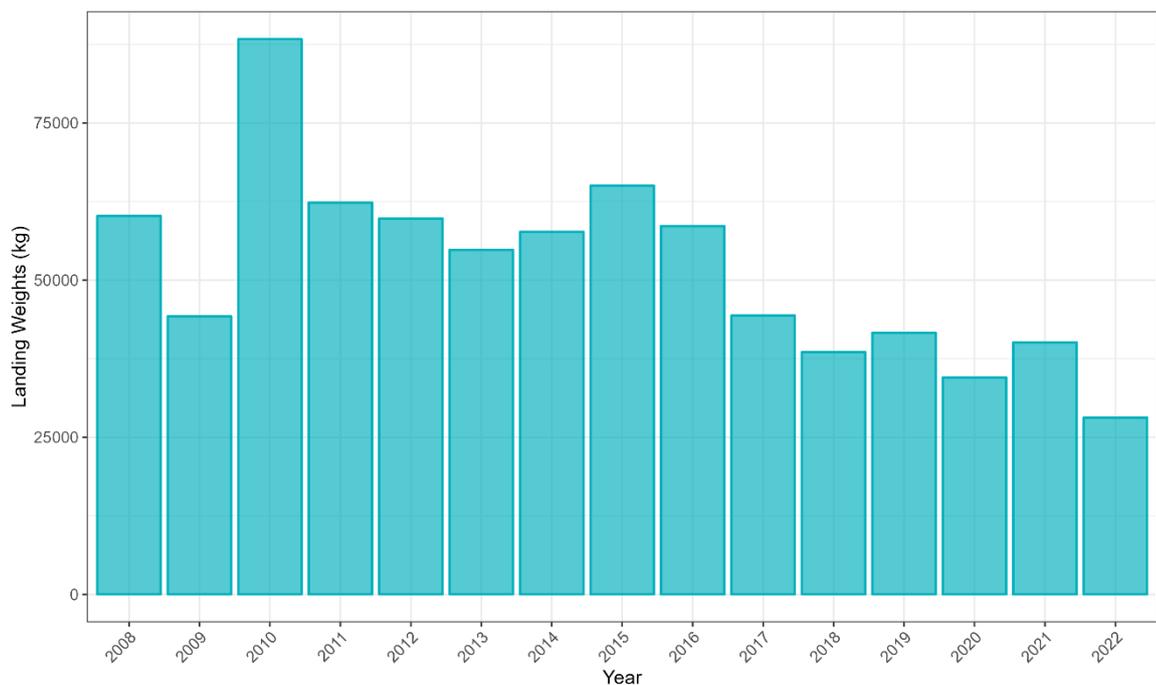


Figure 132 : Débarquement (en kg) de plie (*Pleuronectes platessa*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de plie sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 133. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

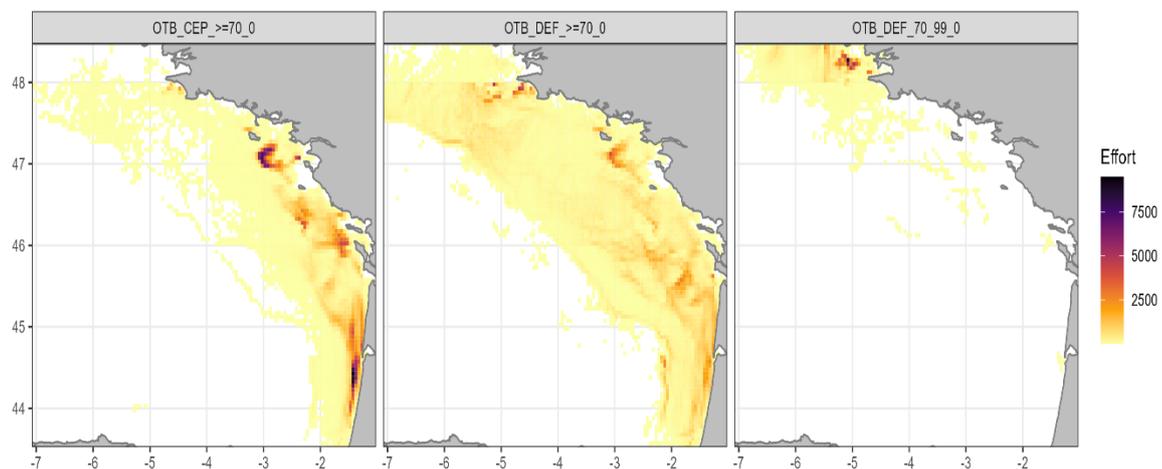


Figure 133 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de plie (*Pleuronectes platessa*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 40 cm (Deniel, 1990) nous permet de définir l'ogive de maturité de la plie dans le Golfe de Gascogne (Figure 132).

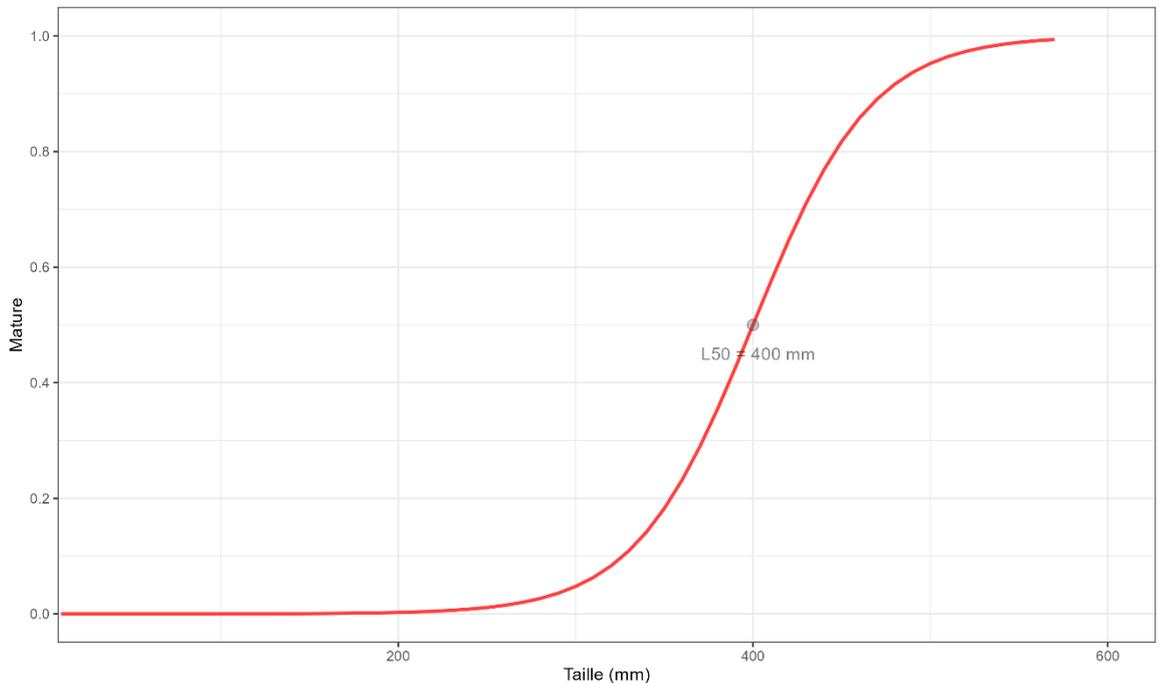


Figure 134 : Ogive de maturité de la plie (*Pleuronectes platessa*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 135). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). La fréquence d'individus matures dans la catégorie commerciale 50 semble être surestimée.

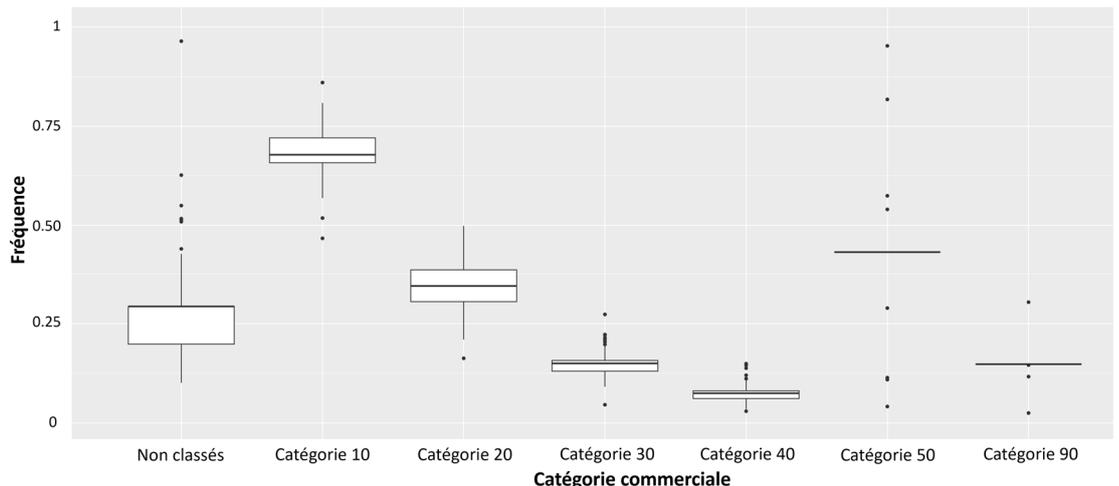


Figure 135 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la plie (*Pleuronectes platessa*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de plie au cours des mois de reproduction (Janvier – Février) (Deniel, 1981) permet d'identifier des zones de frayères

potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 136). Les frayères de plie se trouvent tout le long des côtes françaises avec une biomasse particulièrement élevée aux alentours du plateau de Rochebonne ainsi qu'au large de la Bretagne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

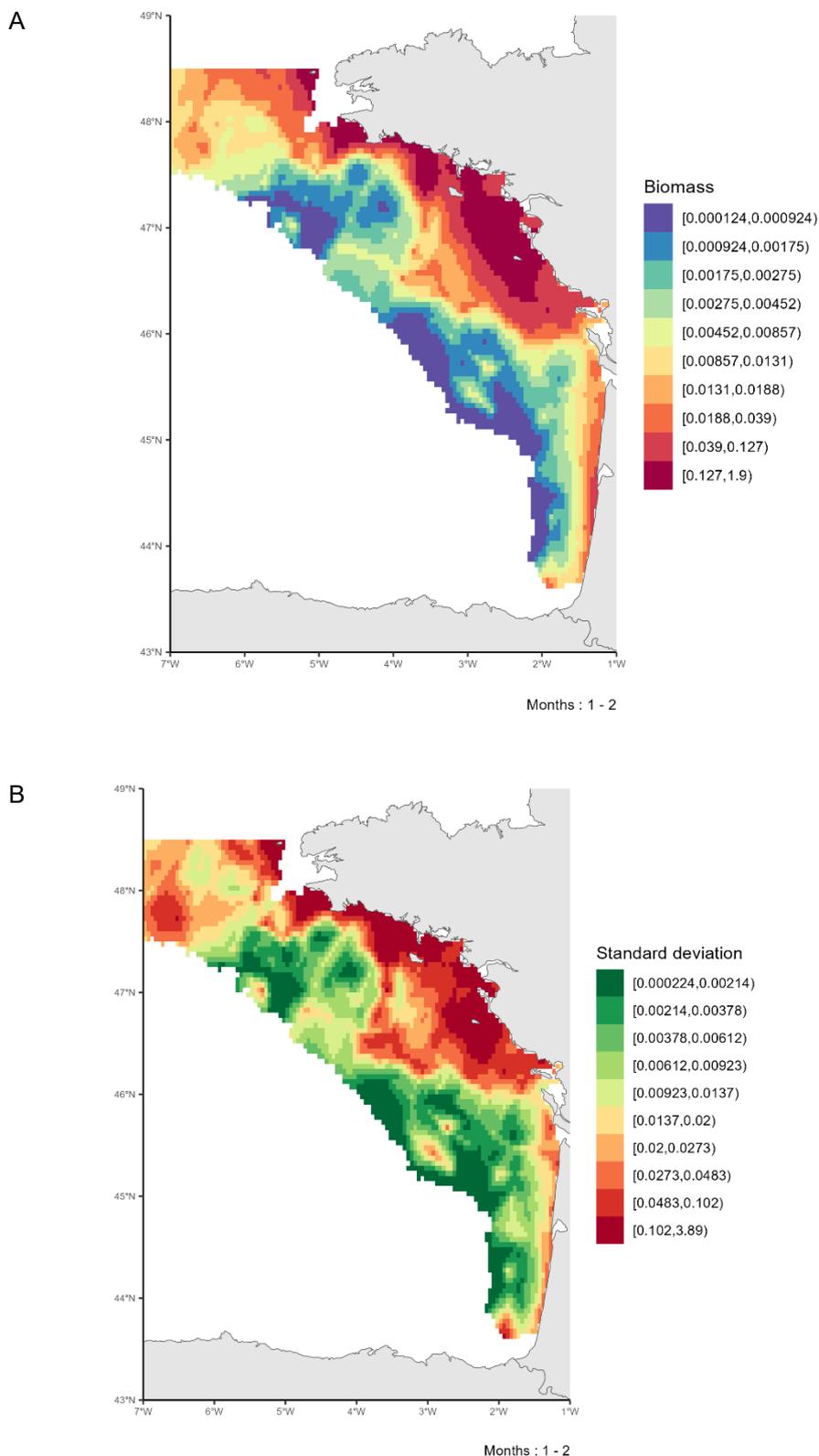


Figure 136 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de plie (*Pleuronectes platessa*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Février) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de plie (*Pleuronectes*

platessa) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Février) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.11. *Pollachius pollachius* (Lieu jaune)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 137). Les débarquements de lieu jaune diminuent graduellement à partir de 2015.

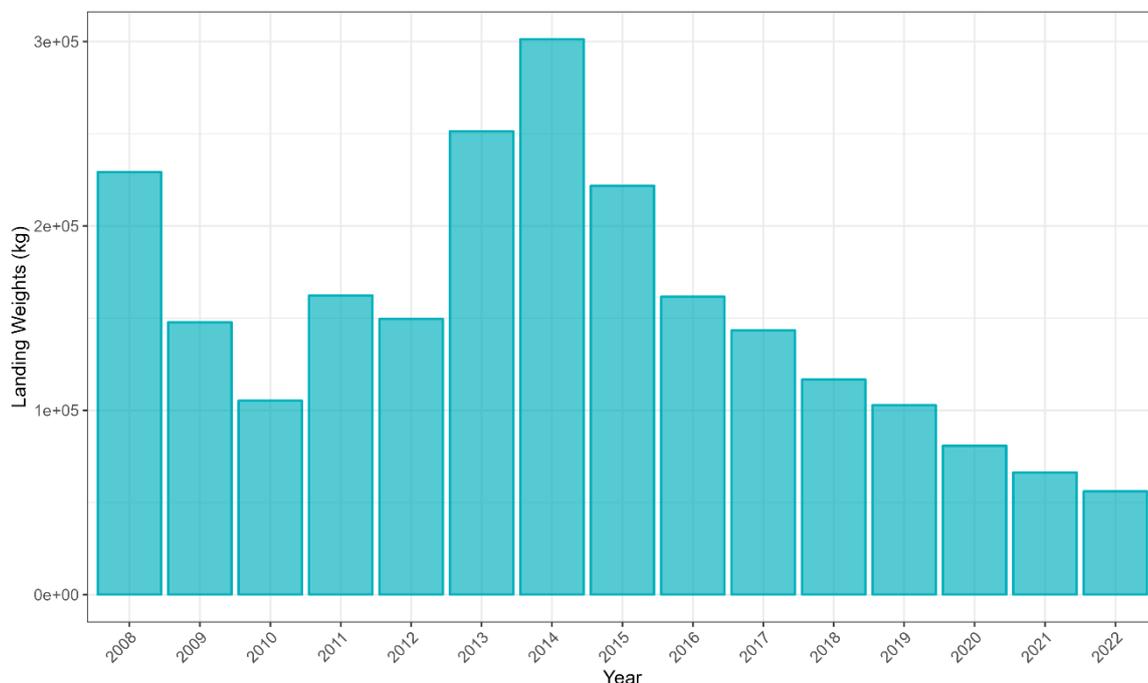


Figure 137 : Débarquement (en kg) de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

##### *Couverture spatiale de la zone*

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de lieu jaune sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 138. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTT\_DEF et les deux OTB\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond jumeaux à panneaux et des chaluts de fond à panneaux ciblant les poissons démersaux.

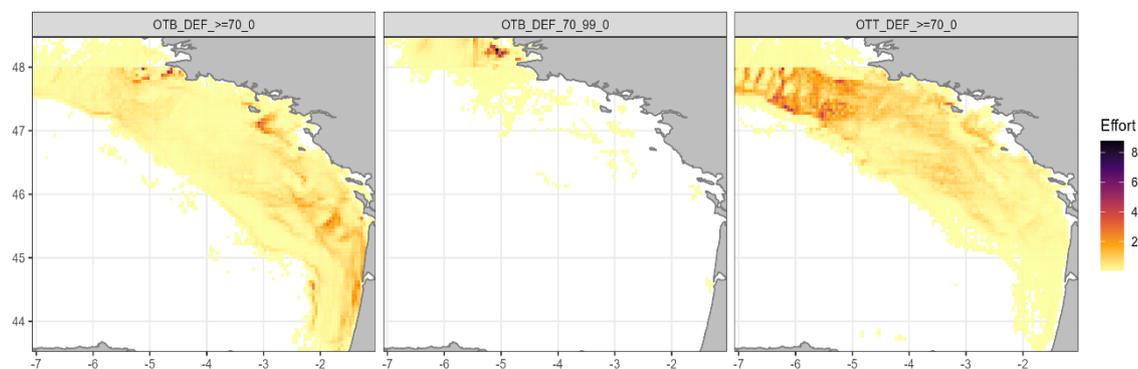


Figure 138 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 43.7 cm (Alemany, 2017) nous permet de définir l'ogive de maturité du lieu jaune dans le Golfe de Gascogne (Figure 139).

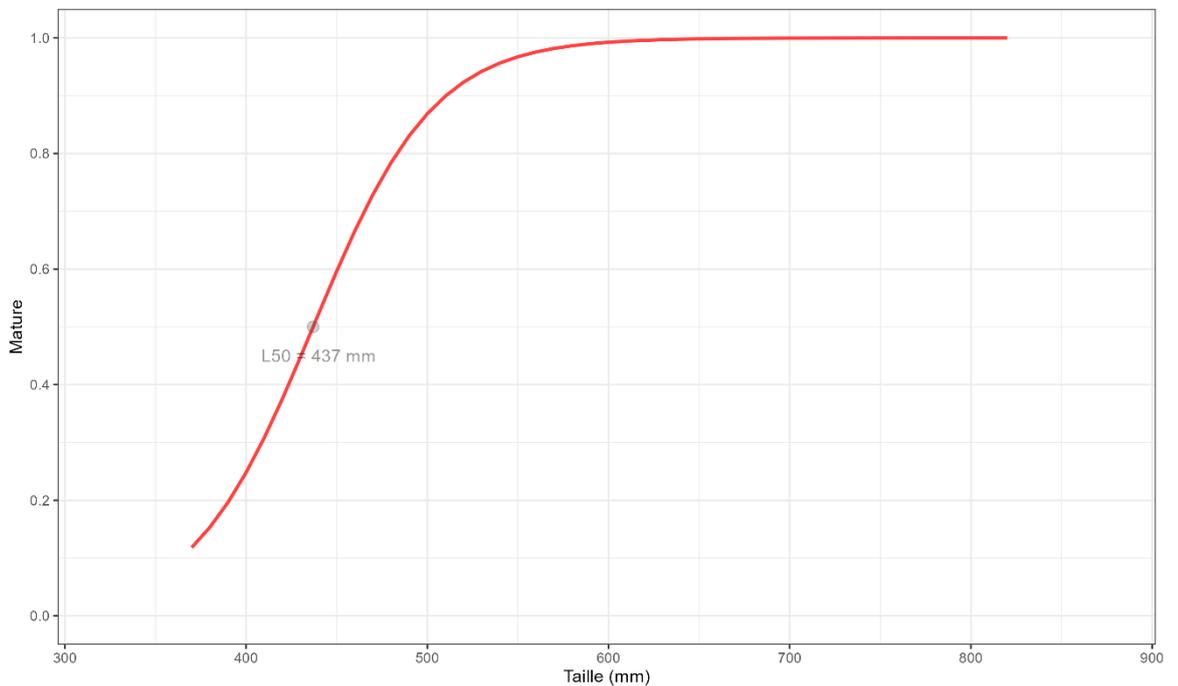


Figure 139 : Ogive de maturité du lieu jaune (*Pollachius pollachius*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 140). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

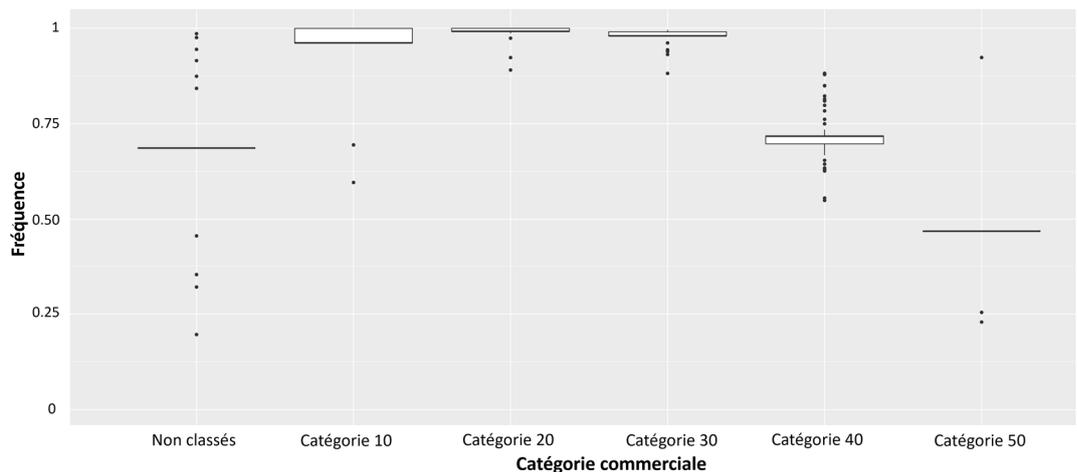


Figure 140 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le lieu jaune (*Pollachius pollachius*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de lieu jaune au cours des mois de reproduction (Février – Mars) (Moreau, 1964) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 141). Les frayères de lieu jaune se

trouvent au large de la Bretagne ainsi que le long de la côte au niveau du Pays de la Loire. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

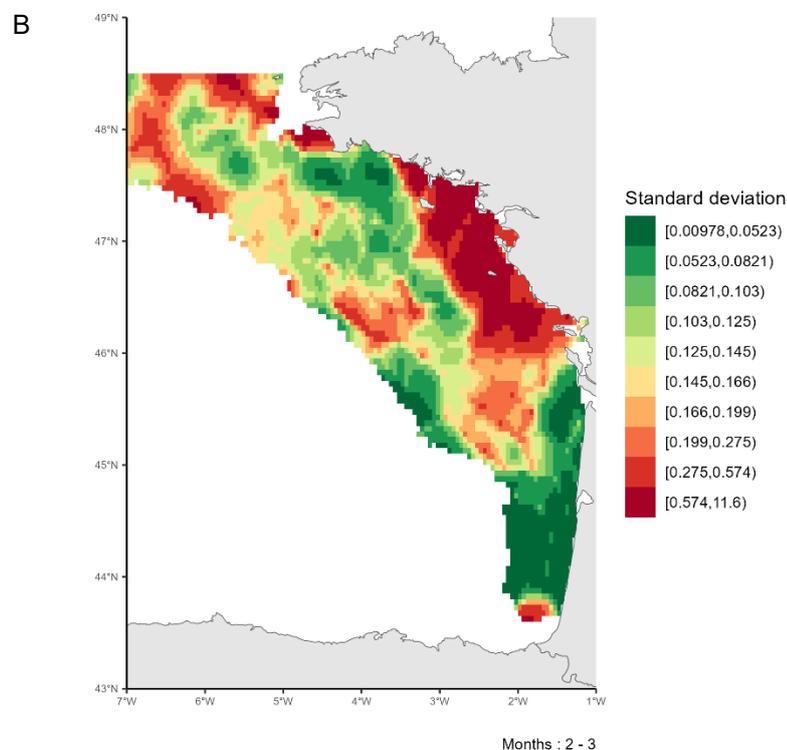
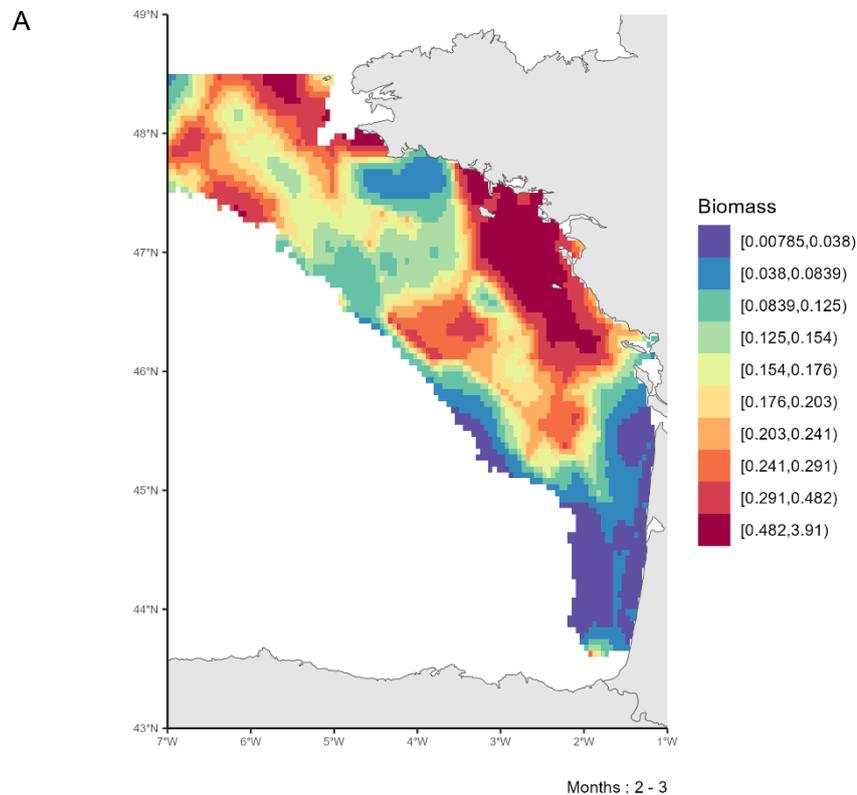


Figure 141 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Avril-Juillet) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de lieu jaune (*Pollachius pollachius*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Avril-Juillet) sur la période 2008-2022.

## 4.2.12. Raja brachyura (Raie lisse)

### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2009-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 142). Il y a une hausse des débarquements de raie lisse au cours de la série temporelle avec un début de pêche en 2009.

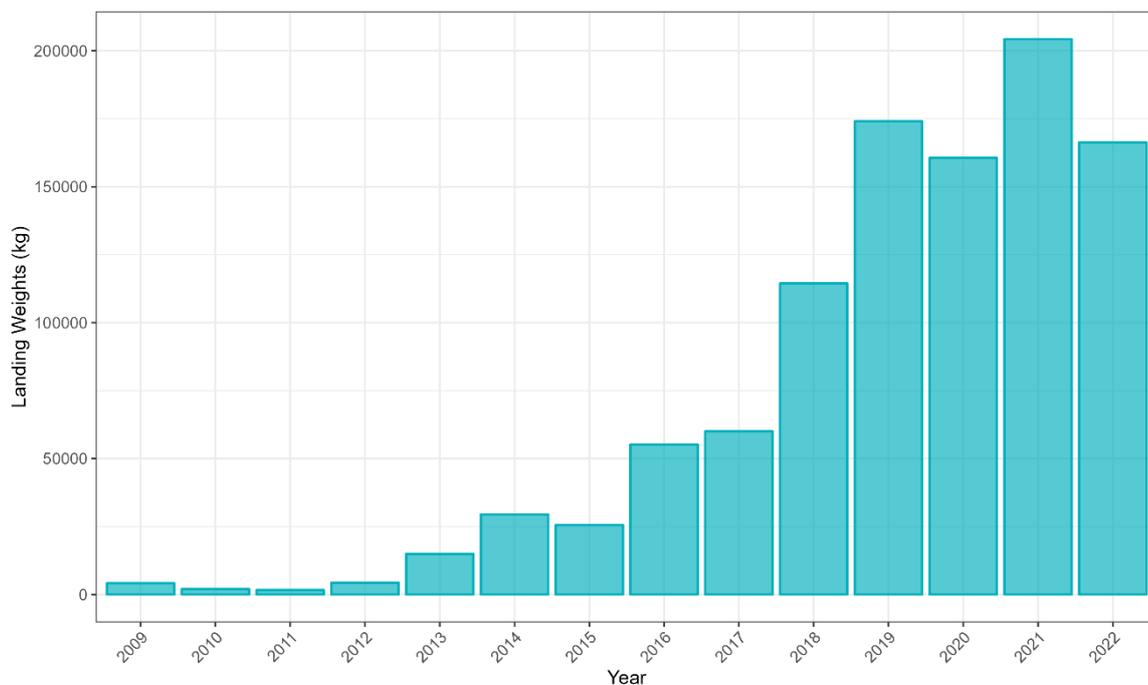


Figure 142 : Débarquement (en kg) de raie lisse (*Raja brachyura*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de raie lisse sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 143. L'ensemble de la zone est bien couvert par les trois flottilles OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant les poissons démersaux.

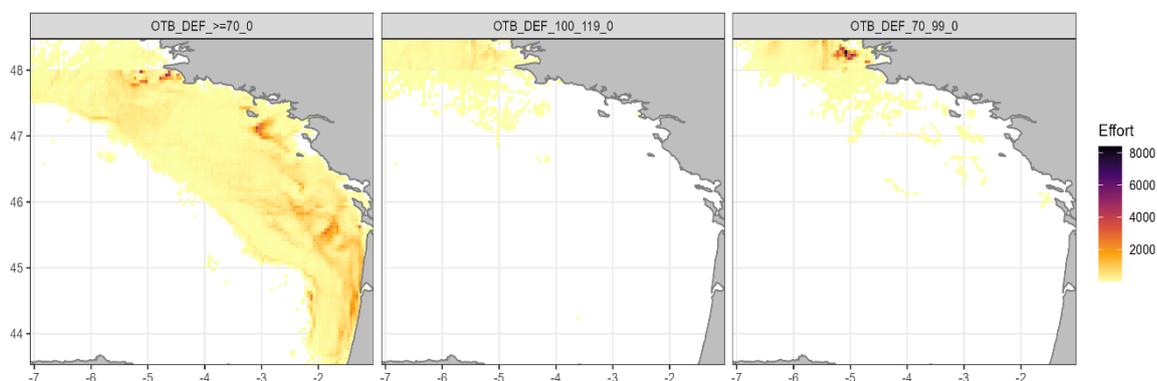


Figure 143 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de raie lisse (*Raja brachyura*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 82.7 cm (Thys et al., 2023) nous permet de définir l'ogive de maturité de la raie lisse dans le Golfe de Gascogne (Figure 144).

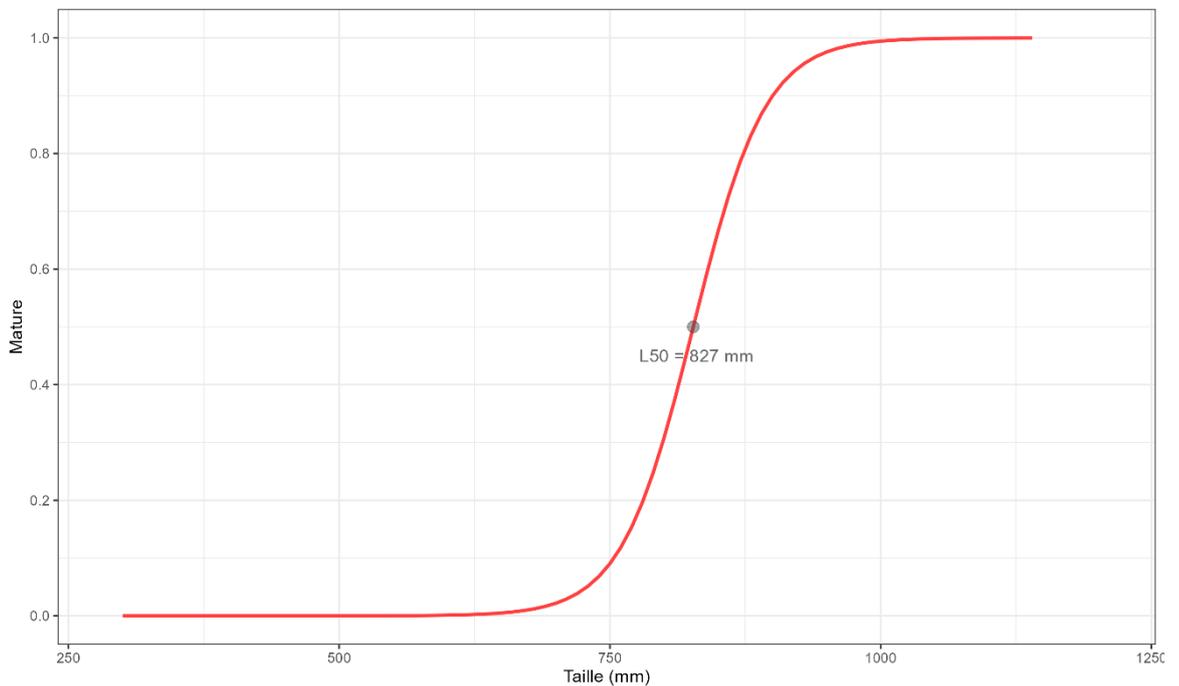


Figure 144 : Ogive de maturité de la raie lisse (*Raja brachyura*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 145). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

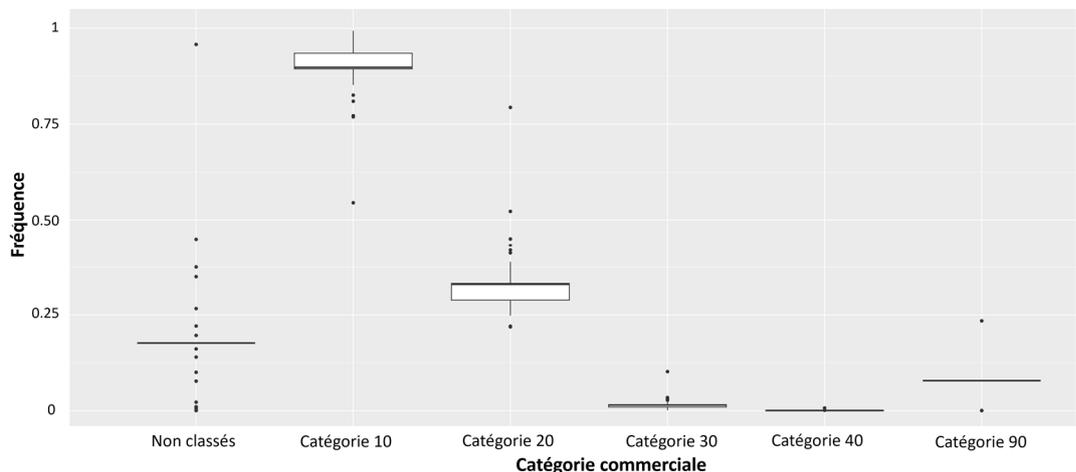
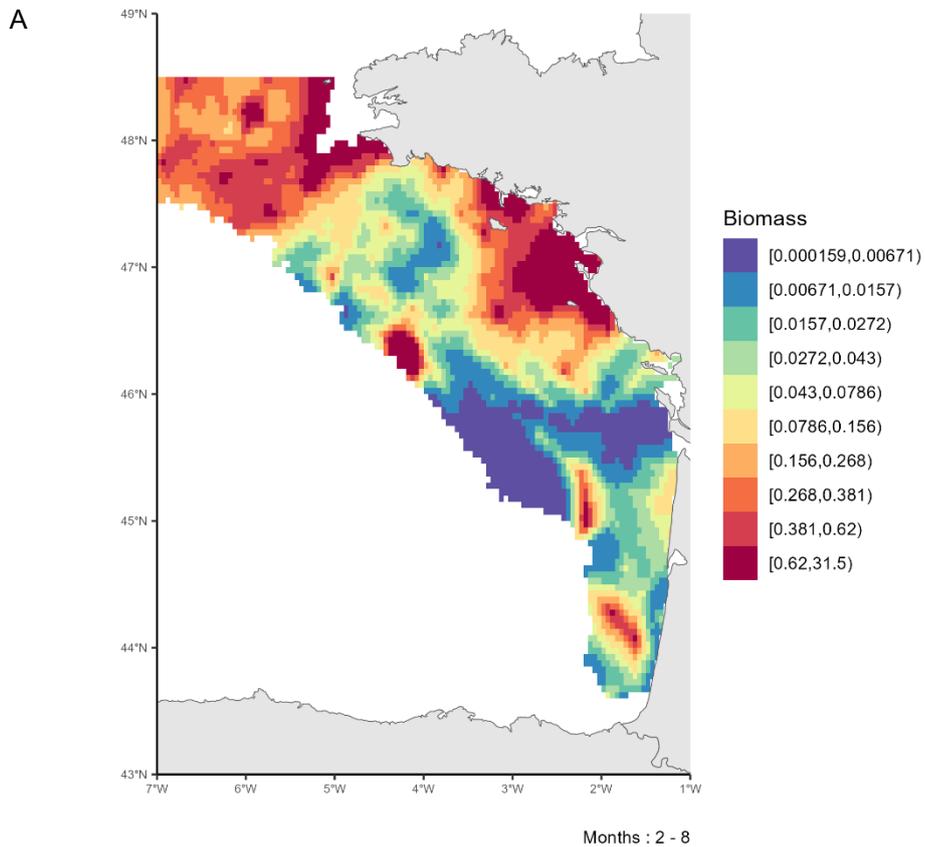


Figure 145 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la raie lisse (*Raja brachyura*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de raie lisse au cours des mois de reproduction (Février – Août) (Whitehead, 1984) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2009-2022 (Figure 146). Les frayères de raie lisse se trouvent principalement au large de la Bretagne, le long de la côte des Pays de la Loire. Il y a également des frayères potentielles au large, dans la zone du fer à cheval ainsi qu'au large du plateau de Rochebonne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



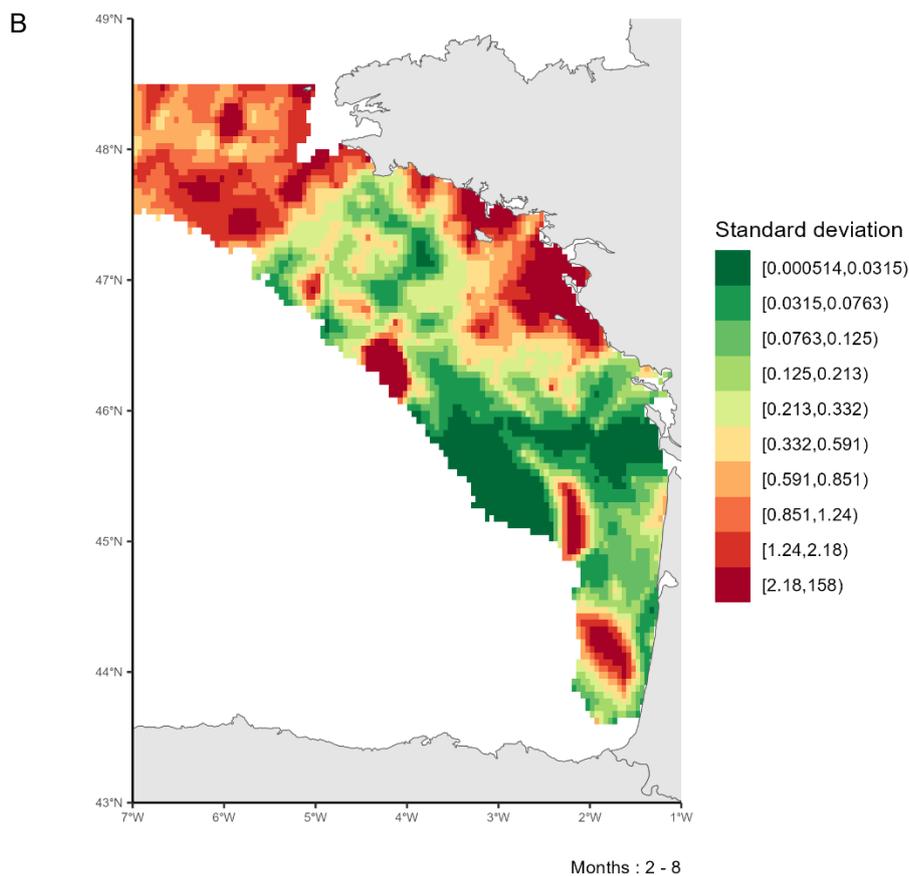


Figure 146 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de raie lisse (*Raja brachyura*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Février-Août) sur la période 2009-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de raie lisse (*Raja brachyura*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Février-Août) sur la période 2009-2022.

#### 4.2.13. *Raja clavata* (Raie bouclée)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 147). Les débarquements de raie bouclée augmentent de manière régulière tout au long de la série temporelle.

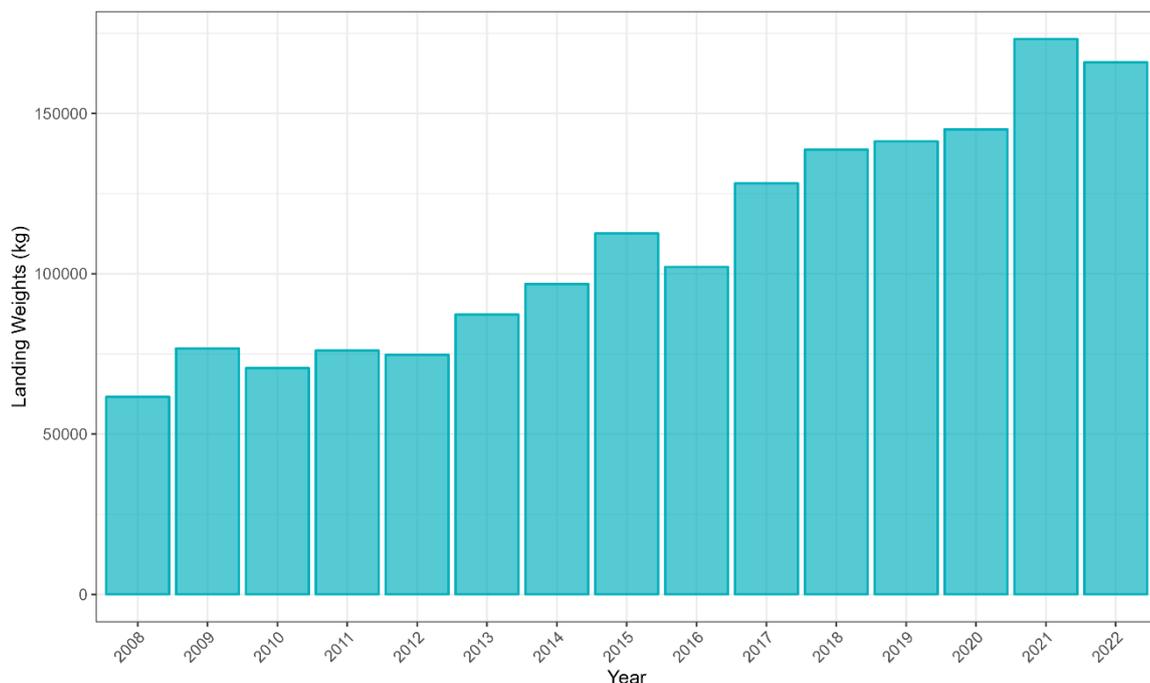


Figure 147 : Débarquement (en kg) de raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de raie bouclée sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 148. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux et des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant toutes deux les poissons démersaux. La flottille OTT\_CRU, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les crustacés, couvre plutôt la partie centrale du Golfe de Gascogne.

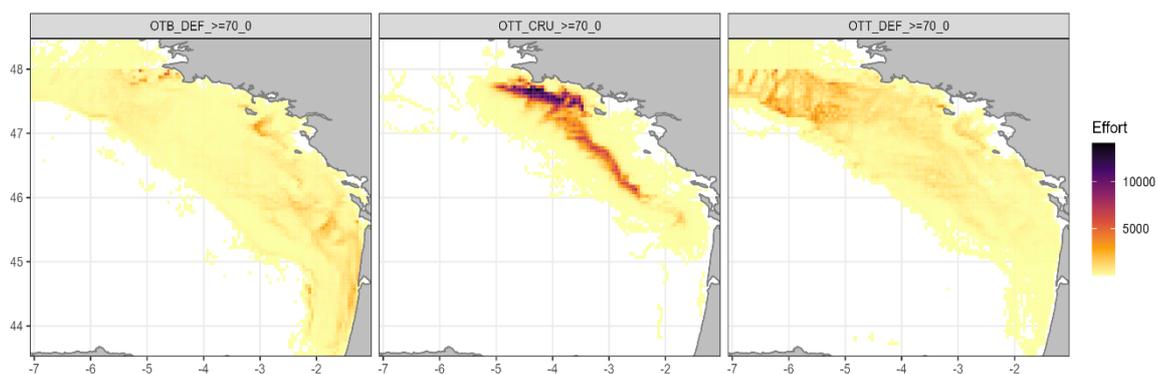


Figure 148 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 78 cm (McCully et al., 2012) nous permet de définir l'ogive de maturité de la raie bouclée dans le Golfe de Gascogne (Figure 149).

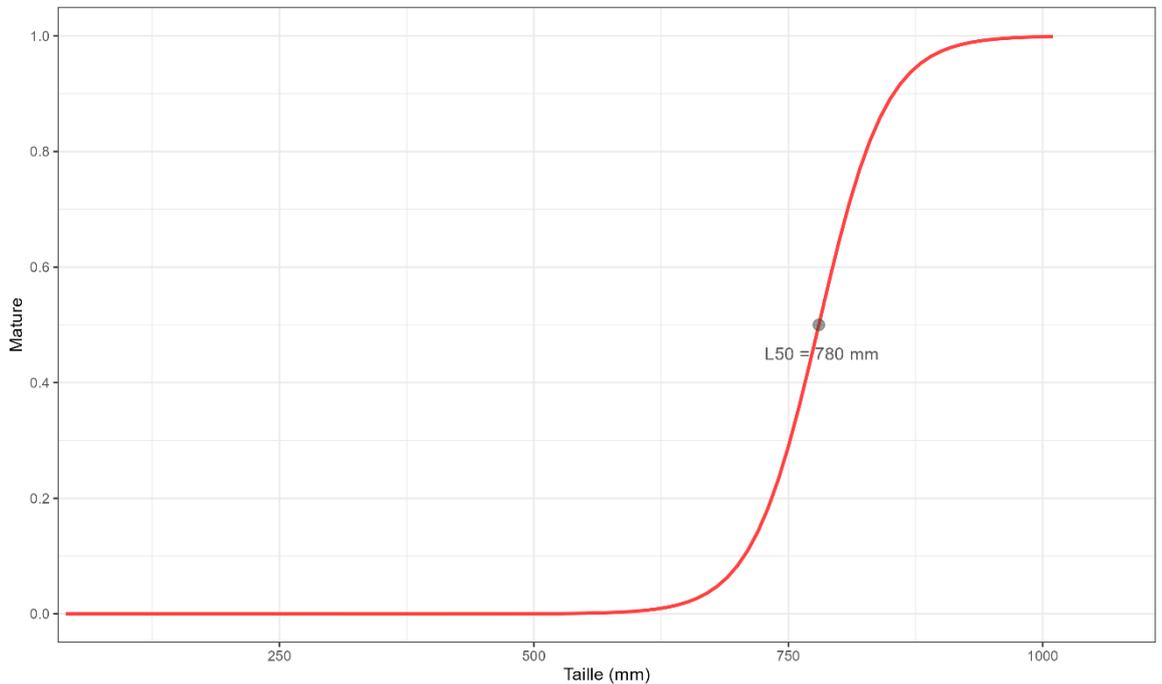


Figure 149 : Ogive de maturité de la raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 150). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

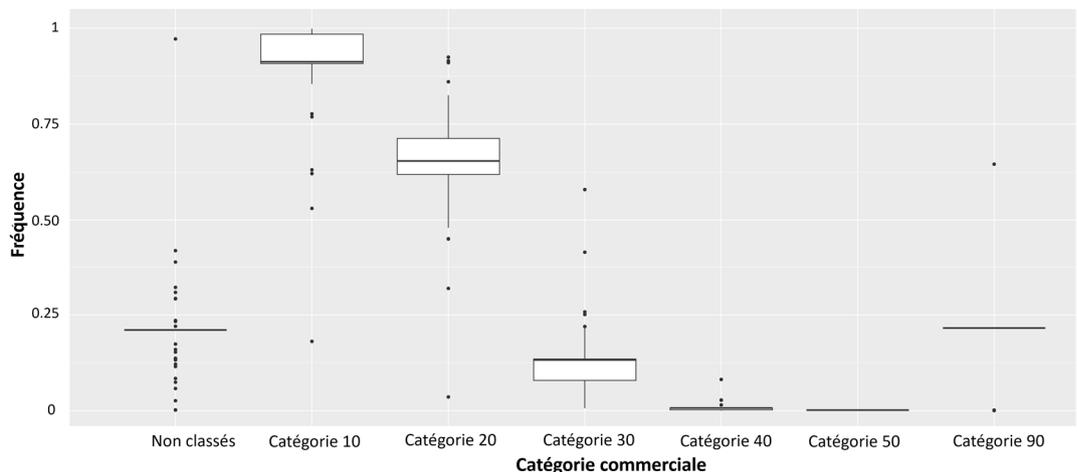
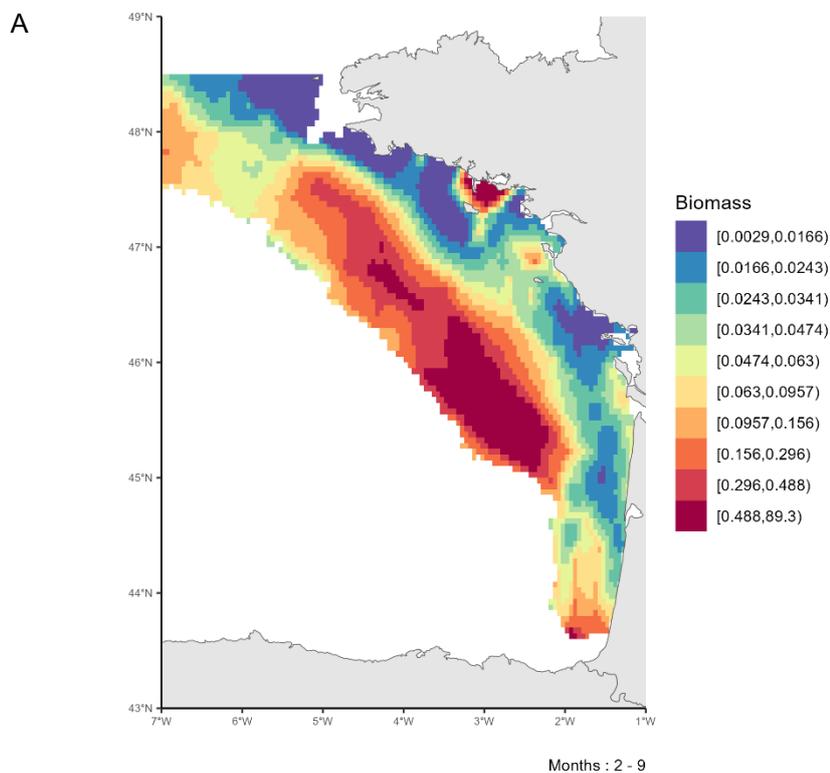


Figure 150 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de raie bouclée au cours des mois de reproduction (February – September) (Holden, 1975) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 151). Les frayères de raie bouclée se trouvent au large, le long du plateau continental. Une zone de frayère potentielle se situe également au niveau de Belle Ile. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



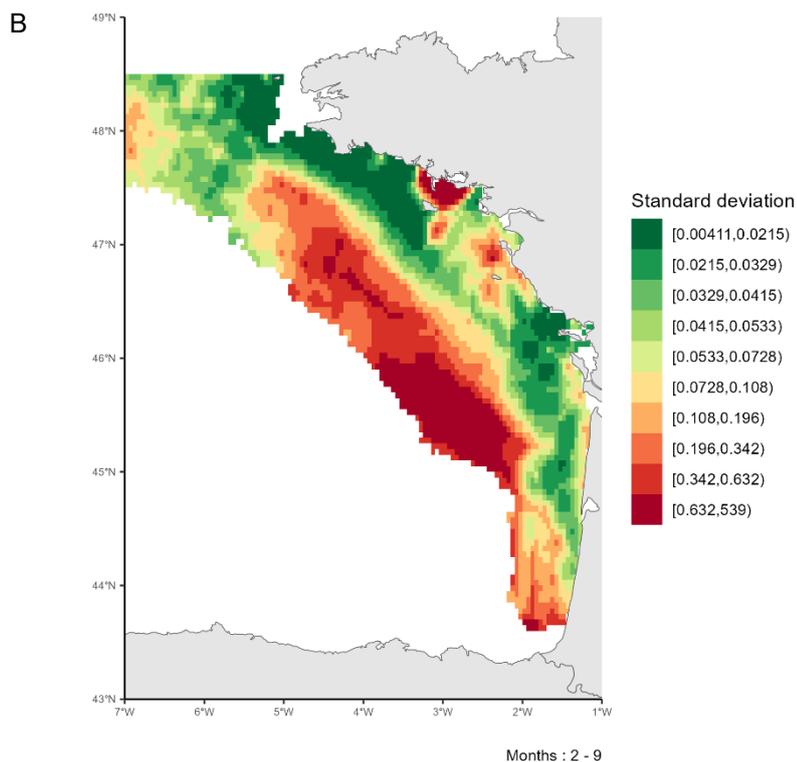


Figure 151 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Février-Septembre) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Février-Septembre) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.14. *Scophthalmus rhombus* (Barbue)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 152). Les poids de débarquement de barbue sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

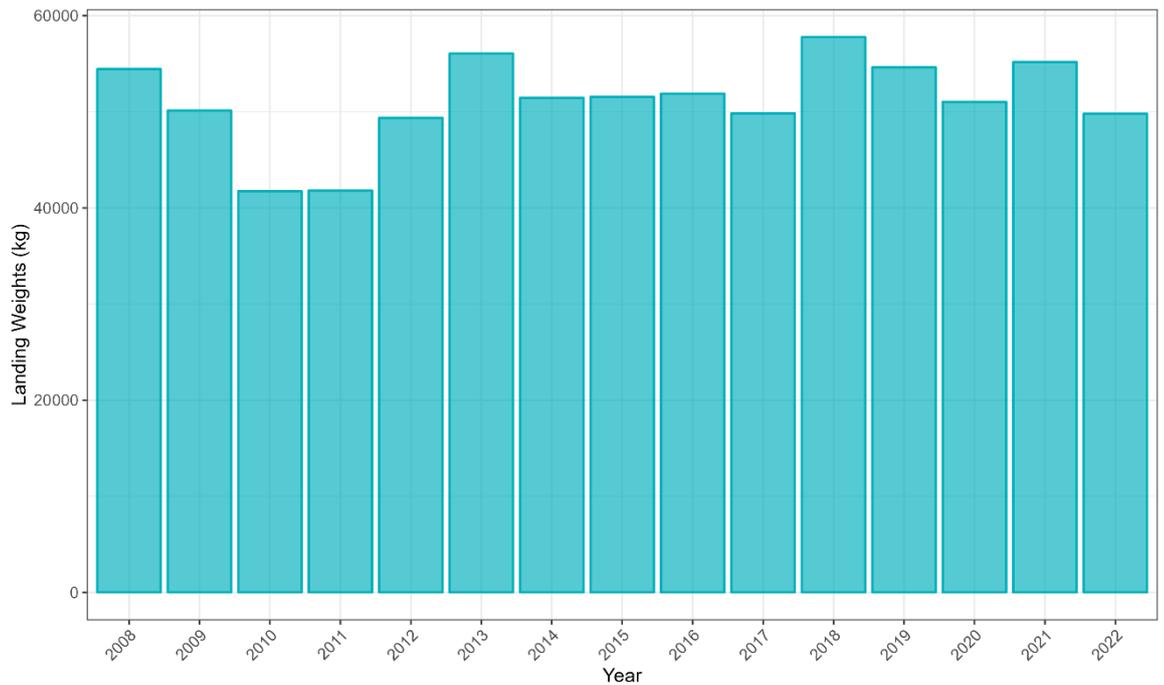


Figure 152 : Débarquement (en kg) de barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de barbue sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 153. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

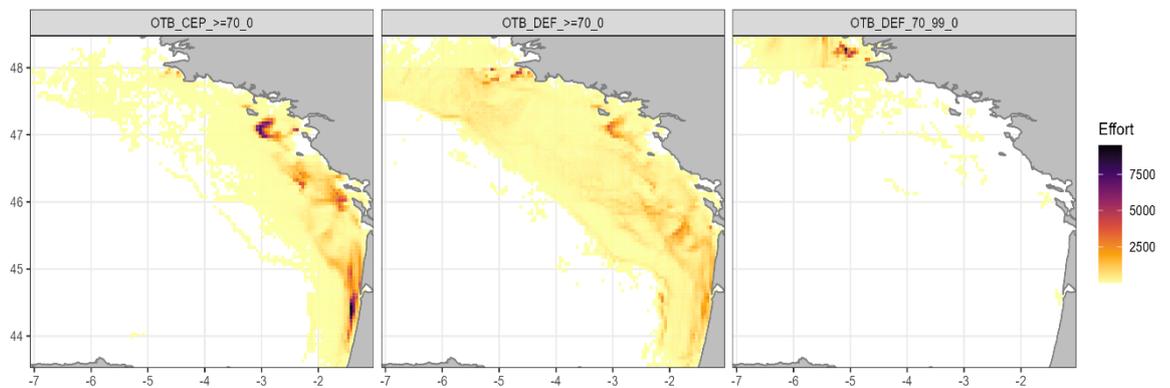


Figure 153 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 15 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité du barbue dans le Golfe de Gascogne (Figure 154).

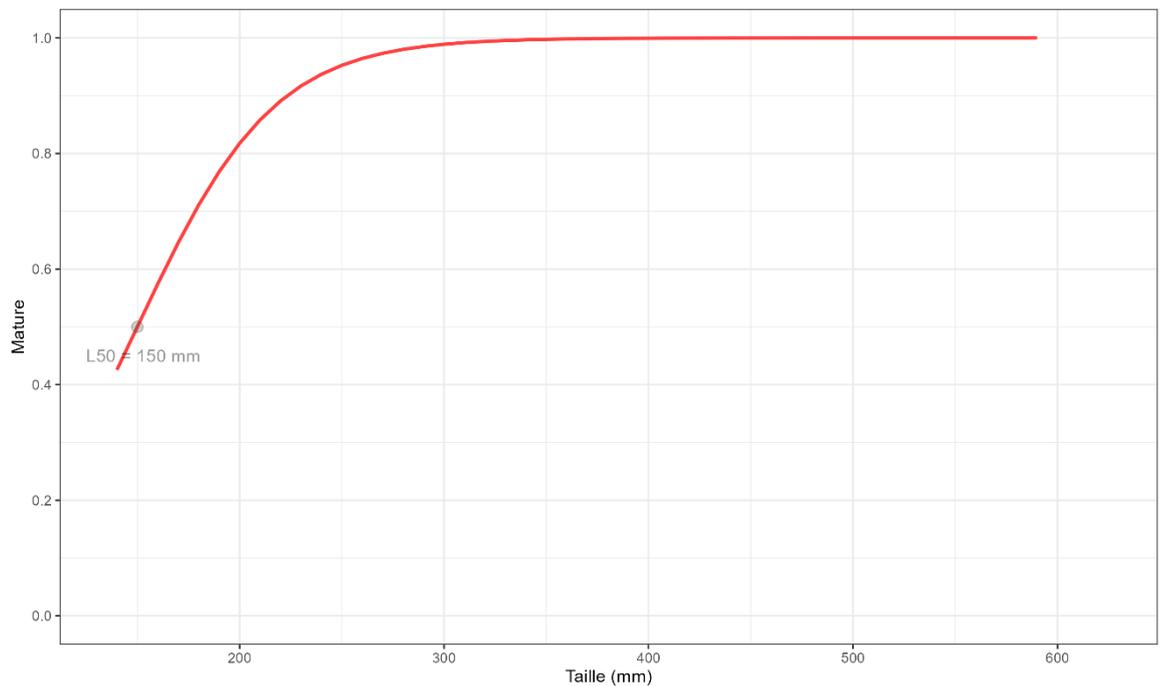


Figure 154 : Ogive de maturité de la barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 155). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

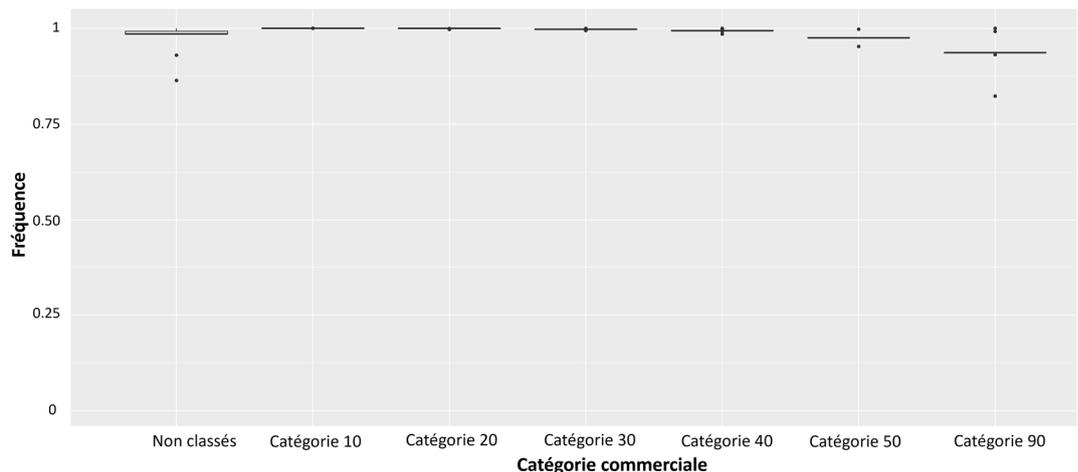


Figure 155 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de barbu au cours des mois de reproduction (Avril – Juillet) (Dunn et al., 1996) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 156). Les frayères de barbu se trouvent dans le fer à cheval, aux alentours du plateau de Rochebonne ainsi qu'au large de la Bretagne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

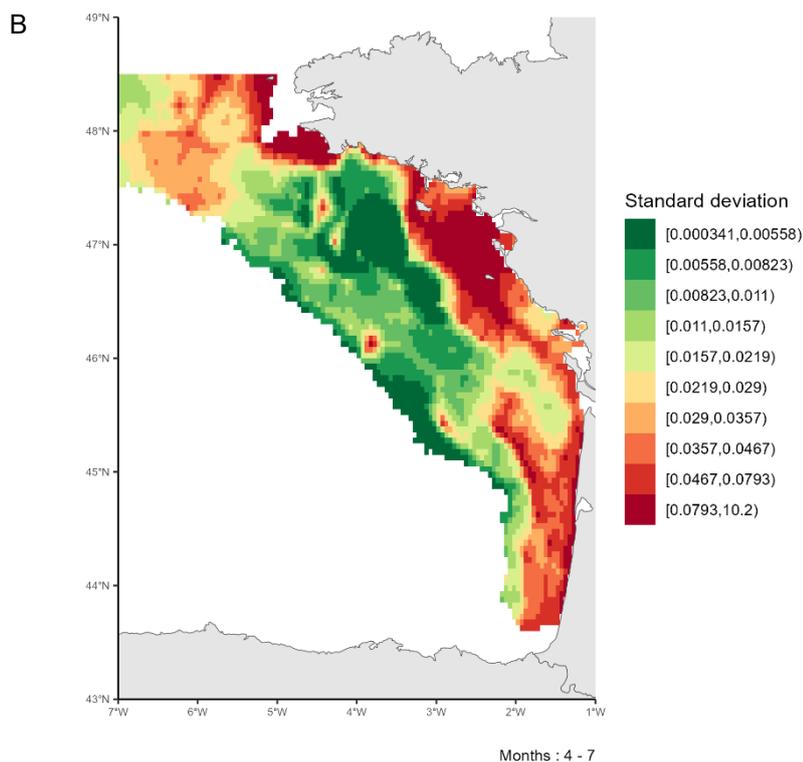
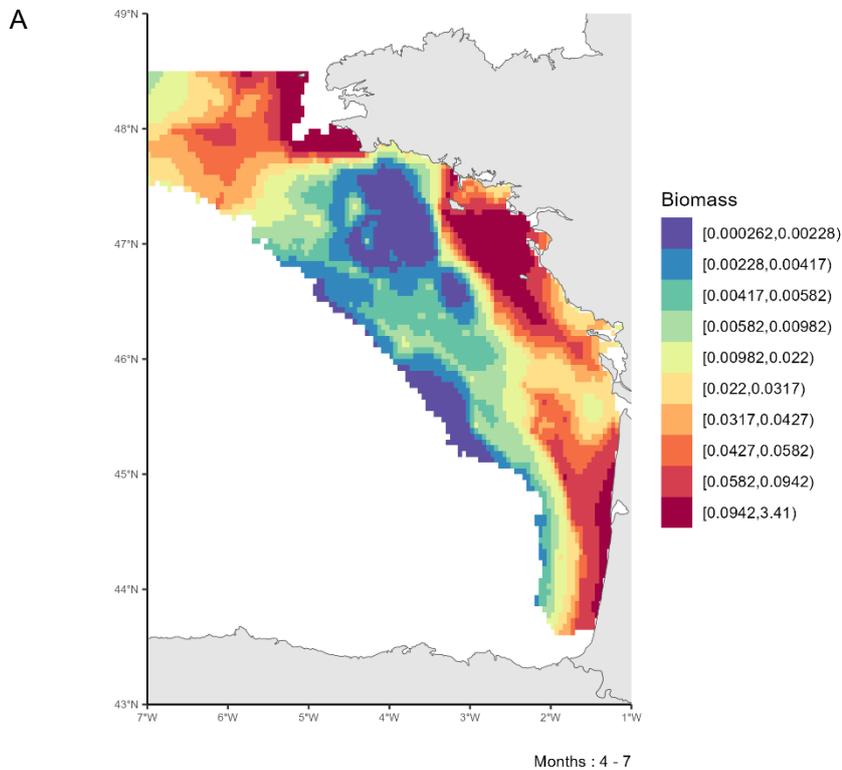


Figure 156 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Avril-Juillet) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Avril-Juillet) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.15. *Scyliorhinus canicula* (Petite roussette)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 157). Les débarquements de petite roussette décroissent régulièrement tout au long de la série temporelle.

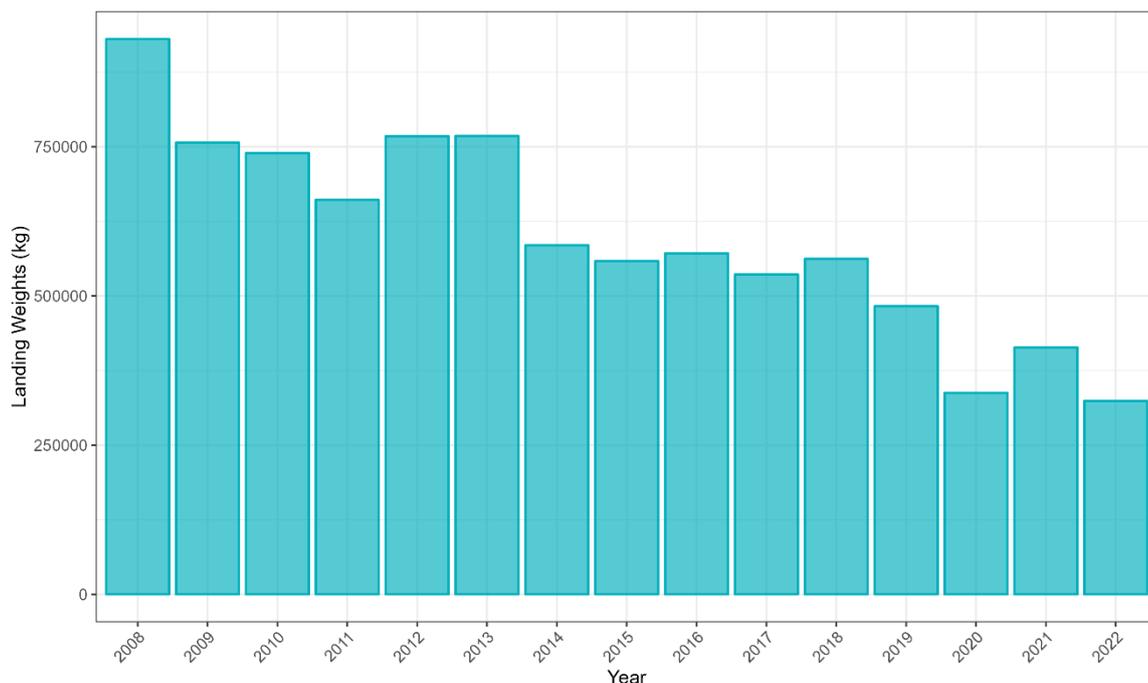


Figure 157 : Débarquement (en kg) de petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

##### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de petite roussette sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 158. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux et des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant toutes deux les poissons démersaux. La flottille OTT\_CRU, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les crustacés, couvre plutôt la partie centrale du Golfe de Gascogne.

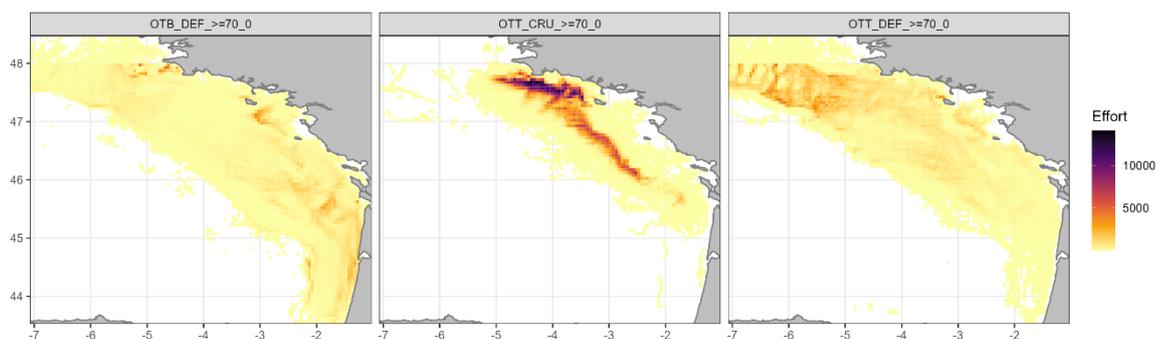


Figure 158 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 57 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité de la petite roussette dans le Golfe de Gascogne (Figure 159).

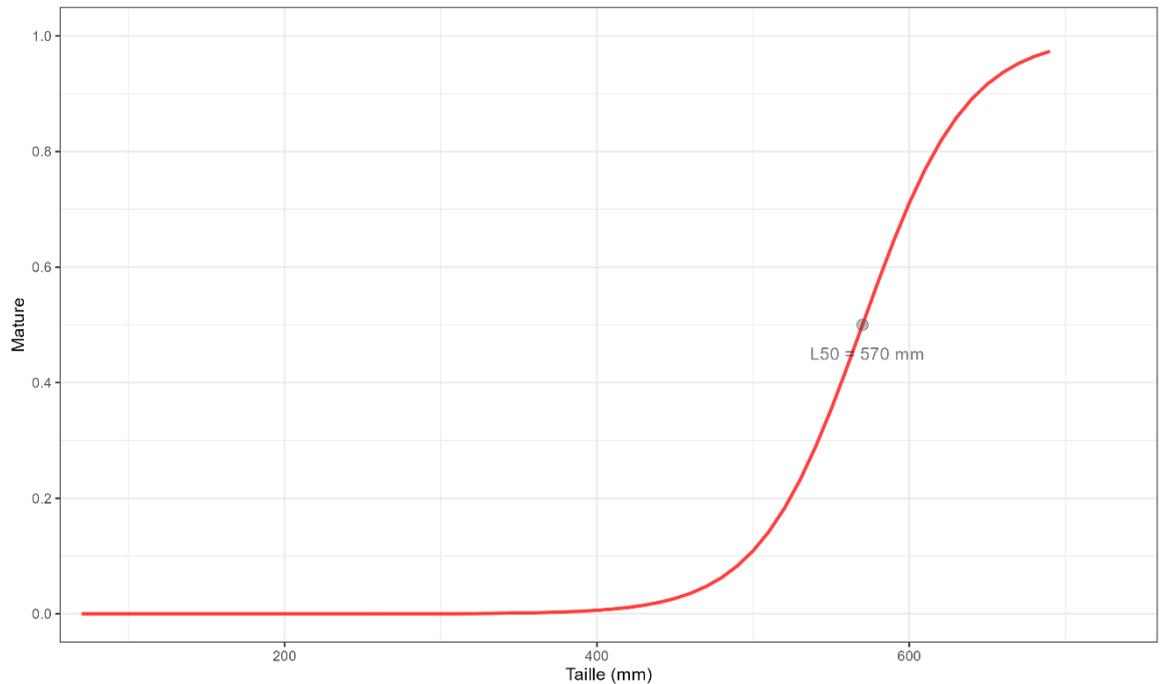


Figure 159 : Ogive de maturité de la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 160). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

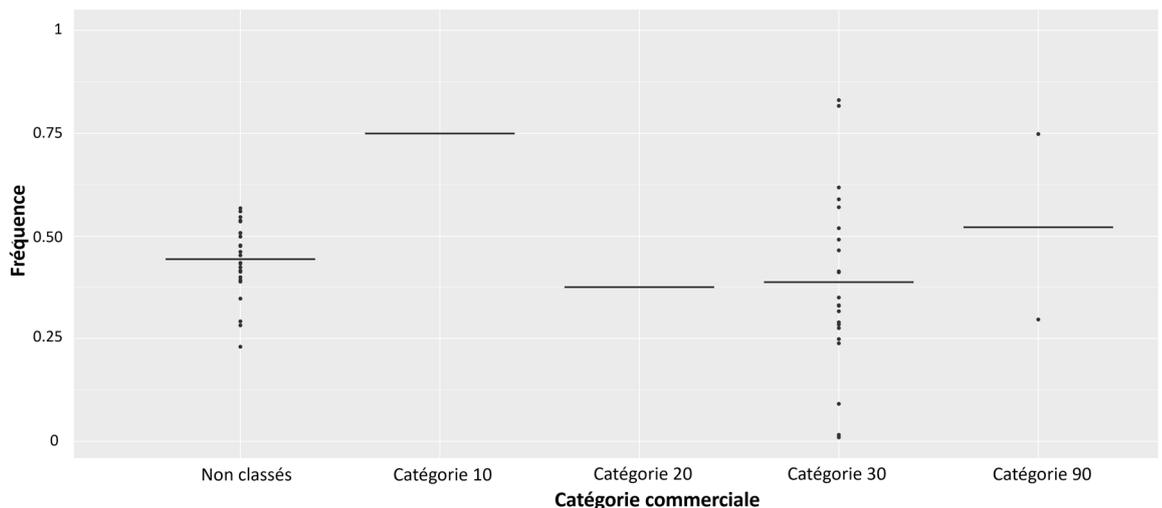


Figure 160 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de petite roussette au cours des mois de reproduction (Juillet – Août) (Ellis & Shackley, 1997) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 161). Les frayères de petite roussette se trouvent principalement au large de la Bretagne, ainsi qu'au niveau de Belle Ile. On retrouve également une zone de frayère potentielle au large dans le sud du Golfe de Gascogne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

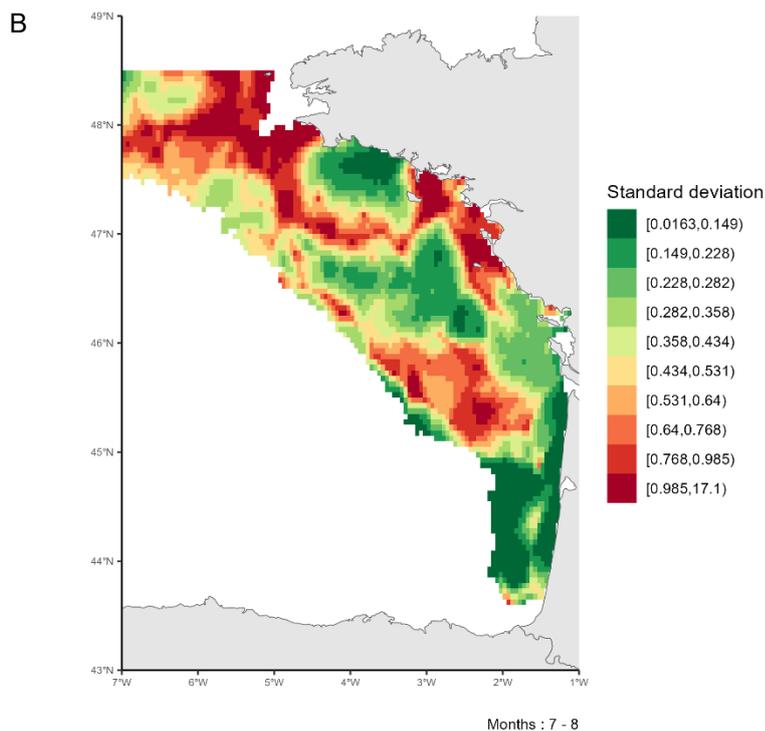
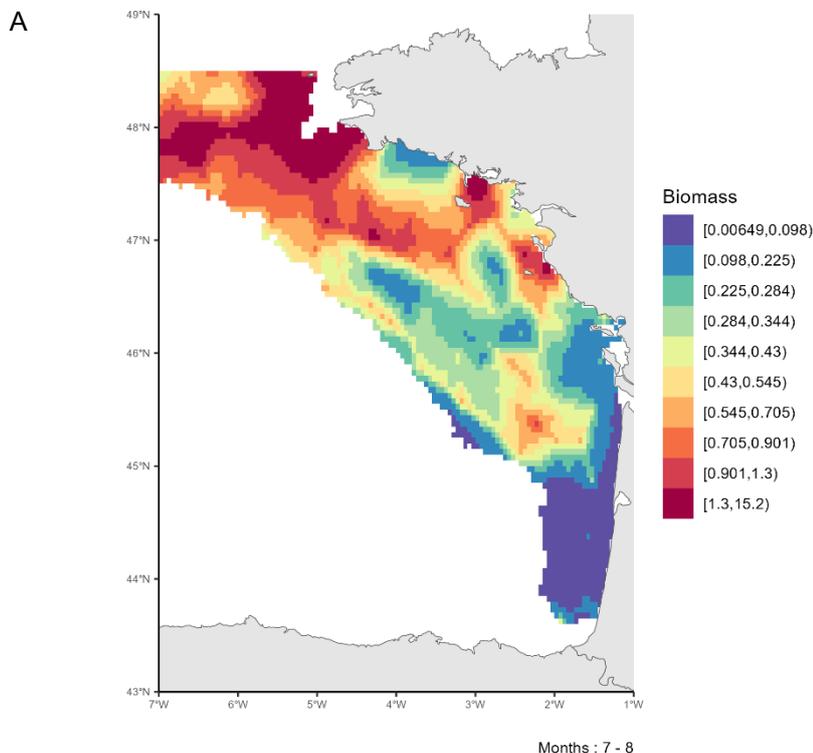


Figure 161 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de petite roussette (*Scylliorhinus canicula*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Juillet-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de petite roussette (*Scylliorhinus canicula*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Juillet-Août) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.16. *Sepia officinalis* (Seiche commune)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 162). Les débarquements de seiche commune sont relativement stables tout au long de la série temporelle avec une augmentation en 2011, 2012 et 2015.

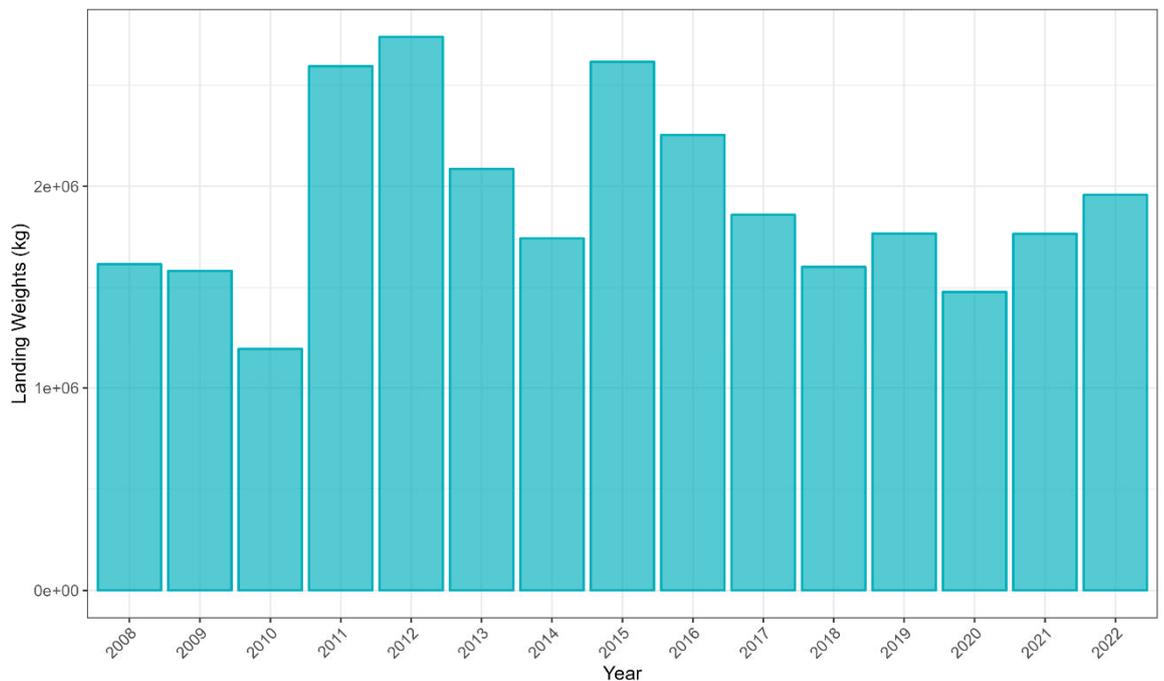


Figure 162 : Débarquement (en kg) de seiche commune (*Sepia officinalis*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

##### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de seiche commune sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 163. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP, OTT\_CEP et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux.

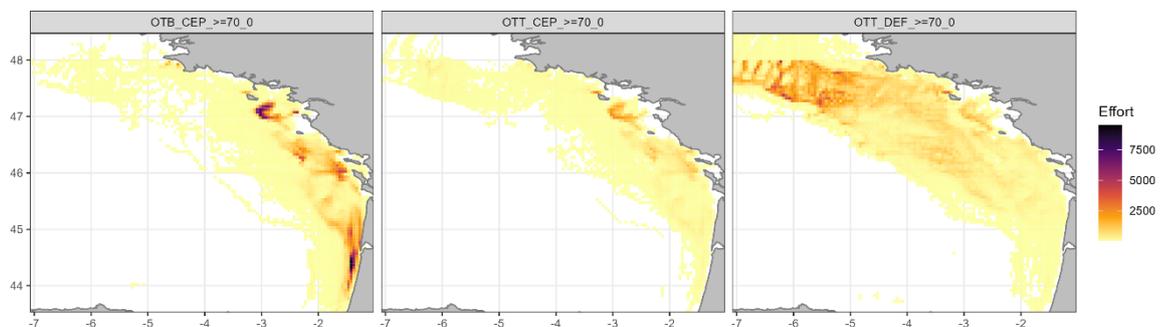


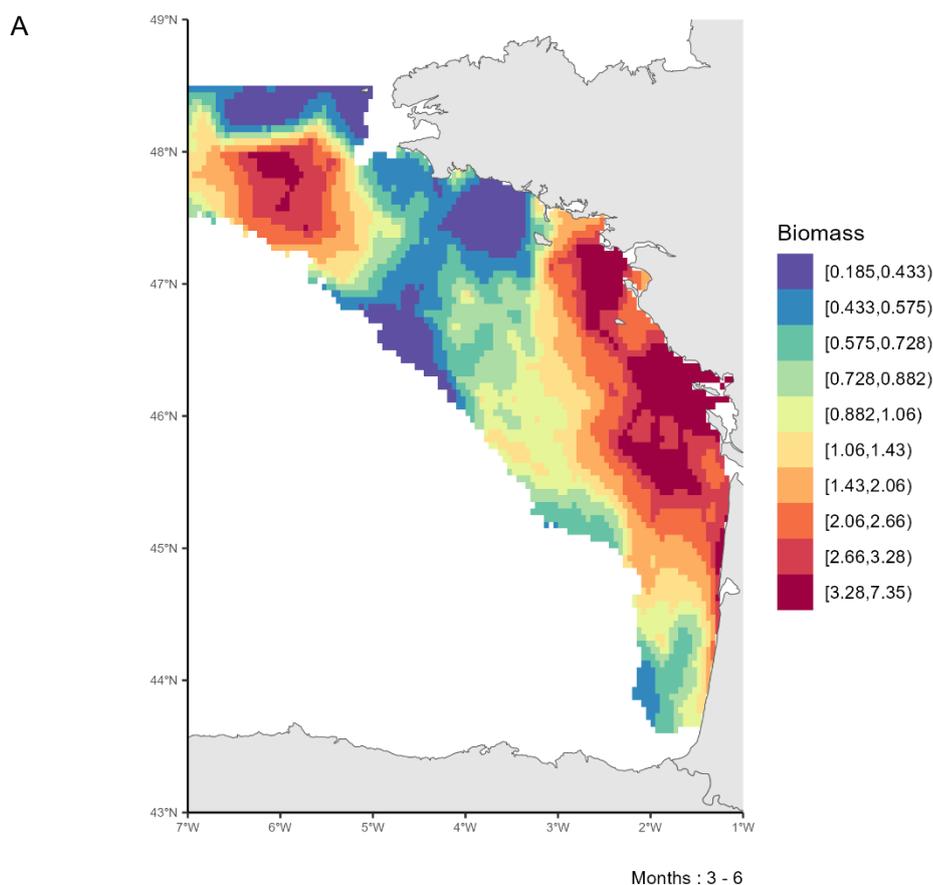
Figure 163 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de seiche commune (*Sepia officinalis*) dans le Golfe de Gascogne.

## Maturité

Il n'y a pas de suivi de maturité disponibles pour la seiche commune, nous avons donc réalisé les analyses suivantes sur la biomasse totale des débarquements à la fois pour les navires de pêche commerciale et les navires de campagne océanographique.

## Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse de seiche commune au cours des mois de reproduction (Mars – Juin) (Gauvrit et al., 1997) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 164). Les frayères de seiche commune se trouvent le long de la côte Aquitaine et des Pays de la Loire. Il y a également une frayère potentielle au large de la Bretagne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



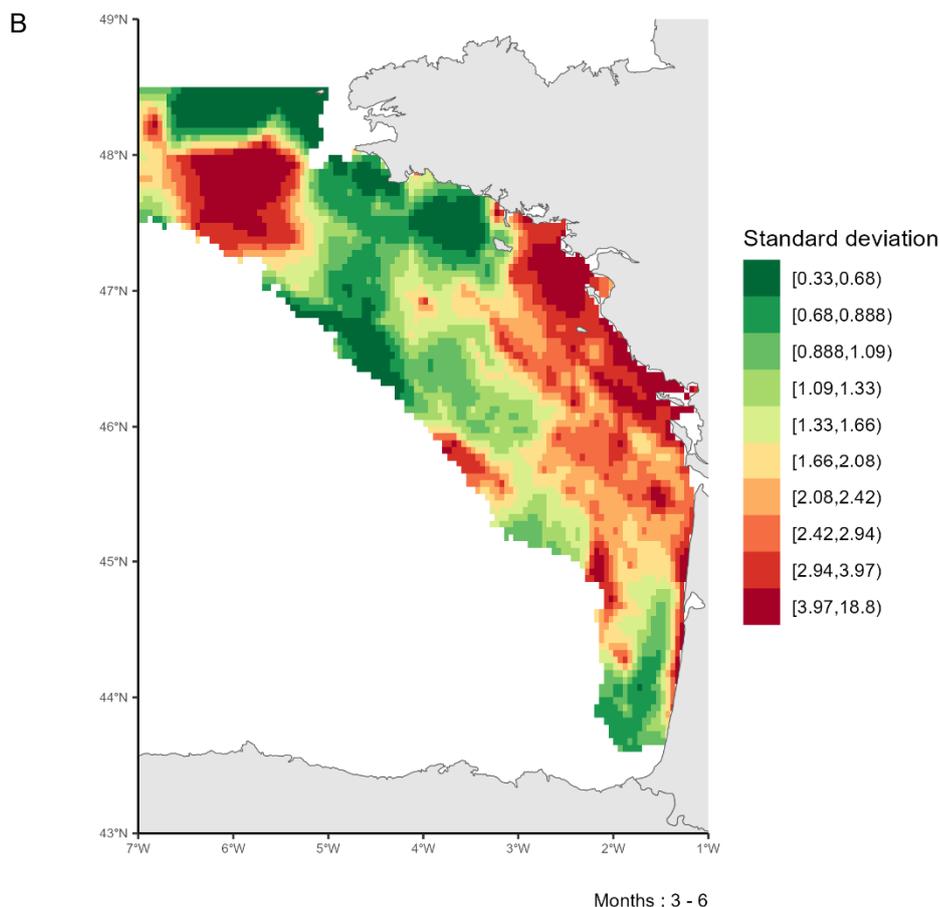


Figure 164 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse de seiche commune (*Sepia officinalis*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mars-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution de seiche commune (*Sepia officinalis*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Mars-Juin) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.17. *Solea solea* (Sole commune)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 165). Les débarquements de sole commune sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

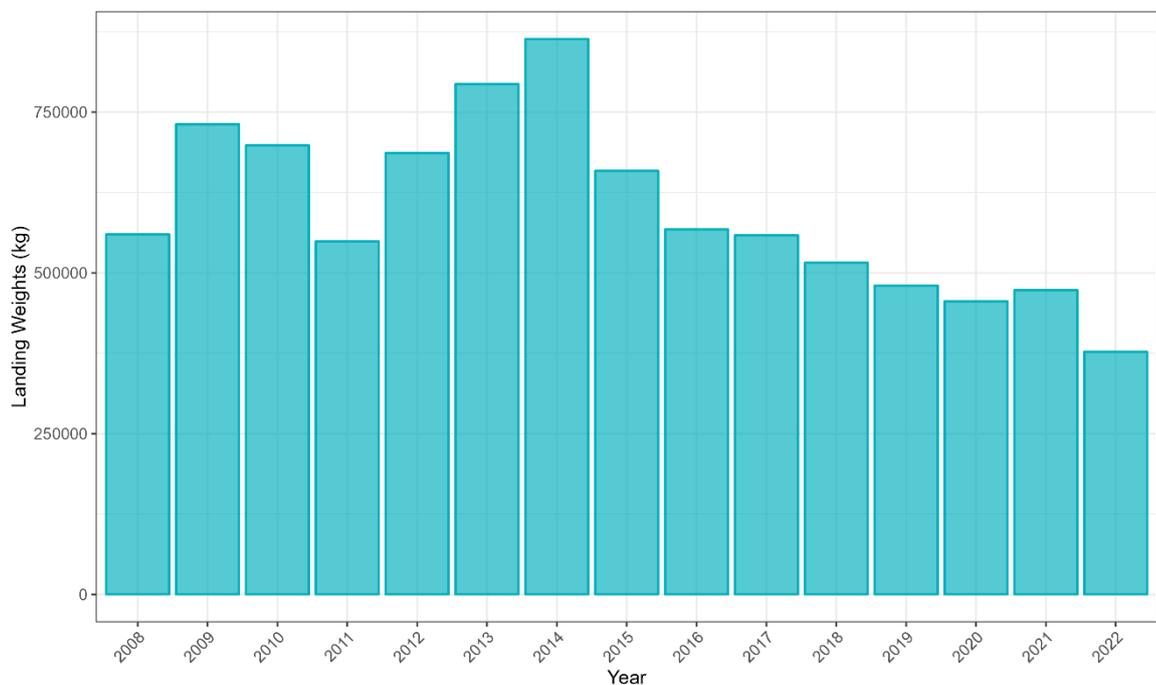


Figure 165 : Débarquement (en kg) de sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de sole commune sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 166. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux et des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant toutes deux les poissons démersaux. La flottille OTT\_CRU, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les crustacés, couvre plutôt la partie centrale du Golfe de Gascogne

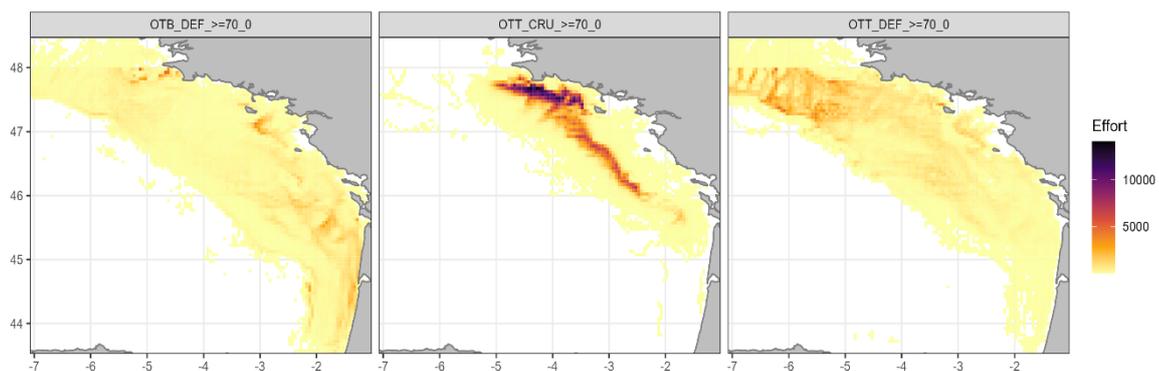


Figure 166 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 28.5 cm (ICES, 2024) nous permet de définir l'ogive de maturité de la sole commune dans le Golfe de Gascogne (Figure 167).

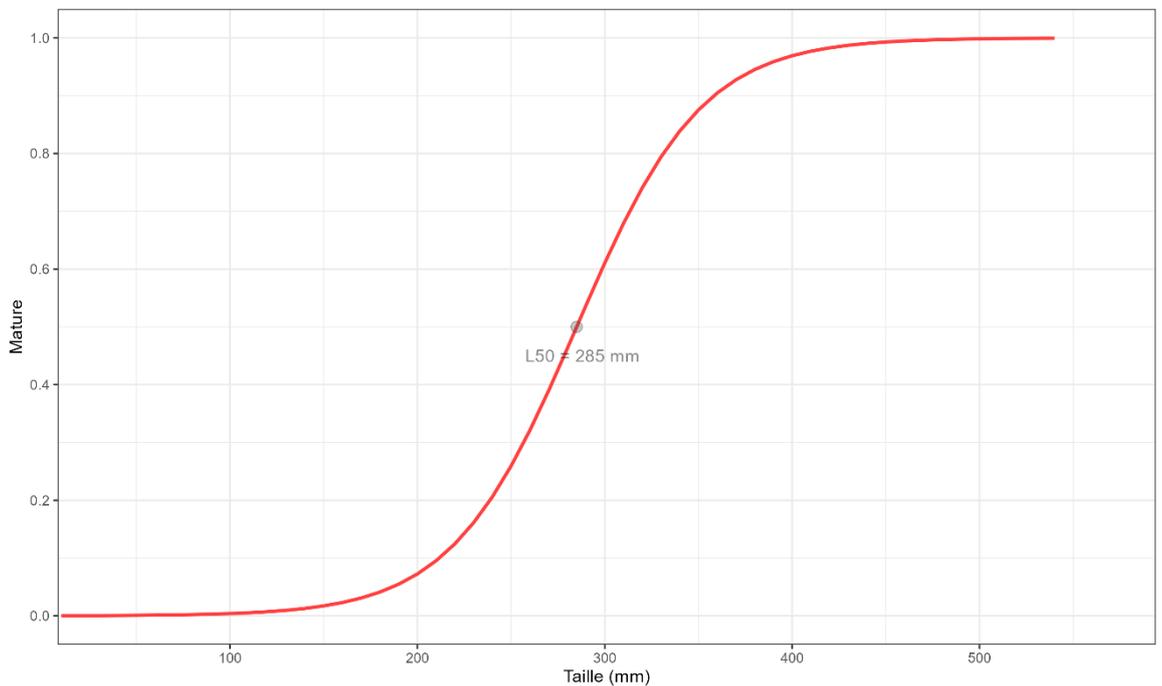


Figure 167 : Ogive de maturité du sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 168). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

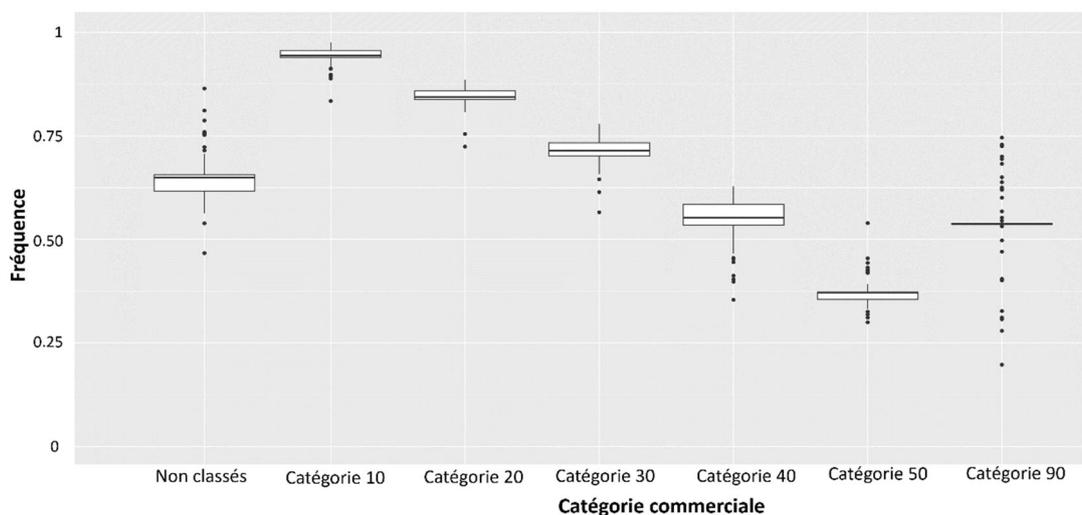
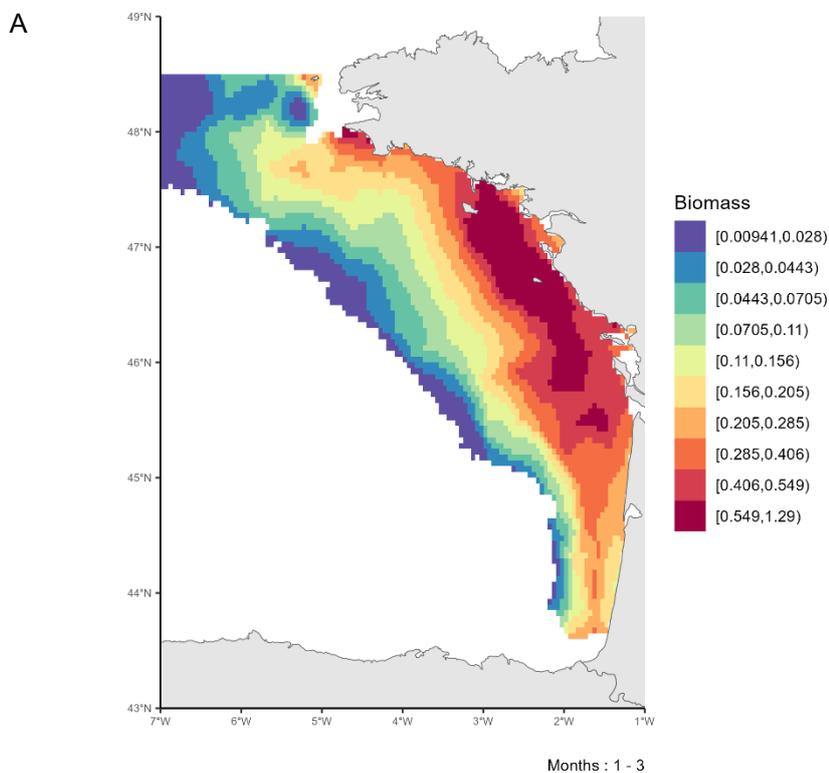
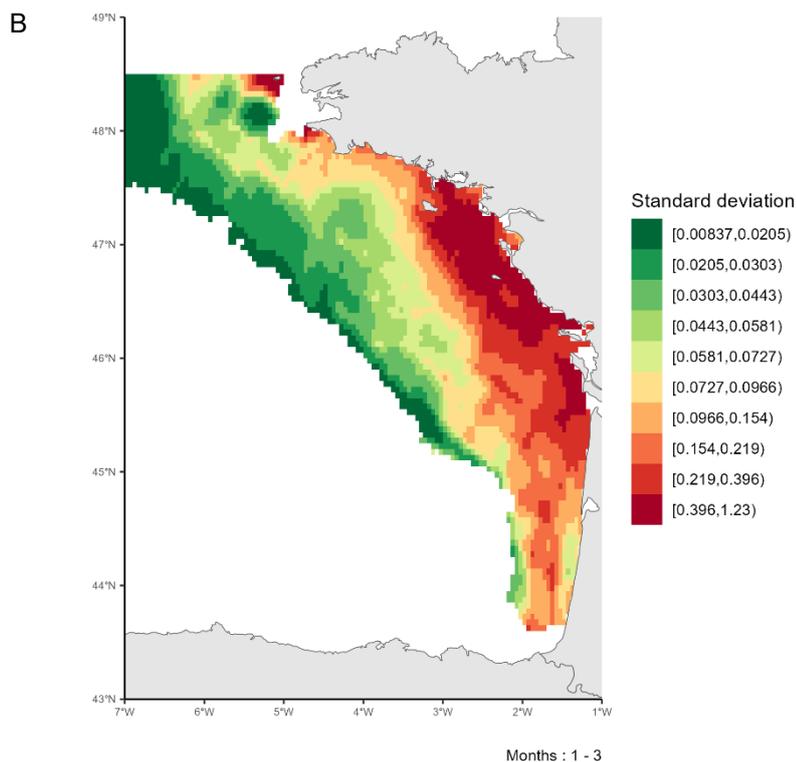


Figure 168 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de sole commune au cours des mois de reproduction (Janvier – Mars) (Arbault et al., 1986) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 169). Les frayères de sole commune se trouvent principalement à la côte entre Belle-Ile-en-Mer et l'Île-d'Yeu et à l'embouchure du Golfe de Gascogne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.





*Figure 169* : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Mars) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Janvier-Mars) sur la période 2008-2022.

Des travaux préalables menés sur l'abondance d'œufs de sole commune dans le Golfe de Gascogne au cours de sa période de reproduction (Petitgas, 1997) a également permis de localiser une frayère de sole entre Belle-Ile-en-Mer et l'Île-d'Yeu (Figure 170). Ce résultat est cohérent avec notre modèle qui identifie également cette zone. Cependant, le modèle permet d'étendre l'analyse et d'identifier d'autres frayères potentielles pour la sole commune dans le Golfe de Gascogne. L'approche de Petitgas et al. est basée sur des données d'œufs sur les mois de reproduction mais sur une durée de 4 ans seulement et sur une dizaine de stations alors que notre modèle utilise des données de pêche des individus et couvre une série temporelle de plusieurs années (2008-2022) ainsi que l'ensemble de la Manche.

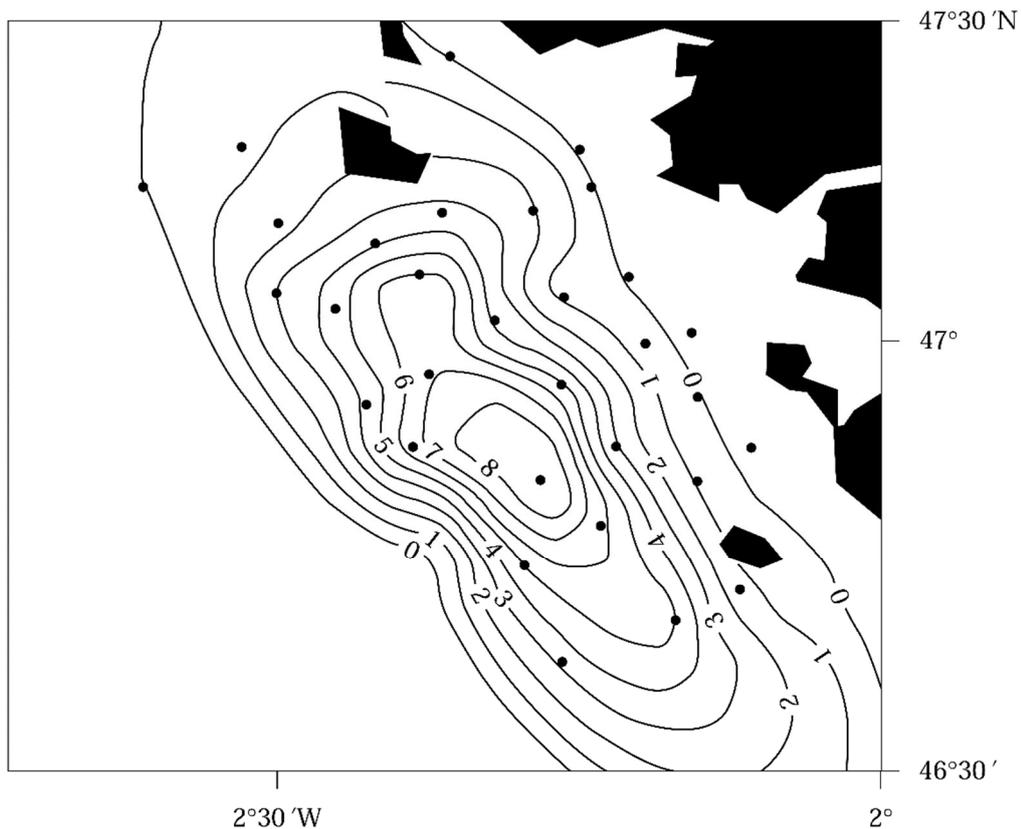


Figure 170 : Abondance d'œufs de sole commune (*Solea solea*) au stade I (nombre d'œufs par 10 m<sup>3</sup>).

#### 4.2.18. *Trisopterus luscus* (Tacaud commun)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 171). Les débarquements de tacaud commun sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

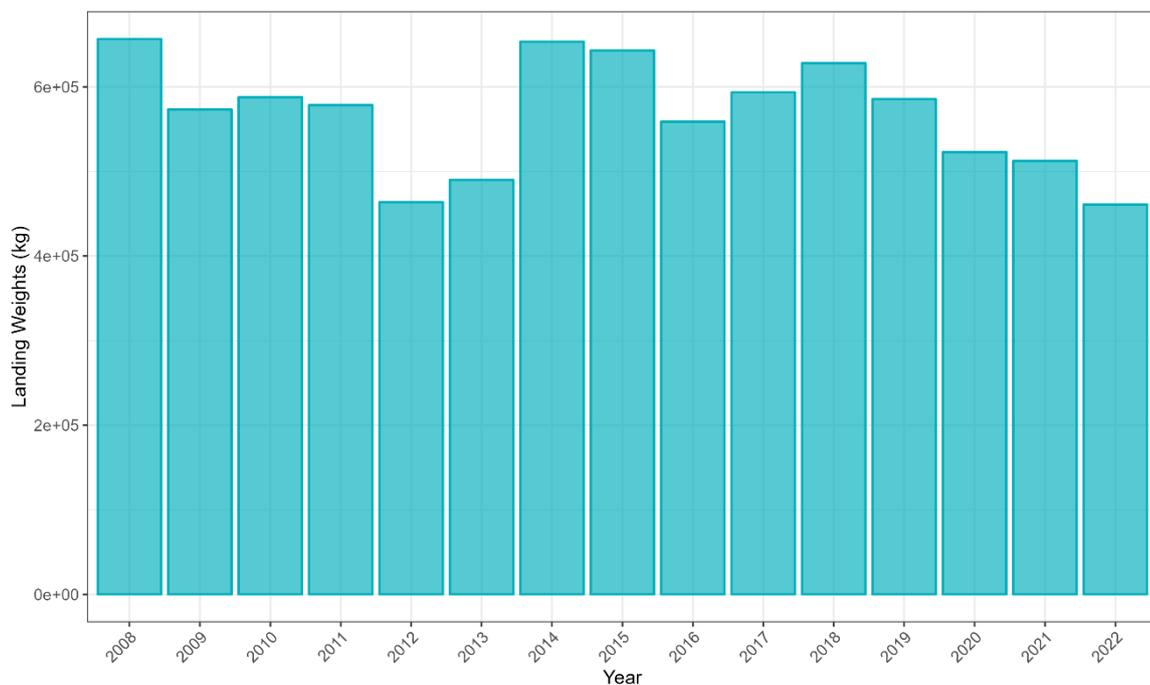


Figure 171 : Débarquement (en kg) de tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de tacaud commun sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 172. L'ensemble de la zone est bien couvert par les deux flottilles OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux et des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant toutes deux les poissons démersaux. La flottille OTT\_CRU, correspondant à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les crustacés, couvre plutôt la partie centrale du Golfe de Gascogne.

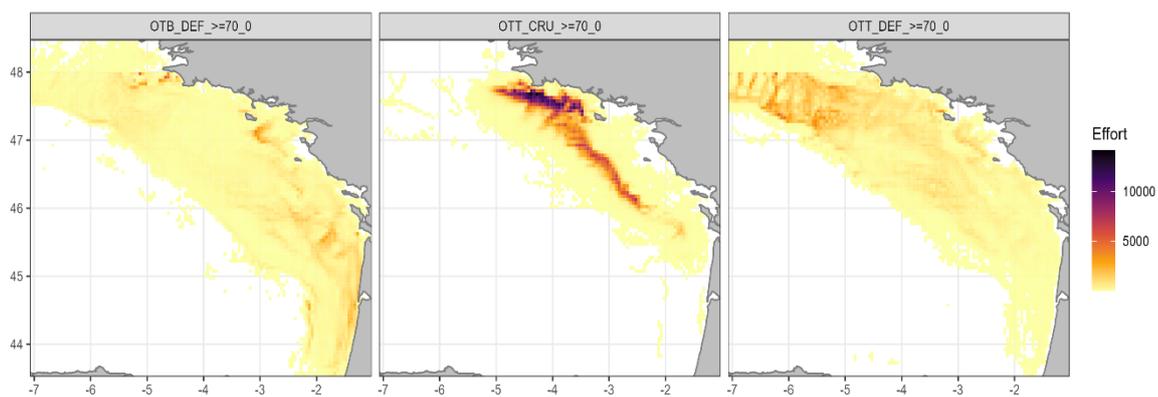


Figure 172 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 23 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité du tacaud commun dans le Golfe de Gascogne (Figure 173).

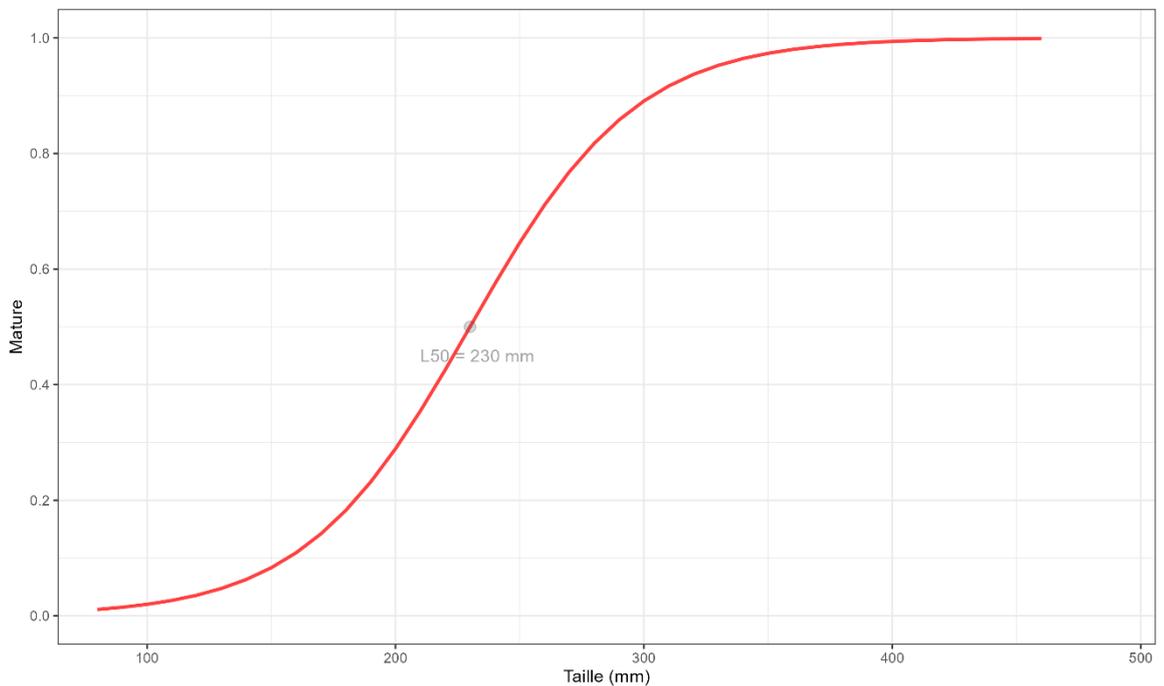


Figure 173 : Ogive de maturité du tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 174). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). Les fréquences d'individus matures pour les catégories commerciales 40 et 50 semblent être surestimées.

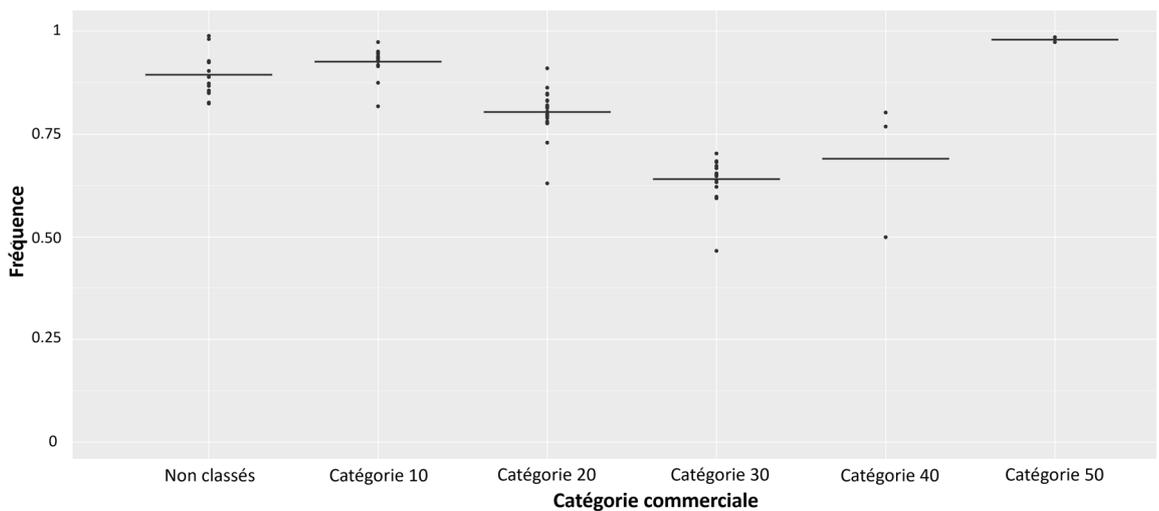
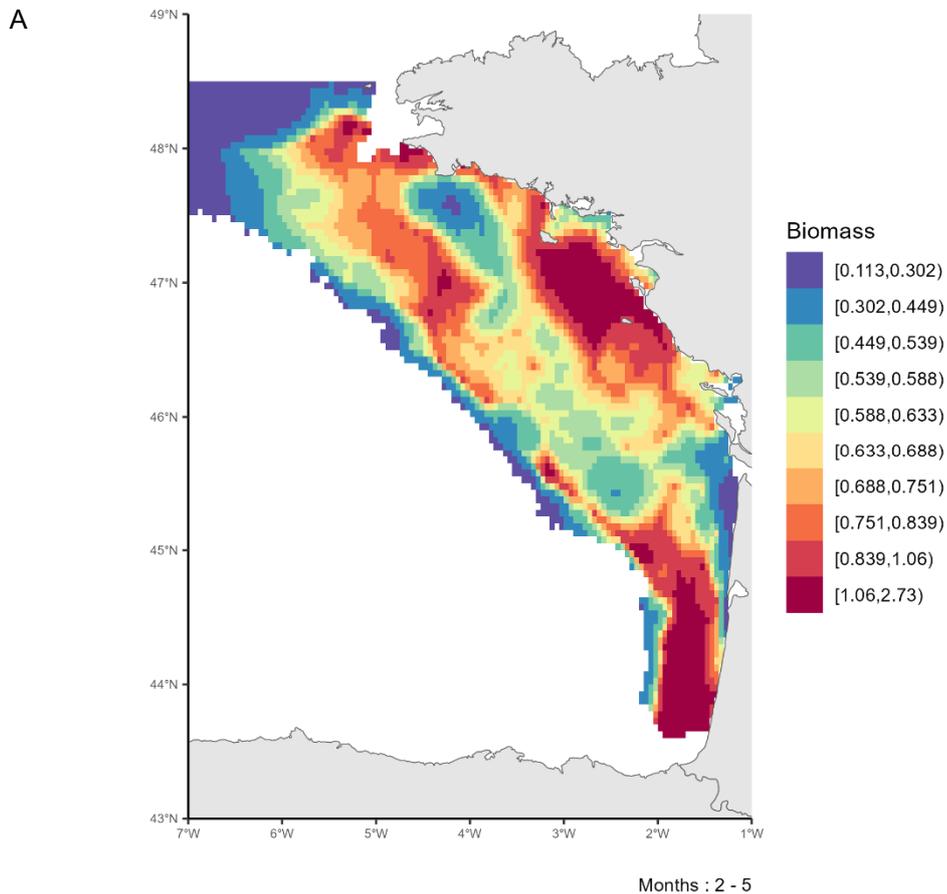


Figure 174 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de tacaud commun au cours des mois de reproduction (Février – Mai) (Alonso-Fernández et al., 2008) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 175). Les frayères de tacaud commun se trouvent principalement dans la zone du fer à cheval ainsi qu'entre Belle-Ile-en-Mer et l'Île d'Yeu. On peut également identifier une frayère potentielle au large au sud de la Bretagne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



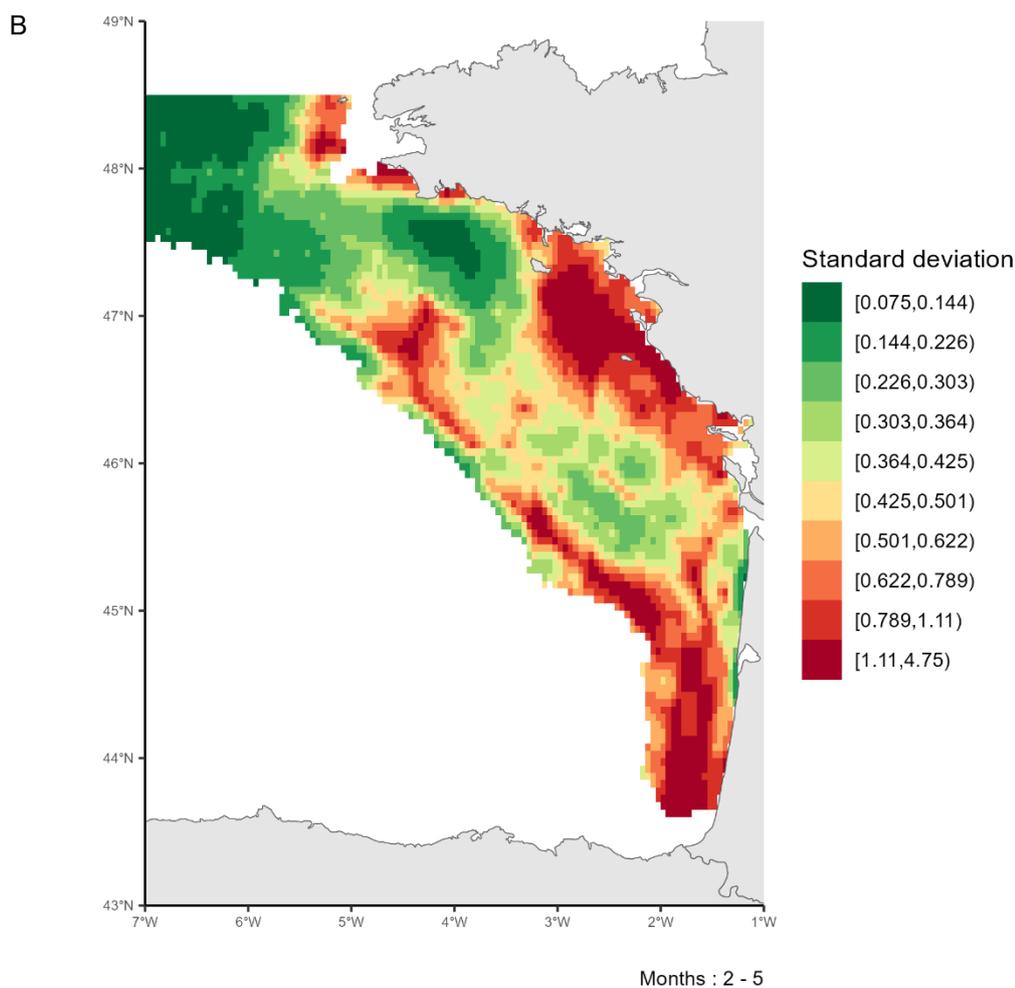


Figure 175 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Février-Mai) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Février-Mai) sur la période 2008-2022.

#### 4.2.19. Zeus faber (Saint-Pierre)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe de Gascogne (Figure 176). Les débarquements de saint-pierre sont relativement stables tout au long de la série temporelle avec une légère baisse à partir de 2019.

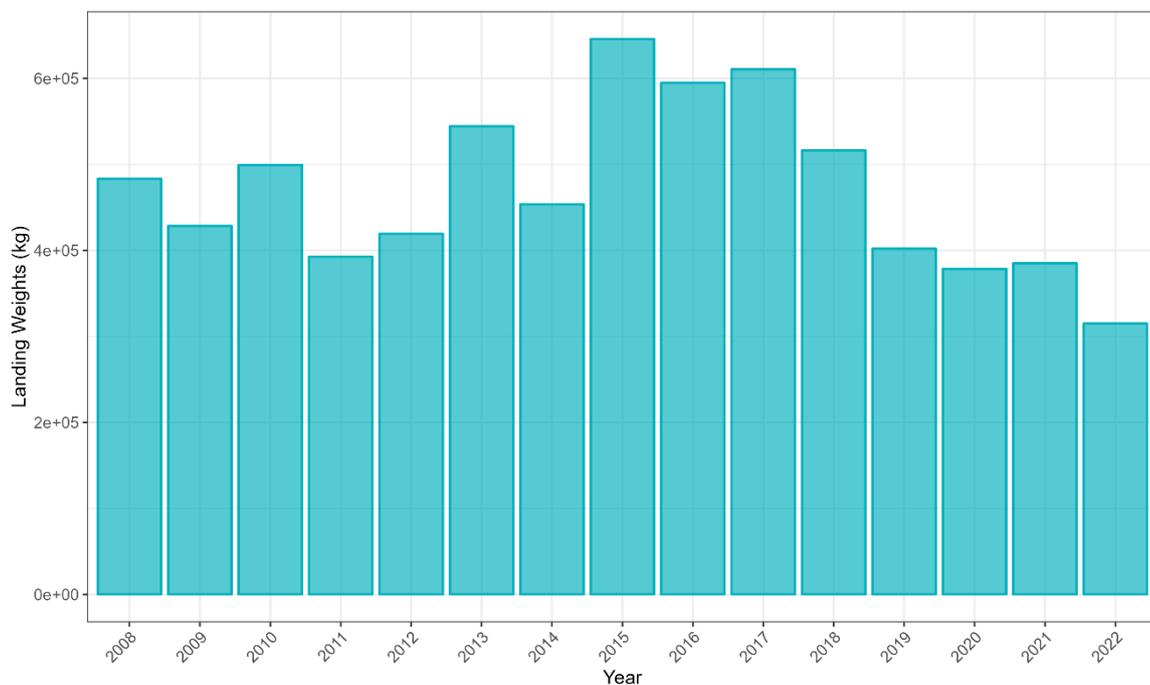


Figure 176 : Débarquement (en kg) de saint-pierre (*Zeus faber*) dans le Golfe de Gascogne sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de saint-pierre sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 177. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTT\_DEF et les deux OTB\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond jumeaux à panneaux et des chaluts de fond à panneaux ciblant les poissons démersaux.

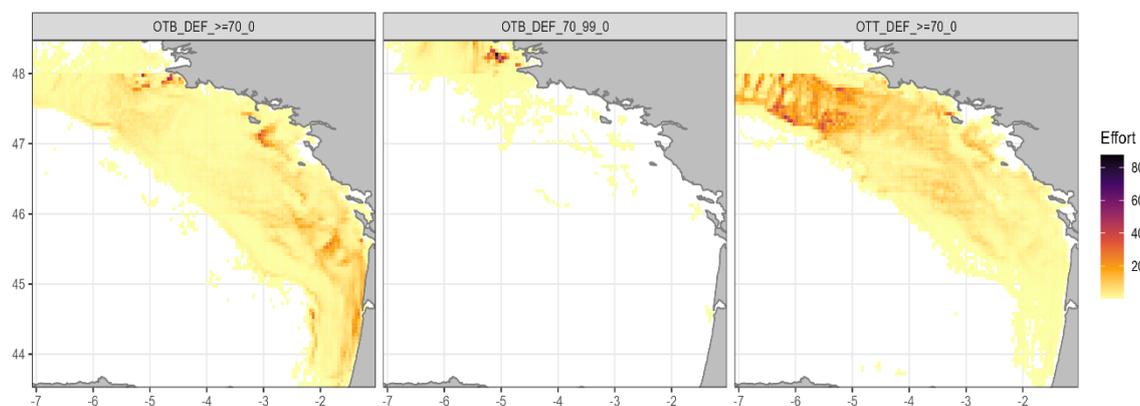


Figure 177 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de saint-pierre (*Zeus faber*) dans le Golfe de Gascogne.

### Ogive de maturité

La L50 à 37 cm (Dorel, 1986) nous permet de définir l'ogive de maturité du saint-pierre dans le Golfe de Gascogne (Figure 178).

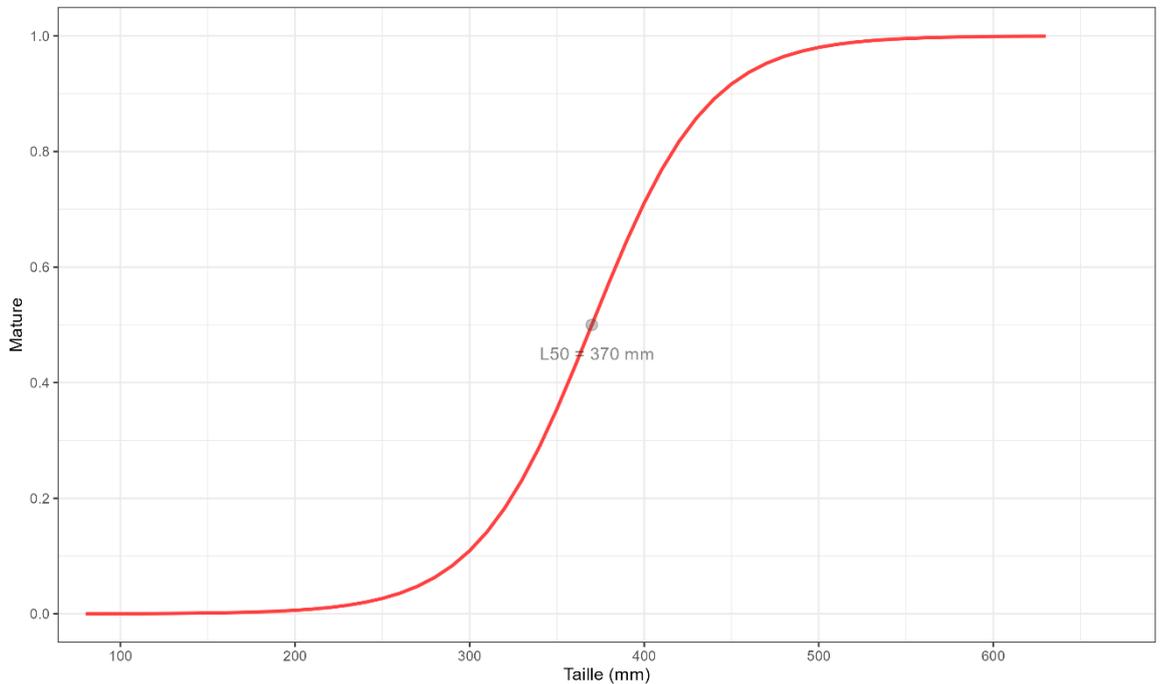


Figure 178 : Ogive de maturité du saint-pierre (*Zeus faber*) dans le Golfe de Gascogne.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 179). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

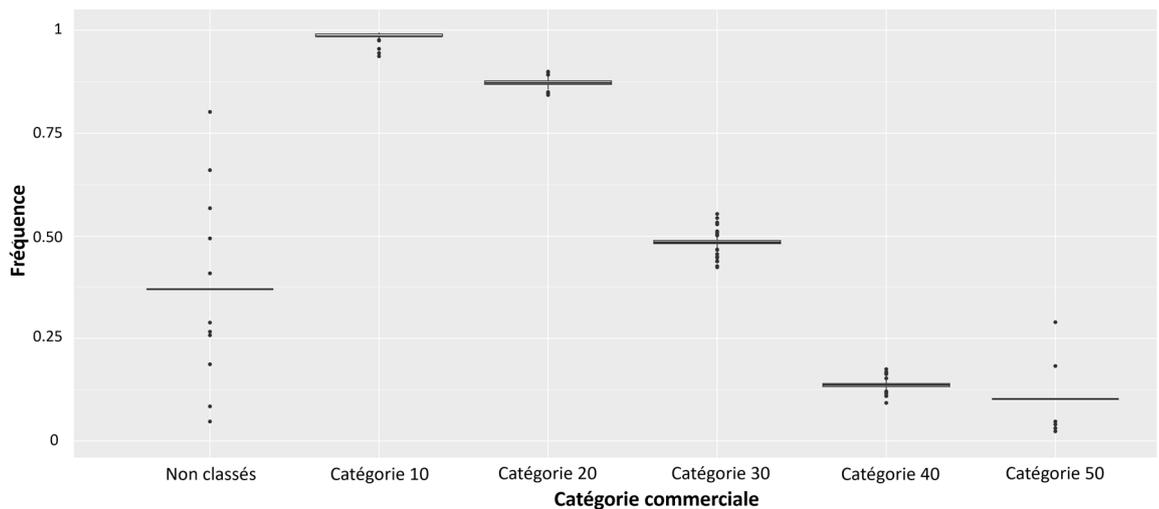
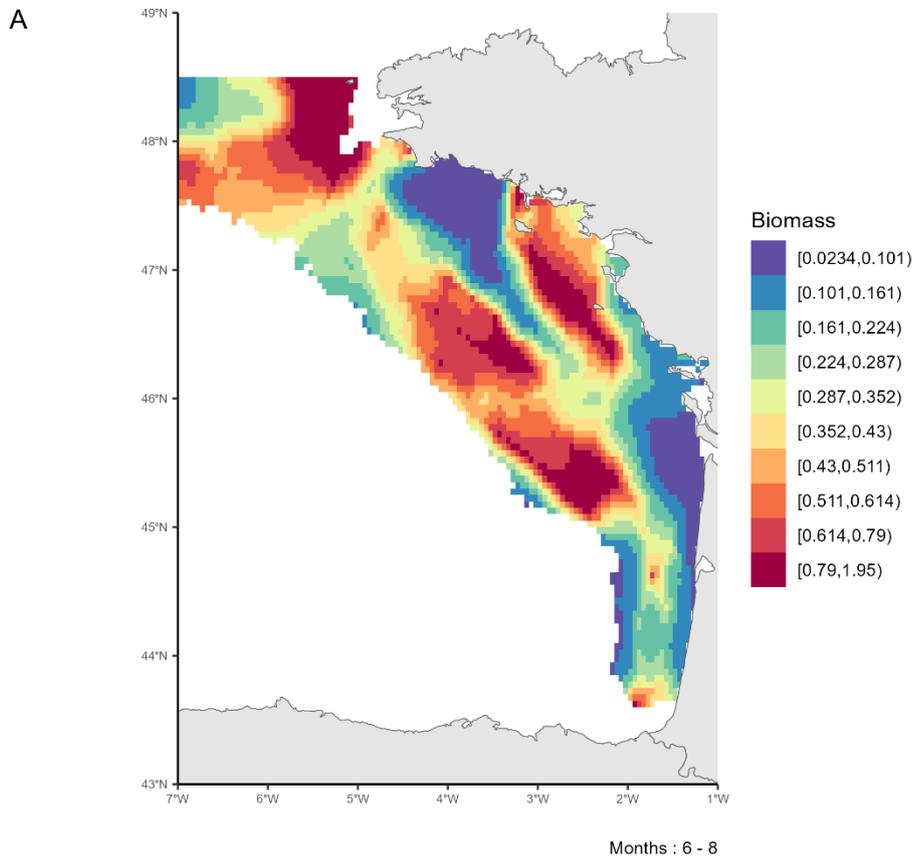


Figure 179 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le saint-pierre (*Zeus faber*) dans le Golfe de Gascogne.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de saint-pierre au cours des mois de reproduction (Juin – Août) (Whitehead, 1984) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 180). Les frayères de saint-pierre se trouvent entre Belle-Ile-en-Mer et l'Île-d'Yeu. Il y a également des frayères potentielles sur le plateau continental au large de l'Aquitaine et de la Bretagne. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.



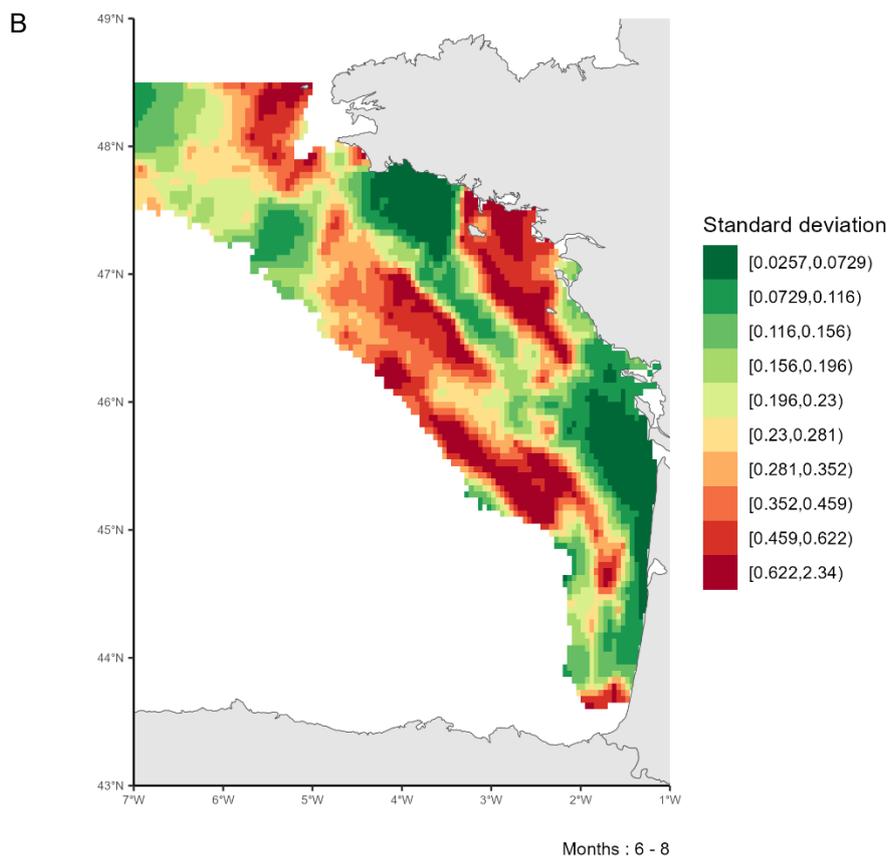


Figure 180 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de saint-pierre (*Zeus faber*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Juin-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de saint-pierre (*Zeus faber*) dans le Golfe de Gascogne pendant la période de reproduction (Juin-Août) sur la période 2008-2022.

## 4.3. Façade Méditerranée

### 4.3.1. *Eutrigla gurnardus* (Grondin gris)

#### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 181). Les débarquements de grondin gris augmentent progressivement jusqu'en 2013 avant de se stabiliser sur la fin de la série temporelle.

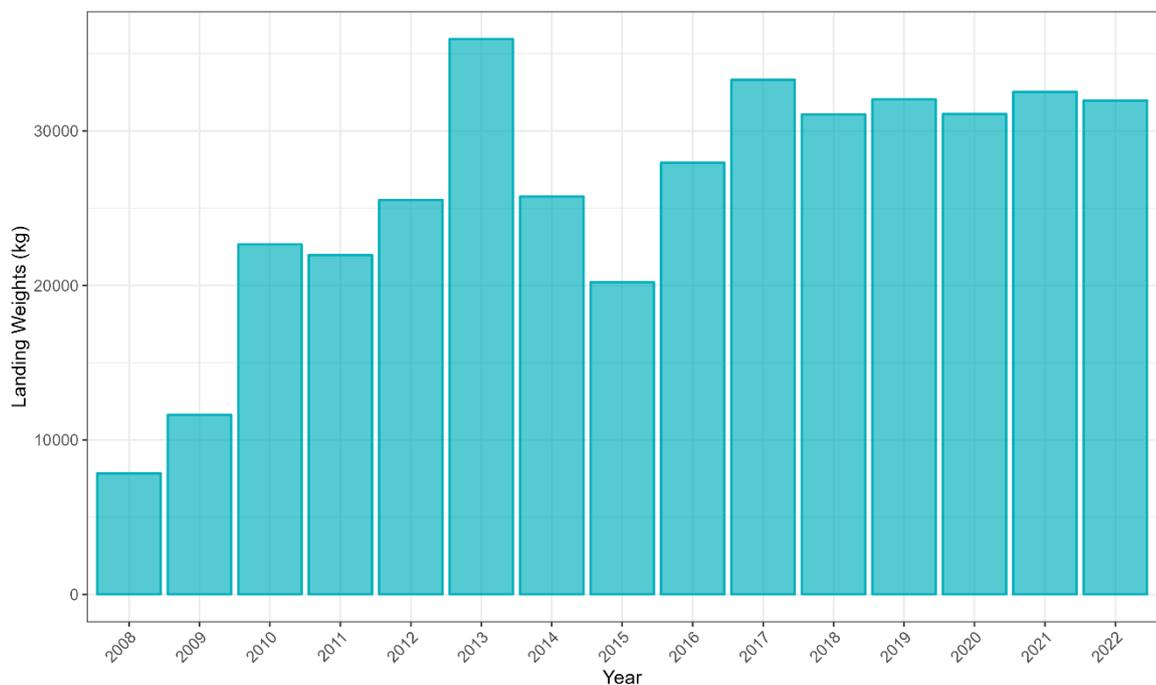


Figure 181 : Débarquement (en kg) de grondin gris (*Eutrigla gurnardus*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de grondin gris sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 182. L'ensemble de la zone est bien couvert par les flottilles OTB\_CEP et les deux OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes et les poissons démersaux.

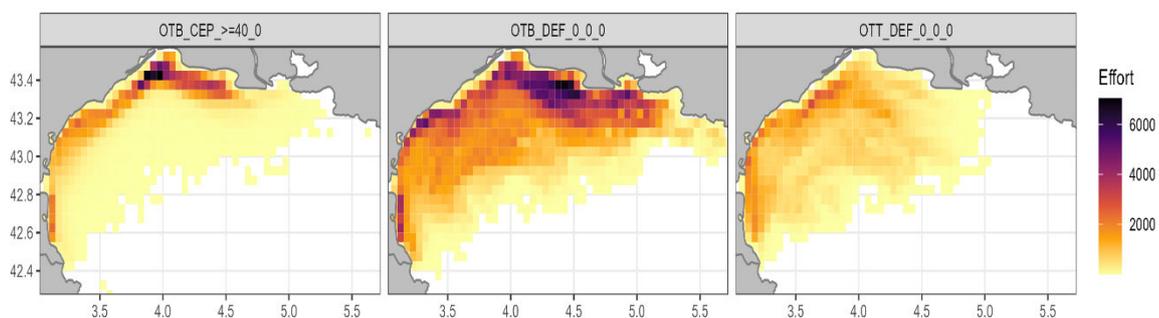


Figure 182 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de grondin gris (*Eutrigla gurnardus*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 13.6 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité du grondin gris dans le Golfe du Lion (Figure 183).

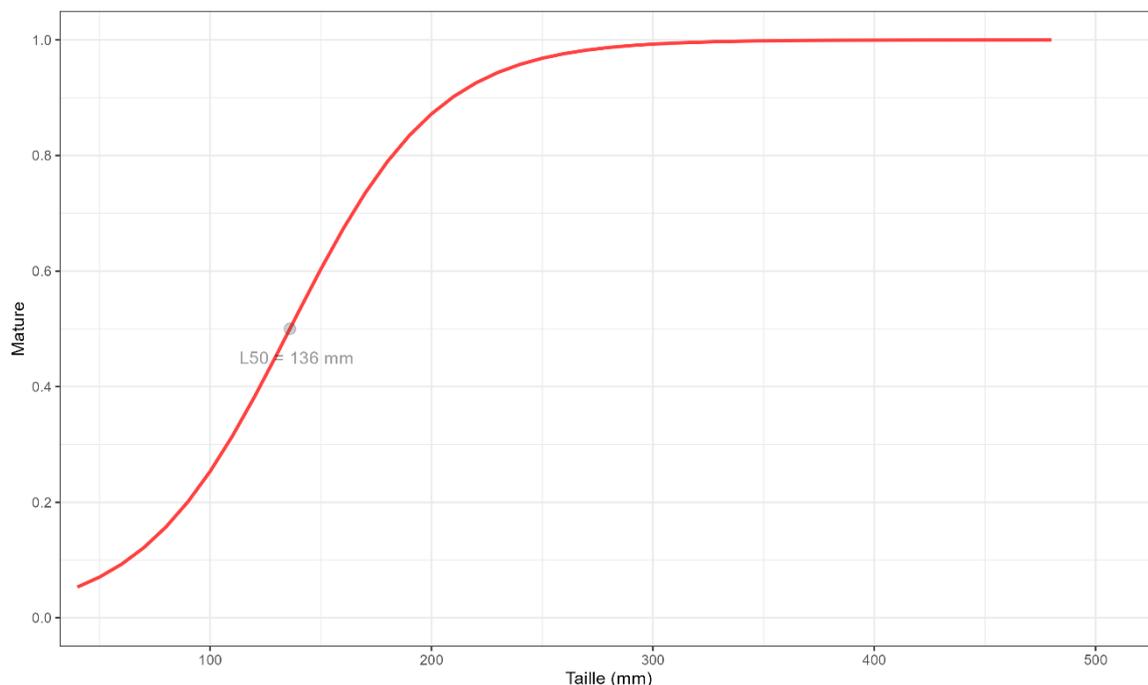


Figure 183 : Ogive de maturité du grondin gris (*Eutrigla gurnardus*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 184). La fréquence de matures est normalement proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). Pour le grondin gris dans le Golfe du Lion, la quantité de données sur la maturité est faible, la plupart des individus dans les catégories commerciales présentes sont considérés matures.

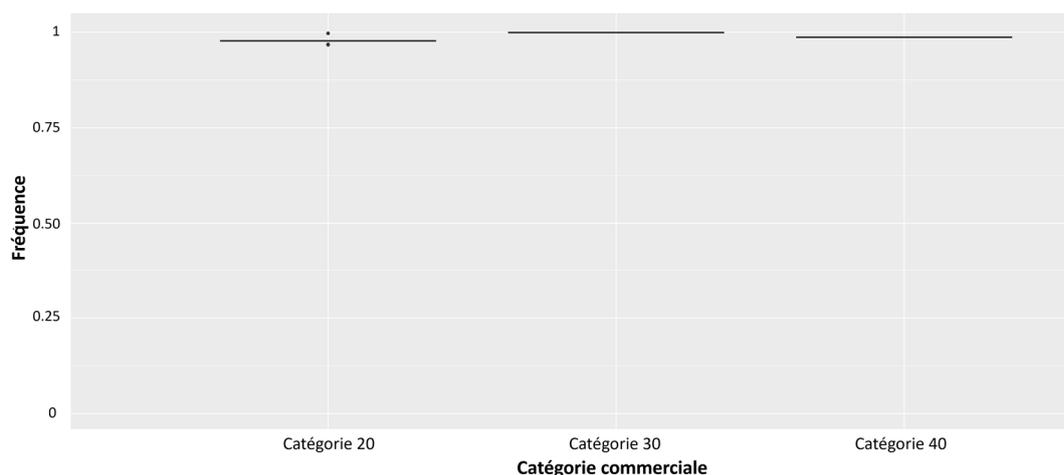


Figure 184 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le grondin gris (*Eutrigla gurnardus*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de grondin gris au cours des mois de reproduction (Février – Août) (Fischer et al., 1987) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 185). Les frayères de grondin gris se trouvent principalement au centre du Golfe du Lion, de la côte au large. La

variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

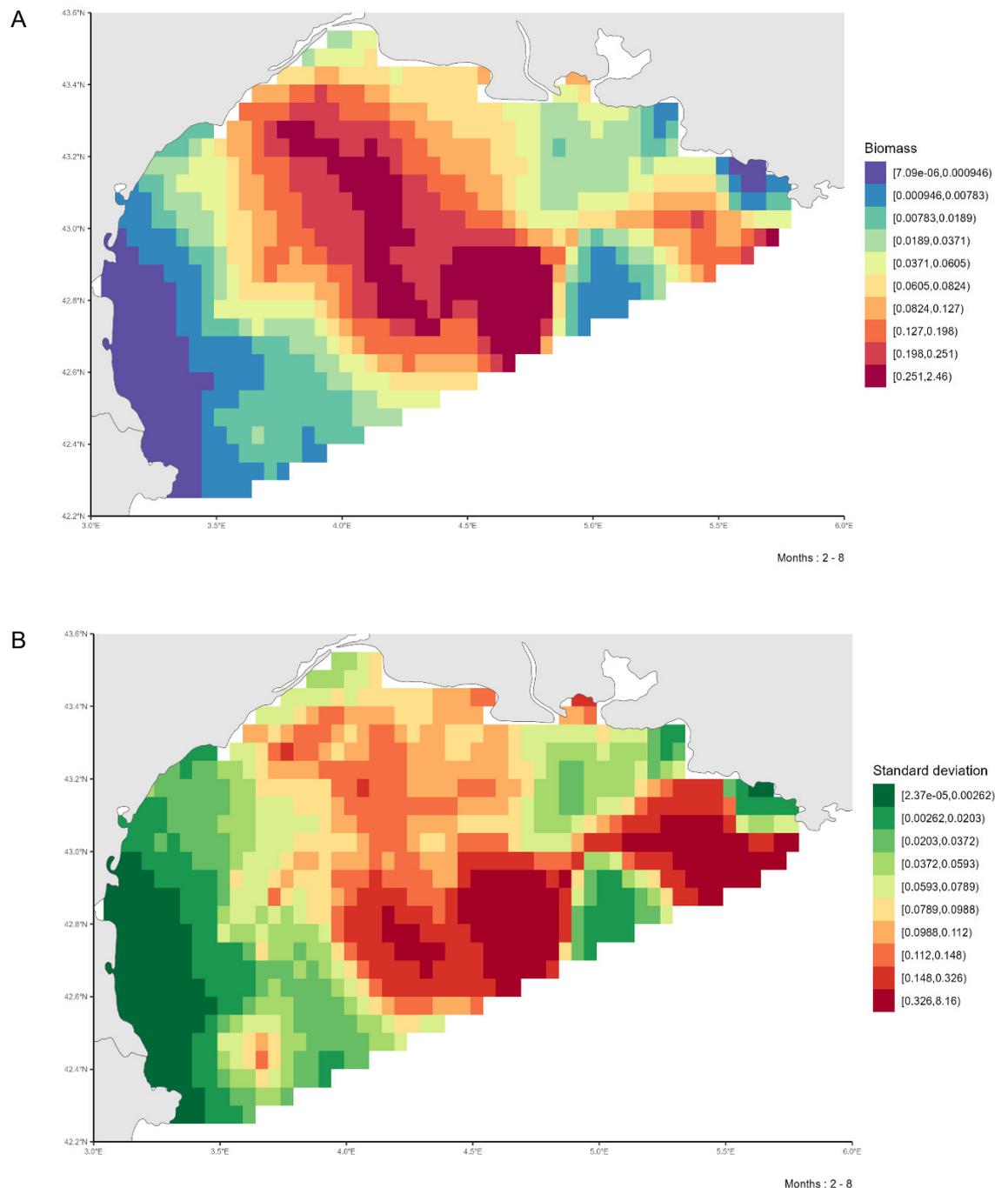


Figure 185 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de grondin gris (*Eutrigla gurnardus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Février-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de grondin gris (*Eutrigla gurnardus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Février-Août) sur la période 2008-2022.

Des cartes ont été produites par Morfin (2013) pour caractériser l'abondance de reproducteurs de grondin gris. L'auteur a analysé la variabilité/stabilité temporelle des distributions spatiales des principales espèces exploitées dans le Golfe du Lion. Pour ce faire, ils ont analysé les données de campagnes scientifiques de chalutage de fond MEDITS de 1994 à 2010 sur 66 stations fixes et ont sélectionné 12 espèces clés exploitées. La carte de frayère de grondin gris (*Eutrigla gurnardus*) est la moyenne des cartes annuelles krigées de la log-densité (Figure 186).

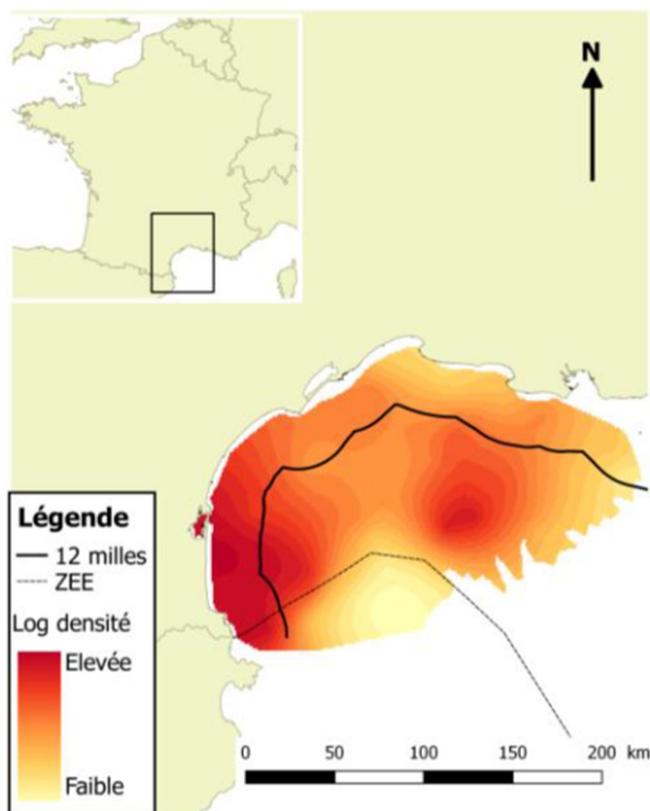


Figure 186 : Abondance de reproducteurs de grondin gris (*Eutrigla gurnardus*)

Les deux cartes de frayère de grondin couvrent la même zone (Golfe du Lion) et ont une bonne couverture temporelle (plusieurs années de données pour les deux études). Les méthodes utilisées pour les deux études diffèrent : Morfin (2013) modélise la distribution spatiale du grondin à partir de données de campagne scientifiques à l'aide de méthodes géostatistiques (analyse variographique, puis krigeage), alors que nous modélisons la distribution spatio-temporelle du grondin à l'aide d'un modèle hiérarchique intégrant des données de VMS x logbook. L'effort d'échantillonnage pour les deux études n'est donc pas le même. Les données de la campagne MEDITS ne couvrent qu'une période limitée, de mi-mai à fin juin annuellement, sur un total de 66 stations. En revanche, notre étude utilise des données produites toute l'année et sur l'ensemble de la zone. De plus, l'étendue de la série temporelle de notre étude nous permet d'avoir des résultats avec des données plus récentes (2008 – 2022). Les deux cartes montrent des zones de frayère cohérentes entre les deux études principalement dans la zone centrale du Golfe du Lion, et des zones de frayère incohérentes comme en partie ouest, où notre modèle prédit des biomasses faibles contrairement à Morfin (2013).

#### 4.3.2. *Lepidorhombus* spp (Cardine)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 187). Les débarquements de cardine ont tendance à augmenter avec des cycles de quelques années présentant des baisses importantes.

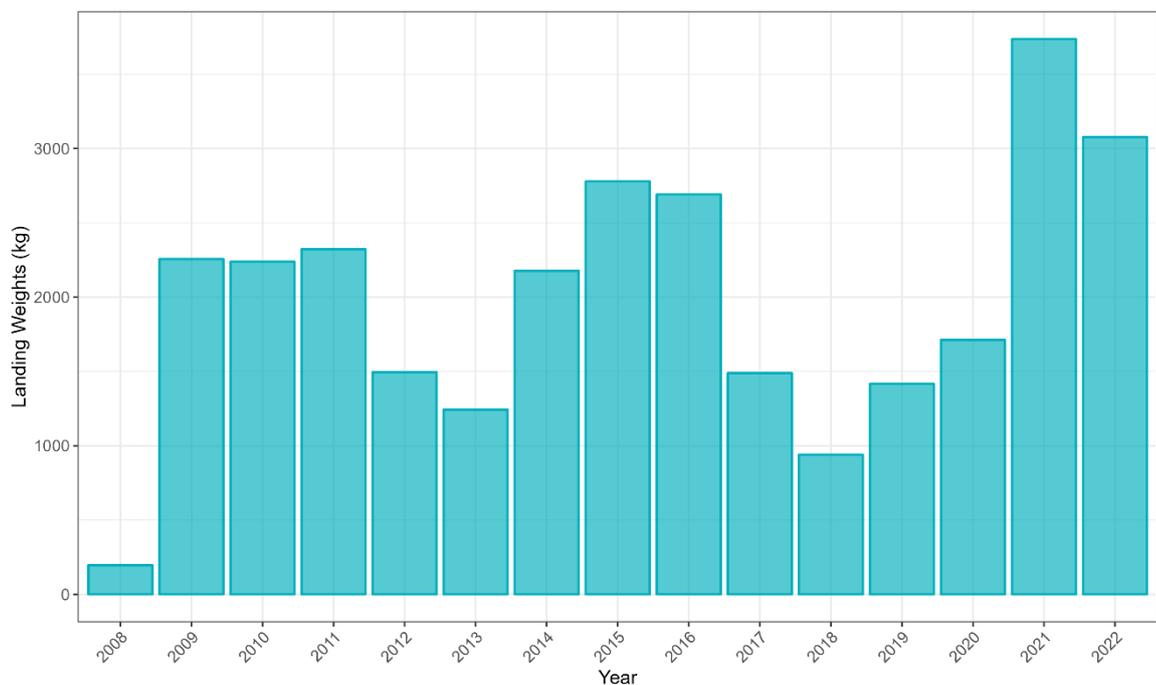


Figure 187 : Débarquement (en kg) de cardine (*Lepidorhombus spp*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de cardine sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 188. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CRU, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les crustacés et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

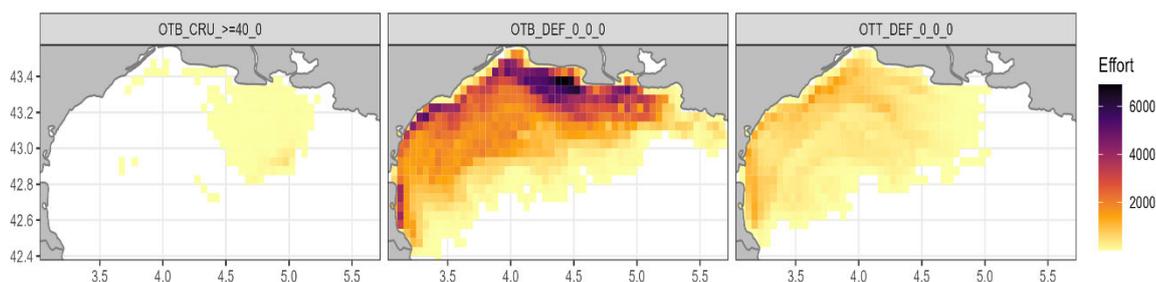


Figure 188 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de cardine (*Lepidorhombus spp*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 12.2 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité du cardine dans le Golfe du Lion (Figure 189).

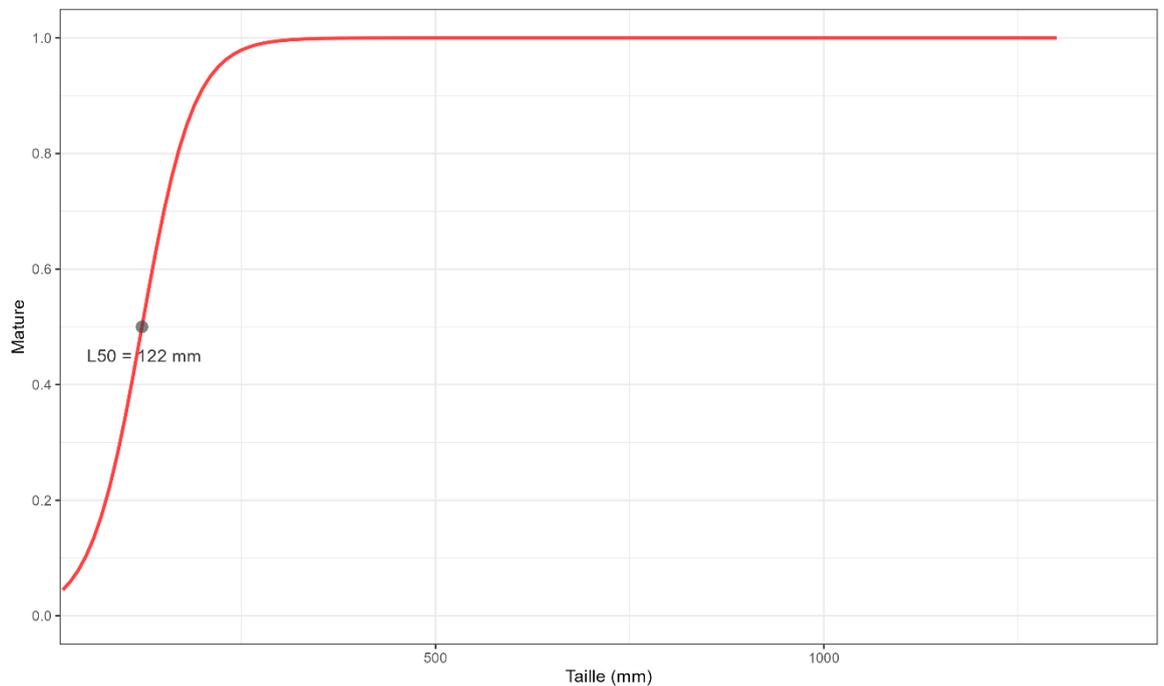


Figure 189 : Ogive de maturité de la cardine (*Lepidorhombus spp*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 190). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est normalement proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). Pour la cardine dans le Golfe du Lion, la quantité de données sur la maturité est faible, tous les individus dans les catégories commerciales présentes sont considérés matures.

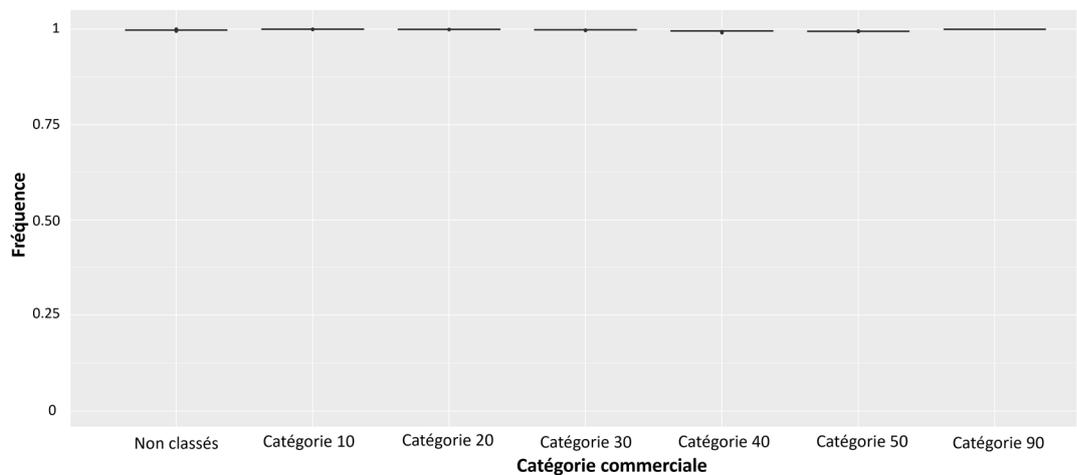


Figure 190 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le cardine (*Lepidorhombus spp*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de cardine au cours des mois de reproduction (Juin – Août) (Tsikliras et al., 2010) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 191). Les frayères de cardine se trouvent principalement dans la partie orientale du Golfe du Lion et dans une moindre mesure à la côte, côté ouest. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

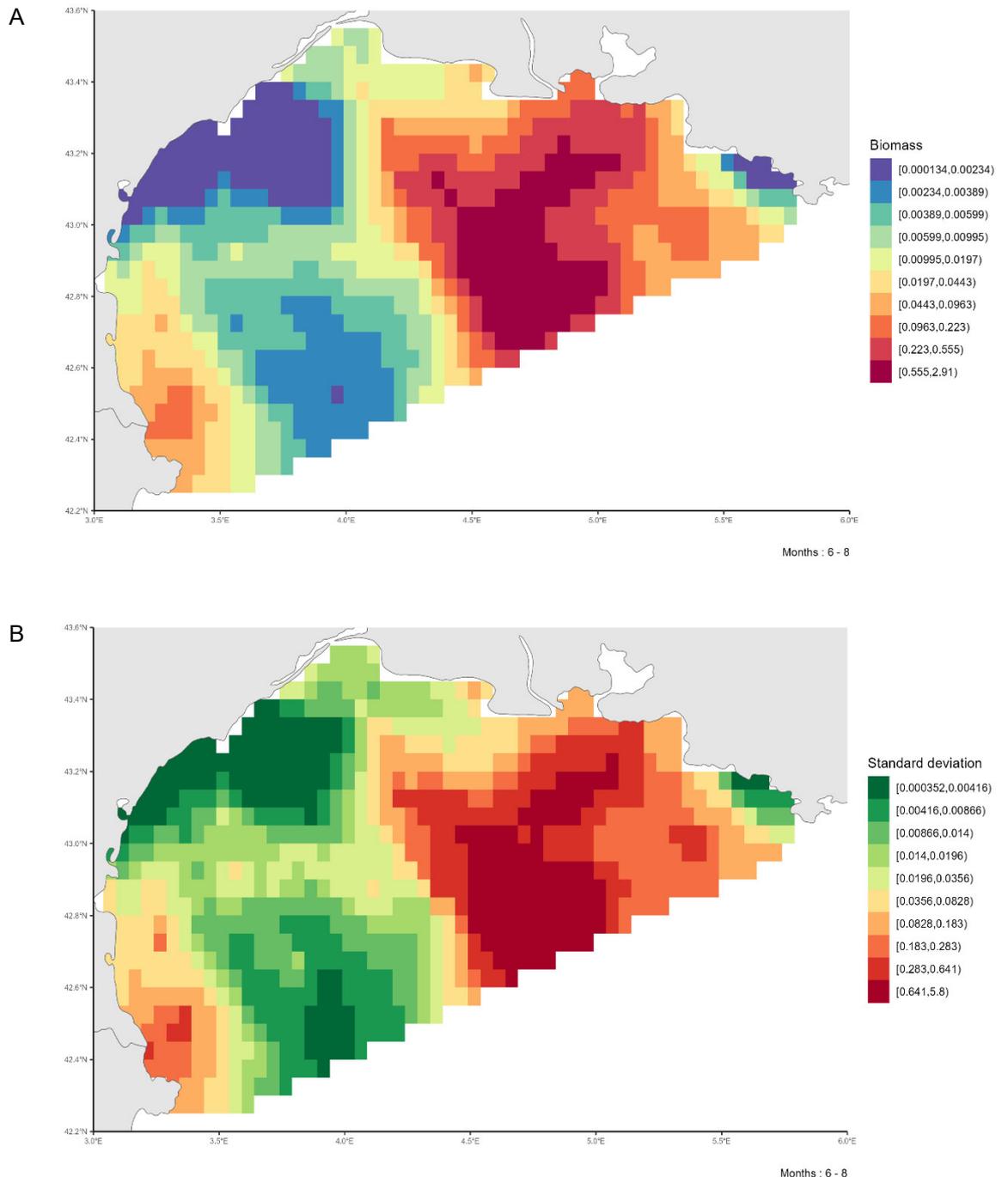


Figure 191 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de cardine (*Lepidorhombus* spp) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Juin-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de cardine (*Lepidorhombus* spp) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Juin-Août) sur la période 2008-2022.

### 4.3.3. *Lepidorhombus whiffiagonis* (Cardine franche)

#### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 192). Les débarquements de cardine franche diminuent tout le long de la série temporelle.

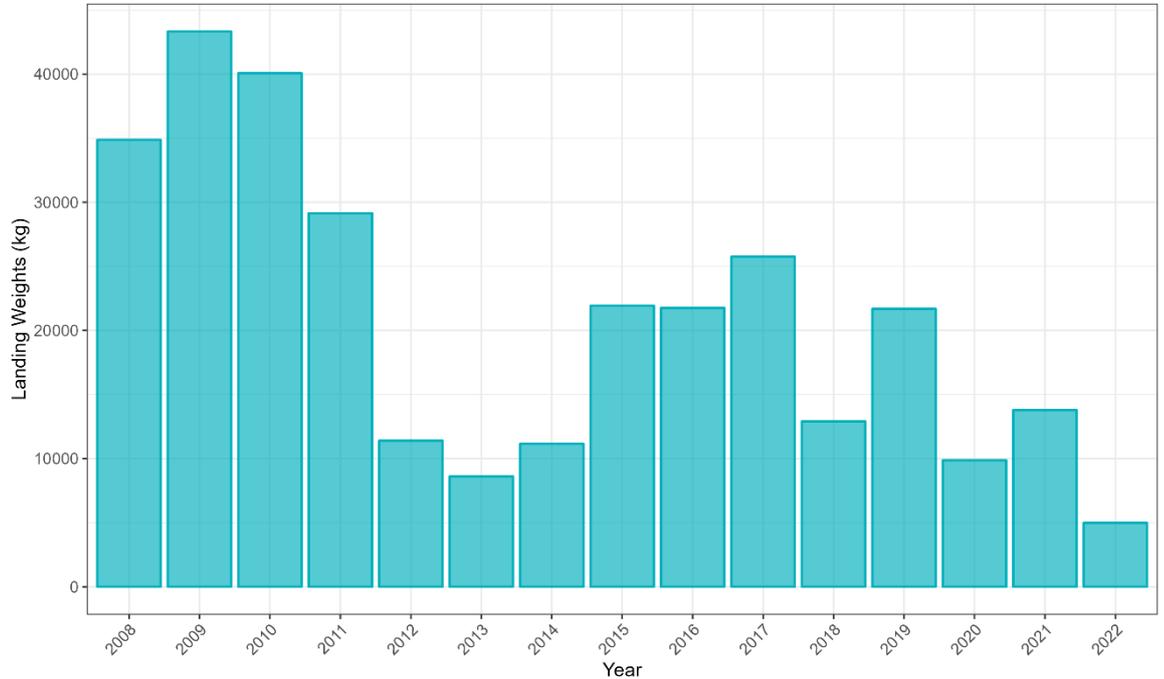


Figure 192 : Débarquement (en kg) de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de cardine franche sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 193. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CRU, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les crustacés et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

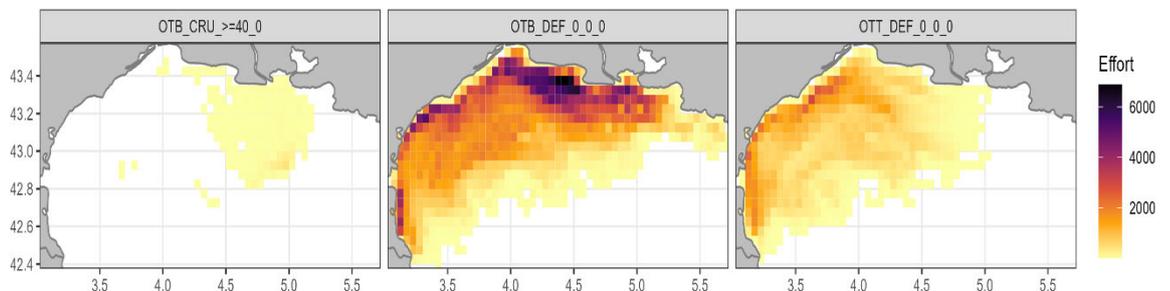


Figure 193 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 25.8 cm (Aubin-ottonheimer, 1987) nous permet de définir l'ogive de maturité de la cardine franche dans le Golfe du Lion (Figure 194).

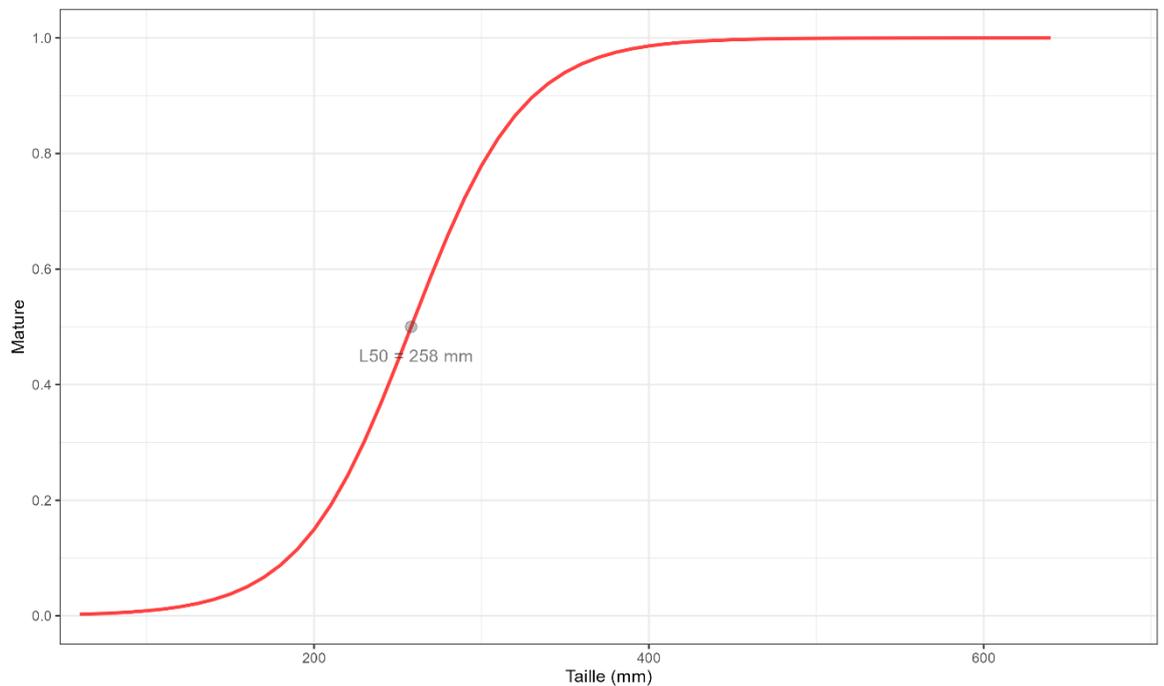


Figure 194 : Ogive de maturité de la cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 195). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

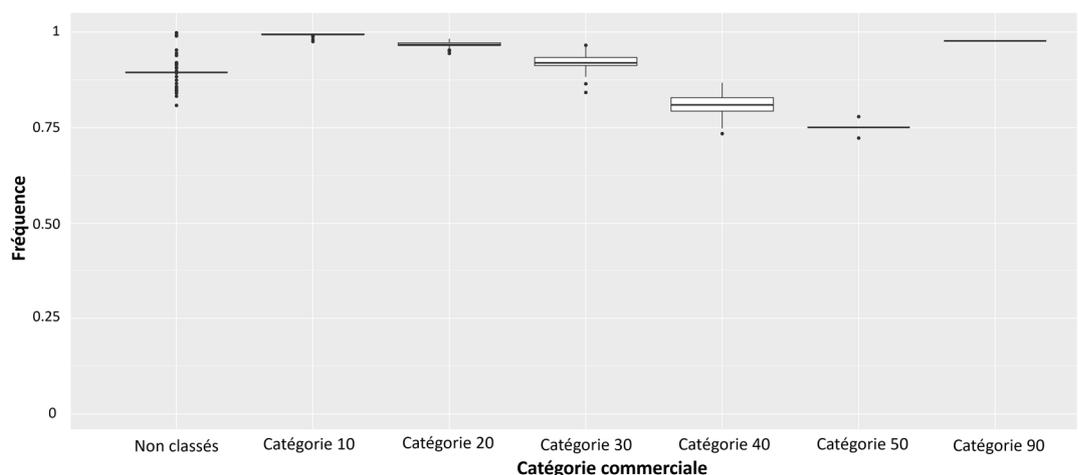


Figure 195 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de cardine franche au cours des mois de reproduction (Juin – Août) (Tsikliras et al., 2010) permet d'identifier des

zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 196). Les frayères de cardine franche se trouvent au centre du Golfe du Lion, principalement dans la zone occidentale. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

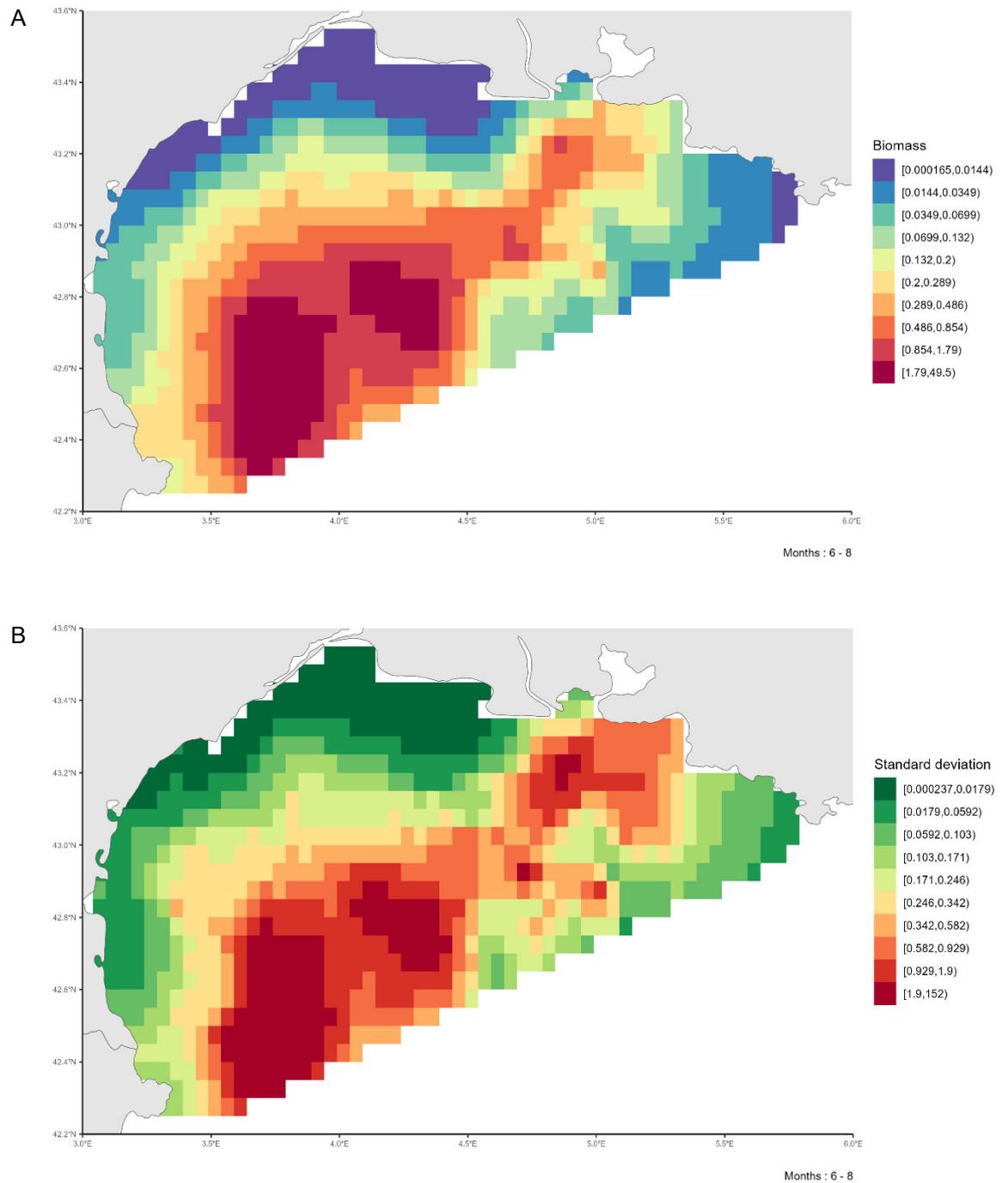


Figure 196 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Juin-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Juin-Août) sur la période 2008-2022.

#### 4.3.4. Limanda limanda (Limande)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 197). Les débarquements de limande diminuent jusqu'en 2012 avant de se stabiliser sur la fin de la série temporelle.

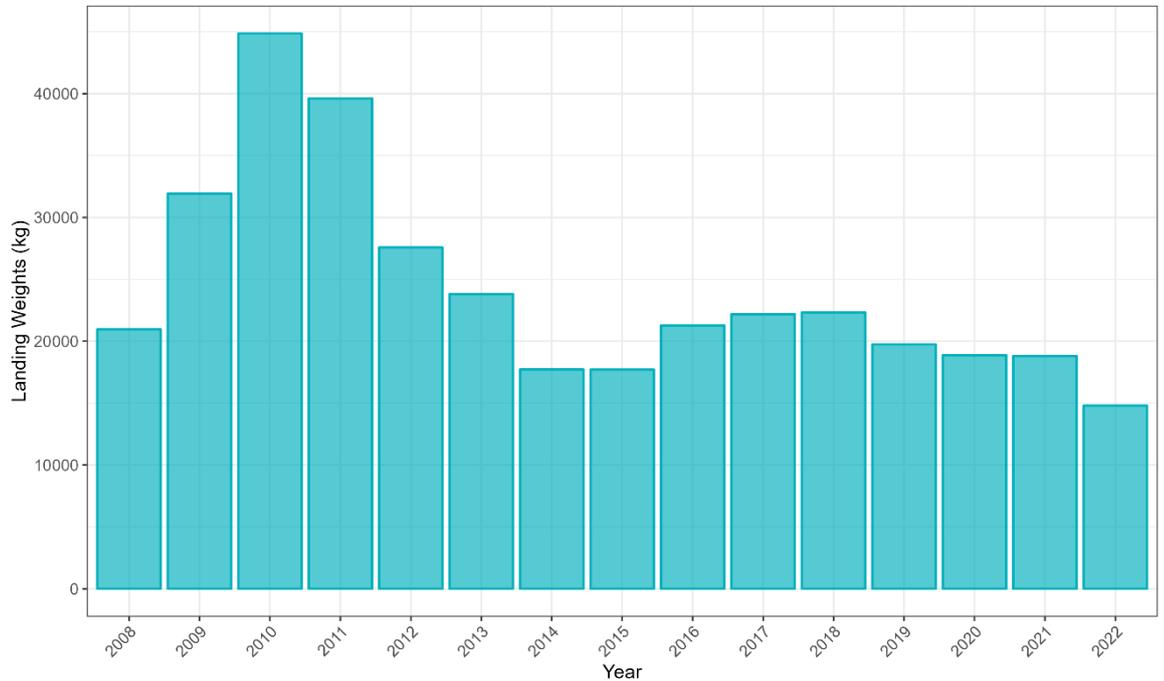


Figure 197 : Débarquement (en kg) de limande (*Limanda limanda*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

##### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de limande sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 198. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

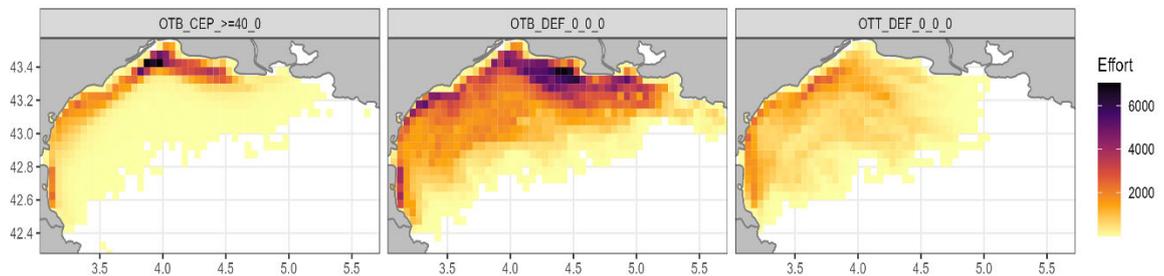


Figure 198 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de limande (*Limanda limanda*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 25 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité de la limande dans le Golfe du Lion (Figure 199).

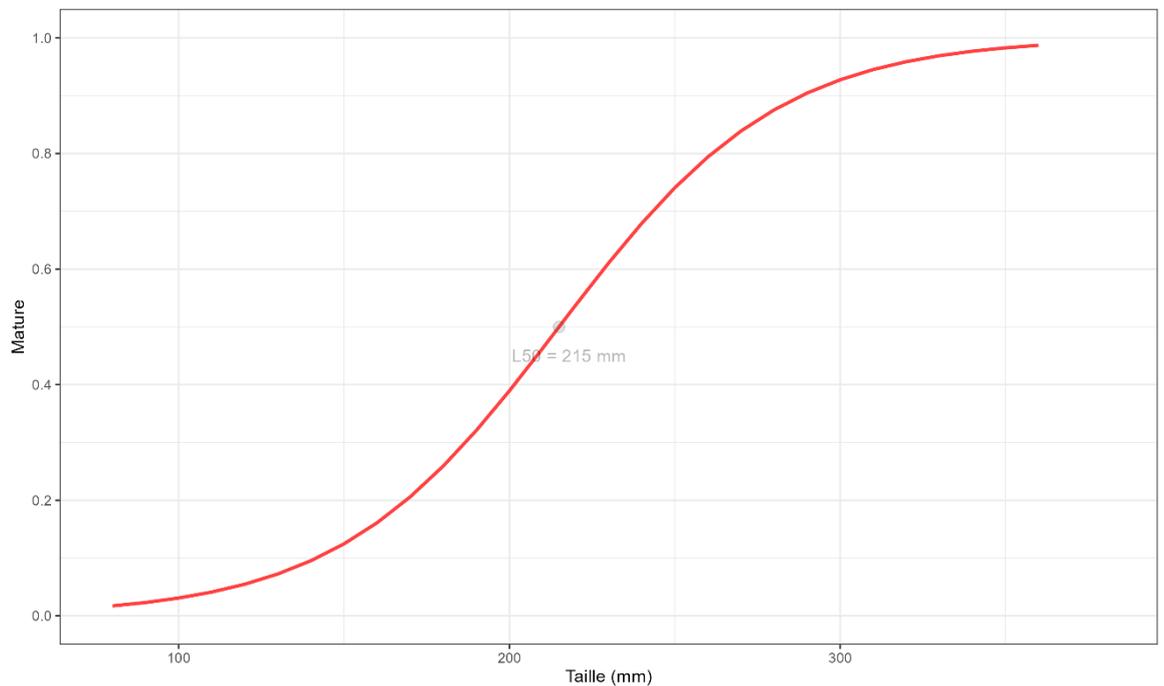


Figure 199 : Ogive de maturité de la limande (*Limanda limanda*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 200). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est normalement proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). Pour la limande, la qualité des données de maturité est faible et ne permet pas d'estimer la proportion d'individus matures avec une grande fiabilité. La plupart des individus dans les catégories commerciales sont considérés comme matures.

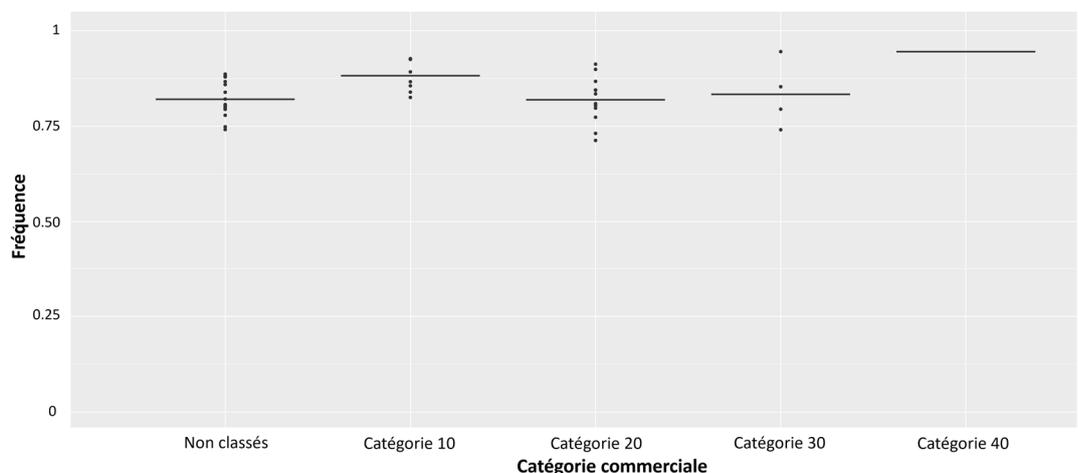


Figure 200 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la limande (*Limanda limanda*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de limande au cours des mois de reproduction (Janvier – Juin) (Deniel, 1981) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 201). Les frayères de limande se trouvent à la côte est et ouest. Une zone de frayère secondaire peut être également identifiée dans le centre du Golfe du Lion. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

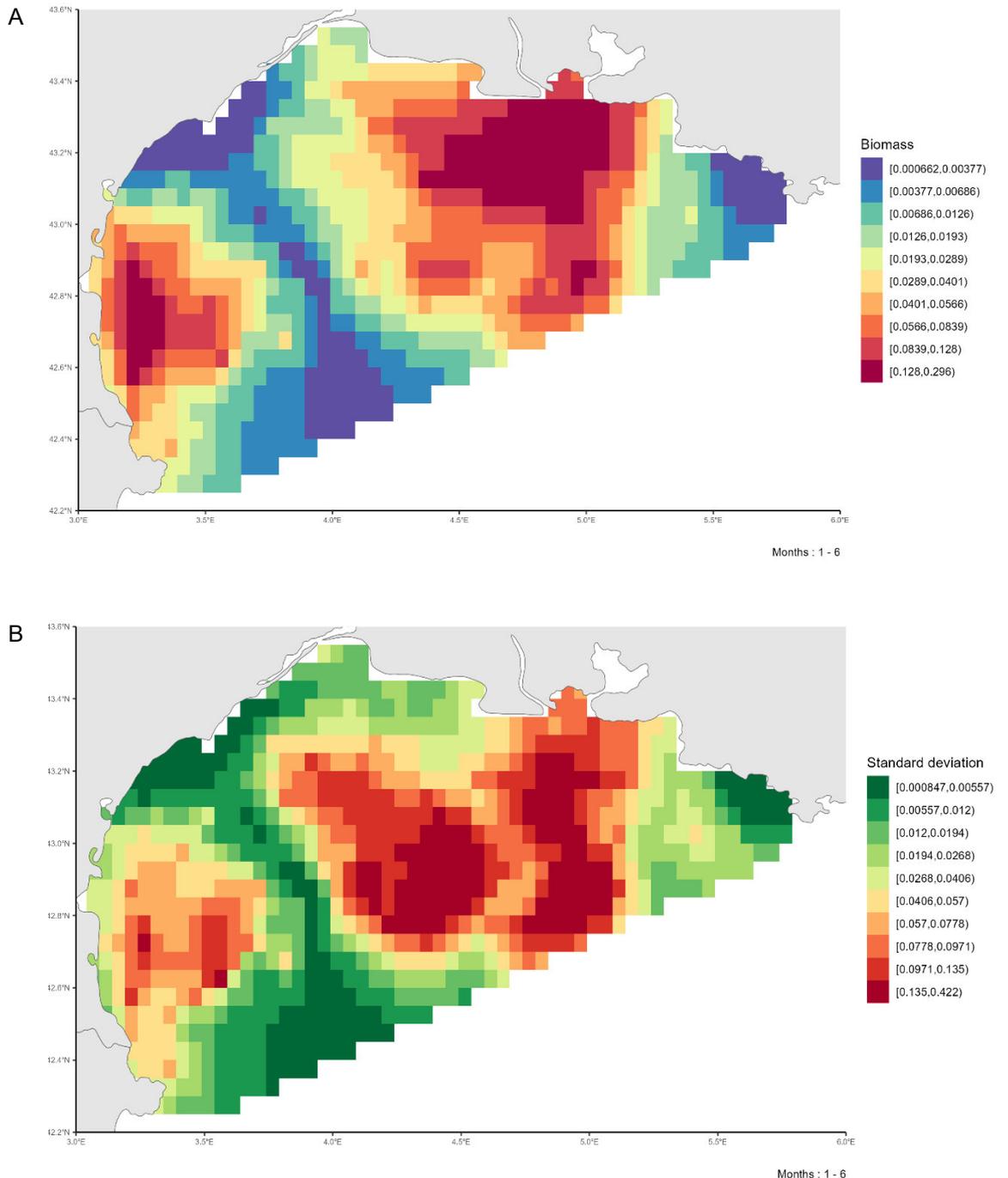


Figure 201 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de limande (*Limanda limanda*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de limande (*Limanda limanda*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Juin) sur la période 2008-2022.

### 4.3.5. Lophius spp (Baudroie)

#### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 202). Les débarquements de baudroie augmentent jusqu'à 2010 puis diminuent avant de se stabiliser à partir de 2014.

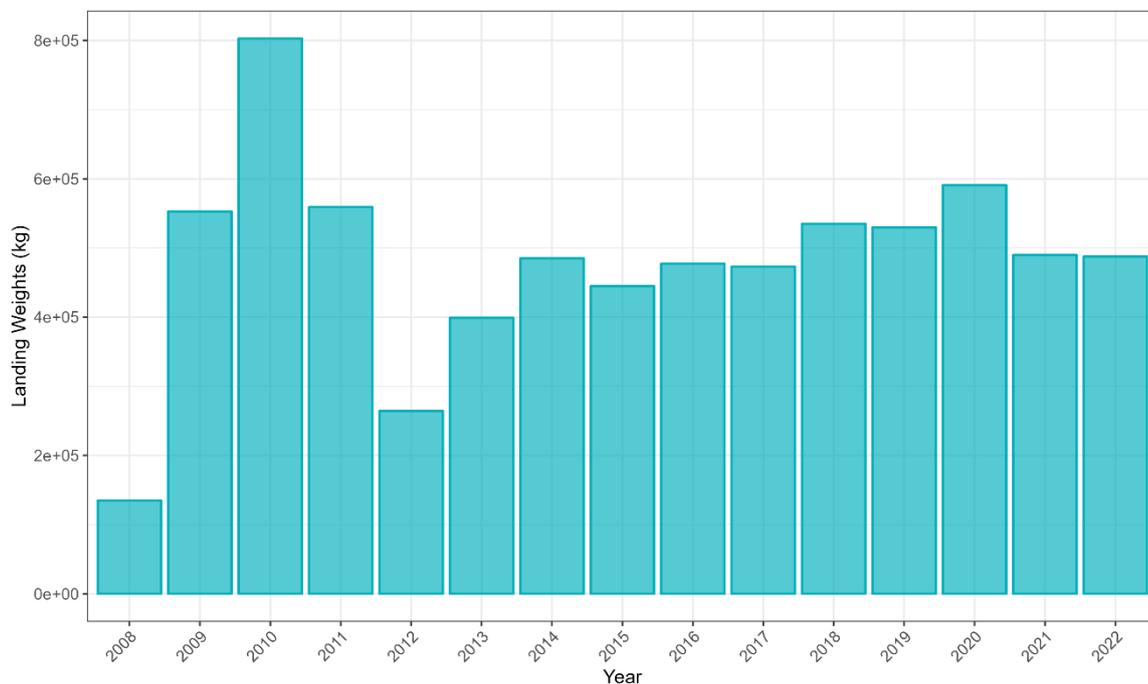


Figure 202 : Débarquement (en kg) de baudroie (*Lophius spp*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de baudroie sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 203. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

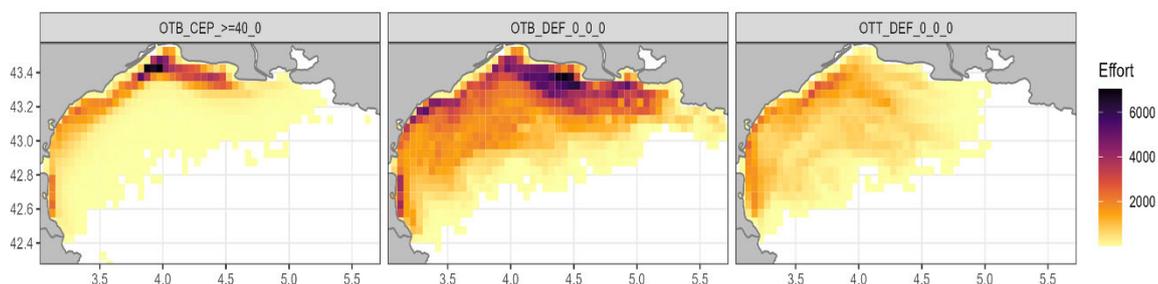


Figure 203 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de baudroie (*Lophius spp*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 67.3 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité de la baudroie dans le Golfe du Lion (Figure 204).

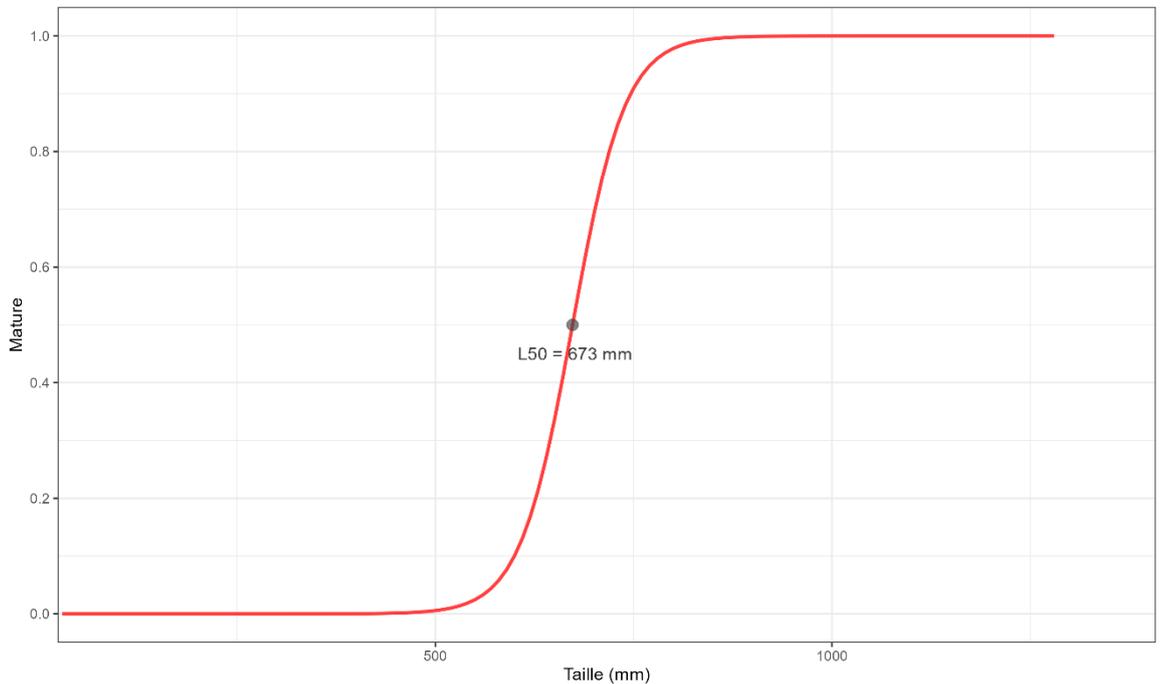


Figure 204 : Ogive de maturité de la baudroie (*Lophius spp*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 205). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

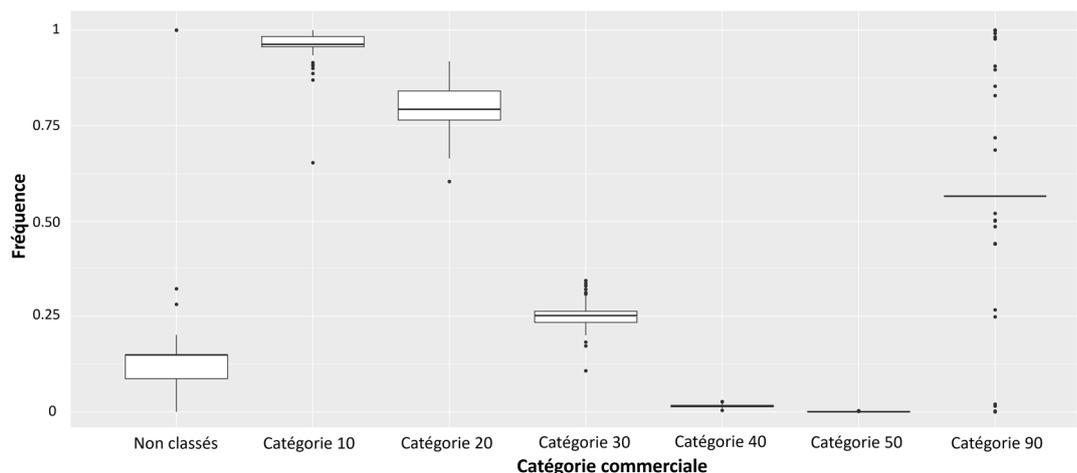


Figure 205 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la baudroie (*Lophius spp*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de baudroie au cours des mois de reproduction (Février – Juillet) (Fischer et al., 1987) permet d'identifier des zones

de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 206). Les frayères de baudroie se trouvent dans le centre du Golfe du Lion, d'est en ouest. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

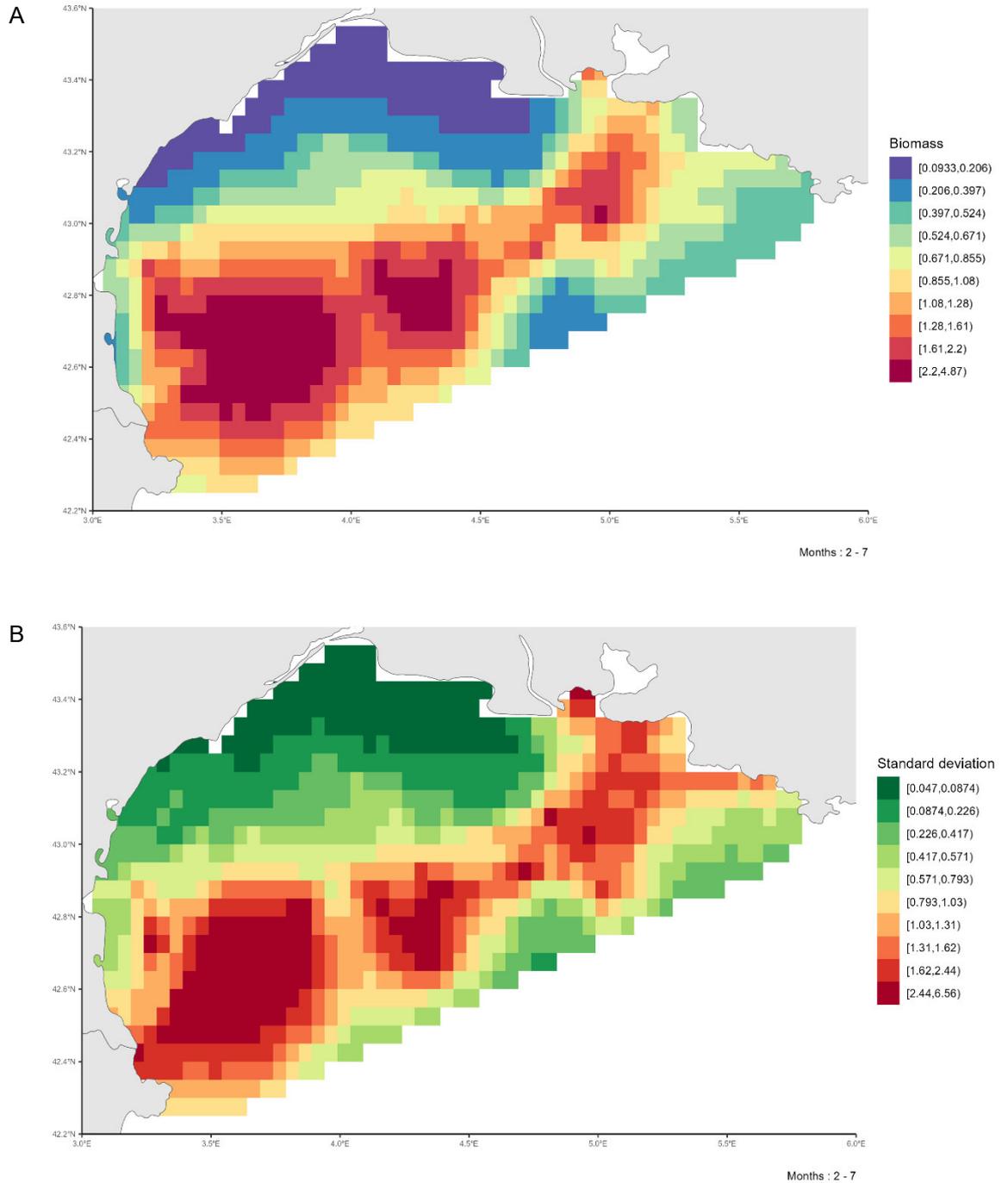


Figure 206 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de baudroie (*Lophius* spp) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Février-Juillet) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de baudroie (*Lophius* spp) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Février-Juillet) sur la période 2008-2022.

#### 4.3.6. *Merluccius merluccius* (Merlu)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 207). Les débarquements de merlu,

malgré une hausse importante en 2009 semblent avoir une tendance décroissante au cours de la série temporelle.

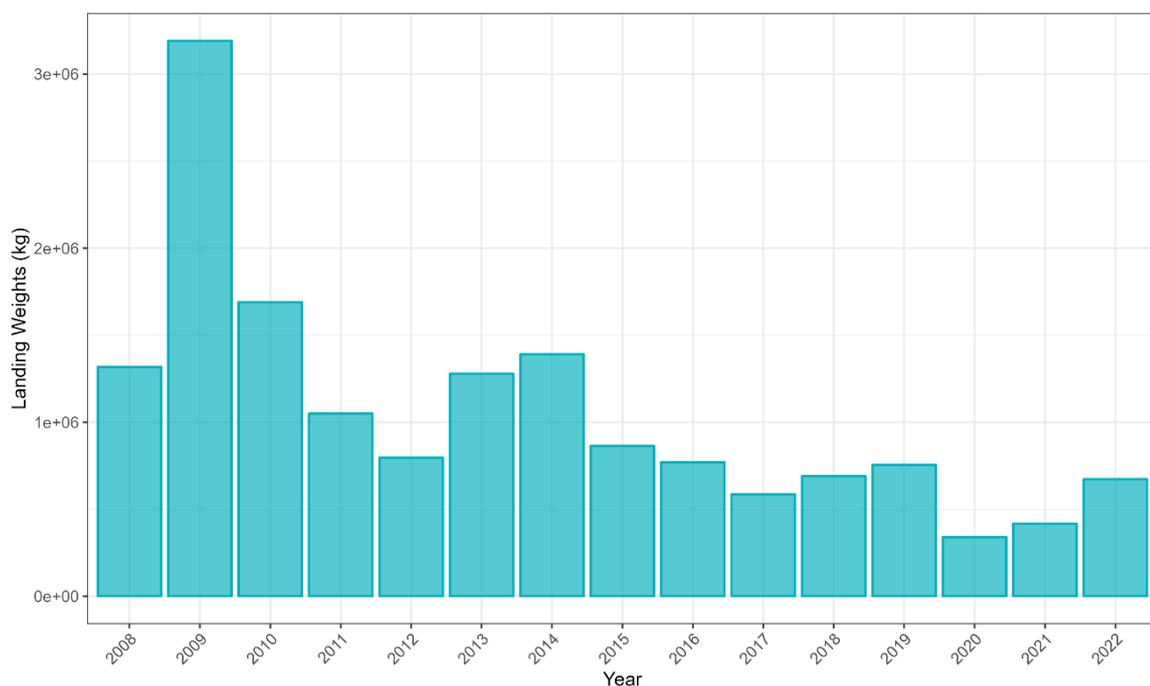


Figure 207 : Débarquement (en kg) de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de merlu sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 208. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

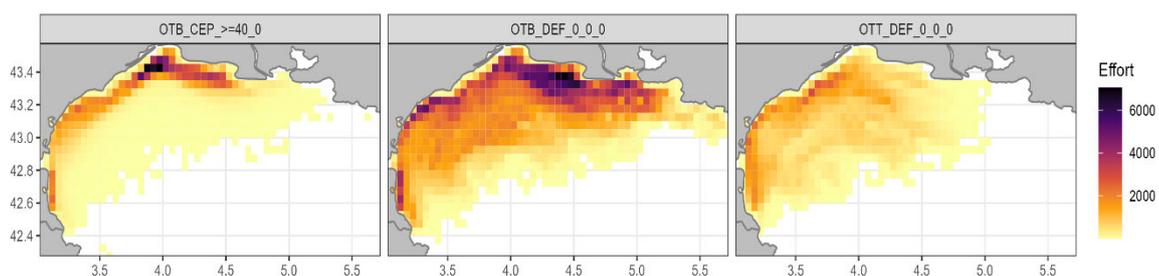


Figure 208 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 38 cm (Recasens et al., 2005) nous permet de définir l'ogive de maturité du merlu dans le Golfe du Lion (Figure 209).

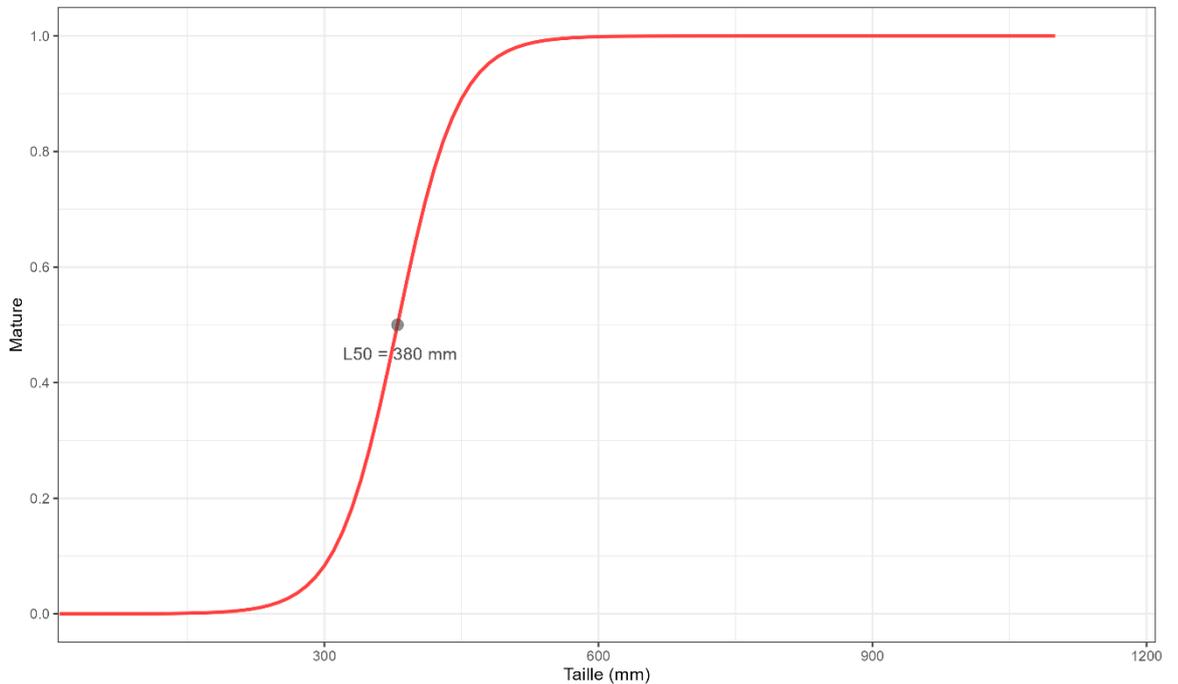


Figure 209 : Ogive de maturité du merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 210). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

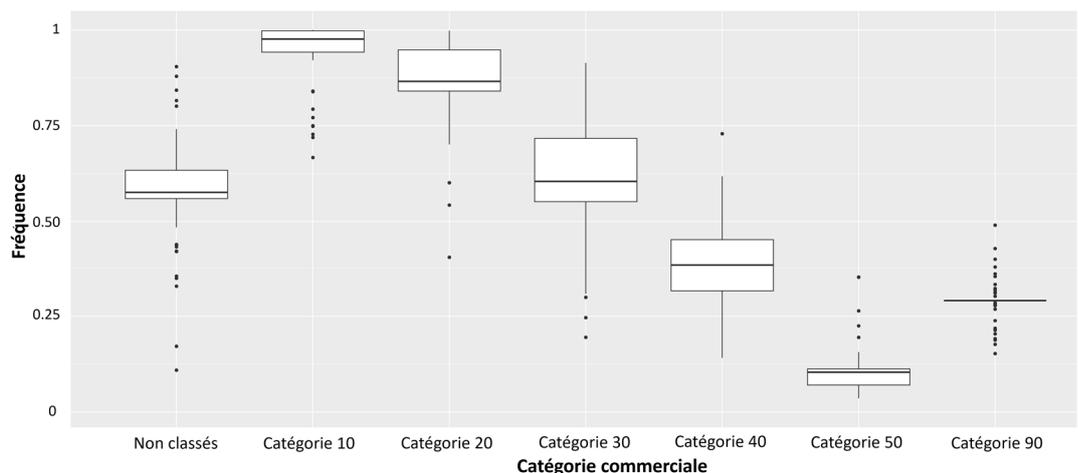


Figure 210 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de merlu au cours des mois de reproduction (Septembre – Novembre ) (Recasens et al., 2008) permet d'identifier

des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 211). Les frayères de merlu se trouvent dans le centre du Golfe du Lion et plus particulièrement dans la partie nord-est. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

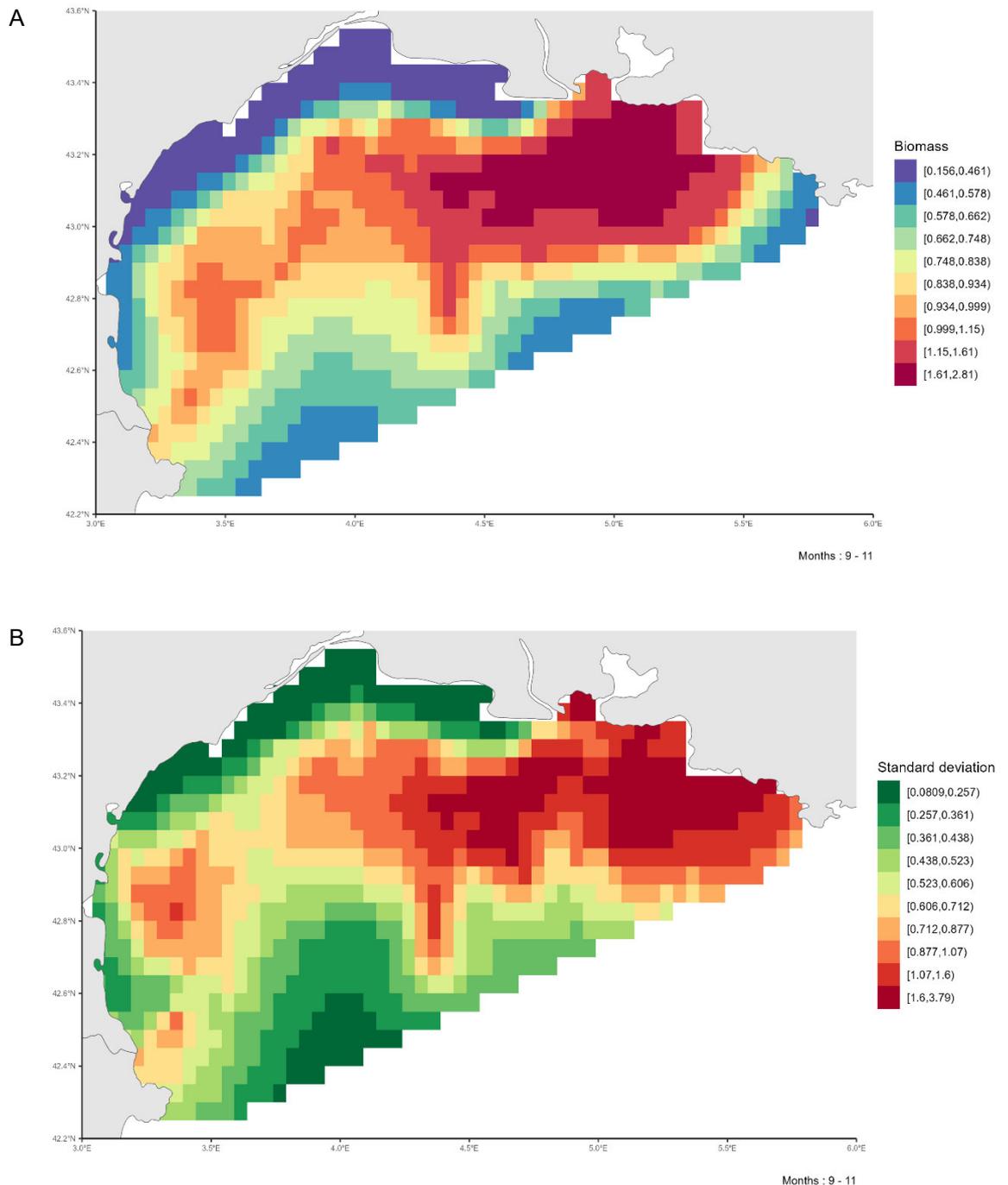


Figure 211 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Septembre-Novembre) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de merlu (*Merluccius merluccius*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Septembre-Novembre) sur la période 2008-2022.

Des cartes ont été produites par Morfin (2013) pour caractériser l'abondance de reproducteurs de merlu. L'auteur a analysé la variabilité/stabilité temporelle des distributions spatiales des principales espèces exploitées dans le Golfe du Lion. Pour ce faire, ils ont analysé les données de campagnes scientifiques de chalutage de fond MEDITS de 1994 à 2010 sur 66 stations fixes et ont sélectionné 12 espèces clés

exploitées. La carte de frayère de merlu (*Merluccius merluccius*) est la moyenne des cartes annuelles krigées de la log-densité (Figure 212).

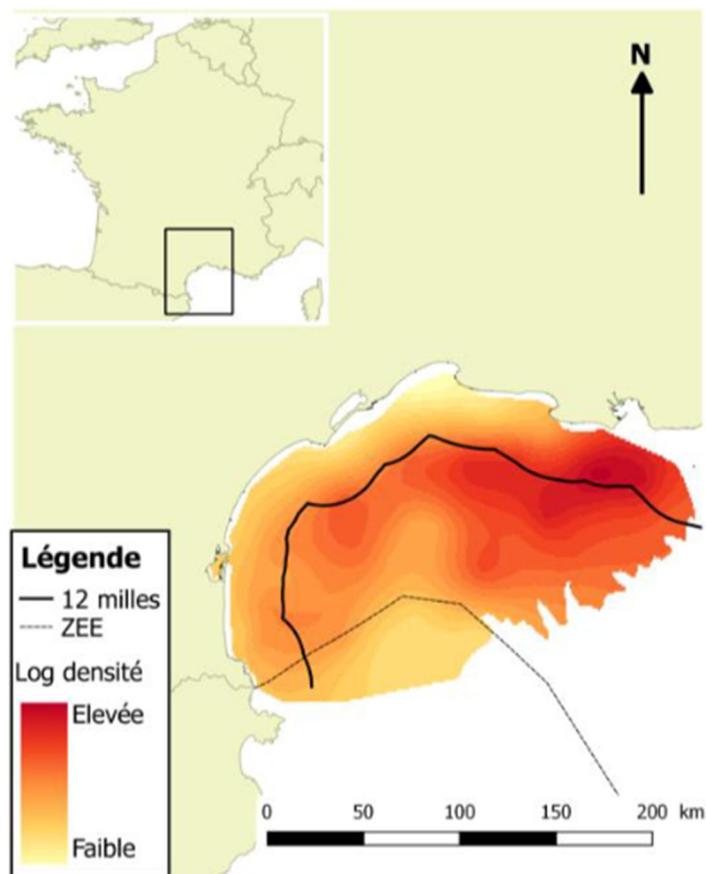


Figure 212 : Abondance de reproducteurs de merlu (*Merluccius merluccius*)

Les deux cartes de frayère de merlu couvrent la même zone (Golfe du Lion) et ont une bonne couverture temporelle (plusieurs années de données pour les deux études). Les méthodes utilisées pour les deux études diffèrent : Morfin (2013) modélise la distribution spatiale du merlu à partir de données de campagne scientifique à l'aide de méthodes géostatistiques (analyse variographique, puis krigage), alors que nous modélisons la distribution spatio-temporelle du grondin à l'aide d'un modèle hiérarchique intégrant des données de VMS x logbook. L'effort d'échantillonnage pour les deux études n'est donc pas le même. Les données de la campagne MEDITS ne couvrent qu'une période limitée, de mi-mai à fin juin annuellement, sur un total de 66 stations. En revanche, notre étude utilise des données produites toute l'année et sur l'ensemble de la zone. De plus, l'étendue de la série temporelle de notre étude nous permet d'avoir des résultats avec des données plus récentes (2008 – 2022). Les deux cartes montrent des zones de frayère cohérentes entre les deux études.

#### 4.3.7. *Mullus barbatus* (Rouget de vase)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2016-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 213). Il n'y a pas de débarquements de rouget de vase avant 2016 par les navires équipés de système VMS. Les débarquements sont stables sur 2016-2019 puis augmentent après cette date.

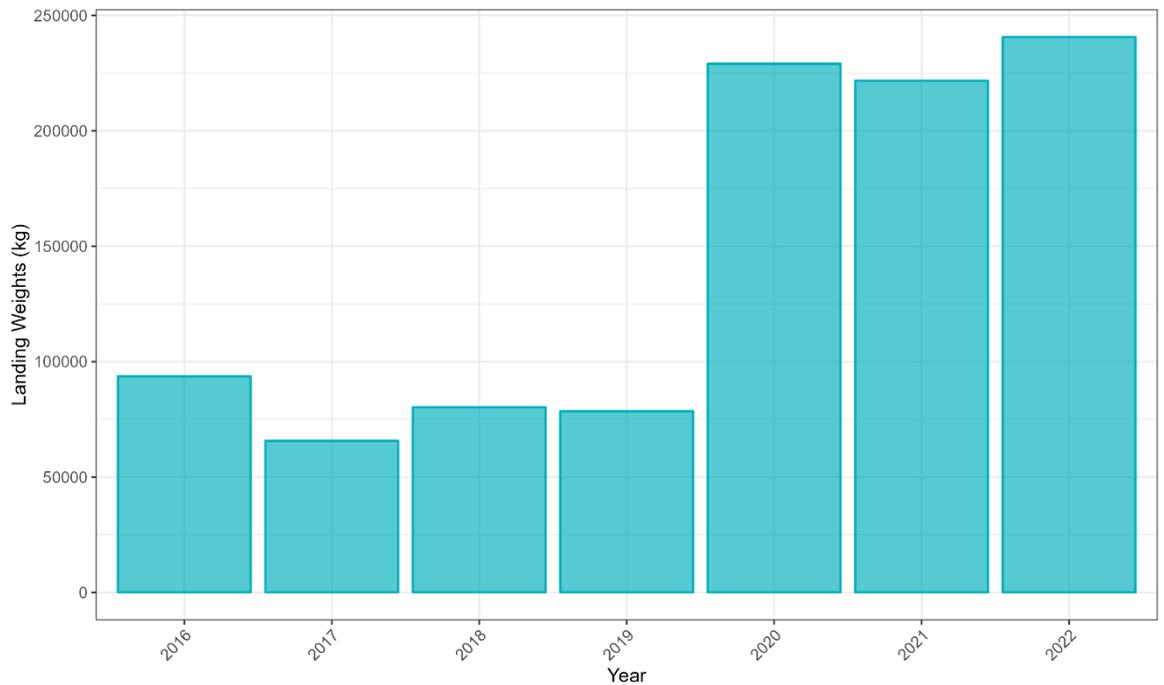


Figure 213 : Débarquement (en kg) de rouget de vase (*Mullus barbatus*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de rouget de vase sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 214. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

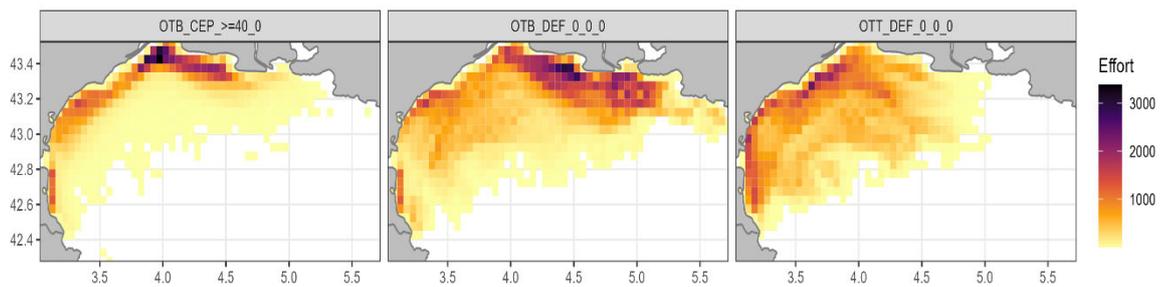


Figure 214 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2016-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de rouget de vase (*Mullus barbatus*) dans le Golfe du Lion.

## Ogive de maturité

La L50 à 23 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité du rouget de vase dans le Golfe du Lion (Figure 215).

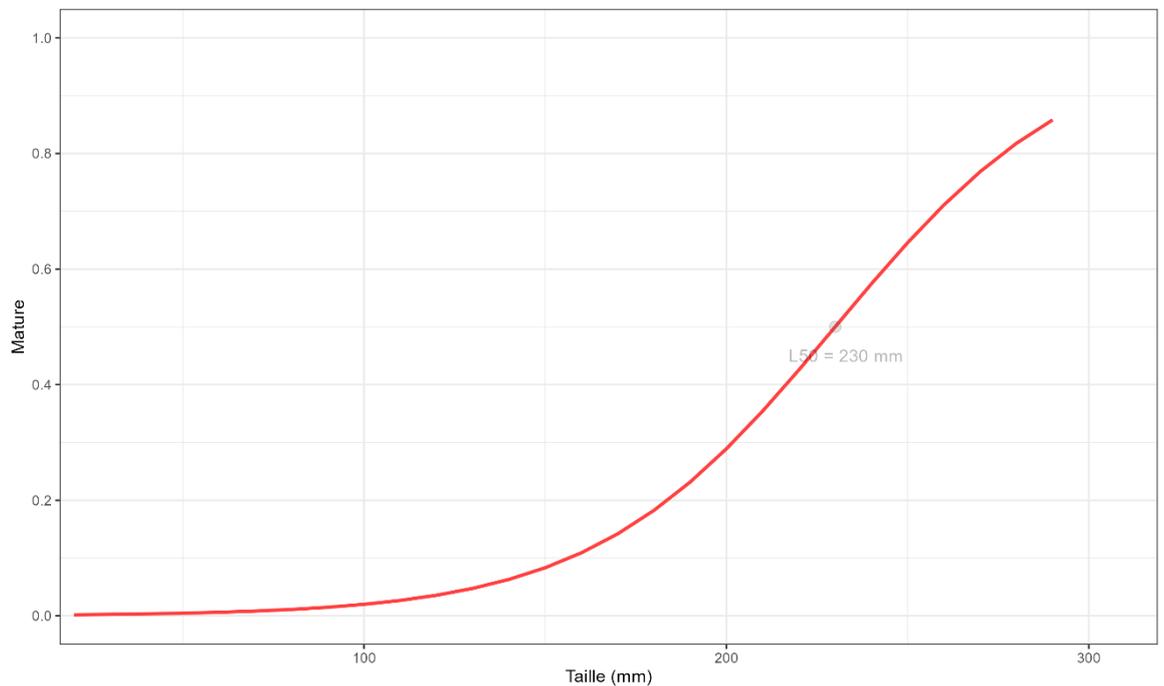


Figure 215 : Ogive de maturité du rouget de vase (*Mullus barbatus*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 216). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est normalement proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). Pour le rouget de vase dans le Golfe du Lion, la quantité de données sur la maturité est faible, il semble que la proportion d'individus matures soit sous-estimée, principalement sur les plus grandes classes de taille.

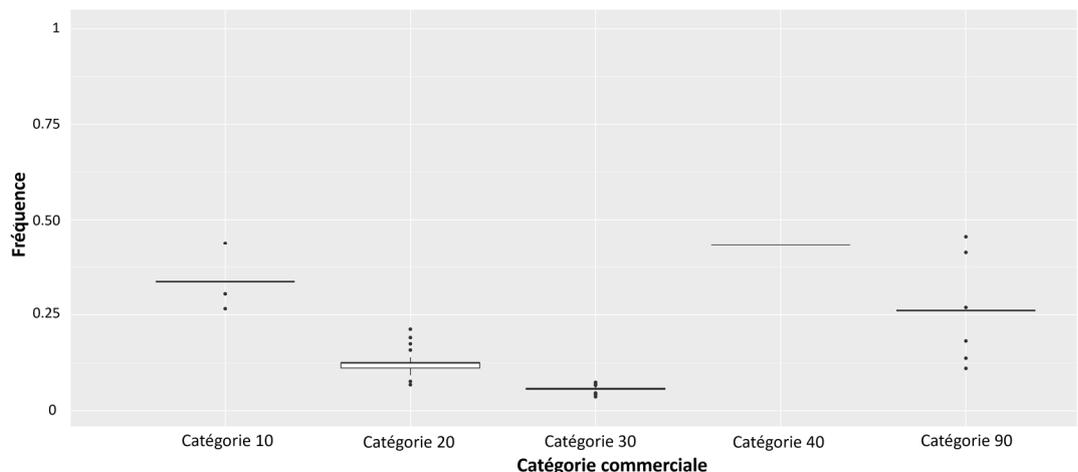


Figure 216 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le rouget de vase (*Mullus barbatus*) dans le Golfe du Lion.

## Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de rouget de vase au cours des mois de reproduction (Mai – Juillet) (Carbonara et al., 2015) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2016-2022 (Figure 217). Les frayères de rouget de vase se trouvent dans le centre du Golfe du Lion et vers le large. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

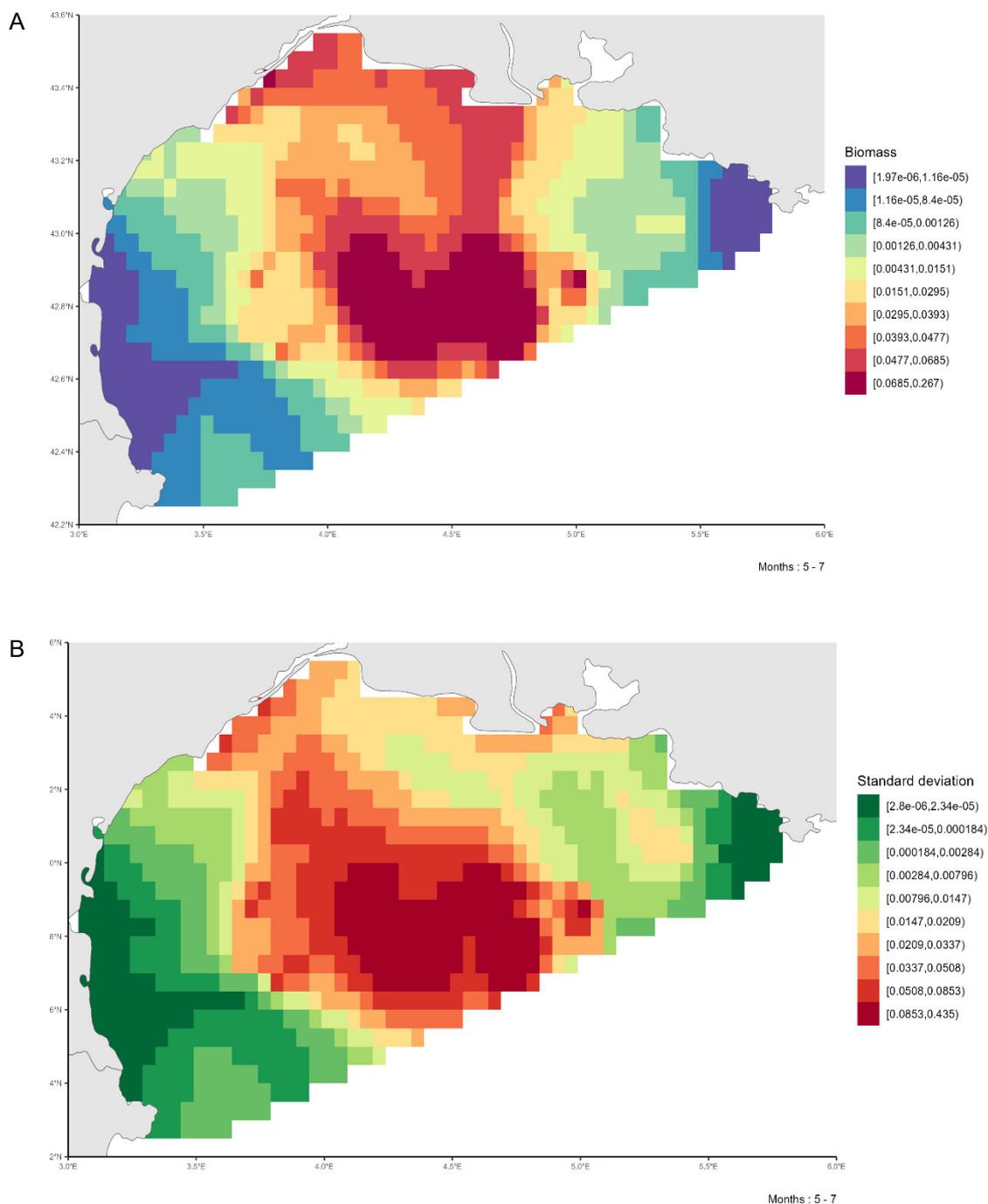


Figure 217 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de rouget de vase (*Mullus barbatus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mai-Juillet) sur la période 2016-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de rouget de vase (*Mullus barbatus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mai-Juillet) sur la période 2016-2022.

Des cartes ont été produites par Morfin (2013) pour caractériser l'abondance de reproducteurs de rouget de vase. L'auteur a analysé la variabilité/stabilité temporelle des

distributions spatiales des principales espèces exploitées dans le Golfe du Lion. Pour ce faire, ils ont analysé les données de campagnes scientifiques de chalutage de fond MEDITS de 1994 à 2010 sur 66 stations fixes et ont sélectionné 12 espèces clés exploitées. La carte de frayère de merlu (*Merluccius merluccius*) est la moyenne des cartes annuelles krigées de la log-densité (Figure 218).

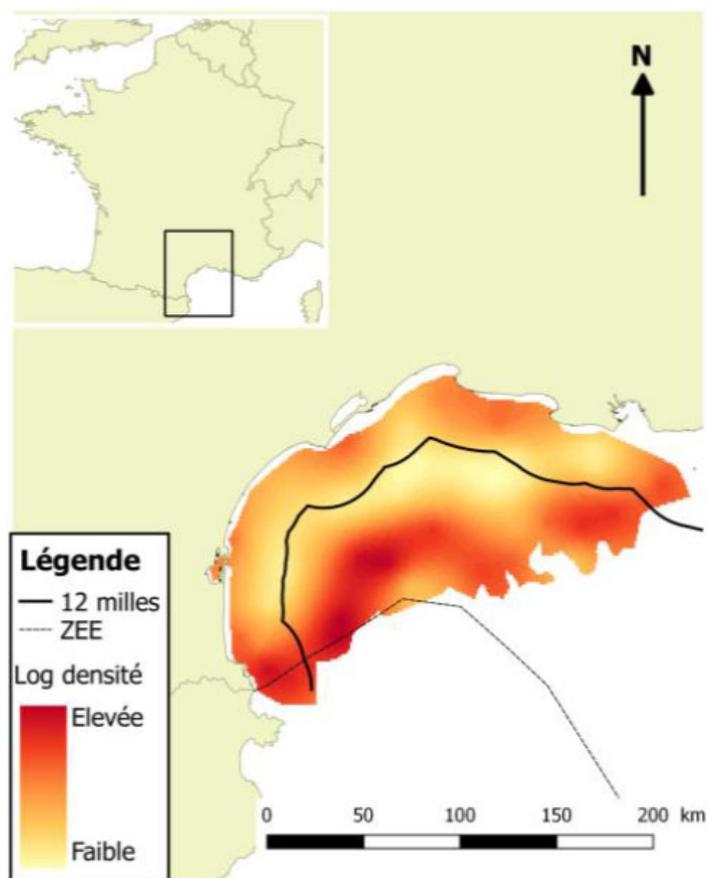


Figure 218 : Abondance de reproducteurs de rouget de vase (*Mullus barbatus*)

Les deux cartes de frayère de rouget de vase couvrent la même zone (Golfe du Lion) et ont une bonne couverture temporelle (plusieurs années de données pour les deux études). Les méthodes utilisées pour les deux études diffèrent : Morfin (2013) modélise la distribution spatiale du merlu à partir de données de campagne scientifiques à l'aide de méthodes géostatistiques (analyse variographique, puis krigeage), alors que nous modélisons la distribution spatio-temporelle du rouget de vase à l'aide d'un modèle hiérarchique intégrant des données de VMS x logbook. L'effort d'échantillonnage pour les deux études n'est donc pas le même. Les données de la campagne MEDITS ne couvrent qu'une période limitée, de mi-mai à fin juin annuellement, sur un total de 66 stations. En revanche, notre étude utilise des données produites toute l'année et sur l'ensemble de la zone. De plus, l'étendue de la série temporelle de notre étude nous permet d'avoir des résultats avec des données plus récentes (2008 – 2022). dans le centre du Golfe du Lion et vers le large, et des zones de frayère incohérentes comme en partie ouest et est, où notre modèle prédit des biomasses faibles contrairement à Morfin (2013).

#### 4.3.8. *Mullus surmuletus* (Rouget de roche)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 219). Les débarquements de rouget de roche augmentent de 2008 à 2015 puis diminuent progressivement.

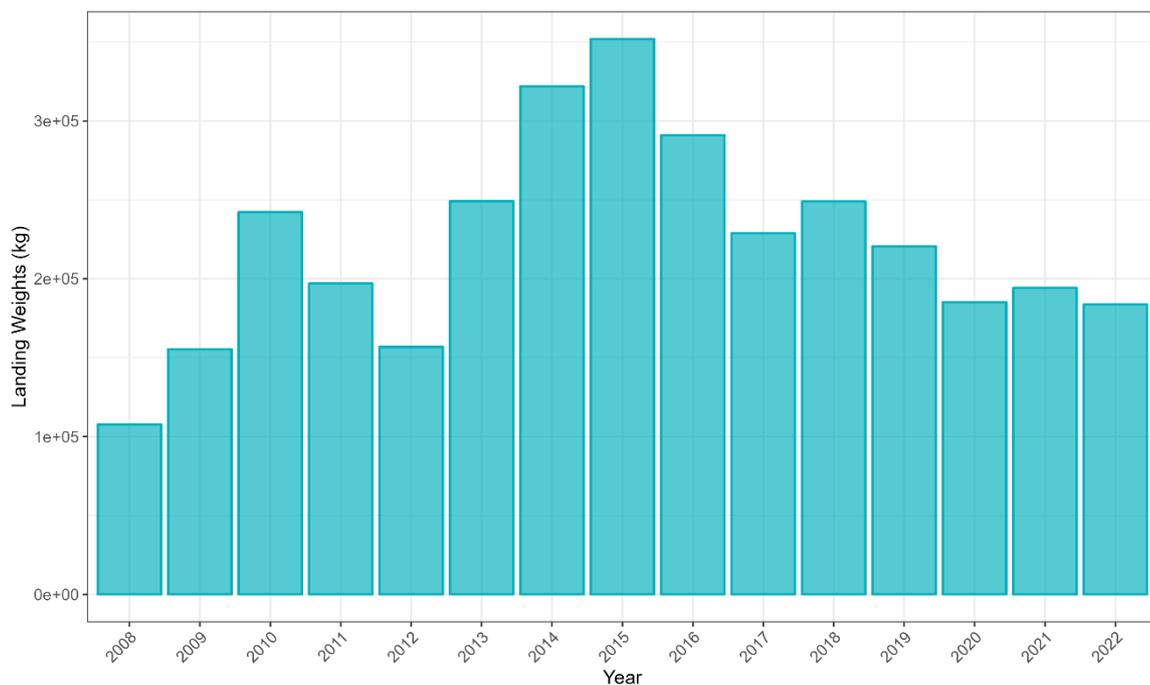


Figure 219 : Débarquement (en kg) de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de rouget de roche sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 220. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

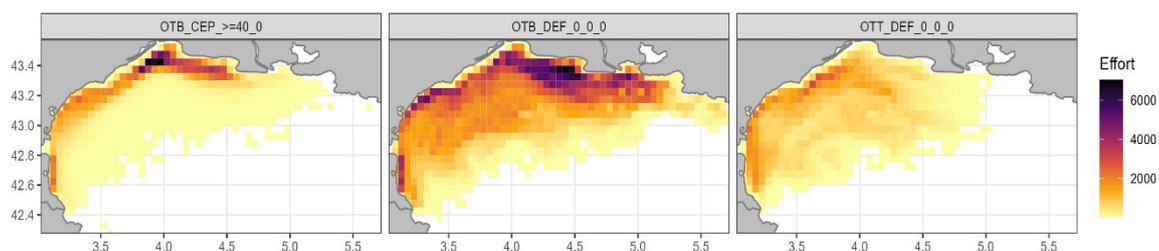


Figure 220 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 32 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité du rouget de roche dans le Golfe du Lion (Figure 221).

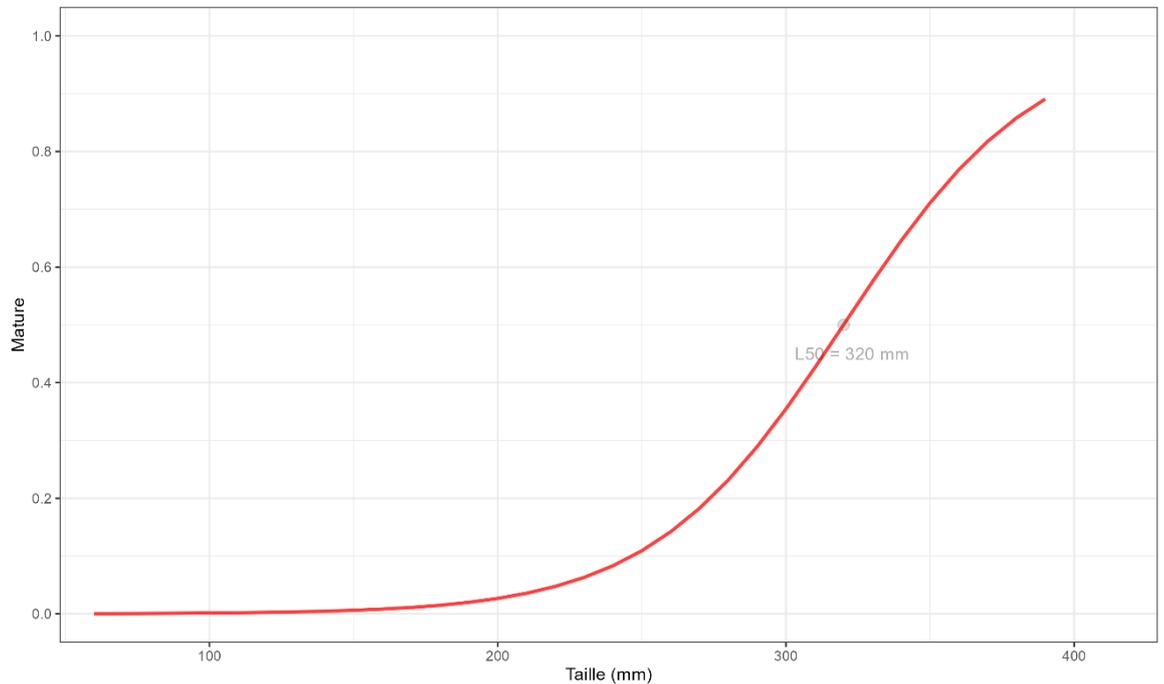


Figure 221 : Ogive de maturité du rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 222). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). Les fréquences d'individus matures des catégories 40 et 50 semblent être surestimées.

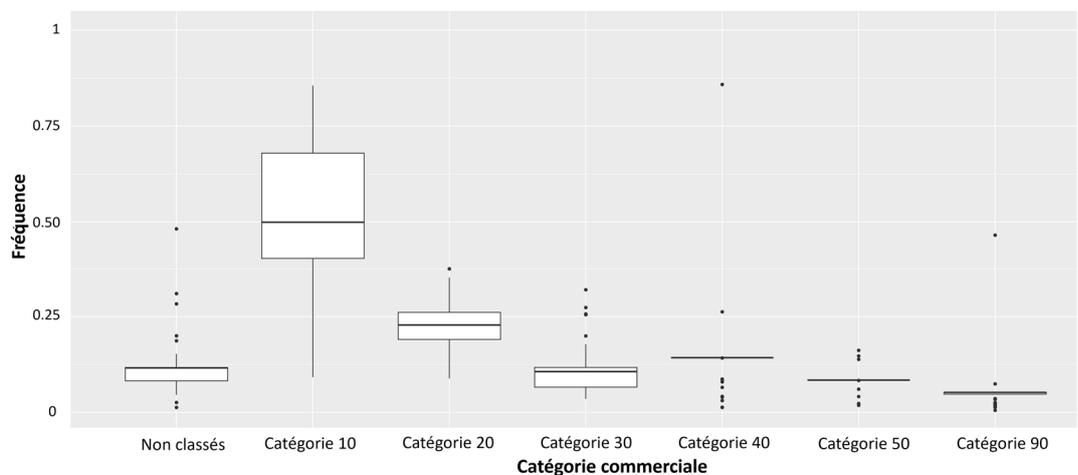


Figure 222 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de rouget de roche au cours des mois de reproduction (Mars – Juin) (Reñones et al., 1995) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 223). Les frayères de rouget de roche se trouvent au niveau des côtes à l'est et à l'ouest et s'étendent vers le centre du Golfe du Lion. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

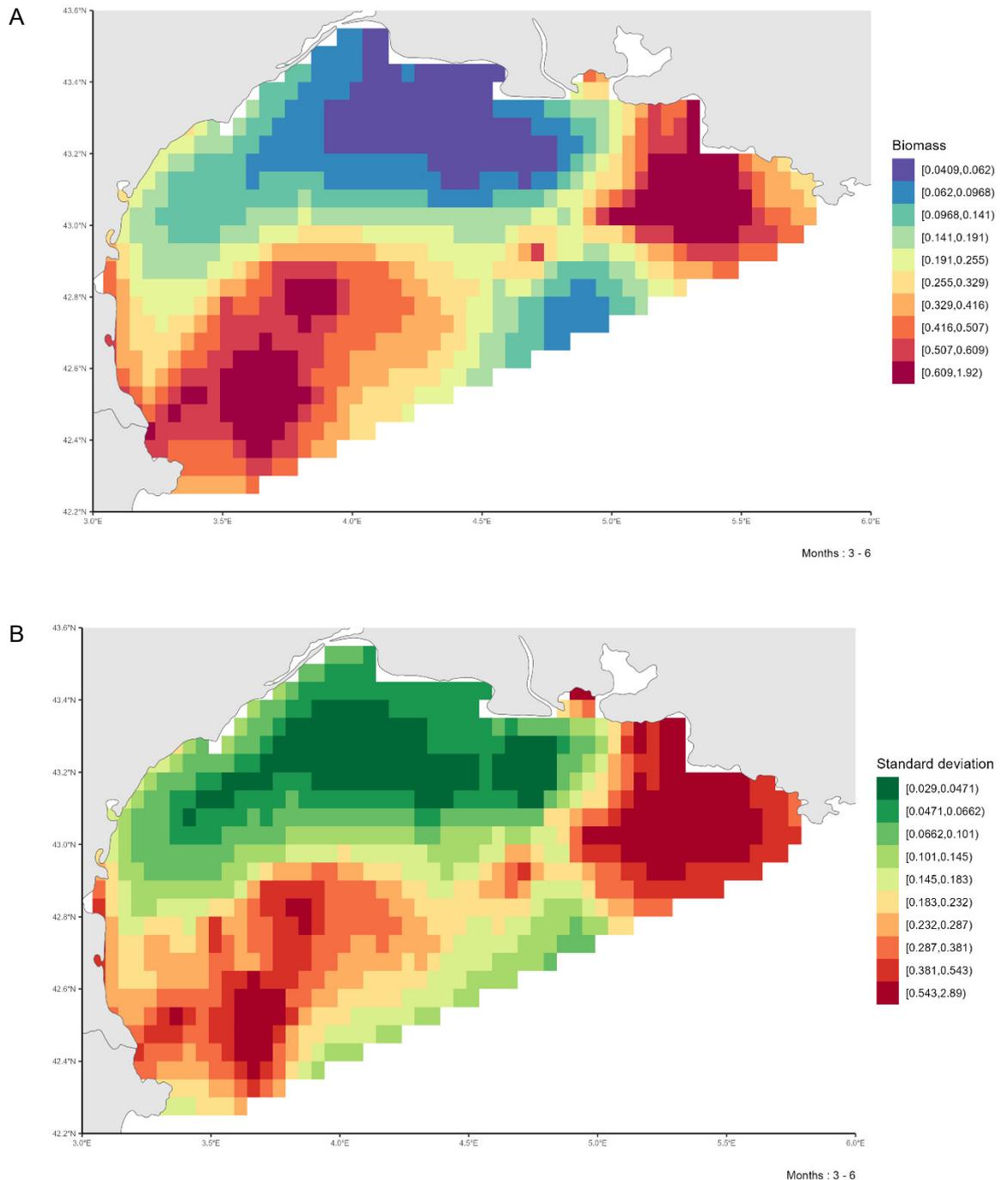


Figure 223 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mars-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de rouget de roche (*Mullus surmuletus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mars-Juin) sur la période 2008-2022.

### 4.3.9. *Pagellus erythrinus* (Pageot commun)

#### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 224). Les débarquements de pageot commun sont relativement stables tout au long de la série temporelle avec une hausse ponctuelle en 2014.

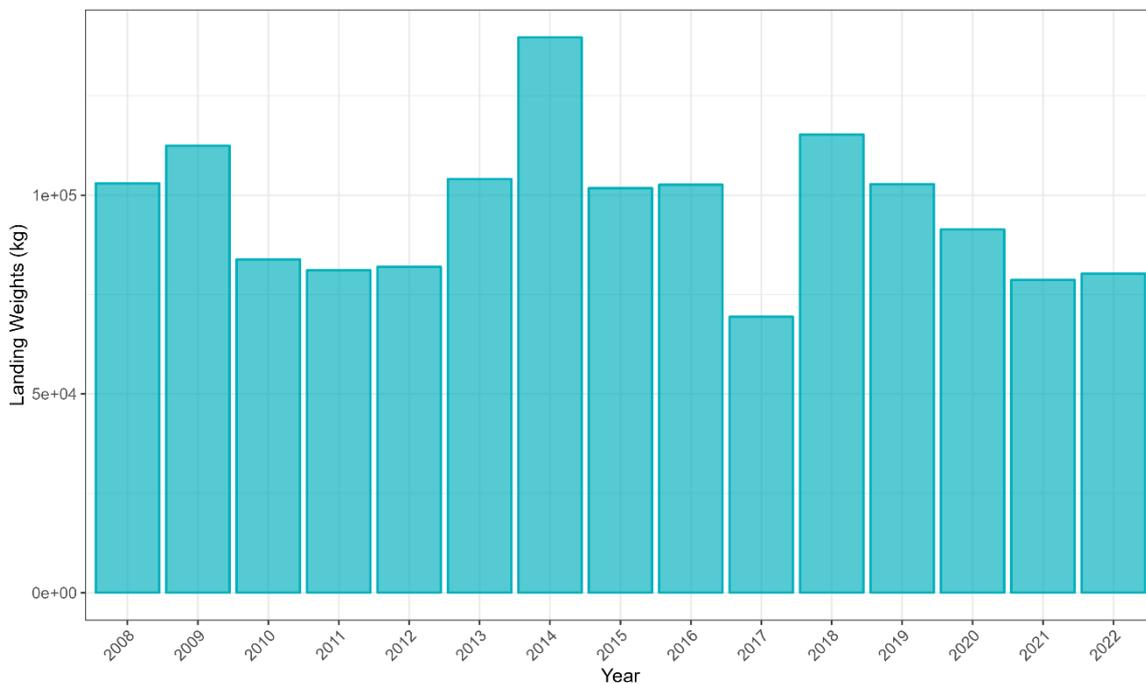


Figure 224 : Débarquement (en kg) de pageot commun (*Pagellus erythrinus*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### *Couverture spatiale de la zone*

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de pageot commun sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 225. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

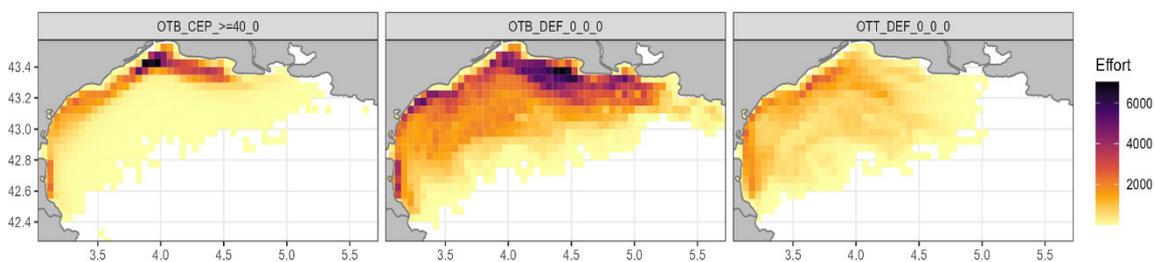


Figure 225 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de pageot commun (*Pagellus erythrinus*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 13 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité du pageot commun dans le Golfe du Lion (Figure 226).

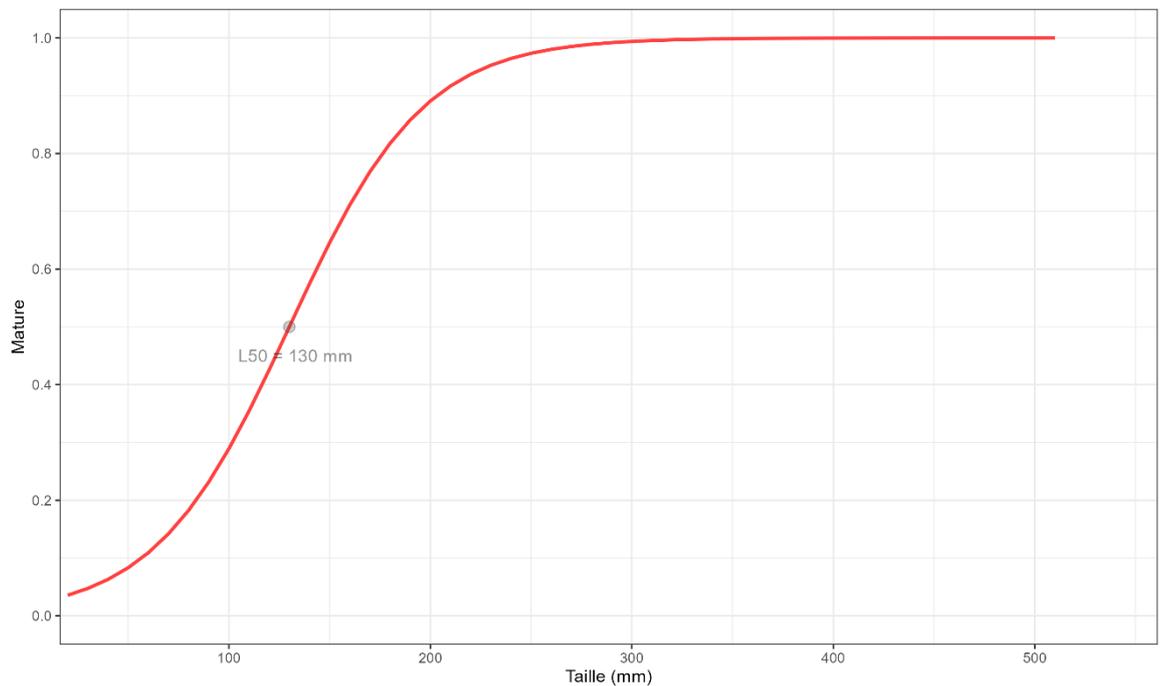


Figure 226 : Ogive de maturité du pageot commun (*Pagellus erythrinus*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 227). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est normalement proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). Pour le pageot commun dans le Golfe du Lion, la quantité de données sur la maturité est faible, la plupart des individus dans les catégories commerciales présentes sont considérés matures.

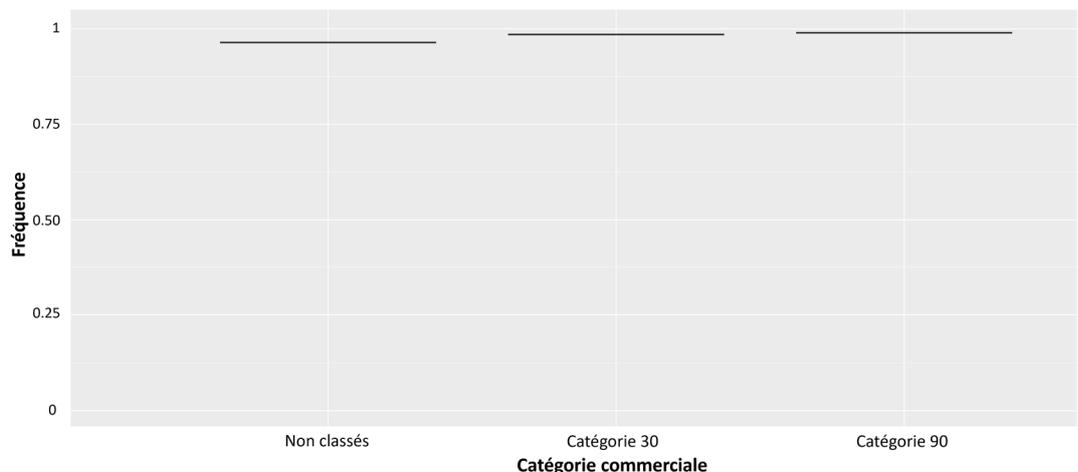


Figure 227 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le pageot commun (*Pagellus erythrinus*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de pageot commun au cours des mois de reproduction (Mai – Août) (Zarrad et al., 2010) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 228). Les frayères de pageot commun se trouvent tout le long de la côte du Golfe du Lion. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

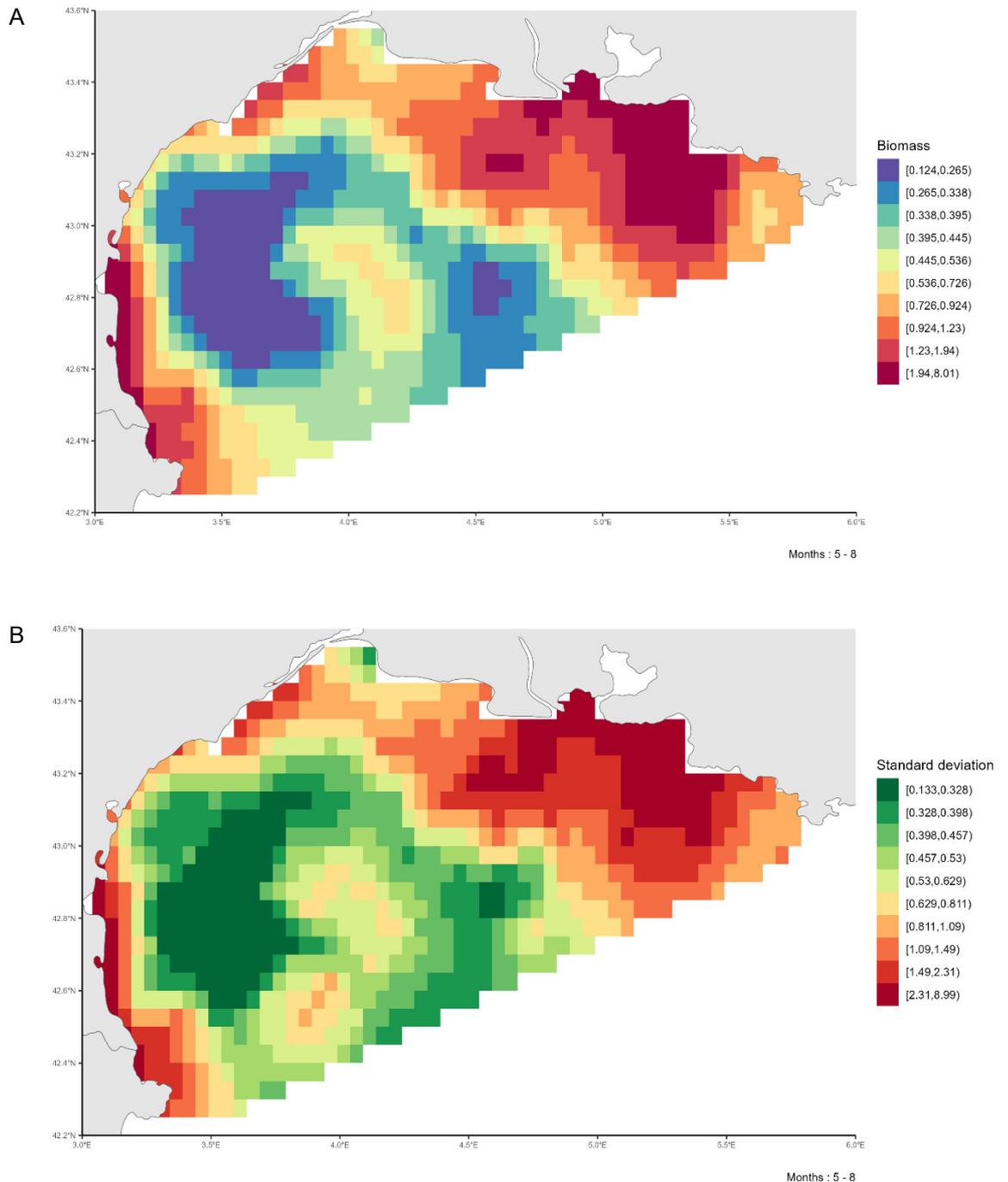


Figure 228 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de pageot commun (*Pagellus erythrinus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mai-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de pageot commun (*Pagellus erythrinus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mai-Août) sur la période 2008-2022.

### 4.3.10. Raja asterias (Raie étoilée)

#### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2009-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 229). Les débarquements de raie étoilée sont faibles de 2009 à 2011. Ils diminuent drastiquement de 2012 à 2016 puis augmentent à nouveau entre 2017 et 2022.

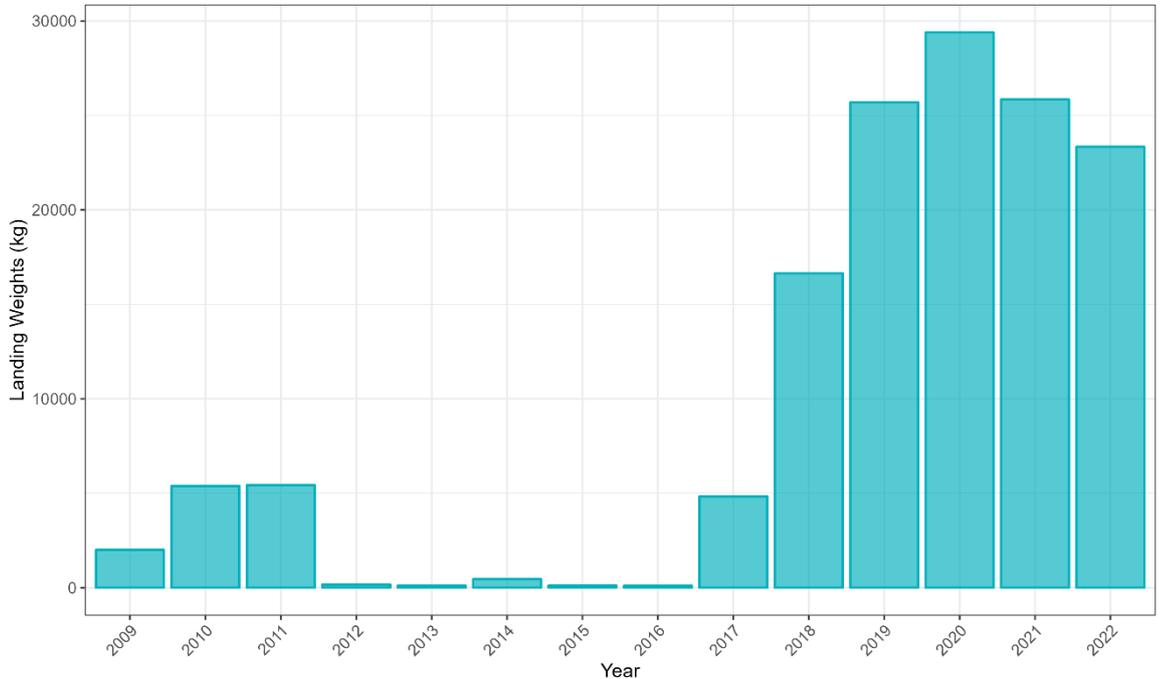


Figure 229 : Débarquement (en kg) de raie étoilée (*Raja asterias*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de raie étoilée sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 230. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux

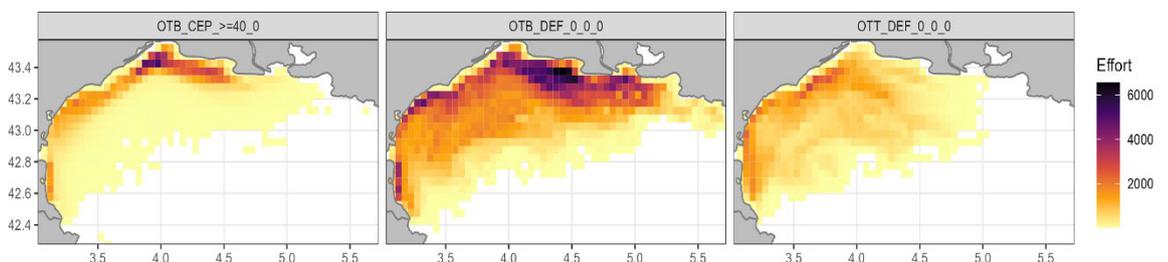


Figure 230 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2009-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de raie étoilée (*Raja asterias*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 53.9 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité du raie étoilée dans le Golfe du Lion (Figure 231).

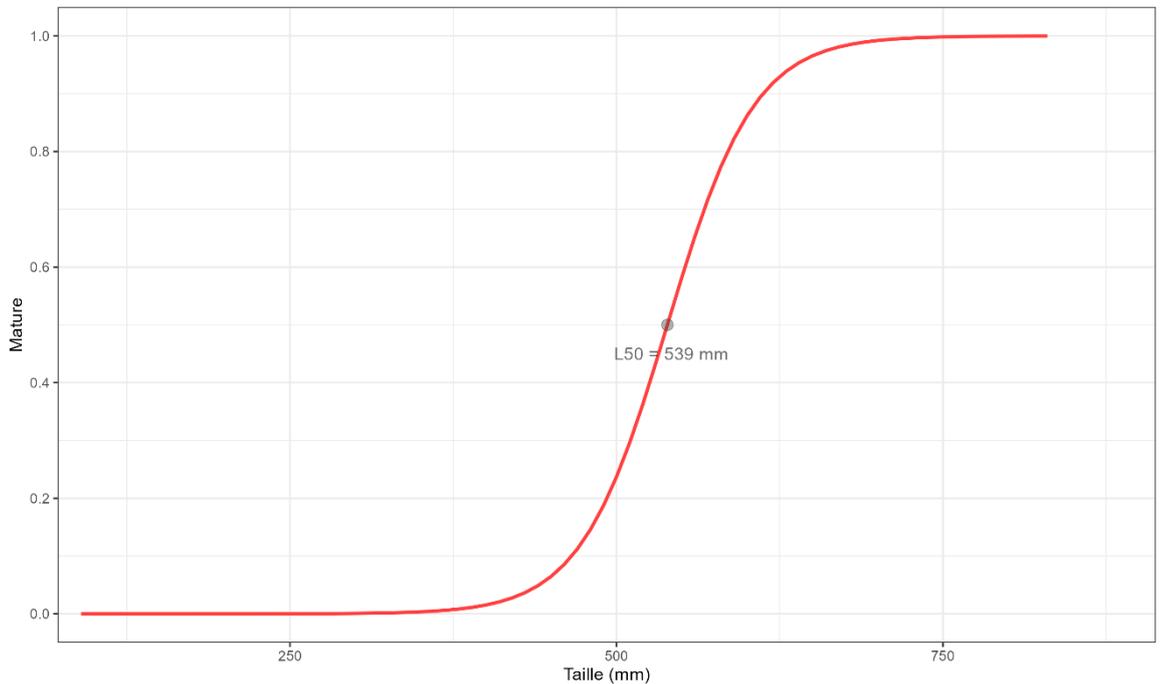


Figure 231 : Ogive de maturité du raie étoilée (*Raja asterias*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 232). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

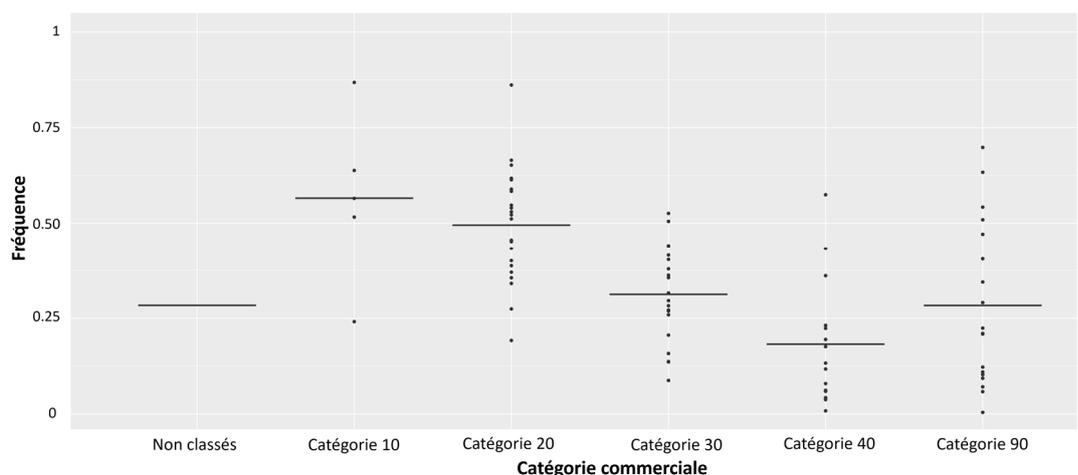


Figure 232 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le raie étoilée (*Raja asterias*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de raie étoilée au cours des mois de reproduction (Janvier -Décembre) (Porcu et al., 2017) permet d'identifier des

zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 233). Les frayères de raie étoilée se trouvent principalement au centre du Golfe du Lion, de la côte au large. Une deuxième frayère potentielle peut être identifiée au large, au nord-est. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

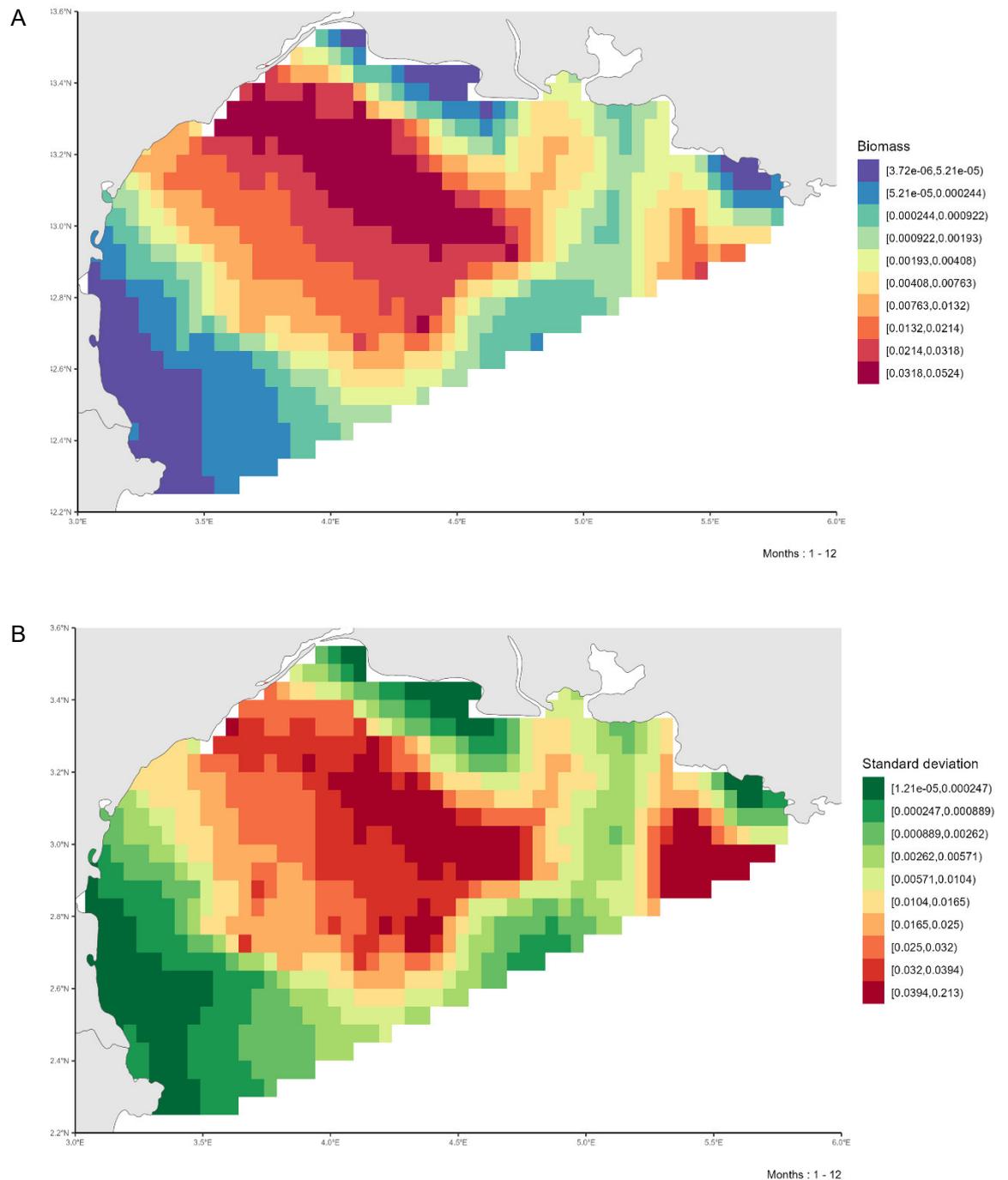


Figure 233 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de raie étoilée (*Raja asterias*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Décembre) sur la période 2009-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de raie étoilée (*Raja asterias*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Décembre) sur la période 2009-2022.

### 4.3.11. Raja clavata (Raie bouclée)

#### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 234). Les débarquements de raie bouclée augmentent progressivement entre 2008 et 2022.

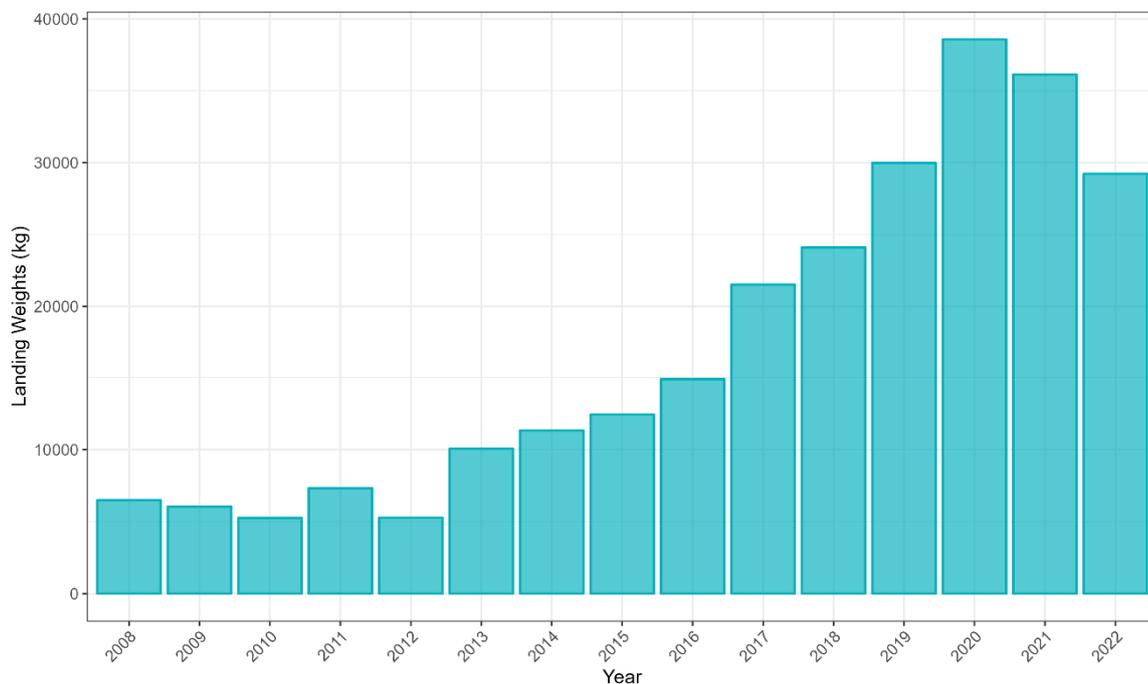


Figure 234 : Débarquement (en kg) de raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de raie bouclée sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 235. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

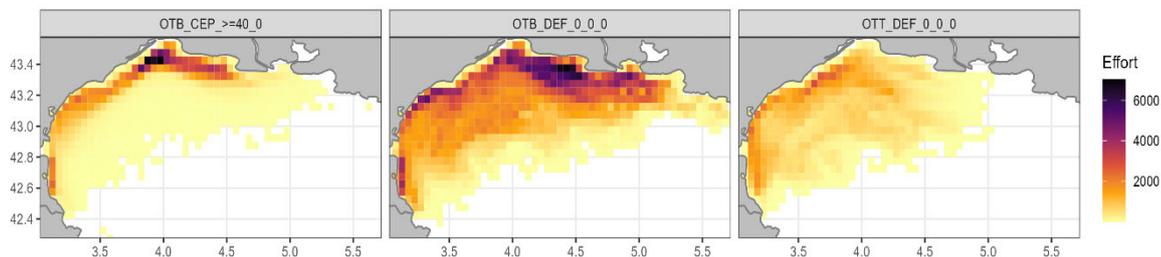


Figure 235 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 67.7 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité de la raie bouclée dans le Golfe du Lion (Figure 236).

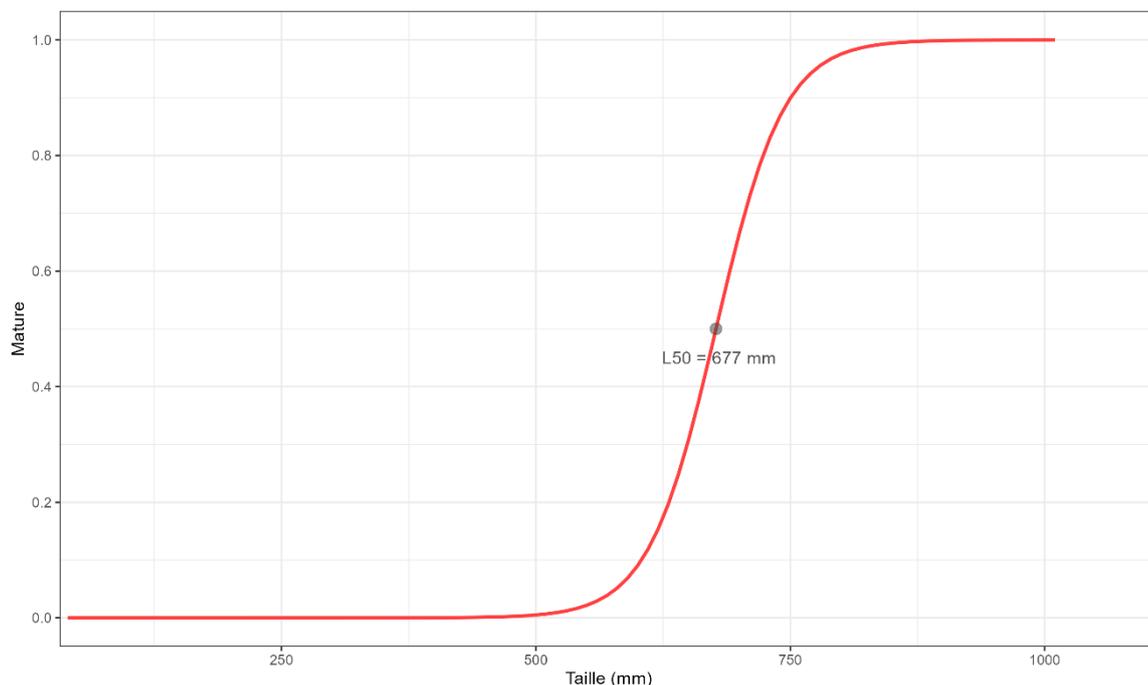


Figure 236 : Ogive de maturité de la raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 237). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

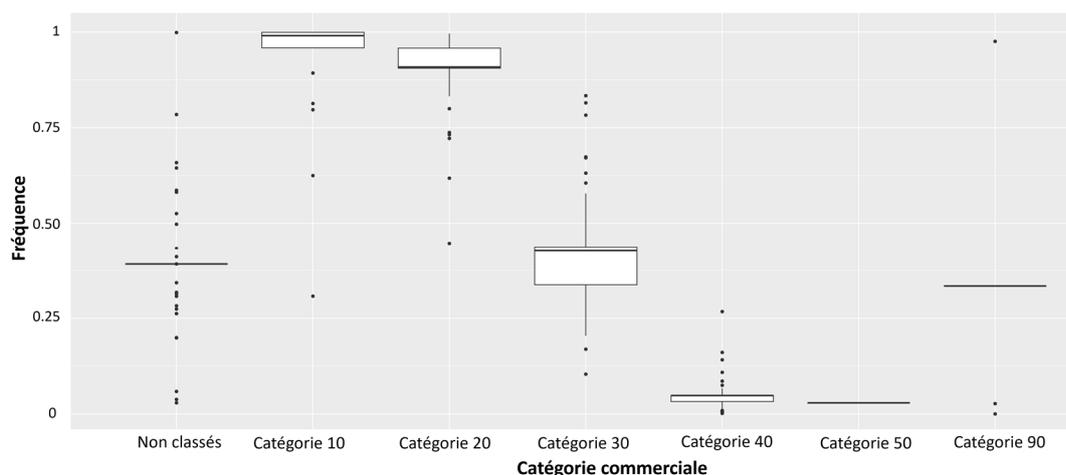


Figure 237 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de raie bouclée au cours des mois de reproduction (Mars – Juin) (Capapé et al., 2007) permet d'identifier des zones

de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 238). Les frayères de raie bouclée se trouvent à la côte au nord-ouest et à l'est. Une autre frayère peut être identifiée au centre du Golfe du Lion. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

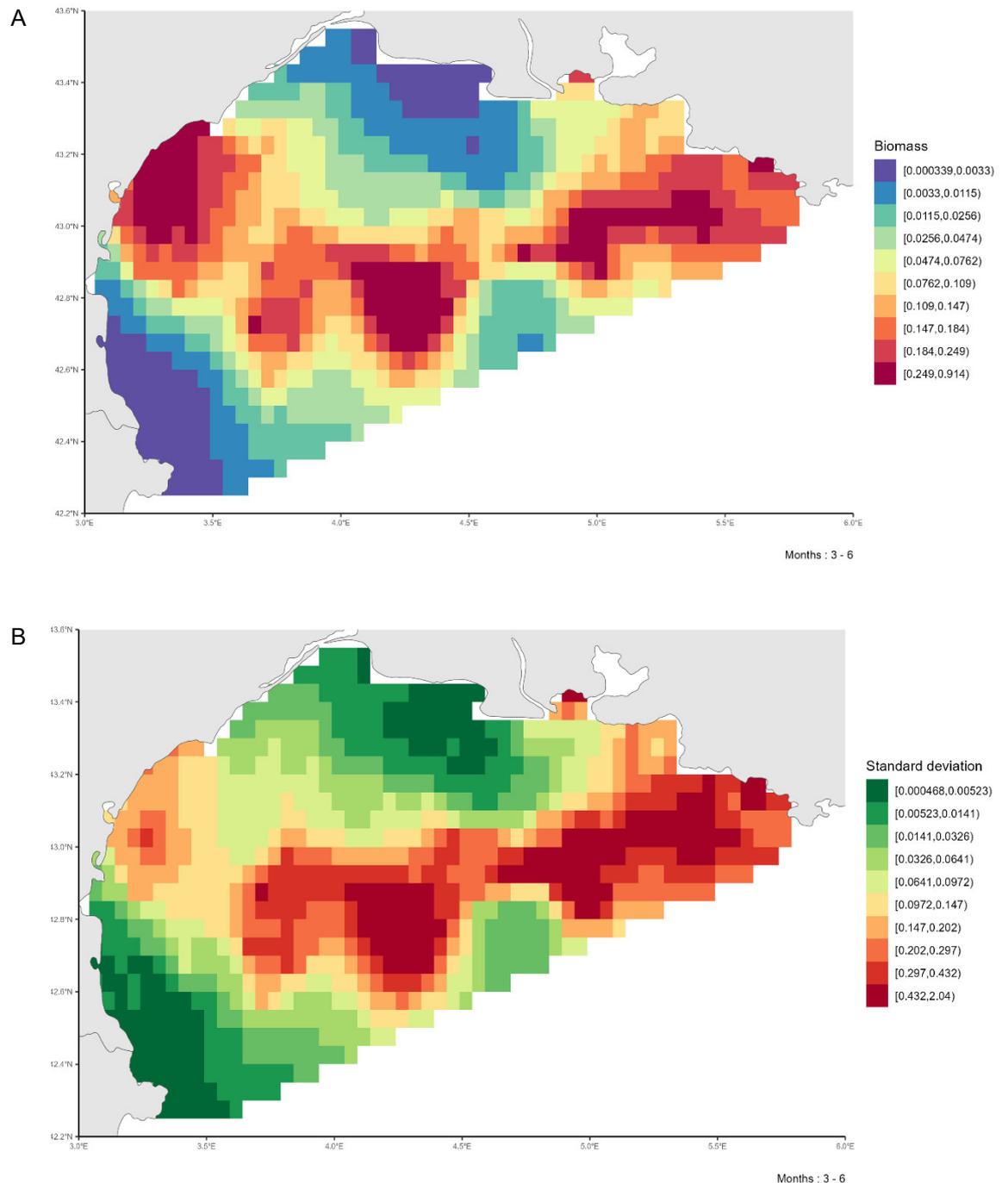


Figure 238 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mars-Juin) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de raie bouclée (*Raja clavata*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mars-Juin) sur la période 2008-2022.

#### 4.3.12. *Raja montagui* (Raie douce)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2012-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 239). Les débarquements de raie douce augmentent légèrement sur les dernières années. Dans le cadre de ce projet, nous

ne considérerons que les années 2012 à 2022 car les données de 2010 et 2011 ne permettent pas au modèle de fonctionner.

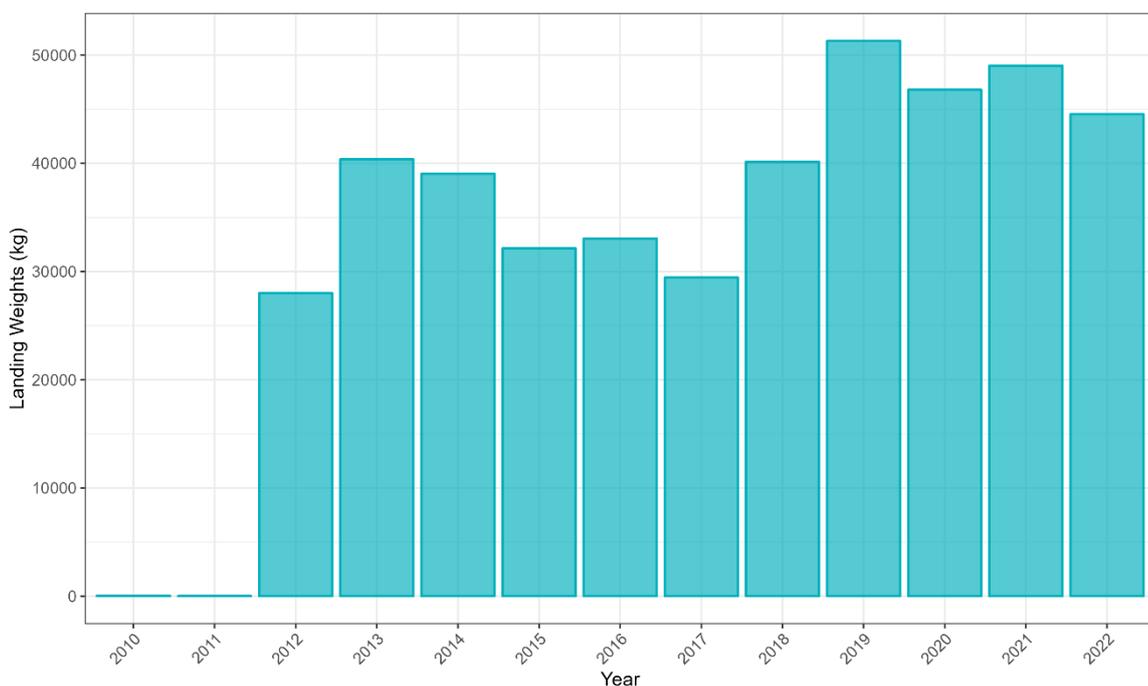


Figure 239 : Débarquement (en kg) de raie douce (*Raja montagui*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de raie douce sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 240. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

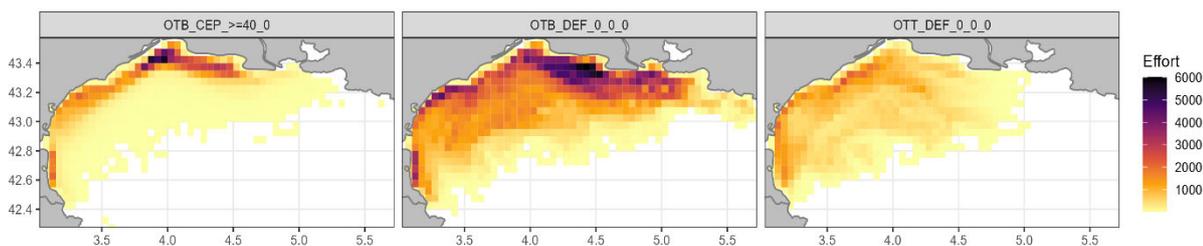


Figure 240 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (20012-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de raie douce (*Raja montagui*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 61 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité de la raie douce dans le Golfe du Lion (Figure 241).

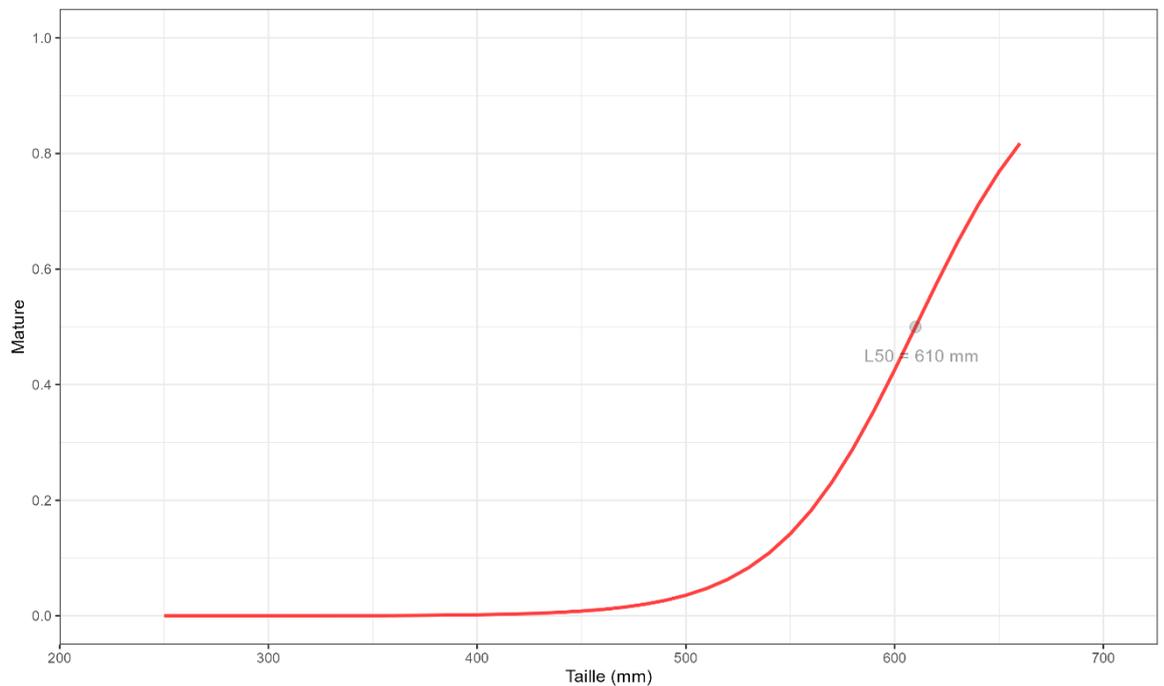


Figure 241 : Ogive de maturité de la raie douce (*Raja montagui*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 242). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). La proportion d'individus matures dans la catégorie 50 semble être surestimée.

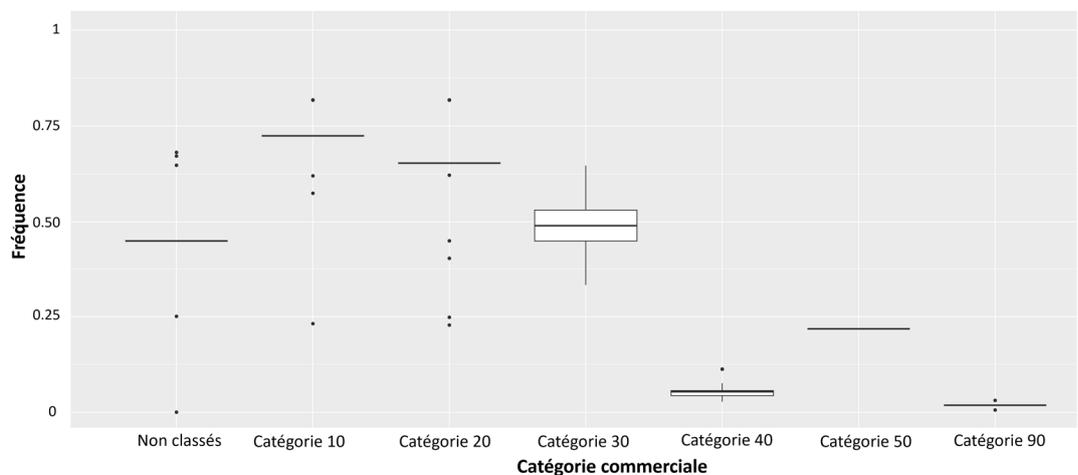


Figure 242 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la raie douce (*Raja montagui*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de raie douce au cours des mois de reproduction (Mai – Septembre) (Whitehead, 1984) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2012-2022 (Figure 243). Les frayères de raie douce se trouvent dans la zone orientale du Golfe du Lion. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

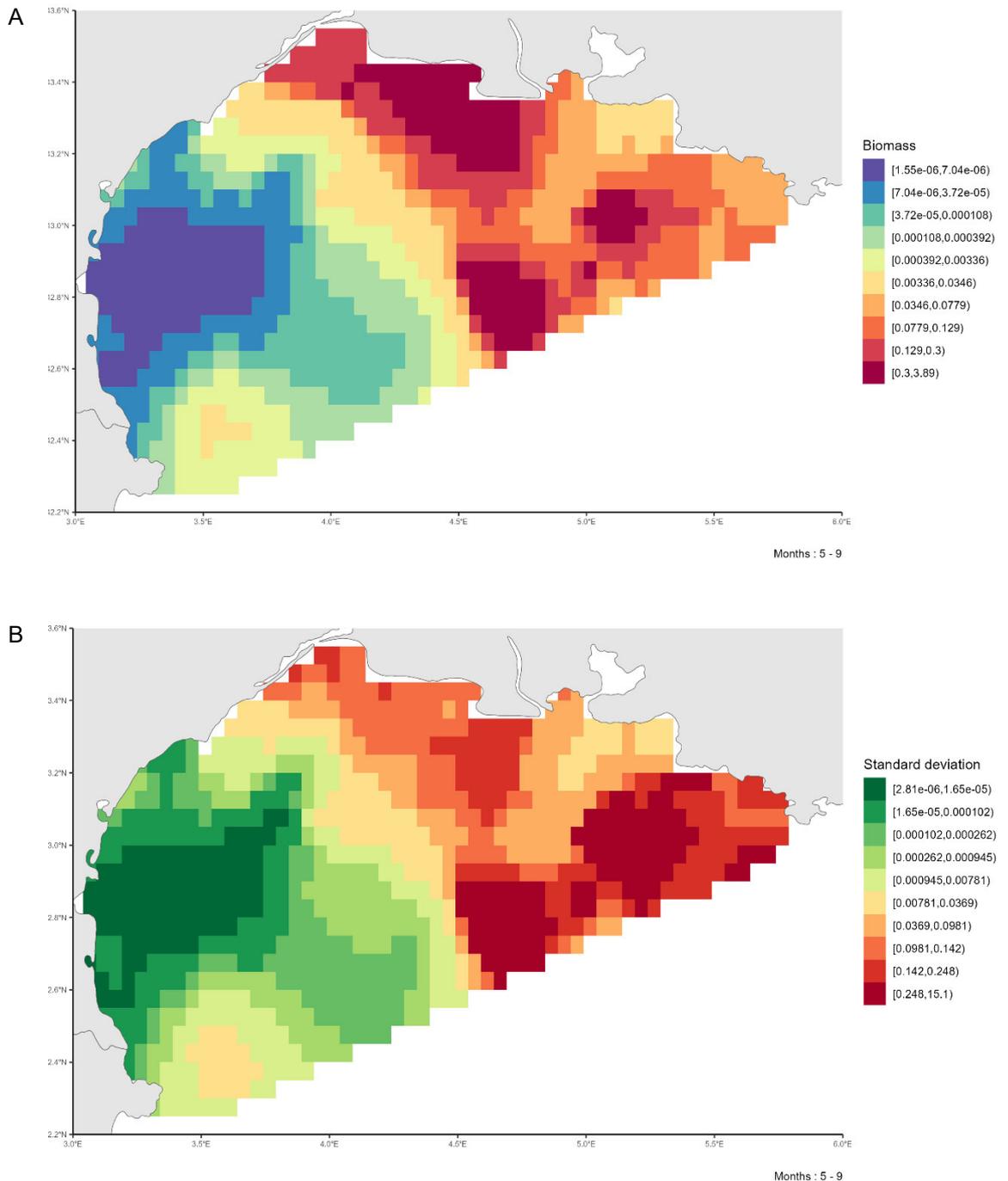


Figure 243 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de raie douce (*Raja montagui*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mai-Septembre) sur la période 2012-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de raie douce (*Raja montagui*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Mai-Septembre) sur la période 2012-2022.

### 4.3.13. *Scophthalmus rhombus* (Barbue)

#### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 244). Les débarquements de barbue augmentent progressivement au cours de la série temporelle.

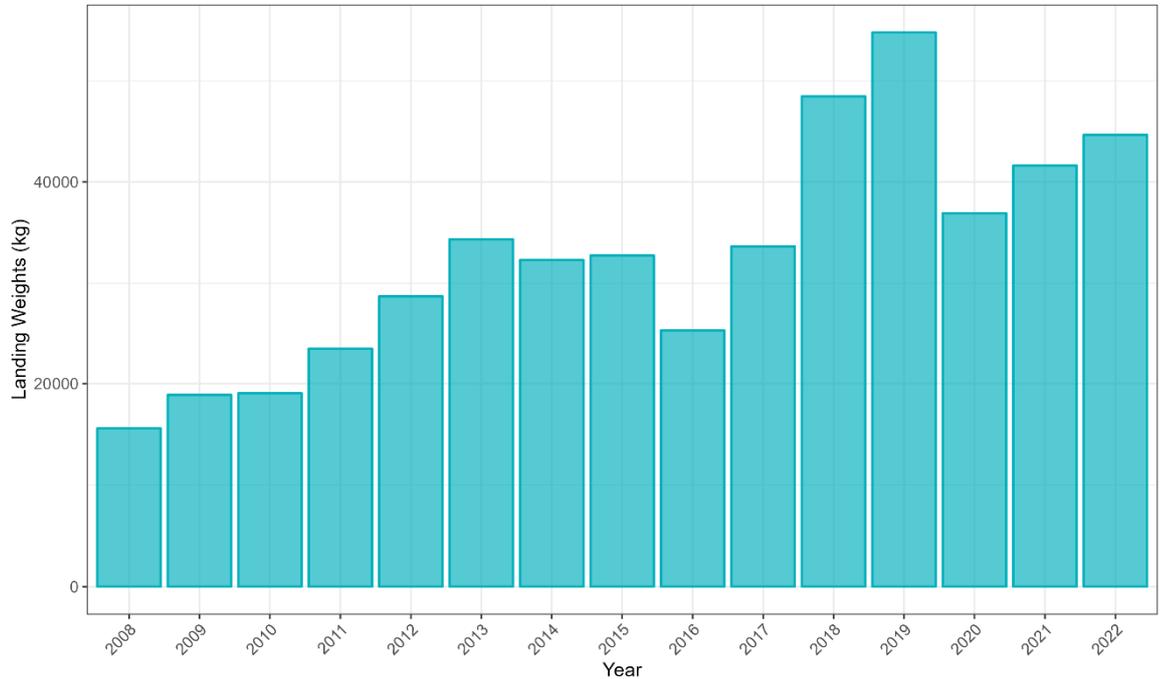


Figure 244 : Débarquement (en kg) de barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de barbue sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 245. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

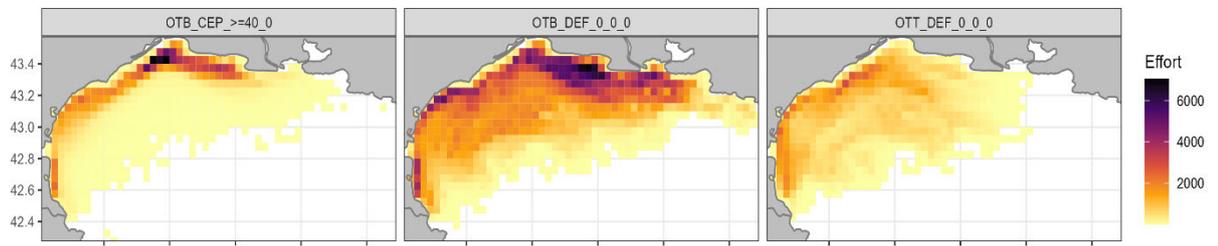


Figure 245 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 32 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité de la barbue dans le Golfe du Lion (Figure 246).

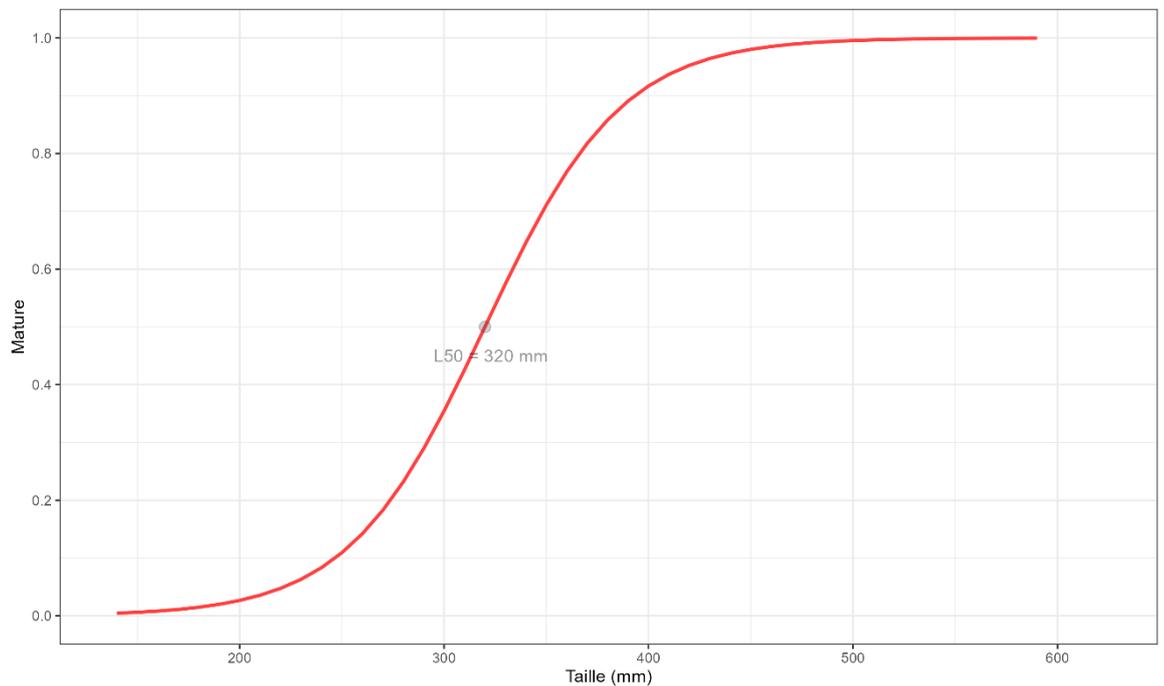


Figure 246 : Ogive de maturité de la barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 247). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

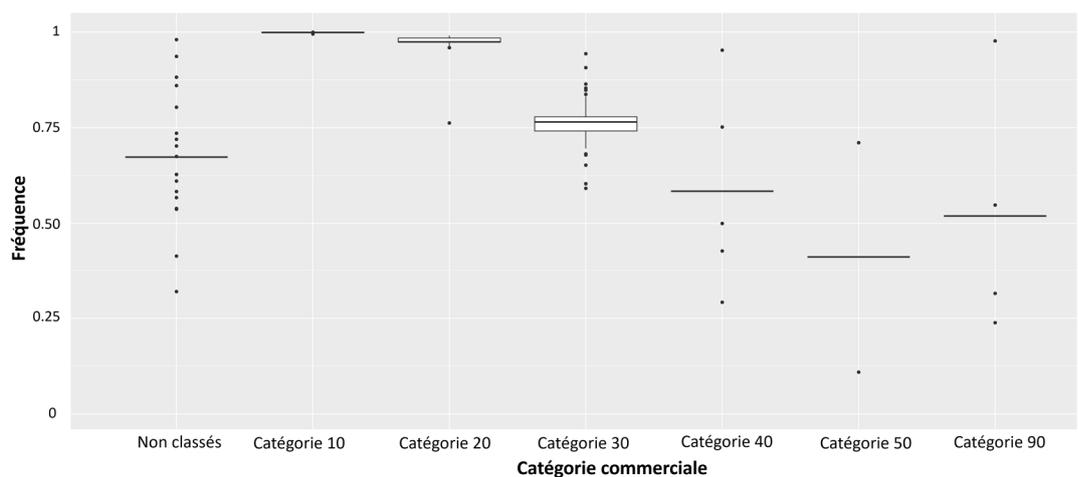


Figure 247 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de barbue au cours des mois de reproduction (Janvier – Mars) (Hachero-Cruzado et al., 2007) permet d'identifier

des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 248). Les frayères de barbue se trouve à la côte du côté oriental et dans le centre du Golfe du Lion. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

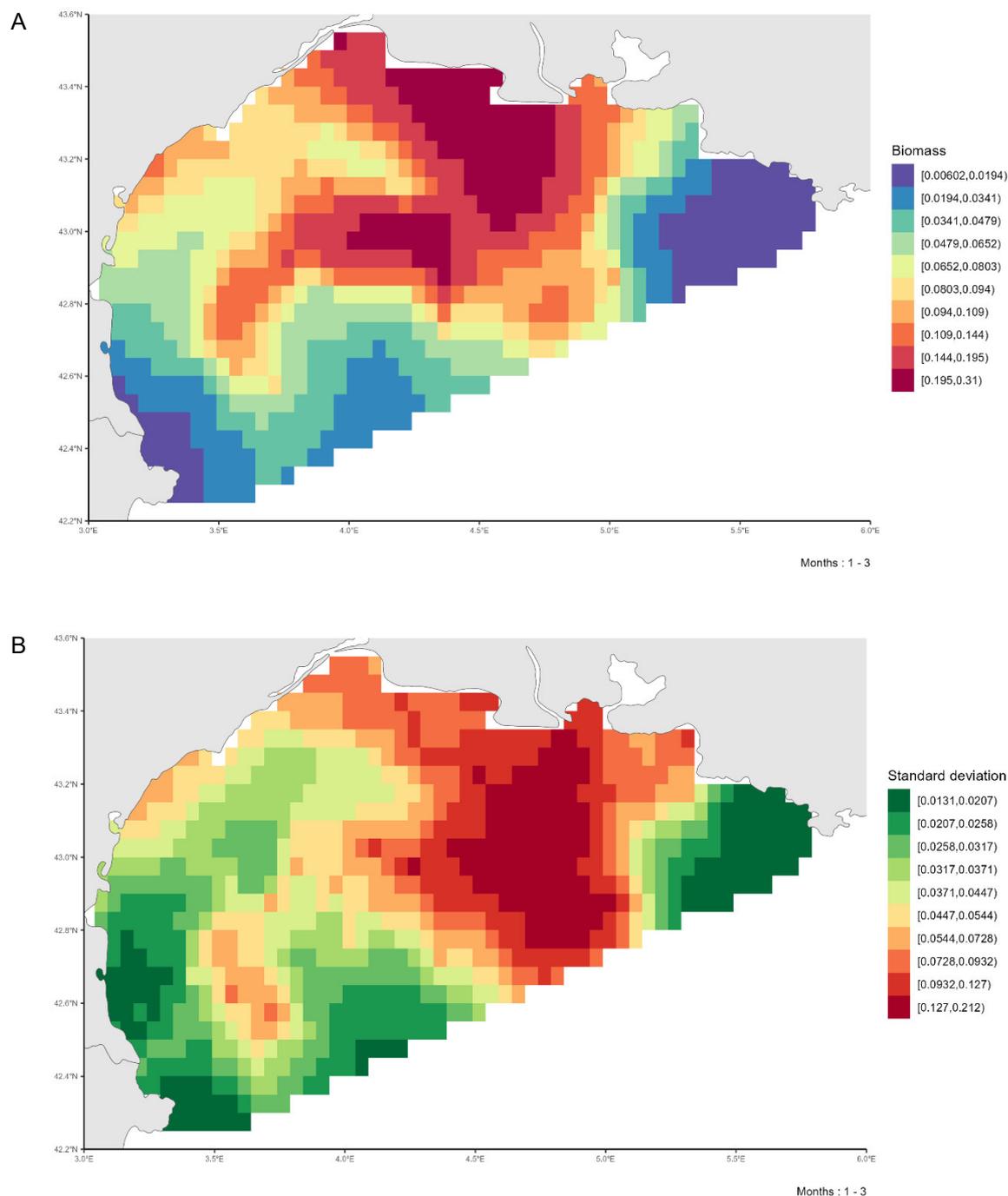


Figure 248 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Mars) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de barbue (*Scophthalmus rhombus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Mars) sur la période 2008-2022.

#### 4.3.14. *Scyliorhinus canicula* (Petite roussette)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 249). Les débarquements de petite roussette sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

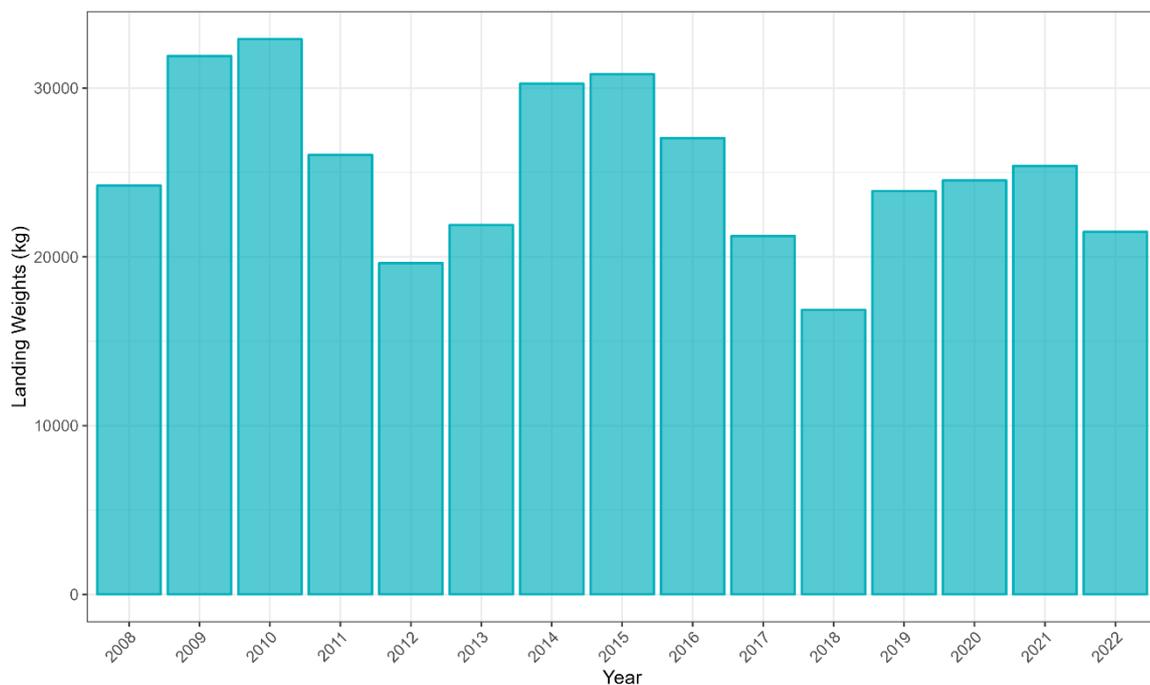


Figure 249 : Débarquement (en kg) de petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de petite roussette sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 250. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

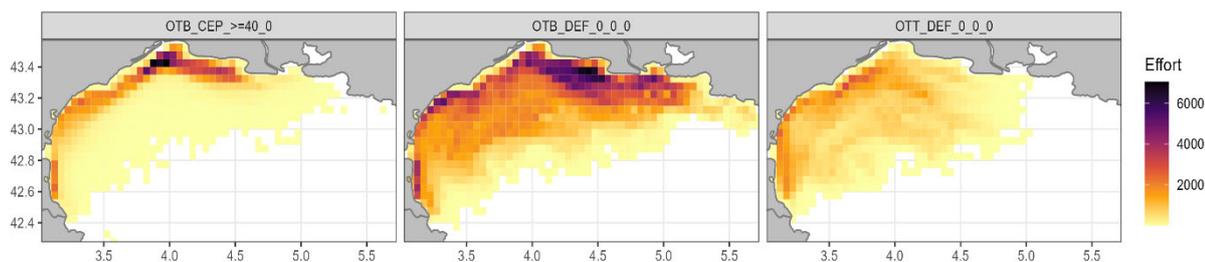


Figure 250 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 43.2 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité de la petite roussette dans le Golfe du Lion (Figure 251).

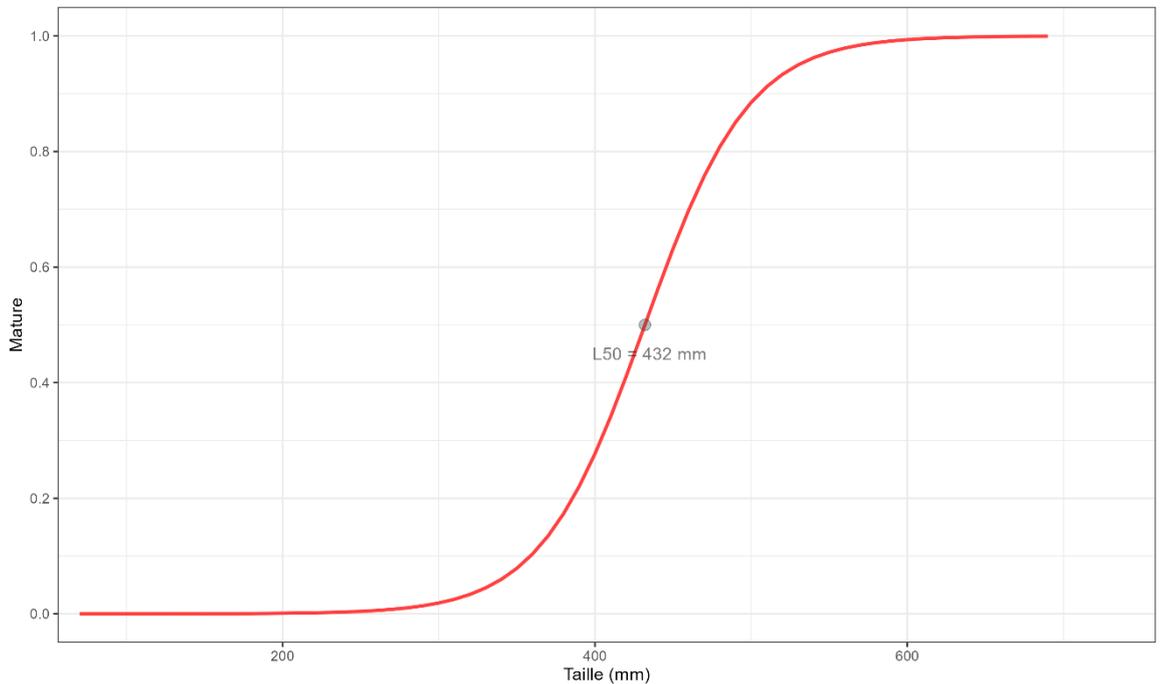


Figure 251 : Ogive de maturité de la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 252). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

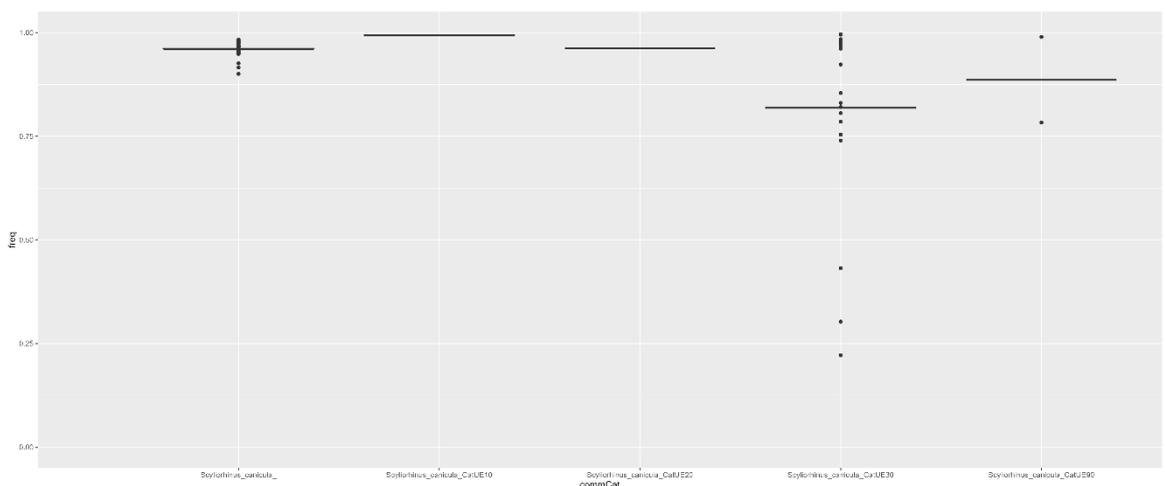


Figure 252 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de petite roussette au cours des mois de reproduction (Janvier – Décembre) (Capapé et al., 2008) permet

d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 253). Les frayères de petite roussette se trouvent au centre du Golfe du Lion. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

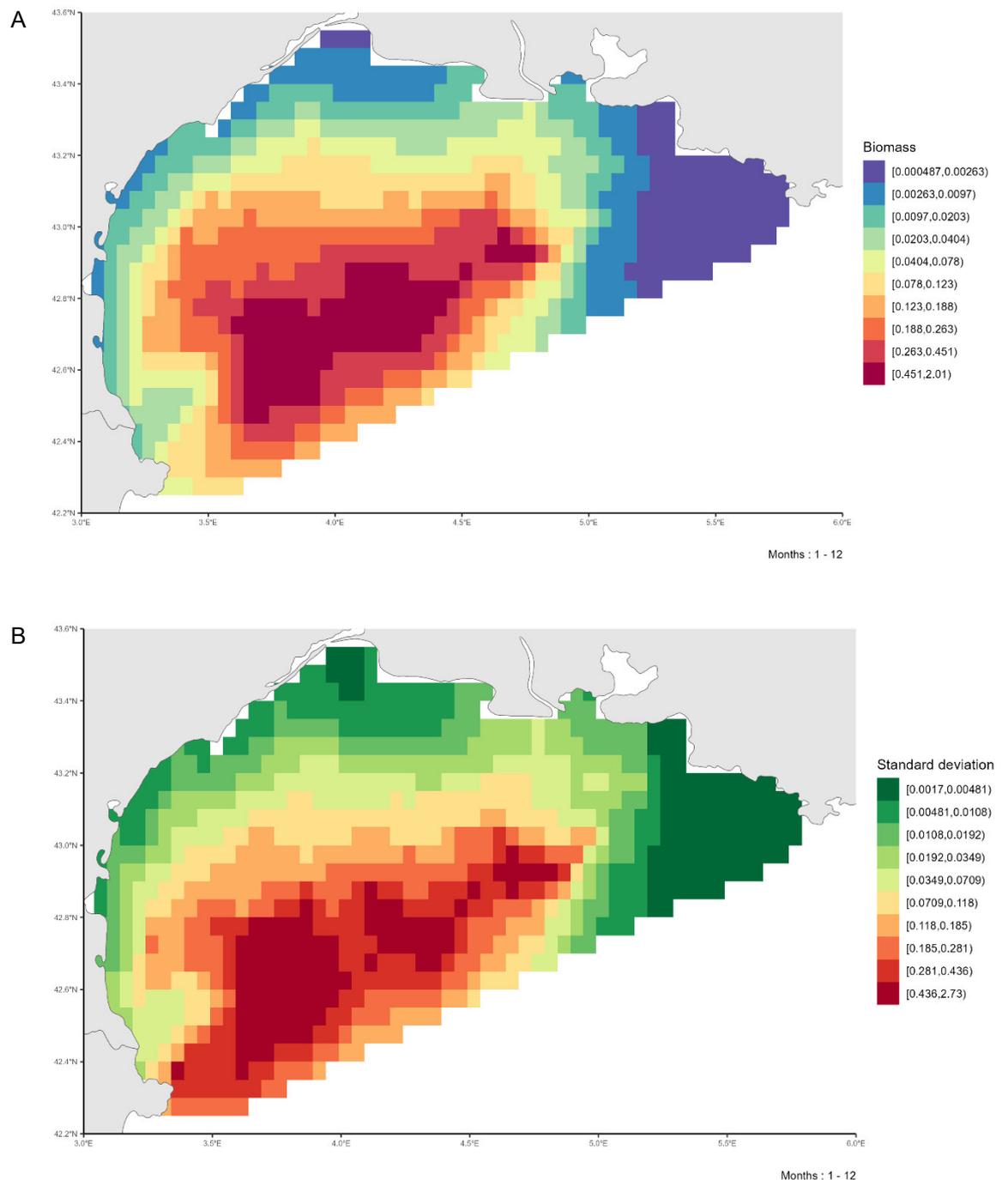


Figure 253 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Décembre) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Décembre) sur la période 2008-2022.

#### 4.3.15. *Sepia officinalis* (Seiche commune)

##### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 254). Les débarquements de seiche

commune sont relativement stables tout au long de la série temporelle avec des pics en 2018, 2019 et 2022.

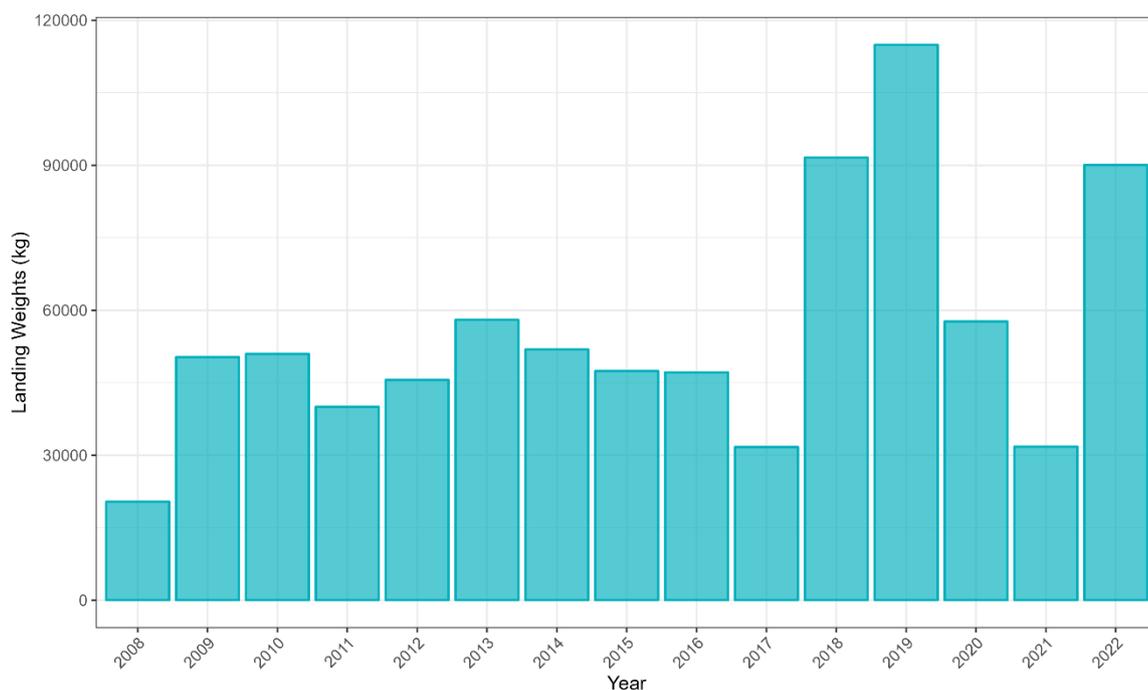


Figure 254 : Débarquement (en kg) de seiche commune (*Sepia officinalis*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de seiche commune sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 255. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

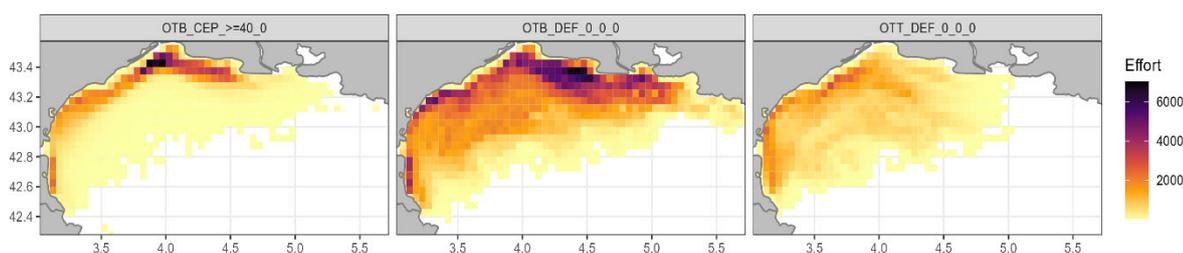


Figure 255 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de seiche commune (*Sepia officinalis*) dans le Golfe du Lion.

### Maturité

Il n'y a pas de suivi de maturité disponibles pour la seiche commune, nous avons donc réalisé les analyses suivantes sur la biomasse totale des débarquements à la fois pour les navires de pêche commerciale et les navires de campagne océanographique.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse de seiche commune au cours des mois de reproduction (Août – Décembre) (Onsoy & Salman, 2005) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 256). Les frayères de seiche

commune se trouvent au centre du Golfe du Lion de la côte au large. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

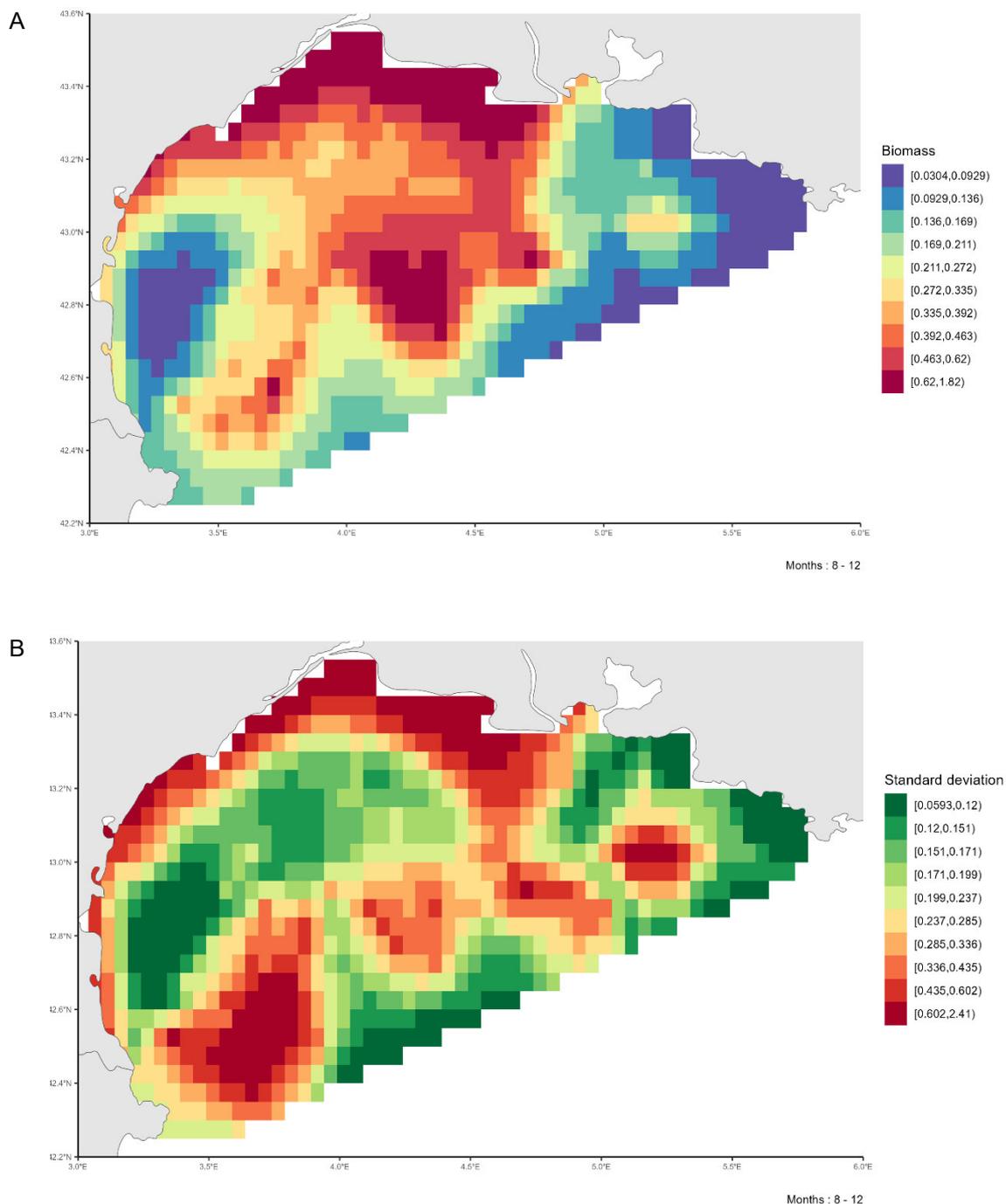


Figure 256 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse de seiche commune (*Sepia officinalis*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Février-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution de seiche commune (*Sepia officinalis*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Février-Août) sur la période 2008-2022.

#### 4.3.16. *Solea solea* (Sole commune)

##### *Disponibilité des données de pêche commerciale*

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2008-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 257). Les débarquements de sole commune sont relativement stables tout au long de la série temporelle.

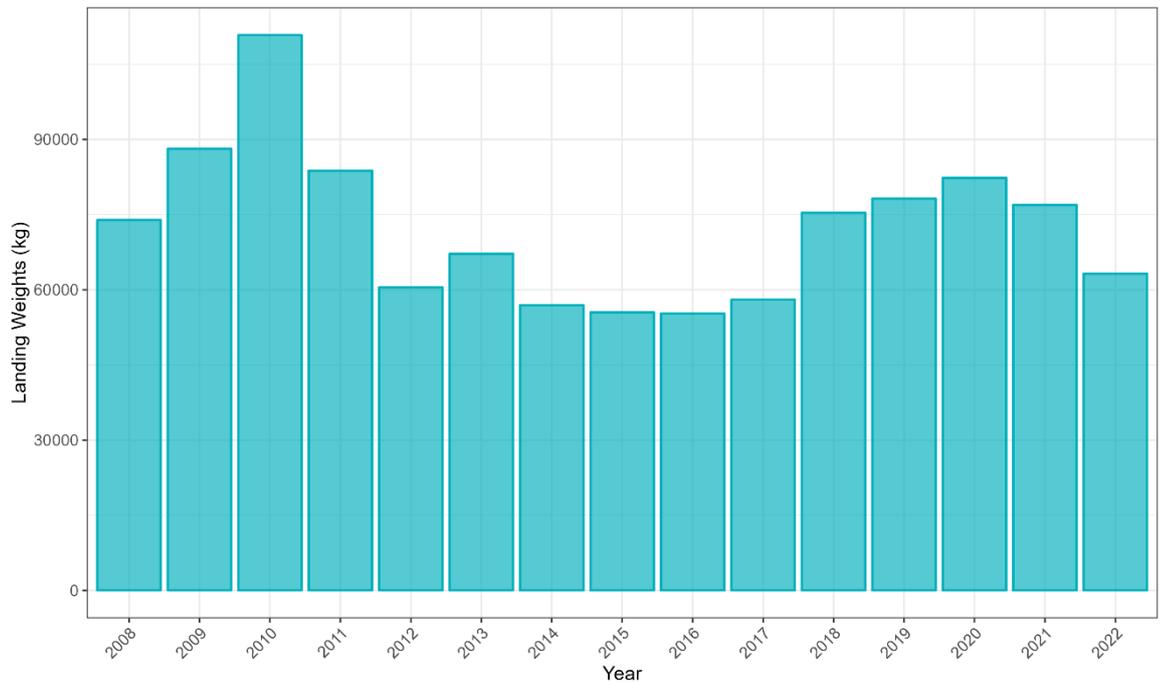


Figure 257 : Débarquement (en kg) de sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de sole commune sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 258. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_DEF et OTT\_DEF, correspondant respectivement à des chaluts de fond à panneaux ciblant les céphalopodes et les poissons démersaux et à des chaluts de fond jumeaux à panneaux ciblant les poissons démersaux.

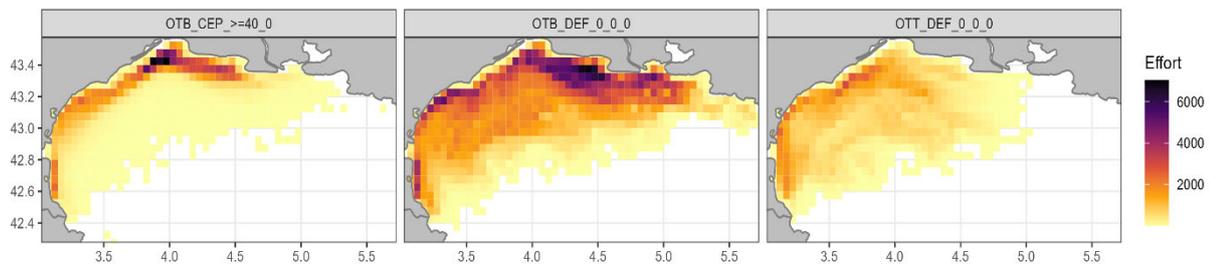


Figure 258 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2008-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 25 cm (Tsikliras & Stergiou, 2014) nous permet de définir l'ogive de maturité de la sole commune dans le Golfe du Lion (Figure 259).

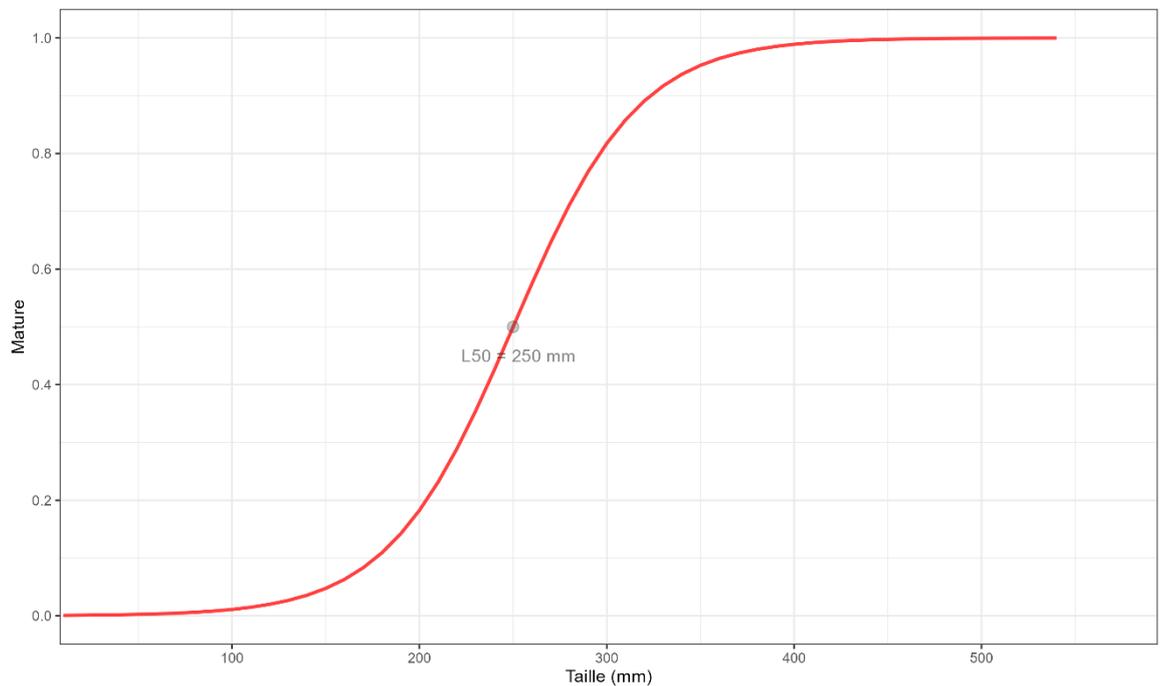


Figure 259 : Ogive de maturité de la sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 260). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures).

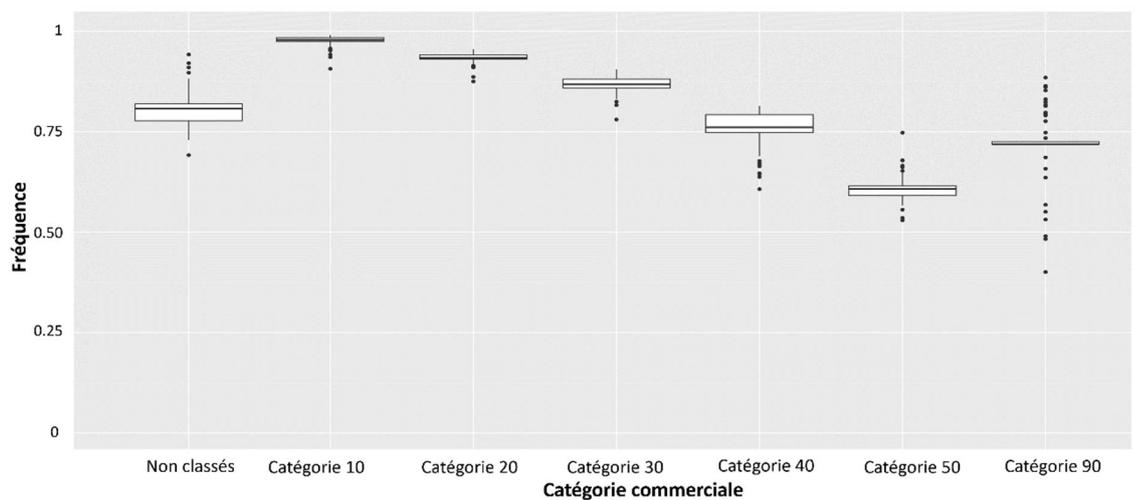


Figure 260 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour la sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe du Lion.

## Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de sole commune au cours des mois de reproduction (Janvier – Août) (Fischer et al., 1987) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2008-2022 (Figure 261). Les frayères de sole commune se trouvent de la côte au large dans la zone orientale du Golfe du Lion, principalement au nord-est. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

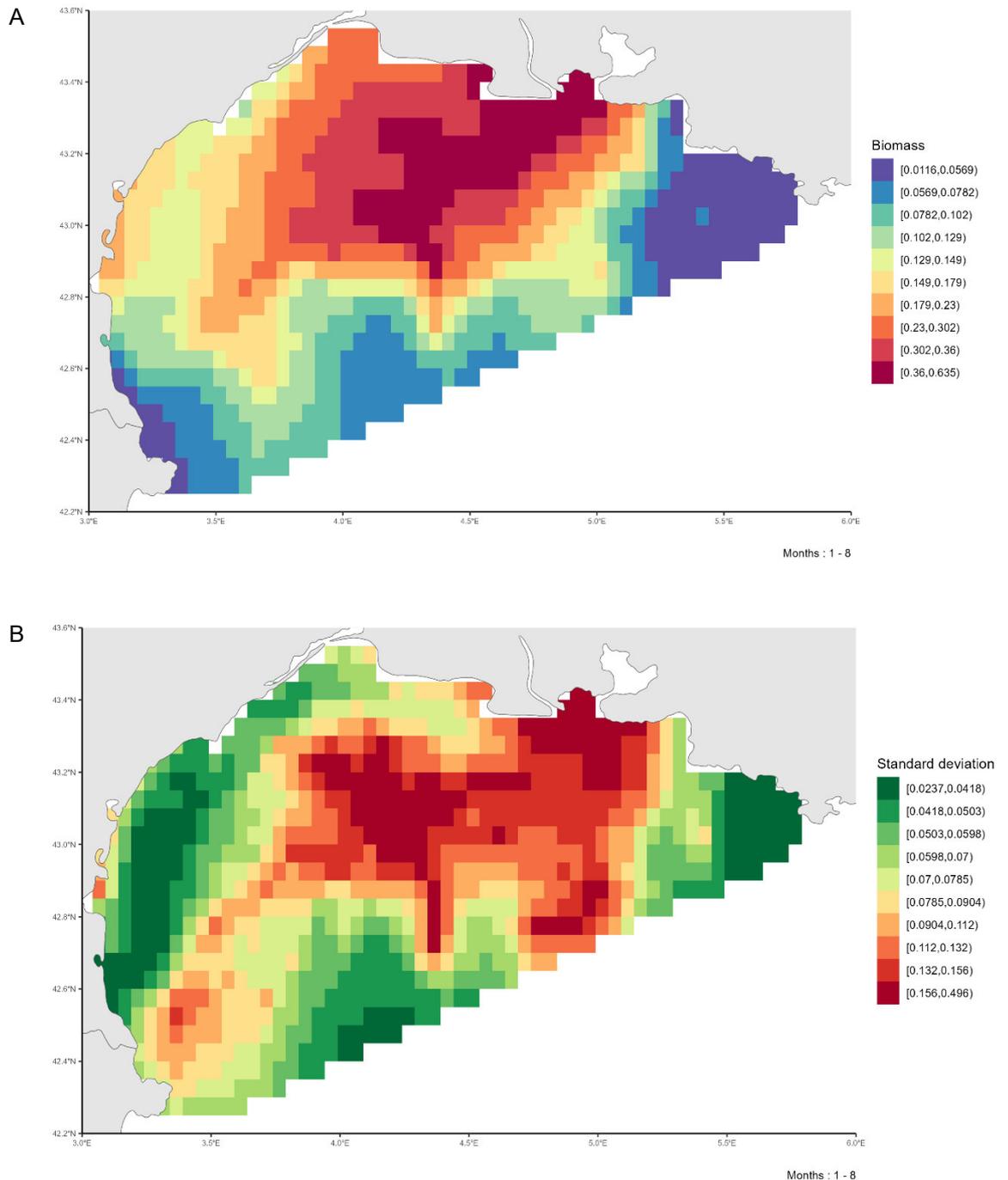


Figure 261 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Août) sur la période 2008-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de sole commune (*Solea solea*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Août) sur la période 2008-2022.

### 4.3.17. *Trisopterus luscus* (Tacaud commun)

#### Disponibilité des données de pêche commerciale

Les données de pêche commerciales sont disponibles sur l'ensemble de la série temporelle 2010-2022 dans le Golfe du Lion (Figure 262). Les débarquements de tacaud commun oscillent entre des poids élevés de débarquements et des poids plus faibles.

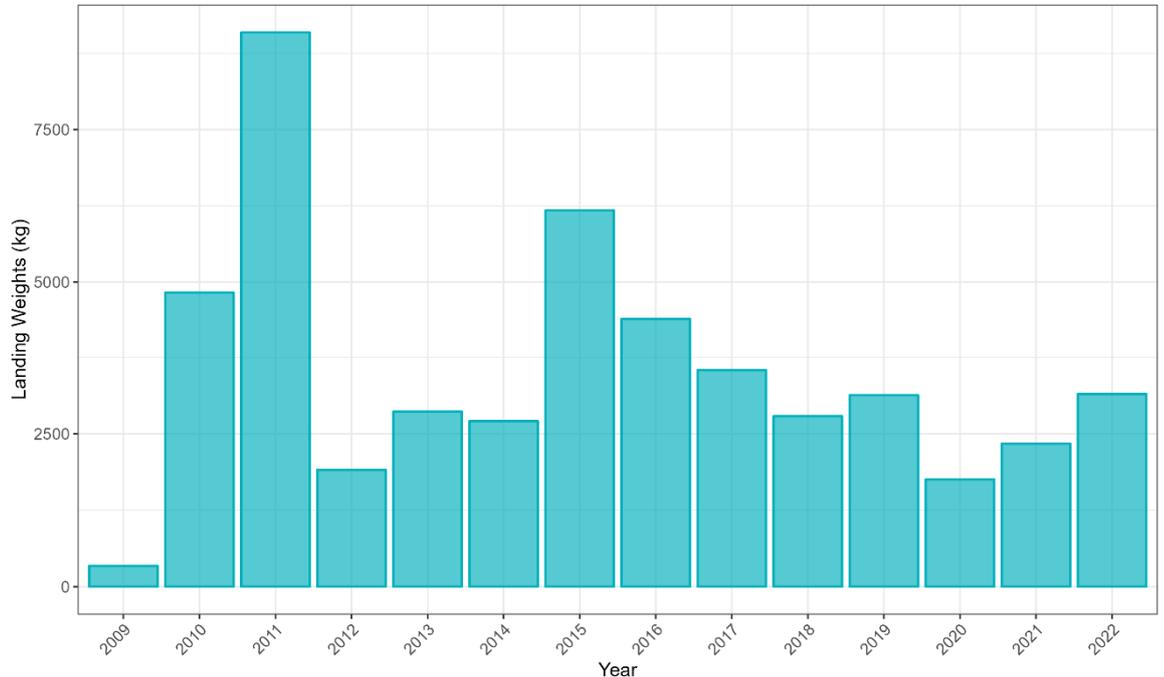


Figure 262 : Débarquement (en kg) de tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe du Lion sur la période 2008-2022 par les navires de pêche commerciale.

#### Couverture spatiale de la zone

L'effort de pêche associé aux trois flottilles débarquant le plus de tacaud commun sur la période 2008-2022 est disponible sur la figure 263. La zone du Golfe du Lion est bien couverte par la combinaison des trois flottilles OTB\_CEP, OTB\_CRU et OTB\_DEF, correspondant à des chaluts de fond à panneaux ciblant respectivement les céphalopodes, les crustacés et les poissons démersaux.

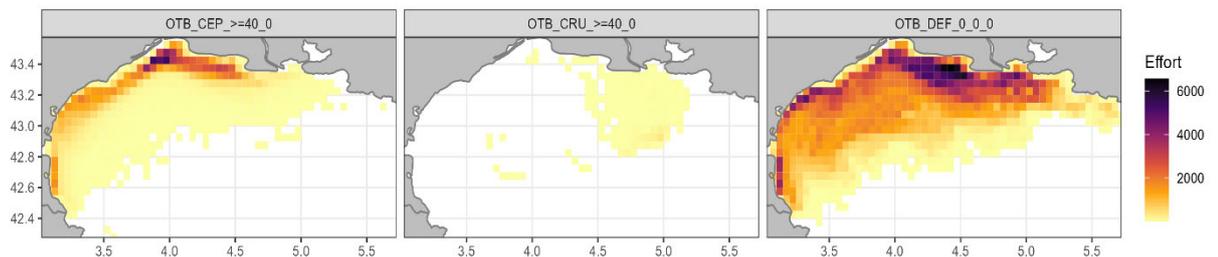


Figure 263 : Effort de pêche (en heures) sur l'ensemble de la série temporelle (2010-2022) pour les trois flottilles chalutières débarquant le plus de tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe du Lion.

### Ogive de maturité

La L50 à 22.1 cm (Alonso-Fernández et al., 2008) nous permet de définir l'ogive de maturité du tacaud commun dans le Golfe du Lion (Figure 264).

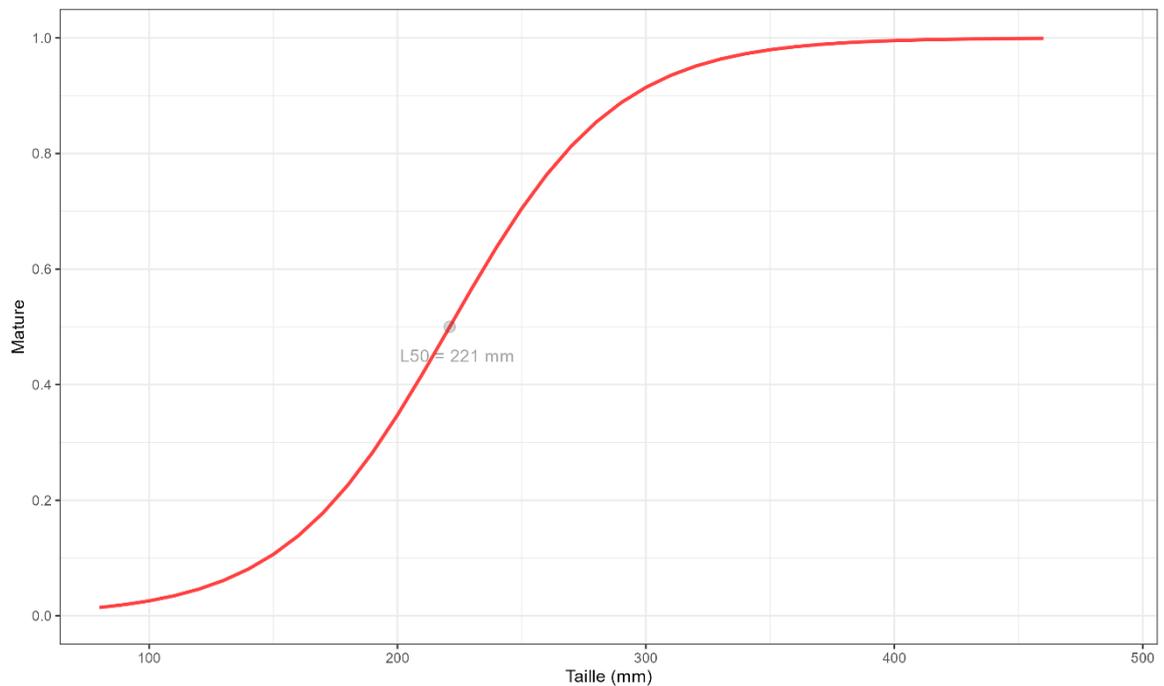


Figure 264 : Ogive de maturité du tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe du Lion.

Grâce à l'ogive de maturité, il est possible de définir la proportion d'individus matures par catégories commerciales (Figure 265). La catégorie commerciale non numérotée correspond aux individus n'ayant pas été classés, la catégorie commerciale 90 correspond aux individus abîmés ne pouvant être vendus. La catégorie commerciale 10 correspond aux individus propres à la vente les plus grands. Plus la numérotation de la catégorie commerciale est élevée, plus les individus sont de petite taille. La fréquence de matures est proportionnelle à la taille des individus (i.e. plus la classe de taille est élevée, plus il y a d'individus matures). Il semble que la proportion d'individus matures pour la catégorie commerciale 40 soit surestimée.

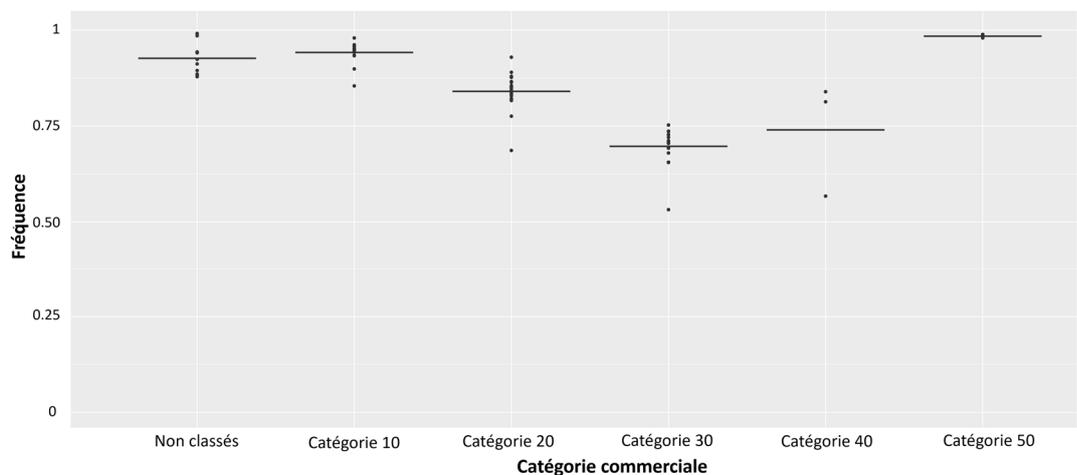


Figure 265 : Fréquence d'individus matures par catégories commerciales pour le tacaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe du Lion.

### Cartographie des zones de frayères

La carte de distribution moyenne de la biomasse adulte mature de tcaud commun au cours des mois de reproduction (Janvier – Juillet) (Fischer et al., 1987) permet d'identifier des zones de frayères potentielles sur la période 2010-2022 (Figure 266). Les frayères de tcaud commun se trouvent de la côte au large au nord-est du Golfe du Lion. Une deuxième frayère potentielle peut être identifiée au large, au sud du domaine oriental du Golfe du Lion. La variabilité interannuelle de ces patrons moyens est illustrée par l'écart-type, cette variabilité est fortement corrélée à la distribution moyenne.

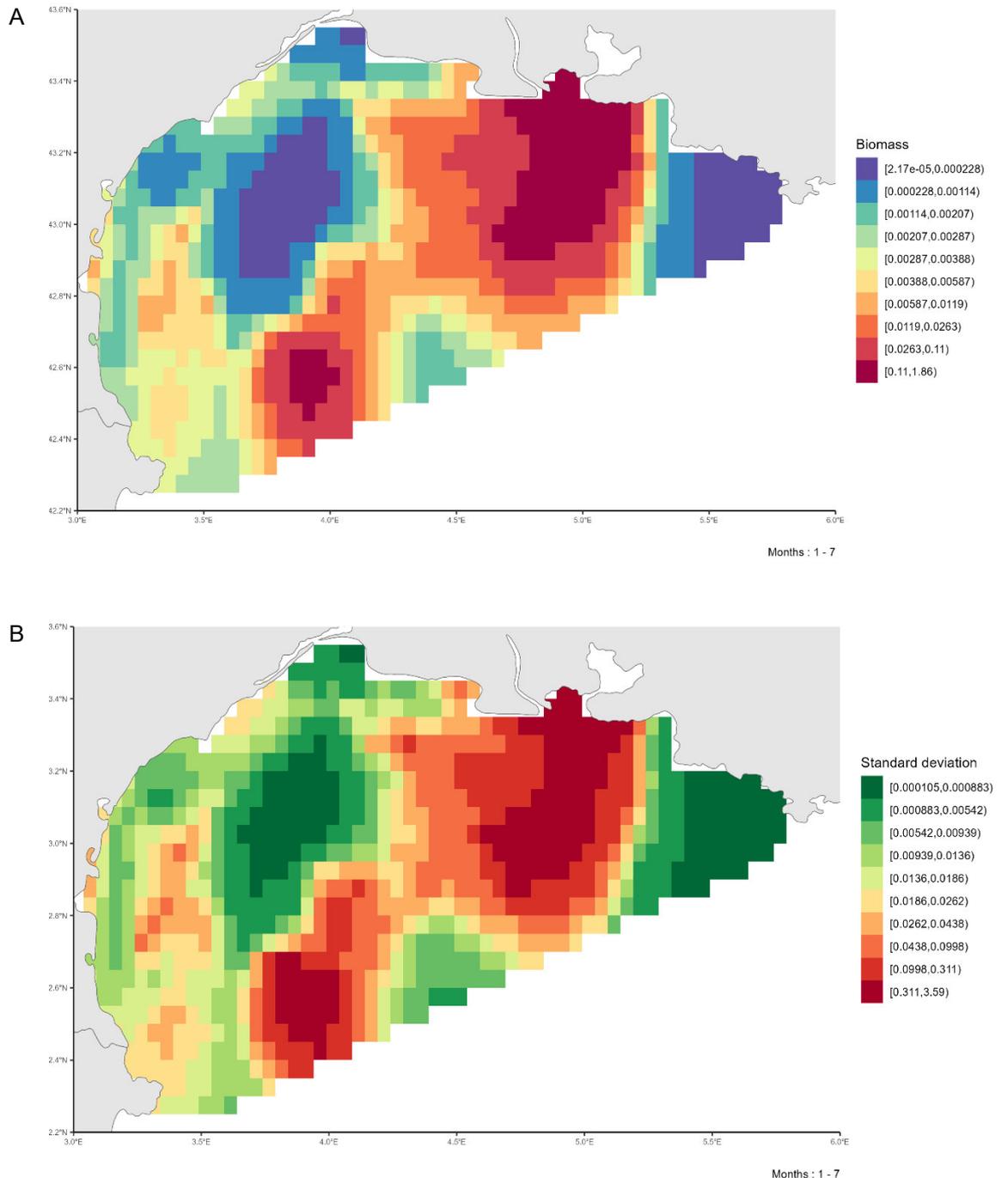


Figure 266 : A. Patron moyen de distribution de la biomasse des individus matures de tcaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Juillet) sur la période 2010-2022. B. Variabilité associée (écart-type) de la distribution des individus matures de tcaud commun (*Trisopterus luscus*) dans le Golfe du Lion pendant la période de reproduction (Janvier-Juillet) sur la période 2010-2022.

## 5. Discussion

Nous avons réussi à appliquer de manière opérationnelle un modèle spatial intégré complexe, afin de produire des cartes de distribution de la biomasse des espèces avec une grande précision et un pas de temps mensuel, couvrant un large éventail d'espèces halieutiques. L'utilisation de données collectées tout au long de l'année, avec une couverture spatiale généralement étendue, renforce la robustesse des résultats obtenus. De plus, l'étendue de la série temporelle de notre étude offre des informations précieuses sur l'évolution des patrons de distribution des espèces au fil du temps.

Ce travail est particulièrement utile pour la planification des espaces marins, offrant des bases solides pour des décisions de gestion éclairées. Les cartes produites par le modèle peuvent aider à identifier les zones de frayères cruciales et à protéger ces habitats vitaux contre les pressions anthropiques. L'ensemble de cartes spécifiques de l'atlas a été livré au printemps 2024 aux services de l'Etat afin que ces nouvelles connaissances contribuent au débat public sur la définition des zones d'implantation des futurs parcs d'éolien en mer.

Cependant cette approche de modélisation présente des limites. L'un des principaux défis rencontrés dans ce projet de cartographie des frayères est de concilier les échelles spatiales des différents jeux de données. Alglave (2022) a démontré qu'une réallocation uniforme des captures sur les données VMS permet de représenter la distribution des espèces de manière relativement fiable grâce à l'effet aléatoire spatial. Cependant, le champ spatial estimé de la densité relative est lissé, ce qui peut sérieusement brouiller la relation entre les espèces et l'habitat. Il s'agit là d'une limitation importante, étant donné que la modélisation de la distribution des espèces vise principalement à définir les préférences des espèces en matière d'habitat. Alglave (2022) a développé un modèle qui concilie différentes échelles spatiales et qui permet de retrouver les préférences des espèces en matière d'habitat. En utilisant un modèle de changement de support dans le modèle d'observation, il a pu produire une inférence plus précise des champs spatiaux. L'alternative serait de disposer des données déclaratives pour chaque opération de pêche, comme pour les données de campagnes scientifiques ou les données d'observation en mer. Les « logbooks » électroniques est une nouvelle source de données, qui permettrait de résoudre par la données ce problème.

Le second défi est la dépendance aux données de maturité présentes dans la littérature et dans les données ObsVentes. Ces données ne sont pas toujours disponibles pour toutes les espèces d'intérêt, et lorsqu'elles le sont, elles ne sont pas nécessairement mises à jour régulièrement. Cette lacune peut compromettre l'estimation de la fraction mature et donc mener à sous-estimer ou surestimer la biomasse. Pour pallier cette difficulté, il serait essentiel de mettre en place des suivis de maturité standardisés et continus dans le temps, permettant ainsi d'avoir des données actuelles et homogènes pour toutes les espèces étudiées.

Le modèle lui-même, bien que capable de produire des résultats de haute résolution, présente également quelques limites. La complexité du modèle et la quantité de données requises entraînent des temps d'exécution très longs. De plus, les conditions de convergence ne sont pas toujours atteintes, ce qui peut mener à des résultats incertains. Un autre point négatif réside dans la gestion des poids entre les flottilles sélectionnées pour caractériser la distribution de la biomasse. En effet, les flottilles de pêche sont traitées de manière uniforme, sans tenir compte des différences dans leurs méthodes de pêche, ce qui peut fausser les résultats du modèle en surestimant ou sous-estimant la biomasse des espèces.

Des cartes de l'écart type sont fournis comme indicateur de la stabilité temporelle des frayères. Cependant il est le plus souvent fortement corrélé à la moyenne, et les cartes se sont révélées peu informatives. Le coefficient de variation, i.e. l'écart-type standardisé par la moyenne, aurait été probablement plus pertinent pour qualifier la stabilité temporelle des frayères.

Les perspectives d'utilisation de ce modèle sont nombreuses et prometteuses. À long terme, l'application de ce modèle peut contribuer à une gestion plus écosystémique des ressources marines. En offrant une compréhension détaillée des dynamiques de population et des habitats des espèces, ce modèle peut profiter à la mise en place de politiques de conservation plus ciblées et efficaces. Dans ce cadre-là, il serait intéressant d'identifier s'il existe des zones d'importance qui seraient des frayères pour plusieurs espèces à la fois.

De plus, dans un contexte de changement climatique, le suivi des modifications des patrons de distribution des espèces sera crucial pour anticiper et atténuer les impacts sur les écosystèmes marins. Nous pouvons alors nous interroger sur quels seraient les impacts du changement climatique sur les frayères identifiées et sur leur stabilité dans le temps.

## 6. Conclusion

La modélisation spatio-temporelle intégrée combinant données de campagnes scientifiques et données commerciales (données VMS) offre une approche novatrice pour la cartographie des habitats essentiels des espèces halieutiques en métropole. Les améliorations futures et l'application continue de ce modèle peuvent grandement contribuer à la conservation et à la gestion durable des ressources marines, tout en renforçant notre compréhension de leur écologie.

## Bibliographie

- Aleman, J. (2017). Développement d'un cadre Bayésien pour l'évaluation de stocks à données limitées et élaboration de scénarios de gestion, cas particuliers de la seiche (*Sepia officinalis*) et du lieu jaune (*Pollachius pollachius*) [Université Caen Normandie]. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00411/52227/>
- Alglave, B. (2022). Inférer la distribution spatio-temporelle des espèces d'intérêt halieutique et identifier leurs habitats essentiels : Modéliser l'échantillonnage préférentiel et le changement de support pour intégrer des sources de données hétérogènes. [Institut Agro]. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00811/92263/>
- Alglave, B., Vermard, Y., Rivot, E., Etienne, M.-P., & Woillez, M. (2023). Identifying mature fish aggregation areas during spawning season by combining catch declarations and scientific survey data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 80(5), 808-824. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2022-0110>
- Alonso-Fernández, A., Domínguez-Petit, R., Bao, M., Rivas, C., & Saborido-Rey, F. (2008). Spawning pattern and reproductive strategy of female pouting *Trisopterus luscus* (Gadidae) on the Galician shelf of north-western Spain. *Aquatic Living Resources*, 21(4), 383-393. <https://doi.org/10.1051/alr:2008059>
- Arbault, P. S., Camus, P., & Bec, C. L. (1986). Estimation du stock de sole (*Solea vulgaris*, Quensel 1806) dans le Golfe de Gascogne à partir de la production d'oeufs. *Journal of Applied Ichthyology*, 2(4), 145-156. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.1986.tb00656.x>
- Aubin-ottonheimer, G. (1987). Bilan des connaissances sur la cardine (*Lepidorhombus whiffiagonis*). Etude du stock de Mer Celtique. ISTPM. [https://side.developpement-durable.gouv.fr/REUN/doc/OAI\\_6/\\_b64\\_b2FpLWFyY2hpbWVyLmImcmVtZXluZnltMTc4Mg==/bilan-des-connaissances-sur-la-cardine-lepidorhombus-whiffiagonis-etude-du-stock-de-mer-celtique](https://side.developpement-durable.gouv.fr/REUN/doc/OAI_6/_b64_b2FpLWFyY2hpbWVyLmImcmVtZXluZnltMTc4Mg==/bilan-des-connaissances-sur-la-cardine-lepidorhombus-whiffiagonis-etude-du-stock-de-mer-celtique)
- Bastrikin, D. K., Gallego, A., Millar, C. P., Priede, I. G., & Jones, E. G. (2014). Settlement length and temporal settlement patterns of juvenile cod (*Gadus morhua*), haddock (*Melanogrammus aeglefinus*), and whiting (*Merlangius merlangus*) in a northern North Sea coastal nursery area. *ICES Journal of Marine Science*, 71(8), 2101-2113. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu029>
- Bennet, D., Casey, J., Dare, P., Dawson, W., Flatman, S., Hulme, T., Macer, C., Millner, R., Pickett, G., Vince, M., Lorange, P., Souplet, A., Giret, M., Morin, J., Berthou, A., Latrouite, D., Morizur, Y., Bossy, S., Ozanne, S., ... Ozanne, S. (1993). Identification biogéographique des principaux stocks exploités en Manche, relations avec ceux des régions voisines. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/719/>
- Capapé, C., Guélorget, O., SIAU, Y., Vergne, Y., & Jean-pierre, Q. (2007). REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE THORNBACK RAY *RAJA CLAVATA* (CHONDRICHTHYES : RAJIDAE) FROM THE COAST OF LANGUEDOC (SOUTHERN FRANCE, NORTHERN MEDITERRANEAN ).
- Capapé, C., Reynaud, C., Vergne, Y., & Jean-pierre, Q. (2008). Biological observations on the smallspotted catshark *Scyliorhinus canicula* (Chondrichthyes : Scyliorhinidae) off the Languedocian coast (southern France, .... *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3, 282-289.
- Capapé, C., Vergne, Y., Régis, V., Guélorget, O., & Jean-pierre, Q. (2006). Biological observations on the nursehound, *Scyliorhinus stellaris* (Linnaeus, 1758) (Chondrichthyes : Scyliorhinidae) in captivity. *ACTA ADRIATICA*, 47.
- Carbonara, P., Intini, S., Modugno, E., Maradonna, F., Spedicato, M. T., Lembo, G., Zupa, W., & Carnevali, O. (2015). Reproductive biology characteristics of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) in Southern Adriatic Sea and management

implications. *Aquatic Living Resources*, 28(1), 21-31.  
<https://doi.org/10.1051/alr/2015005>

- Carpentier, A., Coppin, F., Curet, L., Dauvin, J.-C., Delavenne, J., Dewarumez, J.-M., Dupuis, L., Foveau, A., Garcia, C., Gardel, L., Harrop, S., Just, R., Koubbi, P., Lauria, V., Martin, C., Meaden, G., Morin, J., Ota, Y., Rostiaux, E., ... Warembourg, C. (2009). Atlas des Habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale—CHARM II. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/7377/>
- Chelidonichthys lucerna | DORIS. (s. d.). Consulté 18 juillet 2024, à l'adresse <https://doris.ffessm.fr/Especes/Chelidonichthys-lucerna-Grondin-perlon-875>
- Compagno, L. J. V. (Éd.). (2001). *FAO species catalogue for fishery purposes. 1,2 : Bullhead, macherel and carpet sharks, (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes)*.
- Cooper, J. A. (1996). Monophyly and intrarelationships of the family Pleuronectidae (Pleuronectiformes), with a revised classification. [University of Ottawa (Canada)]. <http://hdl.handle.net/10393/10047>
- Dambrine, C., Woillez, M., Huret, M., & de Pontual, H. (2021). Characterising Essential Fish Habitat using spatio-temporal analysis of fishery data : A case study of the European seabass spawning areas. *Fisheries Oceanography*, 30(4), 413-428. <https://doi.org/10.1111/fog.12527>
- Deniel, C. (1981). Les poissons plats (Téléostéens, Pleuronectiformes) en Baie de Douarnenez. Reproduction, croissance et migration des Bothidae, Scopthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae [Université de Bretagne Occidentale]. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00503/61501/>
- Deniel, C. (1990). Comparative study of growth of flatfishes on the west coast of Brittany. *Journal of Fish Biology*, 37(1), 149-166. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05936.x>
- Di Pane, J., Koubbi, P., Gendrot, F., Giraldo, C., Karasiewicz, S., Marchal, P., & Loots, C. (2021). Investigating environmental influence and temporal changes in sole (*Solea solea*) larvae condition using histology. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 250, 107161. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.107161>
- Dickey-Collas, M., Armstrong, M., Officer, R., Wright, P., Brown, J., Dunn, M. R., & Young, E. (2003). Growth and expansion of haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) stocks to the west of the British Isles in the 1990's. *ICES Marine Science Symposia*, 219, 271-282.
- Dorel, D. (1986). Poissons de l'Atlantique Nord-Est : Relations Taille-Poids. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/1289/>
- Dunn, M. r, Rogers, S. i, Morizur, Y., Tetard, A., Aublet, B., Le Niliot, P., Miossec, D., Morizur, Y., Tetard, A., Aublet, B., Le Niliot, P., & Miossec, D. (1996). Biological sampling of non-quota species. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00304/41514/>
- Ellis, J. R., & Shackley, S. E. (1997). The reproductive biology of *Scyliorhinus canicula* in the Bristol Channel, U.K. *Journal of Fish Biology*, 51(2), 361-372. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1997.tb01672.x>
- Fischer, W., Bauchot, M.-L., & Schneider, M. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche : Méditerranée et Mer Noire. Zone de pêche 37. (FAO, Vol. 2). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.
- Fontaine, B., & Warluzel, N. (1969). Biologie de la langoustine du golfe de gascogne *Nephrops Norvegicus* (L.). *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 34(2), 223-246.
- Froese, R., & Sampang, A. (2013). Potential Indicators and Reference Points for Good Environmental Status of Commercially Exploited Marine Fishes and Invertebrates in the German EEZ [Report]. <https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/22079/>

- GAUVRIT, E., GOFF, R. L., & DAGUZAN, J. (1997). REPRODUCTIVE CYCLE OF THE CUTTLEFISH, *SEPIA OFFICINALIS* (L.) IN THE NORTHERN PART OF THE BAY OF BISCAY. *Journal of Molluscan Studies*, 63(1), 19-28.  
<https://doi.org/10.1093/mollus/63.1.19>
- Geffen, A. J., Albretsen, J., Huwer, B., & Nash, R. D. M. (2021). Lemon sole *MICROSTOMUS KITT* in the northern North Sea : A multidisciplinary approach to the early life-history dynamics. *Journal of Fish Biology*, 99(2), 569-580.  
<https://doi.org/10.1111/jfb.14745>
- Gerritsen, H., & Lordan, C. (2011). Integrating vessel monitoring systems (VMS) data with daily catch data from logbooks to explore the spatial distribution of catch and effort at high resolution. *ICES Journal of Marine Science*, 68(1), 245-252.  
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq137>
- Hachero-Cruzado, I., García-López, Á., Herrera, M., Vargas-Chacoff, L., Martínez-Rodríguez, G., Mancera, J., & Navas, J. (2007). Reproductive performance and seasonal plasma sex steroid and metabolite levels in a captive wild broodstock of brill *Scophthalmus rhombus* L. *Aquaculture Research*, 38, 1161-1174.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01782.x>
- Holden, M. J. (1975). The fecundity of *Raja clavata* in British waters. *ICES Journal of Marine Science*, 36(2), 110-118. <https://doi.org/10.1093/icesjms/36.2.110>
- Hovgård, H., & Lassen, H. (2000). Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys. In *Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys* [Report]. FAO.
- ICES. (2018). Stock Annex : Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in division 8.a–b (northern and central Bay of Biscay) [Report]. ICES Stock Annexes.  
<https://doi.org/10.17895/ices.pub.18623219.v1>
- ICES. (2020). Stock Annex : Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) in division 4.b–c, 7.a, and 7.d–h (central and southern North Sea, Irish Sea, English Channel, Bristol Channel, and Celtic Sea) [Report]. ICES Stock Annexes.  
<https://doi.org/10.17895/ices.pub.18623210.v1>
- ICES. (2023). Stock Annex : Cod (*Gadus morhua*) in Subarea 4, divisions 6.a and 7.d, and Subdivision 20 (North Sea, West of Scotland, eastern English Channel, Skagerrak) [Report]. ICES Stock Annexes.  
<https://doi.org/10.17895/ices.pub.22633843.v1>
- ICES. (2024a). Stock Annex : Hake (*Merluccius merluccius*) in subareas 4, 6, and 7, and divisions 3.a, 8.a–b, and 8.d, Northern stock (Greater North Sea, Celtic Seas, and the northern Bay of Biscay) (p. 3315639 Bytes). ICES Stock Annexes.  
<https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.21623226.V1>
- ICES. (2024b). Stock annex : Sole (*Solea solea*) in divisions 8.a-b (northern and central Bay of Biscay) (p. 518198 Bytes). ICES Stock Annexes.  
<https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.23607891.V1>
- King, P. A., Hannan, J. F., McGrath, D., & Veldon, M. (2006). Population dynamics, age, growth and maturity of lemon sole *Microstomus kitt* (Walbaum 1792) sampled between 2000-2002 off the west coast of Ireland.  
<https://oar.marine.ie/handle/10793/802>
- Lelièvre, S., Vaz, S., Martin, C. S., & Loots, C. (2014). Delineating recurrent fish spawning habitats in the North Sea. *Journal of Sea Research*, 91, 1-14.  
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.03.008>
- Mahé, K., Coppin, F., Vaz, S., & Carpentier, A. (2013). Striped red mullet (*Mullus surmuletus*, Linnaeus, 1758) in the eastern English Channel and southern North Sea : Growth and reproductive biology. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(5), 1067-1072. <https://doi.org/10.1111/jai.12266>
- Mahe, K., Coppin, F., Vaz, S., Carpentier, A., Vaz, S., & Carpentier, A. (2013). Striped red mullet (*Mullus surmuletus*, Linnaeus, 1758) in the eastern English Channel and

southern North Sea : Growth and reproductive biology. *Journal Of Applied Ichthyology*, 29(5), 1067-1072. <https://doi.org/10.1111/jai.12266>

- McCarthy, I. D., & Marriott, A. L. (2018). Age, growth and maturity of tub gurnard (*Chelidonichthys lucerna* Linnaeus 1758; Triglidae) in the inshore coastal waters of Northwest Wales, UK. *Journal of Applied Ichthyology*, 34(3), 581-589. <https://doi.org/10.1111/jai.13614>
- McCully, S., Scott, F., & Ellis, J. (2012). Lengths at maturity and conversion factors for skates (Rajidae) around the British Isles, with an analysis of data in the literature. *ICES Journal of Marine Science*, 69, 1812-1822. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss150>
- Moreau, J. (1964). Contribution a l'étude du lieu jaune (*Gadus Pollachius* L.). *Revue Des Travaux de l'Institut Des Pêches Maritimes*, 28(3), 238-255.
- Morfin, M. (2013). Dynamiques spatio-temporelles d'espèces démersales clés du golfe du Lion : Bénéfices potentiels d'aires marines protégées [These de doctorat, Montpellier 2]. <https://theses.fr/2013MON20158>
- Murua, H., & Motos, L. (2006). Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *Journal of Fish Biology*, 69(5), 1288-1303. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2006.01169.x>
- Muus, B. J. (avec Internet Archive). (1999). Sea fish. Hedehusene [Denmark] : Scandinavian Fishing Year Book. <http://archive.org/details/seafish0000muus>
- N'Da, K., & Déniel, C. (1993). Sexual cycle and seasonal changes in the ovary of the red mullet, *Mullus surmuletus*, from the southern coast of Brittany. *Journal of Fish Biology*, 43(2), 229-244. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1993.tb00425.x>
- Onsoy, B., & Salman, A. (2005). Reproductive Biology of the Common Cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Sepiida : Cephalopoda) in the Aegean Sea. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29, 613-619.
- Petitgas, P. (1997). Sole egg distributions in space and time characterised by a geostatistical model and its estimation variance. *ICES Journal of Marine Science*, 54(2), 213-225. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1996.0184>
- Porcu, C., Marongiu, M. F., Bellodi, A., Cannas, R., Cau, A., Melis, R., Mulas, A., Soldovilla, G., Vacca, L., & Follesa, M. C. (2017). Morphological descriptions of the eggcases of skates (Rajidae) from the central-western Mediterranean, with notes on their distribution. *Helgoland Marine Research*, 71(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s10152-017-0490-2>
- Recasens, L., Chiericoni, V., & Belcari, P. (2008). Patrón reproductivo y fecundidad de la merluza (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)) en el Mediterráneo occidental. *Scientia Marina*, 72(4), 721-732. <https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72n4721>
- Recasens, L., Lombarte, A., Morales-Nin, B., & Tores, G. (2005). Spatiotemporal variation in the population structure of the European hake in the NW Mediterranean. *Journal of Fish Biology*, 53, 387-401. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb00988.x>
- Regimbart, A., Guitton, J., & Le Pape, O. (2018). Zones fonctionnelles pour les ressources halieutiques dans les eaux sous souveraineté française (Research Report 46; p. 175 p.). Agrocampus Ouest, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes. <https://institut-agro-rennes-angers.hal.science/hal-02293032>
- Reñones, O., Massutí, E., & Morales-Nin, B. (1995). Life history of the red mullet *Mullus surmuletus* from the bottom-trawl fishery off the Island of Majorca (north-west Mediterranean). *Marine Biology*, 123, 411-419. <https://doi.org/10.1007/BF00349219>
- Robert, A. (2017). Effets combinés des facteurs naturels et anthropiques sur les communautés d'invertébrés benthiques des vasières à langoustines (*Nephrops*

Norvegicus) du golfe de Gascogne [Agrocampus Ouest].  
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00611/72341/>

- Thys, K. J. M., Lemey, L., & Van Bogaert, N. (2023). Blondes do it better? A comparative study on the morphometry and life-history traits of commercially important skates blonde ray *Raja brachyura*, thornback ray *Raja clavata*, and spotted ray *Raja montagui*, with management implications. *Fisheries Research*, 263, 106679.  
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106679>
- Tsikliras, A., Antonopoulou, E., & Stergiou, K. (2010). Spawning period of Mediterranean marine fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20, 499-538.  
<https://doi.org/10.1007/s11160-010-9158-6>
- Tsikliras, A., & Stergiou, K. (2014). Size at maturity of Mediterranean marine fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, 219-268.  
<https://doi.org/10.1007/s11160-013-9330-x>
- Whitehead, P. J. P. (Éd.). (1984). *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean*. Unesco.
- Yoneda, M., & Wright, P. (2004). Temporal and spatial variation in reproductive investment of Atlantic cod *Gadus morhua* in the northern North Sea and Scottish west coast. *Marine Ecology Progress Series*, 276, 237-248.  
<https://doi.org/10.3354/meps276237>
- Zarrad, R., Cherif, M., Gharbi, H., JARBOUi, O., & Missaoui, H. (2010).  
REPRODUCTIVE CYCLE AND SEX REVERSAL OF *PAGELLUS ERYTHRINUS*  
(LINNAEUS, 1758) IN THE GULF OF TUNIS (CENTRAL MEDITERRANEAN).  
37.

## Annexes

Annexe I : Type de convergence pour chacune des espèces considérées sur chaque façade.

Nom scientifique	Nom commun	Manche	Atlantique	Méditerranée
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Grondin perlon	Convergence type I	Convergence type I	
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Bar commun	Convergence type I	Convergence type I	
<i>Eutrigla gurnardus</i>	Grondin gris			Convergence type I
<i>Gadus morhua</i>	Morue	Convergence type I		Convergence type I
<i>Lepidorhombus spp</i>	Cardine			Convergence type I
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Cardine franche		Convergence type I	Convergence type I
<i>Limanda limanda</i>	Limande	Convergence type I		Convergence type II
<i>Lophius spp</i>	Baudroie			Convergence type II
<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Eglefin	Convergence type I	Convergence type I	
<i>Merlangius merlangus</i>	Merlan		Convergence type I	
<i>Merluccius merluccius</i>	Merlu		Convergence type I	Convergence type I
<i>Microstomus kitt</i>	Limande sole	Convergence type I	Convergence type II	
<i>Mullus barbatus</i>	Rouget de vase			Convergence type I
<i>Mullus surmuletus</i>	Rouget de roche	Convergence type II	Convergence type II	Convergence type II
<i>Nephrops norvegicus</i>	Langoustine		Convergence type I	
<i>Pagellus erythrinus</i>	Pageot commun			Convergence type I
<i>Platichthys flesus</i>	Flet commun	Convergence type I		
<i>Pleuronectes platessa</i>	Plie		Convergence type II	

<i>Pollachius pollachius</i>	Lieu jaune	Convergence type I	Convergence type II	
<i>Raja asterias</i>	Raie étoilée			Convergence type I
<i>Raja brachyura</i>	Raie lisse	Convergence type I	Convergence type I	
<i>Raja clavata</i>	Raie bouclée	Convergence type I	Convergence type I	Convergence type I
<i>Raja montagui</i>	Raie douce			Convergence type I
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Barbue	Convergence type II	Convergence type II	Convergence type II
<i>Scyliorhinus canicula</i>	Petite roussette		Convergence type I	Convergence type I
<i>Scyliorhinus stellaris</i>	Grande roussette	Convergence type I		
<i>Sepia officinalis</i>	Seiche commune		Convergence type I	Convergence type I
<i>Solea solea</i>	Sole commune	Convergence type I	Convergence type II	Convergence type II
<i>Trisopterus luscus</i>	Tacaud commun		Convergence type II	Convergence type I
<i>Zeus faber</i>	Saint-Pierre	Convergence type II	Convergence type II	