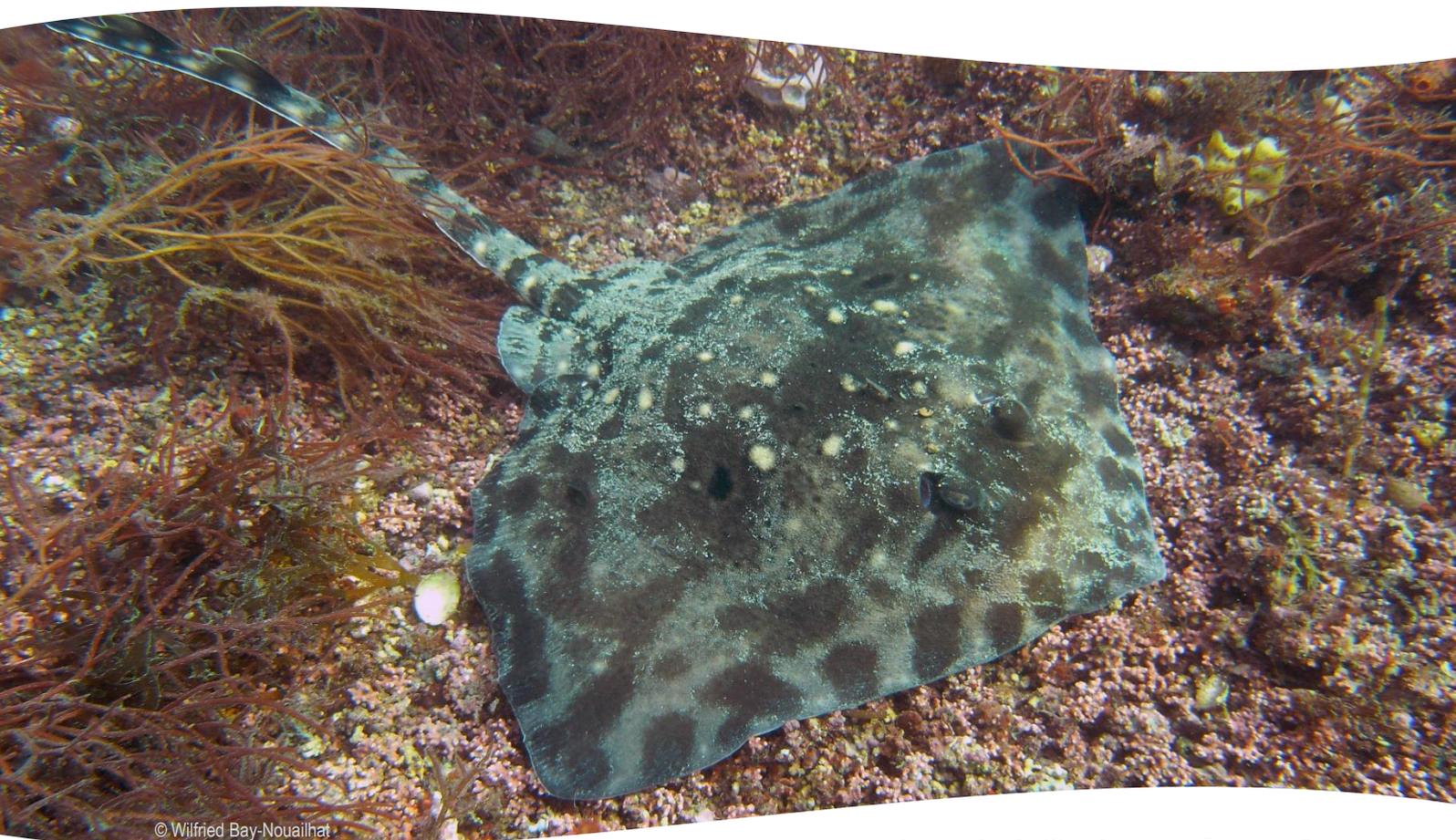


Vers une amélioration des connaissances sur les zones d'importance pour la raie bouclée *Raja clavata* en Manche-Est

FIP raie bouclée



© Wilfried Bay-Nouailhat

RAPPORT FINAL

Mars 2023



Citation du document

APECS & WWF France (2023). « Vers une amélioration des connaissances sur les zones d'importance pour la raie bouclée *Raja clavata* en Manche-Est – FIP raie bouclée ». Rapport final, 67p. + Annexes

Les résultats de cette étude, issus d'analyses descriptives, n'engagent que leurs auteurs.

Auteurs et contributeurs*

Auteurs : Félix GENDROT (APECS), Rita SAHYOUN (WWF France) et Éric STEPHAN (APECS)

Contributeurs : Camille DOMINGO & Manuel EVRARD (OPN), Arnaud MANNER (NFM), Solène PREVALET (FROM NORD)

*classés par ordre alphabétique

Contact des auteurs

Félix GENDROT & Éric STEPHAN

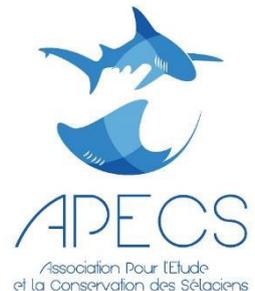
Association Pour l'Étude et la Conservation des Sélaciens (APECS)

13, rue Jean-François Tartu - BP 51151

29211 Brest Cedex 1

Tel : 02 98 05 40 38 / 07 50 14 24 91

Email : asso@asso-apecs.org



Rita SAHYOUN

WWF France

35-37, rue Baudin

93310 Le Pré-Saint-Gerai

Tel : 01 71 86 40 60

Email : rsahyoun@wwf.fr



Remerciements

Nous tenons à remercier dans un premier temps les porteurs du projet FIP raie bouclée qui nous ont fait confiance pour la réalisation de cette étude, le FROM NORD, l'Organisation des Pêcheurs Normands (OPN) et WWF France. Merci également à Normandie Fraîcheur Mer (NFM) pour son accompagnement.

Nous remercions tout particulièrement Solène PREVALET (FROM NORD), Camille DOMINGO & Manuel EVRARD (OPN), Arnauld MANNER & Dominique LAMORT (NFM) pour leur disponibilité, leurs remarques éclairées et leurs retours positifs.

Cette étude n'aurait pas pu voir le jour sans le soutien financier de la Fondation Carrefour. Nous remercions tout particulièrement Adeline RENAT et Marie-Astrid RAOULT.

Merci aussi à la DGAMPA, au SIH Ifremer et plus généralement au COPIL Obsmer pour la mise à disposition des données Obsmer, ainsi que tous ceux qui ont participé à la collecte des données de pêche embarquées. Nous remercions également l'ensemble des responsables de la campagne CGFS (scientifiques et techniques) de permettre la participation récurrente de l'APECS à celle-ci. Et un grand merci aux bénévoles de l'APECS qui ont embarqué sur la campagne en Manche-Est en 2019, 2020 et 2021, respectivement Sandrine SERRE, Félix GENDROT et Coline POPPESCHI. Plus généralement, nous remercions le CIEM pour le libre accès aux données de campagnes halieutiques via la plateforme DATRAS.

Enfin, nous tenons à remercier individuellement :

- Thomas BARREAU (MNHN) pour le temps accordé et son aide précieuse dans l'acquisition des différentes sources de données
- Anne-Sophie CORNOU (Ifremer) pour ses précisions sur la standardisation des données DATRAS
- Richard COZ (OFB) pour les nombreux échanges sur le protocole Obsmer
- Didier LE ROY (Ifremer) pour son retour d'expériences et l'envoi des informations sur les caractéristiques des différents engins de pêche des campagnes Ifremer

Nous souhaitons également remercier les salariés de l'APECS qui nous ont apporté leur soutien et conseils, tout au long de ce projet : Nastasia CELLE, Alexandra ROHR et Pénélope TESTE du BAILLER.

Sommaire

Sommaire	7
Liste des abréviations	9
Liste des figures	11
Liste des tableaux	13
Résumé	15
Contexte et présentation de l'étude	17
Partie I : Synthèse bibliographique des connaissances existantes sur la raie bouclée	19
I.1 Ecologie et biologie	19
I.1.1 Aire de distribution et habitat	19
I.1.2 Régime et comportement alimentaire.....	19
I.1.3 Traits d'histoire de vie	20
I.1.4 Cycle de reproduction	22
I.1.5 Mouvements horizontaux	23
I.2 Statut de l'espèce, mesures de conservation et de gestion	25
I.3 Distribution de l'espèce en Manche-Est	26
Partie II : Zones d'importance pour la raie bouclée en Manche-Est	29
II.1 Jeux de données disponibles	29
II.1.1 Données d'observation à la mer	29
II.1.2 Données d'évaluations des ressources halieutiques par les campagnes scientifiques	30
II.1.2.1 <i>North Sea International Bottom Trawl Survey (NS-IBTS)</i>	30
II.1.2.2 <i>UK North Sea Beam Trawl Survey (BTS)</i>	30
II.1.2.3 <i>French Channel Ground Fish Survey (FR-CGFS)</i>	31
II.1.3 Jeux de données APECS issus des campagnes CGFS	31
II.1.4 Recensement des échouages de capsules d'œufs de raies bouclées le long du littoral métropolitain – Programme CapOeRa opportuniste.....	31
II.2 Méthodologie et traitements des différentes sources de données	32
II.2.1 Zones d'importance pour la raie bouclée	32
II.2.2 Détermination des classes de tailles et groupes d'individus pour les analyses.....	32
II.2.2.1 <i>Nouveau-nés et juvéniles</i>	32
II.2.2.2 <i>Adultes matures – Calcul d'une taille à maturité sexuelle de référence pour les mâles de raie bouclée en 7.d</i>	33
II.2.3 Sélection et standardisation des données de captures	35
II.2.3.1 <i>Obsmer</i>	35
II.2.3.2 <i>Campagnes scientifiques</i>	35

II.2.4	État et répartition des capsules collectées dans le chalut des campagnes CGFS	38
II.2.5	Traitement des échouages des capsules d'œufs de raies bouclées sur le littoral	38
II.3	Résultats	39
II.3.1	Distribution spatiale de la raie bouclée en Manche-Est	39
II.3.2	Distribution spatiale des individus matures	39
II.3.3	Distribution spatiale des capsules d'œufs de raies	46
II.3.3.1	<i>Répartition des échouages de capsules sur le littoral français en Manche</i>	46
II.3.3.2	<i>Capsules collectées directement en mer</i>	47
II.3.4	Distribution spatiale des nouveau-nés	48
II.3.5	Distribution spatiale des juvéniles	48
II.4	Discussion	51
II.4.1	Spécificités de la zone d'étude et influence sur les résultats	51
II.4.2	Distribution générale	51
II.4.3	Zones d'importance pour les adultes matures	51
II.4.4	Zones de pontes et période associée	52
II.4.5	Zones de regroupement de juvéniles	53
II.4.6	Présence de l'espèce au sein du site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais »	55
II.4.7	Distribution de l'espèce par rapport aux résultats de l'étude IPREM	56
Conclusion et perspectives		59
Bibliographie		63
Annexes		69
Annexe 1 : Campagnes scientifiques – Positions des traits de chaluts conservés pour les analyses		69
Annexe 2 : Dispositif Obsmer – Distributions des mâles matures par trimestre		70
Annexe 3 : Dispositif Obsmer – Distributions des femelles matures par trimestre		71
Annexe 4 : Dispositif Obsmer – Distributions des juvéniles jusqu'à 2 ans de vie (LT ≤ 38 cm)		72

Liste des abréviations

- **APECS** : Association Pour l'Étude et la Conservation des Sélaciens
- **BTS** : Beam Trawl Survey
- **CapOeRa** : CAPsules d'Œufs de RAies (programme de sciences participatives de l'APECS)
- **CGFS** : Channel Ground Fish Survey
- **CIEM** : Conseil International pour l'Exploration de la Mer (ICES en anglais)
- **CNPMEM** : Comité National des Pêches Maritimes et des Élevages Marins
- **DGAMPA** : Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture
- **DATRAS** : DAtabase of TRAWl Surveys
- **FIP** : Fisheries Improvement Project
- **GOV** : Grande Ouverture Verticale (chalut)
- **ICES** : International Council for the Exploration of the Sea (CIEM en français)
- **IBTS** : International Bottom Trawl Survey
- **Ifremer** : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
- **IPREM** : Impact des engins de Pêche sur les fonds marins et la Résilience Écologique du Milieu
- **L₅₀** : Longueur totale à laquelle 50% des individus sont estimés comme matures
- **L₉₅** : Longueur totale à laquelle 95% des individus sont estimés comme matures
- **LD₅₀** : Largeur du disque à laquelle 50% des individus sont estimés comme matures
- **LT** : Longueur Totale
- **MNHN** : Muséum national d'Histoire naturelle
- **MSC** : Marine Stewardship Council
- **NFM** : Normandie Fraîcheur Mer
- **N/O** : Navire Océanographique
- **OFB** : Office Français de la Biodiversité
- **OP** : Opération de Pêche
- **OPN** : Organisation des Pêcheurs Normands
- **OSPAR** : « Conventions OSPAR » pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (OS pour Oslo et PAR pour Paris)
- **PCP** : Politique Commune de la Pêche
- **ROV** : Remotely Operated underwater Vehicle (véhicule sous-marin téléopéré en français)
- **SAR** : Swept Area Ratio (surface balayée par les arts traînants en français)
- **SIG** : Système d'Information Géographique
- **SIH** : Système d'Information Halieutique (Ifremer)
- **TAC** : Total Admissible de Captures
- **UICN** : Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN en anglais)
- **WGBEAM** : Working Group on Beam Trawl Surveys (groupe de travail sur les campagnes au chalut à perche en français)
- **WKMSSEL** : Workshop on Sexual Maturity Staging of Elasmobranchs (atelier sur la détermination des stades de maturité sexuelle des élasmobranches en français)
- **WWF** : World Wide Fund for Nature (Fonds Mondial pour la Nature en français)
- **ZSC** : Zone Spéciale de Conservation (Natura 2000)

Liste des figures

- Figure 1** : Carte de la zone d'étude avec les principales localisations mentionnées dans ce rapport. 27
- Figure 2** : Stations issues des données de campagnes téléchargées depuis DATRAS, emprise de la division CIEM 7.d en bleu clair, A/ North Sea International Bottom Trawl Survey, B/ UK North Sea Beam Trawl Survey, et C/ French Channel Ground Fish Survey (données en Manche-Ouest non représentées). _____ 30
- Figure 3** : Répartition des stades de maturité pour les raies bouclées mâles capturées sur CGFS (2019, 2020 et 2021) en division 7.d, le nombre d'individus par classe de taille est précisé en rouge. _____ 34
- Figure 4** : L_{50} et L_{95} calculées pour les raies bouclées mâles capturées sur CGFS (2019, 2020 et 2021) en division 7.d, la distribution des individus (cercles bleus) et l'intervalle de confiance à 95% sur 5000 bootstraps (en gris) sont représentés. _____ 34
- Figure 5** : Proportions des classes de tailles par campagne d'après les données d'abondance (nombre d'individus par heure chalutée) en division 7.d. _____ 37
- Figure 6** : Nombre d'individus par opération de pêche Obsmer en division 7.d, A/ toutes les captures avec positions des opérations de pêche où l'espèce est absente, B/ toutes les captures de raies bouclées mesurées et sexées avec positions des opérations de pêche où il y a des individus non mesurés, non sexés ou les deux. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. 40
- Figure 7** : Nombre d'individus par heure chalutée pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 41
- Figure 8** : Nombre de mâles matures ($LT \geq 67$ cm) par opération de pêche Obsmer en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 42
- Figure 9** : Nombre de femelles matures ($LT \geq 77$ cm) par opération de pêche Obsmer en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 43
- Figure 10** : Nombre de mâles matures par heure chalutée ($LT \geq 67$ cm) pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 44
- Figure 11** : Nombre de femelles matures par heure chalutée ($LT \geq 77$ cm) pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 45
- Figure 12** : Suivis des échouages de capsules d'œufs de raies bouclées dans le cadre du programme CapOeRa, A/ Nombre de collectes recensées par plage (3 au minimum) et B/ Nombre moyen de capsules collectées par plage. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 46

- Figure 13** : Nombre de capsules d'œufs de raies bouclées collectées directement au sein du chalut pendant les campagnes CGFS (2019, 2020 et 2021), en rouge les capsules embryonnées et en vert les capsules fraîches (post-éclosion). Position des traits de chalut en gris, emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 47
- Figure 14** : Nombre de nouveau-nés (LT < 14 cm) recensés en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 48
- Figure 15** : Nombre de juvéniles (LT ≤ 25 cm) recensés en division 7.d dans les données Obsmer pour les opérations de pêche aux chaluts de fond à panneaux (simples ou jumeaux) et aux filets trémails ciblant les espèces démersales avec des mailles de maximum 10 cm (métiers et espèces cibles associées capables de capturer des individus de petite taille). Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 49
- Figure 16** : Nombre de juvéniles par heure chalutée (LT ≤ 25 cm) pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 50
- Figure 17** : Nombre de juvéniles (LT ≤ 25 cm) et d'individus matures (LT mâles ≥ 67 cm et LT femelles ≥ 77 cm) par heure chalutée pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris. _____ 54
- Figure 18** : Effort de pêche du chalut à panneaux - abrasion de surface - tiré du rapport IPREM (Liefmann *et al.*, 2022). Carte présentant l'effort de pêche de tous les navires européens en zones 7.e et 7.d. L'intensité moyenne (= effort moyen) de pêche est exprimée en SAR.an⁻¹. Données ICES 2019. _____ 57
- Figure 19** : Effort de pêche des sennes écossaises et danoises - abrasion de surface - tiré du rapport IPREM (Liefmann *et al.*, 2022). Carte présentant l'effort de pêche de tous les navires européens en zones 7.e et 7.d. L'intensité moyenne (= effort moyen) de pêche est exprimée en SAR.an⁻¹. Données ICES 2019. _____ 57
- Figure 20** : Effort de pêche du chalut à perche - abrasion de surface - tiré du rapport IPREM (Liefmann *et al.*, 2022). Carte présentant l'effort de pêche de tous les navires européens en zones 7.e et 7.d. L'intensité moyenne (= effort moyen) de pêche est exprimée en SAR.an⁻¹. Données ICES 2019. _____ 58

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des études faisant référence aux tailles et âges à maturité de la raie bouclée en Atlantique Nord-Est. _____	21
Tableau 2 : Synthèse des études faisant référence à la reproduction de la raie bouclée en Atlantique Nord-Est (fécondité annuelle, fréquence et période de ponte). _____	23
Tableau 3 : Synthèse des données Obsmer conservées en division 7.d pour les analyses (opérations et captures). _____	35
Tableau 4 : Synthèse des données de campagnes en division 7.d conservées pour les analyses (traits et captures). _____	36
Tableau 5 : Synthèse des données de capsules d'œufs de raies bouclées collectées directement au sein du chalut au cours de CGFS (2019, 2020 et 2021). _____	38

Résumé

La raie bouclée, *Raja clavata*, est une espèce de raie benthique communément présente en Atlantique Nord-Est. En raison d'une pêche ciblée trop importante, elle a connu de forts déclin en Europe des années 1980 jusqu'à la fin des années 2000. Avec la mise en place des mesures de gestion en 2009, le stock évalué à l'échelle de la mer du Nord et de la Manche Orientale a connu une très forte augmentation à partir de 2011. Aujourd'hui, les indices de biomasse continuent de montrer une hausse pour cette zone.

En Manche-Est, la raie bouclée est l'espèce de raie la plus capturée par les pêcheries professionnelles. Conscients des enjeux liés à cette espèce et de la nécessité de trouver un juste équilibre entre la préservation des ressources marines et son exploitation, deux organisations de producteurs, l'OPN et le FROM NORD, se sont mobilisées en vue d'une exploitation durable. Associées avec le WWF France et avec l'appui de Normandie Fraîcheur Mer, elles ont entamé un projet d'amélioration de pêche (FIP). L'objectif est que les actions engagées dans le cadre de ce projet permettent à terme d'aboutir à l'obtention de la certification « Pêche Durable » du label MSC ».

Cette étude, réalisée par l'APECS, s'inscrit dans le volet « amélioration des connaissances » du FIP raie bouclée. Elle vise à décrire les zones d'importance pour l'espèce en Manche-Est, avec un focus sur les zones d'accouplement, de ponte et de regroupement de juvéniles. Elle s'articule en deux parties distinctes mais complémentaires : (1) une synthèse bibliographique des connaissances existantes sur l'espèce et (2) un travail d'analyses descriptives des données disponibles en Manche-Est.

Les données disponibles utilisées dans cette étude ne permettent pas de localiser formellement certaines zones d'importance que sont les zones de ponte et les zones d'accouplement. Cela étant dit, l'utilisation de jeux de données alternatifs, notamment sur la distribution des capsules d'œufs de raies, apporte des questionnements intéressants en ce qui concerne les secteurs et période de ponte. Il n'est pas exclu qu'il y ait une activité de ponte à la côte mais aussi plus au large, et que le pic de ponte soit décalé par rapport à ce qui est communément admis pour les eaux adjacentes à la Manche. Il se pourrait notamment qu'il soit plus sur la fin de l'été, en août plutôt qu'en juin. En ce qui concerne les zones de regroupement de juvéniles, elles ont clairement été identifiées dans certains secteurs des eaux côtières britanniques et françaises.

En raison du manque de connaissances qui reste important sur la raie bouclée en Manche-Est, il est donc difficile de réfléchir à des propositions de mesures visant à préserver des zones fonctionnelles pour contribuer à une gestion durable du stock. En revanche, des mesures d'amélioration des connaissances sont proposées, avec le besoin clair de mettre en place des protocoles et campagnes dédiés pour pouvoir répondre précisément à ces questions.

Contexte et présentation de l'étude

Depuis 2021, un projet d'amélioration de la pêche a débuté pour la raie bouclée (*Raja clavata*) en Manche-Est. Appelé FIP (pour Fishery Improvement Project), son objectif est de mener des actions qui permettront à terme de prétendre à la certification de l'écolabel « pêche durable » du Marine Stewardship Council (MSC). Cet engagement concret est porté par deux organisations de producteurs, le FROM NORD et l'Organisation des Pêcheurs Normands, et WWF France pour une durée de 5 ans.¹

D'abord impliquée dans ce FIP raie bouclée en tant qu'observateur, l'APECS est devenue partenaire du projet en février 2022 afin d'apporter son expertise scientifique sur le volet « amélioration des connaissances » (cf. action 1 du projet²). L'association s'est vu confier une étude visant à identifier les zones d'importance pour l'espèce en Manche-Est.

Les objectifs de l'étude sont d'essayer de préciser les zones d'importance pour l'espèce en Manche-Est, à savoir celles associées à l'accouplement et à la ponte mais aussi celles de regroupement de juvéniles. Deux axes de travail distincts mais complémentaires ont été privilégiés :

- La réalisation d'une synthèse des connaissances existantes sur l'écologie et la biologie de la raie bouclée, sur son statut de conservation et les mesures de gestions existantes, et sur la distribution connue de l'espèce en Manche-Est (division CIEM 7.d).
- Le traitement et l'analyse descriptive des données disponibles, à la fois de captures d'individus dans la zone, mais aussi des données alternatives, en particulier sur les capsules d'œufs de raies bouclées, pour mettre en évidence les zones d'importance évoquées plus haut.

Une attention particulière est portée sur le site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » qui est une zone spéciale de conservation (ZSC) créée en 2016. Situé au large du littoral du département du Pas-de-Calais, le site est exclusivement marin (voir la **Figure 1** de la partie **I.3**). Il se compose de dunes hydrauliques, façonnées par l'hydrodynamisme particulier du détroit, qui recensent un nombre limité d'espèces mais inféodées à cet habitat. À une échelle plus restreinte, le site présente aussi un haut-fond rocheux partiellement ensablé, appelé Ridens. Il comporte également le seul gisement de maërl en Manche Orientale.³

En raison de la présence d'habitats sensibles sur le site Natura 2000, des réflexions sur la mise en place de mesures de gestion spécifiques sont en cours. Elles cibleraient notamment les activités de pêche, en particulier les engins trainants (chaluts et sennes). À la vue des objectifs du FIP, il est intéressant de savoir si cette ZSC est importante pour la raie bouclée et si les potentielles mesures de gestions à venir pour celle-ci pourraient être directement bénéfiques pour l'espèce.

Pour terminer cette étude, une réflexion a été menée sur de possibles mesures de gestion spécifiques vis-à-vis de ces zones d'importance et sur les actions d'acquisition de connaissances complémentaires à engager.

¹ Profil du FIP raie bouclée sur la plateforme internationale (en anglais) : <https://fisheryprogress.org/fip-profile/france-eastern-english-channel-thornback-ray-bottom-trawls-trammel-net-and-danish-seine>

² Plus de précision sur le FIP raie bouclée sur le site de Normandie Fraicheur Mer : <https://www.normandiefraicheurmer.fr/c-est-qui-nfm/actualites/123-lancement-d-un-fip-raie-bouclée-en-manche-est.html>

³ Plus d'informations sur la zone Natura 2000 : <https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR3102004>

Partie I : Synthèse bibliographique des connaissances existantes sur la raie bouclée

I.1 Ecologie et biologie

I.1.1 Aire de distribution et habitat

La raie bouclée, *Raja clavata*, est une espèce commune en Atlantique Nord-Est (Walker, 1999) et qui possède une aire de distribution particulièrement étendue. Elle est présente au sud du cercle polaire arctique de l'Islande et de la Norvège, en passant par la mer du Nord et l'ouest de la mer Baltique, jusque sur les côtes d'Afrique de l'Ouest. Elle est aussi trouvée en Méditerranée et dans la partie occidentale de la mer Noire (Ebert & Stehmann, 2013). Sa présence dans les Açores et à Madère a été confirmée, même si cette unité locale présente des spécificités (Ball *et al.*, 2016).

Des signalements ont également été recensés jusqu'en Afrique du Sud (Stehmann & Bürkel, 1984) et même dans le sud-ouest de l'océan Indien (Stehmann, 1995). Mais ils sont probablement dus à des erreurs d'identification avec une autre espèce, *Raja straeleni*, qui a divergé récemment mais qui possède une morphologie similaire (Pasolini *et al.*, 2011). Par conséquent, la limite sud de son aire de distribution reste encore floue.

Benthique, la raie bouclée évolue sur tous types de fonds meubles (vases, sables, graviers) ou rocheux. Elle est présente des eaux très côtières jusqu'au bord du plateau continental et sur le haut du talus, des premiers mètres jusqu'à 300 mètres de profondeur bien qu'elle soit principalement observée entre 10 et 60 mètres de fond (Louisy, 2002 ; Ebert & Stehmann, 2013).

I.1.2 Régime et comportement alimentaire

Le régime alimentaire de la raie bouclée est particulièrement bien décrit dans la littérature. La majorité des travaux recensés sur le sujet décrit l'espèce comme un prédateur généraliste (Fitzmaurice, 1974 ; Holden & Tucker, 1974 ; Ellis *et al.*, 1996 ; Morato *et al.*, 2003 ; Farias *et al.*, 2006 ; Saglam & Bascinar, 2008 ; Šantić *et al.*, 2012 ; Kadri *et al.*, 2014a).

Bien qu'il existe une grande variabilité de proies trouvées dans les contenus stomacaux de la raie bouclée, les crustacés sont souvent identifiés comme majoritaires (De Souza, 1978 ; Marques & Ré, 1978 ; Quiniou & Rabarison Andriamirado, 1979 ; Ajayi, 1982 ; Gibson & Ezzi, 1987 ; Ebeling, 1988 ; Ellis *et al.*, 1996), auxquels s'ajoutent les poissons osseux (Fitzmaurice, 1974 ; Holden & Tucker, 1974 ; Daan *et al.*, 1993 ; Farias *et al.*, 2006 ; Saglam & Bascinar, 2008 ; Šantić *et al.*, 2012 ; Biton-Porsmoguer, 2020). D'autres études mentionnent plutôt les poissons osseux comme type de proies majoritaires par rapport aux crustacés (Morato *et al.*, 2003 ; Kadri *et al.*, 2014a). Ces différences pourraient être expliquées par la particularité des environnements (Açores, îles océaniques pour Morato *et al.*, 2003) ou par les tailles d'individus considérés pour les analyses.

Selon la zone d'étude, d'autres proies sont mentionnées mais avec une importance moindre comme des annélides (Holden & Tucker, 1974 ; Marques & Ré, 1978 ; Ajayi, 1982 ; Ebeling, 1988 ; Daan *et al.*, 1993 ; Ellis *et al.*, 1996 ; Morato *et al.*, 2003 ; Farias *et al.*, 2006 ; Kadri *et al.*, 2014a ; Biton-Porsmoguer, 2020), des mollusques (Holden & Tucker, 1974 ; Ellis *et al.*, 1996 ; Kadri *et al.*, 2014a ; Biton-Porsmoguer, 2020) dont des céphalopodes (Fitzmaurice, 1974 ; Morato *et al.*, 2003 ; Farias *et*

al., 2006 ; Šantić *et al.*, 2012 ; Kadri *et al.*, 2014a), et des bivalves (Fitzmaurice, 1974 ; Quiniou & Rabarison Andriamirado, 1979 ; Ebeling, 1988). De manière plus anecdotique, Ebeling (1988) mentionne des individus ayant consommé des holothuries et Ellis *et al.* (1996) des individus ayant prédaté des juvéniles de raie bouclée.

Le changement le plus notable pour l'espèce est caractérisé par le passage, au cours de la croissance, d'une alimentation basée sur de petites proies à des proies plus imposantes (Quiniou & Rabarison Andriamirado, 1979 ; Ajayi, 1982) et davantage mobiles comme des poissons osseux (Holden & Tucker, 1974 ; Ebeling, 1988 ; Daan *et al.*, 1993 ; Ellis *et al.*, 1996 ; Farias *et al.*, 2006 ; Saglam & Bascinar, 2008 ; Šantić *et al.*, 2012 ; Kadri *et al.*, 2014a), des céphalopodes (Farias *et al.*, 2006 ; Šantić *et al.*, 2012 ; Kadri *et al.*, 2014a) et même des décapodes nageurs (Holden & Tucker, 1974 ; Marques & Ré, 1978 ; Farias *et al.*, 2006). Le passage d'un comportement alimentaire benthique à semi-pélagique peut survenir chez des individus à partir d'une taille autour des 45 cm de longueur totale (Farias *et al.*, 2006 ; Saglam & Bascinar, 2008) et se généralise surtout pour les individus les plus grands (Ebeling, 1988 ; Daan *et al.*, 1993 ; Morato *et al.*, 2003).

Enfin, pour une même zone d'étude des variations ont été observées dans les proies consommées en fonction de la distribution géographique des sites de captures (Fitzmaurice, 1974 ; Daan *et al.*, 1993 ; Morato *et al.*, 2003), ainsi que selon les saisons (De Souza, 1978 ; Ajayi, 1982 ; Saglam & Bascinar, 2008 ; Kadri *et al.*, 2014a). Ces différences s'expliquent principalement par la disponibilité en proies dans la zone et/ou à une période donnée plutôt que par un régime préférentiel de l'espèce (Fitzmaurice, 1974 ; Holden & Tucker, 1974 ; De Souza, 1978 ; Ajayi, 1982 ; Daan *et al.*, 1993 ; Morato *et al.*, 2003 ; Saglam & Bascinar, 2008 ; Kadri *et al.*, 2014a). Kadri *et al.* (2014a) ont aussi montré une différence d'alimentation entre les sexes qui serait liée au cycle de vie et au comportement de l'espèce (migrations et distribution différentes des mâles et des femelles).

I.1.3 Traits d'histoire de vie

Les traits d'histoire de vie de la raie bouclée correspondent à ceux d'une espèce à stratégie K avec une croissance lente, une maturité sexuelle tardive et une espérance de vie pouvant atteindre 15 ans pour les femelles et 12 ans pour les mâles (Kadri *et al.*, 2014b). Les tailles maximales connues pour les femelles et pour les mâles sont respectivement 130 cm et 105 cm de longueur totale (Ebert & Stehmann, 2013).

Le **Tableau 1** présente une synthèse des données existantes sur la maturité sexuelle de la raie bouclée en Atlantique Nord-Est. De manière générale, la taille à maturité est supérieure chez les femelles. Pour les études les plus anciennes, il faut considérer avec prudence les résultats obtenus car les méthodes pour caractériser la maturité n'étaient pas clairement énoncées, et le nombre d'individus et les gammes de tailles n'étaient pas systématiquement précisés. Concernant les différences observées entre les études pour une même zone, il faut rester prudent dans leur comparaison. En effet, soit les premières méthodes pour caractériser la maturité n'étaient pas clairement énoncées, soit elles sont difficilement comparables par manque de standardisation. Les résultats des deux études les plus récentes et basées sur un grand nombre d'individus sont rappelés ci-dessous :

- Sur la côte ouest du Portugal, l'âge moyen à maturité est atteint respectivement autour de 7.5 ans pour les femelles et 5.8 ans pour les mâles, soit une L_{50} de 78,4 cm et 67,6 cm (Serra-Pereira *et al.*, 2011).
- Dans les eaux anglaises, la L_{50} pour les femelles est de 73,7 cm en mer du Nord et 78,2 cm en mer Celtique et la L_{50} pour les mâles est de 66,6 cm pour les deux zones réunies (McCully *et al.*, 2012).

Tableau 1 : Synthèse des études faisant référence aux tailles et âges à maturité de la raie bouclée en Atlantique Nord-Est.

Zone géographique	Nombre d'individu (Nombre mature)			Gamme de tailles considérée (cm)			Taille du plus petit mature (cm)		Taille du plus grand immature (cm)		L ₅₀ (cm)		LD ₅₀ (cm)		AGE ₅₀ (année)		Référence
	♂	♀	indiff.	♂	♀	indiff.	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
Manche - Ouest (<i>Plymouth</i>)	—	—	—	17 - 92 ^a	17 - 129 ^a	—	74,7 ^a	97,5 ^a	—	—	[76,2 - 83,8] ^a	[99 - 106,7] ^a	[51 - 56]	[66 - 71]	—	—	Steven (1934)
Eaux irlandaises (<i>Solway Firth</i>)	—	—	271	18,4 - 101,6	32,5 - 102,1	—	61,8 ^b	62,4 ^b	—	—	—	—	—	—	—	—	Nottage & Perkins (1983)
Canal de Bristol (<i>Carmarthen Bay</i>)	1019	1124	—	—	—	13 - 99	60,5	59,5	—	—	—	—	—	—	—	—	Ryland & Ajayi (1984)
Manche	—	—	960	—	—	10 - 101	—	—	—	—	80	95	—	—	—	—	Dorel (1986)
Golfe de Gascogne	—	—	123	—	—	11 - 98	—	—	—	—	80	95	—	—	—	—	Dorel (1986)
Mer du Nord	41	52	—	[20 - 90[	[30 - 95[	—	—	—	—	—	67,9	77,1	—	—	7.1	8.8	Walker (1999)
Eaux irlandaises	165	90	—	[17 - 93[	[18 - 89[	—	[61 - 62[	[58 - 59[	[67 - 68[	[78 - 79[	65,7	71,8	—	—	6.1	6.1	Gallagher <i>et al.</i> (2005)
Mer d'Ecosse (<i>Caernarfon Bay</i>)	54	135	—	26,9 - 77,8	18,4 - 94,5	—	[57,5 - 60[	[67,5 - 70[	[60 - 62,5[	[75 - 77,5[	58,8	70,5	39,4 ^c	49,2 ^c	3.9	5.3	Whittamore & McCarthy (2005)
Mer du Nord - Sud	nb > 120	120	—	[35 - 86[	[35 - 86[	—	[54 - 55[	[67 - 68[	[85 - 86[	[79 - 80[	[67 - 68[	—	[46 - 47] ^d	—	—	—	Ellis <i>et al.</i> (2008)
Eaux portugaises	906 (202)	861 (111)	—	12,5 - 105	13,8 - 96,5	—	59	69,9	91,2	96,5	67,6	78,4	46,7 ^e	56,5 ^e	5.8	7.5	Serra-Pereira <i>et al.</i> (2011)
Mer du Nord / Mer Celtique	5917 (1119)	3229 (206)	—	—	—	—	47	47	88	90	66,6	76,6	44,7 ^a	51,3 ^a	—	—	McCully <i>et al.</i> (2012)
Mer du Nord	3490 (843)	861 (99)	—	—	—	—	47	57	88	82	—	73,7	—	49,3 ^a	—	—	McCully <i>et al.</i> (2012)
Mer Celtique	2427 (276)	2368 (107)	—	—	—	—	56	47	76	90	—	78,2	—	52,3 ^a	—	—	McCully <i>et al.</i> (2012)

^a indiff LD₅₀ = 0,6572 * L₅₀ + 0,9095 (McCully *et al.*, 2012)

^b ♂ L₅₀ = (LD₅₀ - 2,53) / 0,65 et ♀ LT₅₀ = (LD₅₀ - 0,82) / 0,70 (Nottage & Perkins, 1983)

^c ♂ LD₅₀ = 0,62 * L₅₀ + 2,98 et ♀ LD₅₀ = 0,69 * L₅₀ + 0,57 (Whittamore & McCarthy, 2005)

^d indiff LD₅₀ = 0,693 * L₅₀ - 0,248 (Ellis *et al.*, 2008)

^e ♂ LD₅₀ = ((0,682 + 0,699)) / 2 * L₅₀ et ♀ LD₅₀ = ((0,715 + 0,727)) / 2 * L₅₀ (d'après Serra-Pereira *et al.*, 2010)

Traitements : APECS (09/03/2023)

1.1.4 Cycle de reproduction

Comme de nombreuses espèces de raies benthiques présentes en Atlantique Nord-Est, la raie bouclée est ovipare. Après fécondation interne, chaque œuf est protégé par une enveloppe résistante appelée oothèque ou capsule. La capsule de la raie bouclée se distingue par une cavité de forme plutôt carrée, la présence d'une carène latérale et quatre cornes courtes de même taille positionnées aux extrémités (voir l'image d'illustration ci-contre). La hauteur de la cavité est en moyenne de $6,7 \pm 1$ cm et peut aller de 3,3 cm à 8,3 cm pour des capsules hydratées (Gordon *et al.*, 2016). Les femelles expulsent ensuite ces capsules, sans que l'on sache précisément si elles sont simplement déposées sur le fond ou plus ou moins enfouies. Des observations en aquarium ont déjà montré des capsules embryonnées de raie brunette recouvertes de sédiments (Aquarium de Trégastel, communication personnelle, 2016). Il a été supposé que les femelles cherchaient à protéger leurs œufs de la prédation de crustacés présents dans le même bac. Pour la raie bouclée, il n'est pas exclu que ce comportement puisse aussi avoir lieu en milieu naturel.



Capsule d'œuf de raie bouclée (© A. Rohr – APECS).

Le temps d'incubation (développement de l'embryon dans la capsule) est variable et dépend de la température de l'eau (Clark, 1922 ; Ellis & Shackley, 1995). Il s'étend de moins de quatre mois à cinq mois et demi. À l'éclosion, le juvénile mesure entre 11 et 14 cm de longueur totale et entre 6 et 9 cm de largeur de disque (Clark, 1922 ; Ellis & Shackley, 1995 ; Biton-Porsmoguer, 2020). Le sexe ratio observé est de 1:1 (Ellis & Shackley, 1995).

En Atlantique Nord-Est, la durée de la période de ponte varie selon la zone géographique (**Tableau 2**). Dans les eaux portugaises, elle est étalée sur toute l'année, mais avec une proportion plus importante des femelles en capacité de pondre de mai à janvier de l'année suivante, et un pic de ponte observé en août (Serra-Pereira *et al.*, 2011). Dans les eaux des mers du Nord, Celtique et d'Irlande, plusieurs études font état de périodes de ponte plus courtes, avec une interruption de l'ordre de trois à quatre mois pendant la période automnale (octobre-janvier) ou hivernale (janvier-mars) et un pic plutôt en juin (Holden, 1975 ; Ryland & Ajayi, 1984 ; Brander & Palmer, 1985). Quelles que soient la latitude et la température de l'eau, un pic de ponte est décrit en période estivale. Un suivi pluriannuel des pontes de raies bouclées réalisé sur des individus maintenus en captivité dans des conditions proches du milieu naturel¹ montre un pic de ponte plus étalé allant de mai à août (Koop, 2005). Les observations à bord de navires de pêche professionnelle en Manche de Biton-Porsmoguer (2020) sont aussi cohérentes avec ces résultats. Des capsules et des nouveau-nés sont présents dans les engins respectivement en juin et en octobre-novembre, bien qu'ils ne soient pas quantifiés.

¹ avec un cycle jour/nuit et une température d'eau proches des conditions de leur habitat naturel (52°N de latitude)

Tableau 2 : Synthèse des études faisant référence à la reproduction de la raie bouclée en Atlantique Nord-Est (fécondité annuelle, fréquence et période de ponte).

Zone géographique (localité)	Fécondité annuelle (remarque)	Fréquence de ponte (remarque)	Période de ponte (pic détecté)	Référence
Mer du Nord - Sud	150 œufs	1 œuf/jour/ovaire (au maximum)	—	Holden <i>et al.</i> (1971)
Mer du Nord - Sud	140 œufs	—	Février à septembre (juin)	Holden (1975)
Canal de Bristol (Carmarthen Bay)	100 ^{aine} œufs (au minimum 62 à 74 œufs)	—	Avril à décembre (mai à septembre)	Ryland & Ajayi (1984)
Mer d'Irlande - Nord/Est	—	—	Mars à septembre (juin)	Brander & Palmer (1985)
Canal de Bristol (Oxwich Bay)	48 œufs (observation d'un seul individu)	0,5 œufs/jour/ovaire (en moyenne)	—	Ellis & Shackley (1995)
Eaux portugaises	136 œufs (4 lots successifs de env. 35 œufs)	—	Toute l'année (août)	Serra-Pereira <i>et al.</i> (2011)
Manche	—	—	Février à septembre (juin) *	Biton-Porsmoguer (2020)

*sur la base d'observations faites à bord de navires de pêche
Traitements : APECS (24/02/2023)

Selon Serra-Pereira *et al.* (2011), si les mâles restent fertiles en permanence (faible allocation d'énergie nécessaire pour la spermatogenèse), une période de repos existerait chez les femelles. Mais elle serait différente selon les individus ce qui pourrait expliquer que la période de ponte s'étale sur toute l'année dans les eaux portugaises.

La fécondité annuelle est estimée à 136 œufs au maximum par femelle (Serra-Pereira *et al.*, 2011). La fréquence de ponte serait d'un ou deux œufs par jour (Holden *et al.*, 1971 ; Ellis & Shackley, 1995 ; Serra-Pereira *et al.*, 2011). Selon les travaux les plus récents, ils sont pondus au cours de quatre périodes successives par lot d'environ 35 capsules (Serra-Pereira *et al.*, 2011).

Concernant la période d'accouplement, assez peu d'informations sont disponibles dans la littérature et elle semble varier géographiquement. Elle est décrite comme ayant lieu toute l'année dans les eaux portugaises (Serra-Pereira *et al.*, 2011) alors qu'elle commencerait en février et atteindrait un pic en mai-juin pour le sud de la mer du Nord (Holden, 1975).

Des analyses génétiques réalisées sur les pontes de quatre femelles capturées dans cette même zone géographique ont montré qu'elles s'étaient chacune accouplées avec quatre à six mâles différents. Les femelles de l'espèce peuvent donc être considérées comme polyandres (Chevolot *et al.*, 2007). Il a aussi été démontré que les femelles peuvent stocker le sperme (Clark, 1922) pendant au moins quinze semaines (Ellis & Shackley, 1995).

I.1.5 Mouvements horizontaux

Les résultats des premières études de marquage-recapture présentaient l'espèce comme sédentaire, avec des recaptures proches des lieux de marquage, soit des déplacements de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres (Fulton, 1893, cité dans Fitzmaurice, 1974 ; Steven, 1936 ; Fitzmaurice, 1974).

D'autres études ont ensuite mis en évidence des mouvements saisonniers (Keirse *et al.*, 2015), en particulier dans la zone de l'estuaire de la Tamise et du sud de la mer du Nord (Walker *et al.*, 1997 ; Hunter *et al.*, 2005a, 2005b, 2006). Grâce à la pose de marques électroniques archives, Hunter *et al.* (2005a, 2005b) ont pu reconstituer plus précisément les parcours empruntés par les individus marqués. Cette approche leur a permis de s'affranchir des biais associés aux campagnes de

marquage-recapture qui sont liés à la distribution du type et de l'effort de pêche (influence des engins, comportements des pêcheurs, périodes et zones prospectées) (Bolle *et al.*, 2005). Avec l'utilisation de ces marques électroniques, l'étendue des migrations de l'espèce était environ trois fois plus importante que sur la seule base des données de marquage conventionnel (Hunter *et al.*, 2005a). Dans cette zone, les différents travaux de marquages (passifs et électroniques) ont notamment montré que les adultes se trouvaient plutôt dans les eaux plus profondes du large pendant les mois d'automne/hiver et qu'ils gagnaient les eaux côtières peu profondes de l'estuaire pour les mois de printemps/été (Walker *et al.*, 1997 ; Hunter *et al.*, 2005a). En hiver, certains de ces déplacements allaient même jusqu'aux eaux centrales du sud de la mer du Nord et aucune différence entre mâles et femelles n'a été observée (Hunter *et al.*, 2005a). Sur la base des informations présentes dans la littérature, ces auteurs associent les mouvements vers l'intérieur de l'estuaire à l'accouplement et à la ponte. Les juvéniles semblaient quant à eux moins mobiles et avaient tendance à rester plusieurs années dans des eaux peu profondes entre 10 et 30 mètres de fond (Walker *et al.*, 1997). Dans les eaux françaises, Rousset (1990) a aussi décrit des mouvements saisonniers en mer d'Iroise et en baie de Douarnenez selon le sexe et la taille des individus. À noter que cette analyse est basée uniquement sur des données de capture sans marquage qui sont moins propices à la formulation de ce type d'hypothèses.

Dans leur étude, Walker *et al.* (1997) ont aussi posé des marques passives sur des raies bouclées en Manche Orientale et dont pratiquement toutes les recaptures ont eu lieu en zone côtière, y compris pour des juvéniles capturés et relâchés plus au large. Aucun échange d'individus à travers le détroit du Pas-de-Calais, entre les côtes anglaises et françaises, n'a été recensé. Les auteurs émettent l'hypothèse que cette zone pourrait représenter une barrière géographique avec des eaux plus profondes et des courants puissants. Des migrations d'individus à plus large échelle entre la mer du Nord et la Manche Orientale ont rarement été observées (Walker *et al.*, 1997 ; Hunter *et al.*, 2005a ; McCully *et al.*, 2013). Enfin, seulement quatre individus marqués en Manche-Est ont montré des déplacements à plus large échelle (Walker *et al.*, 1997), avec trois recaptures en Manche-Ouest (Cornouailles Est et baie du Mont-Saint-Michel) et une dernière en mer du Nord (embouchure de la Tamise).

Dans leur étude, Chevolot *et al.* (2006) ont montré une très faible différenciation génétique entre des raies bouclées prélevées dans des secteurs géographiques différents ce qui suggère qu'une part non négligeable d'individus réaliserait des migrations de plus grande envergure. De plus, il semblerait que le degré de structuration génétique soit dynamique dans le temps et l'espace. Dans certaines zones en automne/hiver, des juvéniles issus de populations distinctes auraient tendance à être plus mélangés en lien avec la recherche alimentaire, là où au printemps/été ils seraient plus isolés géographiquement. Selon les auteurs de l'étude, ces mouvements indiqueraient un comportement philopatric de l'espèce.

I.2 Statut de l'espèce, mesures de conservation et de gestion

En 2005, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) classait la raie bouclée comme quasi-menacée à l'échelle globale de son aire de répartition, avec une population estimée en déclin (Ellis, 2016). À l'échelle de l'Europe, elle a été évaluée comme quasi-menacée en 2014 avec une tendance stable des populations (Ellis *et al.*, 2016). Ce statut fait référence aux déclinés historiquement marqués du taux de capture et du recul de l'étendue géographique de l'espèce en Manche, mer d'Irlande et mer du Nord. Il a été estimé que son aire de répartition avait diminué d'environ 30 % des années 1980 à 2010. Enfin, le mode de gestion des pêches sous la forme d'un complexe de plusieurs espèces de raies participe à l'attribution de ce statut.

En 2013, le comité français de l'UICN considérait la raie bouclée comme vulnérable dans les eaux françaises (UICN France, 2013). Encore une fois, ce statut faisait suite au fort déclin des populations mesuré depuis les années 80, en lien avec la pêche ciblée de l'espèce. Les auteurs notaient toutefois que les populations semblaient s'être stabilisées.

Sur la base des derniers avis du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM), le stock évalué à l'échelle de la mer du Nord et de la Manche Orientale (Sous zone 4, divisions 3.a et 7.d) a connu une très forte augmentation depuis 2011 (ICES, 2021b). Bien que le stock semble se stabiliser, l'indice de biomasse calculé par le CIEM est toujours en hausse (+9% entre les périodes 2014-2018 et 2019-2020) (Biseau, 2022). À noter que le CIEM ne peut pas modéliser l'état des populations en raison de l'absence de point de référence pour l'espèce. Par conséquent, ces évaluations ne se basent que sur l'évolution d'un indice d'abondance reposant sur plusieurs campagnes scientifiques. Concernant la situation en mer du Nord au cours des dernières années (soit au début des années 2010), les indices d'abondance de l'espèce montrent également une tendance à l'augmentation (ICES, 2021a ; Batsleer, communication personnelle, 02/11/2022).

La raie bouclée est listée dans l'annexe V de la convention OSPAR. Elle est considérée comme menacée et/ou en déclin à l'échelle de la mer du Nord et de la Manche (région OSPAR II) pour les mêmes raisons évoquées dans les statuts établis par l'UICN (OSPAR Commission, 2010). À la demande de la commission OSPAR en vue du rapport sur l'état de la qualité 2023 (QSR2023), le CIEM a conduit un atelier afin d'examiner et d'actualiser les statuts des espèces de raies et requins listées dans la convention, en fonction de l'état récent des stocks (WKSTATUS). D'après leurs conclusions, la raie bouclée ne répond plus aux critères d'inclusion et devrait être retirée de la convention OSPAR (ICES, 2020b, 2021a).

En Manche (divisions CIEM 7.d et 7.e), les premières mesures de gestion des pêches pour l'espèce sont apparues en 2009 (ICES, 2020a, 2021a). Elles prennent la forme de Totaux Admissibles de Captures (TAC) correspondant aux quantités maximales de poissons d'une espèce pouvant être prélevées sur une zone et pour une période donnée (TACs annuels ou pluriannuels). Pour une grande majorité des espèces de raies débarquées, dont la raie bouclée, les TACs ne sont pas spécifiques mais regroupés sous un seul TAC commun à plusieurs espèces. Afin de mieux évaluer les quantités débarquées pour chaque espèce, il est aussi devenu obligatoire en 2009 de déclarer séparément les captures de raies bouclées (ICES, 2020a, 2021a). En France, une taille minimale de débarquement à 45 cm de longueur totale a également été mise en place pour les raies (genre *Raja*) depuis 2013.¹

¹ Arrêté du 21 mars 2017 modifiant l'arrêté du 28 janvier 2013 déterminant la taille ou le poids minimal de capture et de débarquement des poissons et autres organismes marins pour la pêche professionnelle, JORF n°73 du 26/03/2017, Texte n°6 : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000034272868>

1.3 Distribution de l'espèce en Manche-Est

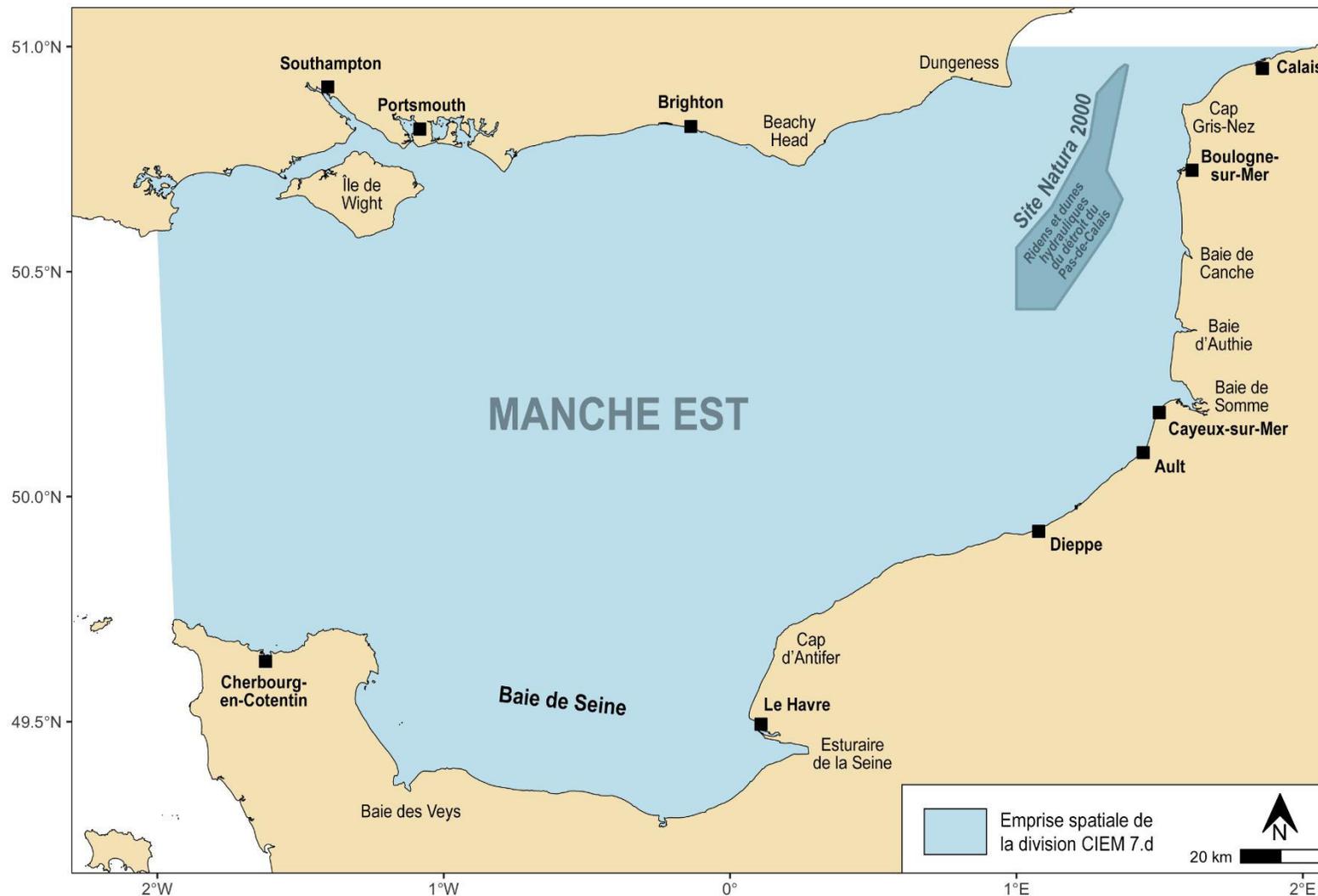
La raie bouclée est bien présente en Manche-Est (Delpech *et al.*, 2007 ; Martin *et al.*, 2012 ; Elliott *et al.*, 2020) avec une distribution qui s'étend du centre de la Manche-Ouest jusqu'au sud de la mer du Nord (Fabjanczyk *et al.*, 2015). En modélisant la distribution de l'espèce en fonction de la nature des habitats, il semblerait qu'elle soit particulièrement adaptée à la grande majorité des habitats présents dans la zone (Carpentier *et al.*, 2009 ; Martin *et al.*, 2012).

Plusieurs études ont montré l'importance des zones côtières peu profondes pour les juvéniles, caractérisées par de faibles courants de marée et la présence de sédiments meubles, typiquement associées aux baies et aux estuaires (Carpentier *et al.*, 2009 ; Maxwell *et al.*, 2009 ; Martin *et al.*, 2012). Une carte de la Manche-Est est présentée dans la **Figure 1** pour mieux appréhender les différentes localisations et baies évoquées dans la suite de cette étude. Côté anglais, les zones identifiées (ou présumées d'après des modèles) sont les deux baies situées de part et d'autre de l'île de Wight (Carpentier *et al.*, 2009 ; Maxwell *et al.*, 2009) et les baies à l'ouest et à l'est des caps Beachy Head et Dungeness (Carpentier *et al.*, 2009 ; Maxwell *et al.*, 2009 ; Martin *et al.*, 2012). Pour la partie française, il s'agit de la baie de Somme (Delpech *et al.*, 2007), mais aussi la côte plus au nord le long des baies d'Authie et de Canche (Carpentier *et al.*, 2009 ; Martin *et al.*, 2012) et celle plus au sud entre Ault et Cayeux (ICES, 2021a). Sur la base d'observations à bord de navires de pêche, Biton-Porsmoguer (2020) aurait identifié le littoral de la Seine-Maritime comme zone de nourricerie. L'extérieur de l'embouchure de la Seine jusqu'au cap d'Antifer (Delpech *et al.*, 2007 ; Carpentier *et al.*, 2009 ; Martin *et al.*, 2012) ainsi que le littoral Est Cotentin jusqu'à la baie des Veys (Beillois *et al.*, 1979 ; Martin *et al.*, 2012), ont été identifiés comme des zones regroupant des juvéniles. L'importance des estuaires (Carpentier *et al.*, 2009) est précisée par les résultats des campagnes scientifiques sur les nourriceries côtières en baie de Seine et en baie de Somme. Ils mettent en évidence que ce sont majoritairement les extérieurs des estuaires qui peuvent être importants (Delpech *et al.*, 2007 ; Le Goff *et al.*, 2022).

Martin *et al.* (2012) ont montré que les juvéniles plus âgés (à partir de 38 cm de LT) et les adultes sont quant à eux plus largement dispersés, notamment dans la partie centrale de la Manche-Est, avec une distribution présentant peu de chevauchement avec celle des premières années de vie.

Concernant la répartition entre les sexes, Elliott *et al.* (2020) ont montré qu'en été et en automne les femelles étaient légèrement plus présentes dans les eaux du large que les mâles, alors que Carpentier *et al.* (2009) n'ont pas observé de différences.

Dans le cadre du projet RAIMEST qui visait à améliorer les connaissances sur les raies en Manche-Est, les pêcheurs participant à l'enquête ont été questionnés sur la distribution des zones de pontes (Fabjanczyk *et al.*, 2015). Malheureusement, les auteurs n'ont pas été en mesure de conclure car seule une réponse a été recueillie sur ce sujet.



Sources : Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNHN SIG (15/07/2022)
 EEA trait de côte - Polygone / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2018)
 Traitements : APECS (25/02/2023)



Figure 1 : Carte de la zone d'étude avec les principales localisations mentionnées dans ce rapport.

Partie II : Zones d'importance pour la raie bouclée en Manche-Est

Les résultats de la synthèse bibliographique montrent que certains aspects de la biologie et de l'écologie de l'espèce sont très bien décrits et étudiés (distribution générale, régime alimentaire ou cycle de reproduction). En revanche, le manque d'informations précises sur les zones d'importance pour la raie bouclée apparaît clairement à l'échelle de la Manche-Est. C'est pourquoi, cette deuxième partie comporte un travail d'analyses descriptives des données existantes afin d'explorer spécifiquement cette question.

II.1 Jeux de données disponibles

II.1.1 Données d'observation à la mer

Le dispositif Obsmer vise à observer l'activité de pêche directement à bord des navires. L'objectif est de pouvoir décrire les captures, en particulier celles rejetées à l'eau, et ainsi mieux connaître les interactions entre pêche professionnelle, ressources et écosystèmes marins. Ce travail s'inscrit dans le cadre du volet scientifique européen de la Politique Commune de la Pêche. En France, il est rendu possible par un partenariat entre le Comité National des Pêches Maritimes et des Elevages Marins (CNPMM), la Direction Générale des Affaires Maritimes, de la Pêche et de l'Aquaculture (DGAMPA) et l'Ifremer.

Les observateurs accueillis à bord des navires collectent des données selon un protocole scientifique précis. Le choix du navire professionnel se fait à partir d'un plan d'échantillonnage qui fixe un taux d'observation à réaliser par métier. Les navires sont distingués selon leur zone de pêche, les métiers pratiqués et leur taille (SIH Ifremer, 2022). Pour chaque opération de pêche observée, le principe est de décrire les caractéristiques de l'opération et de traiter l'ensemble des captures (fractions retenue et non retenue). Pour chacune des fractions, l'observateur identifie toutes les espèces, procède au dénombrement et à la pesée des individus par espèce. Il réalise aussi des mensurations individuelles sur certains individus et procède à la détermination du sexe mais uniquement pour certaines espèces comme les raies et requins notamment.¹

Ces données d'activités de pêche étant sensibles et confidentielles, leur accès est encadré et a fait l'objet d'une demande spécifique dans le cadre du FIP raie bouclée. Les données obtenues du SIH de l'Ifremer rassemblent la totalité des opérations de pêche Obsmer ainsi que toutes les captures de raies bouclées depuis le début du dispositif en 2001 à l'échelle de la division CIEM 7.d. Cependant, dans cette étude, seules les données collectées à partir de 2009 ont été utilisées car c'est à partir de cette date que le protocole Obsmer a connu une meilleure structuration et un déploiement plus important. Les observateurs ont par ailleurs bénéficié d'une formation plus complète à la reconnaissance des espèces.



¹ Plus de précision sur le protocole sur le site du SIH de l'Ifremer : <https://sih.ifremer.fr/Ressources/ObsMer>

II.1.2 Données d'évaluations des ressources halieutiques par les campagnes scientifiques

Les campagnes scientifiques halieutiques d'abondance ont pour objectifs de faire un état et de suivre l'évolution des espèces exploitées. Elles servent en particulier à produire des indices d'abondance qui sont le support de la prise de décisions pour la gestion durable des stocks exploités. Ces campagnes se basent sur un protocole rigoureux et reproductible. Elles sont effectuées chaque année et systématiquement aux mêmes endroits. Ainsi, il est possible de comparer d'une année sur l'autre les résultats obtenus.¹

Dans cette étude, ce sont les jeux de données des campagnes scientifiques halieutiques disponibles en libre accès sur la plateforme DATRAS du CIEM qui ont pu être utilisés.² Un des avantages de passer par cette plateforme est que les données sont soumises à un premier contrôle qualité et que les formats et calculs sont standardisés. Le choix des trois campagnes décrites ci-après s'est fait sur la base d'un nombre important d'opérations de pêche dans la division CIEM 7.d (**Figure 2**) et de l'utilisation d'engins capables de capturer la raie bouclée.

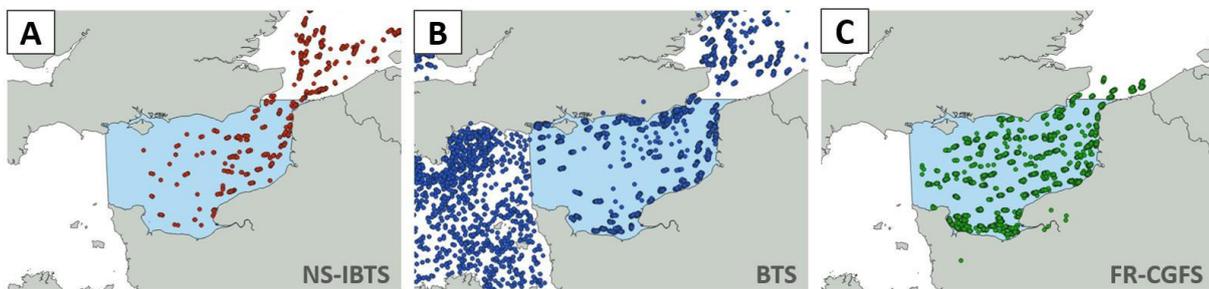


Figure 2 : Stations issues des données de campagnes téléchargées depuis DATRAS, emprise de la division CIEM 7.d en bleu clair, A/ North Sea International Bottom Trawl Survey, B/ UK North Sea Beam Trawl Survey, et C/ French Channel Ground Fish Survey (données en Manche-Ouest non représentées).

II.1.2.1 North Sea International Bottom Trawl Survey (NS-IBTS)

La France participe au programme IBTS depuis 1976 qui a pour but de calculer des indices d'abondance des principales espèces de poissons commerciaux exploitées en mer du Nord (Auber, 1992). Cependant, la Manche-Est n'a été intégrée à la zone d'échantillonnage que depuis 2007. Pour cette zone géographique, la campagne a lieu de mi-janvier à fin février et est conduite avec le N/O Thalassa. À noter que les stations échantillonnées se trouvent principalement dans la partie orientale de la Manche-Est (**Figure 2A**). Les captures sont réalisées au chalut de fond à panneaux à grande ouverture verticale (GOV). La couverture temporelle conservée pour cette étude est de 2007 à 2022.

II.1.2.2 UK North Sea Beam Trawl Survey (BTS)

L'objectif premier de la campagne BTS est d'évaluer les abondances par classe d'âge d'un certain nombre d'espèces de poissons (historiquement la plie et la sole) en Manche et en mer du Nord (ICES, 2009). Par conséquent, la plupart des échantillonnages sont effectués dans des zones côtières qui sont des zones de nurserie pour ces espèces (**Figure 2B**). Les campagnes se sont déroulées d'abord sur le N/O Corystes (1990-2007) puis sur le N/O Cefas Endeavour (depuis 2008). En division 7.d, la campagne a lieu de début juillet à fin août. Les captures sont réalisées au chalut à perche. La couverture temporelle conservée pour cette étude est de 1990 à 2021.

¹ Plus de précision sur les campagnes scientifiques halieutiques : <https://peche.ifremer.fr/Archives/Donnees-halieutiques/Donnees-de-campagne-en-mer>

² Plus de précision sur la plateforme DATRAS du CIEM : <https://www.ices.dk/data/data-portals/Pages/DATRAS.aspx>

II.1.2.3 French Channel Ground Fish Survey (FR-CGFS)

La campagne CGFS fait partie des campagnes halieutiques françaises historiques ciblant les espèces démersales (Le Roy *et al.*, 1988). La série a débuté en Manche-Est en 1988 avant d'être étendue à l'ensemble de la Manche à partir de 2018, d'abord sur le N/O Gwen Drez (1988-2014) puis sur le N/O Thalassa (depuis 2015). Pour la partie Manche-Est, la campagne a lieu de fin septembre à tout début novembre, donc principalement en octobre (**Figure 2C**). Les captures sont réalisées au chalut de fond à panneaux (GOV). La couverture temporelle conservée pour cette étude est de 1988 à 2021.

II.1.3 Jeux de données APECS issus des campagnes CGFS

Grâce à un partenariat avec l'Ifremer, l'APECS fait embarquer des bénévoles sur la campagne CGFS depuis 2019. L'objectif est de collecter des données biométriques et biologiques pour alimenter des études en cours ou futures sur les raies et les requins, mais aussi de marquer certaines espèces pour compléter les opérations de marquage déjà réalisées dans le cadre des programmes de l'association.

Pour cette étude, il est possible de valoriser les données de maturité sexuelle obtenues individuellement sur les mâles de raie bouclée, ainsi que le recensement des capsules d'œufs de raies collectées dans le chalut après chaque trait pour les campagnes CGFS 2019, 2020 et 2021.

À l'issue de chaque trait, l'APECS récupère l'ensemble des capsules d'œufs de raies et de requins collectées dans le chalut. L'objectif est de pouvoir identifier à quelles espèces elles appartiennent et d'étudier leur répartition géographique. Sur ces trois premières années de participation à la campagne, 444 capsules d'œufs de raies bouclées (entières ou restes) ont pu être collectées.

II.1.4 Recensement des échouages de capsules d'œufs de raies bouclées le long du littoral métropolitain – Programme CapOeRa opportuniste

Inspiré du Great Egg Case Hunt¹ lancé par le Shark Trust sur les côtes anglaises en 2003, le programme CapOeRa (pour CAPsules d'œufs de RAies) de l'APECS s'appuie sur la participation du grand public pour collecter les capsules d'œufs de raies échouées sur les plages du littoral français. Le postulat de base étant qu'elles constituent de bons indices de présence des espèces évoluant en mer à proximité. Parmi les objectifs du programme, il s'agit d'identifier les espèces présentes dans les eaux côtières françaises, de préciser leurs aires de répartition, mais aussi de localiser les secteurs d'échouages massifs de capsules correspondant à des zones potentiellement importantes pour la reproduction des raies.

Pour cette étude, nous avons utilisé l'ensemble des capsules de raie bouclée collectées de manière opportuniste (sans protocole) en Manche de 2008 à 2015, soit 32 046 capsules recensées pour 3 237 collectes enregistrées.

¹ Plus de précision sur le programme du SharkTrust (en anglais) : <https://www.sharktrust.org/great-eggcase-hunt>

II.2 Méthodologie et traitements des différentes sources de données

- Le traitement des données, les cartes et les représentations graphiques ont été réalisés avec le langage R (R Core Team, 2022) et principalement à l'aide de la compilation de packages "Tidyverse" (Wickham *et al.*, 2019).
- Seules les opérations de pêches dont la moitié ou plus de l'opération se déroulant en division CIEM 7.d ont été conservées dans les analyses.
- Toutes les cartes ont été réalisées avec la position géographique moyenne des opérations de pêche, calculée sur la base des informations de début et de fin d'opération.
- Toutes les opérations de pêche présentant des positions géographiques détectées comme aberrantes ont été corrigées quand cela était possible et sinon éliminées des analyses.
- Toutes les tailles des individus sont exprimées à la longueur totale (LT), c'est-à-dire la mesure qui va du bout du museau jusqu'à l'extrémité de la queue (mesure à plat, sans suivre la courbure du corps).
- Le site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » est explicitement représenté sur toutes les cartes produites pour ce rapport.

II.2.1 Zones d'importance pour la raie bouclée

Les zones d'importance pour l'espèce peuvent être de plusieurs ordres. Dans cette étude, il a été choisi de se concentrer sur trois grands types, en lien avec la nature des données disponibles :

- Les zones de ponte, identifiables par la présence de capsules d'œufs et de nouveau-nés.
- Les zones de regroupement de juvéniles, lors de leur première année de vie en particulier.
- Les zones potentielles d'accouplement, caractérisées par la présence de mâles et femelles matures au même endroit.

II.2.2 Détermination des classes de tailles et groupes d'individus pour les analyses

II.2.2.1 Nouveau-nés et juvéniles

Les nouveau-nés correspondent simplement aux raitons qui viennent d'éclore. Par conséquent, il s'agit des individus qui mesurent moins de 14 cm (Clark, 1922 ; Ellis & Shackley, 1995).

Dans cette étude, il a été choisi d'appeler juvéniles les individus qui ont autour d'une année de vie. Sur la base des courbes de croissance calculées par Dorel (1986) pour l'espèce en Manche, ils correspondent aux jeunes raies jusqu'à 25 cm compris. Ce seuil a aussi été utilisé précédemment par Elliott *et al.* (2020) dans leur étude sur la vulnérabilité des raies en Manche-Est et plus largement en Atlantique Nord-Est.

II.2.2.2 Adultes matures – Calcul d’une taille à maturité sexuelle de référence pour les mâles de raie bouclée en 7.d

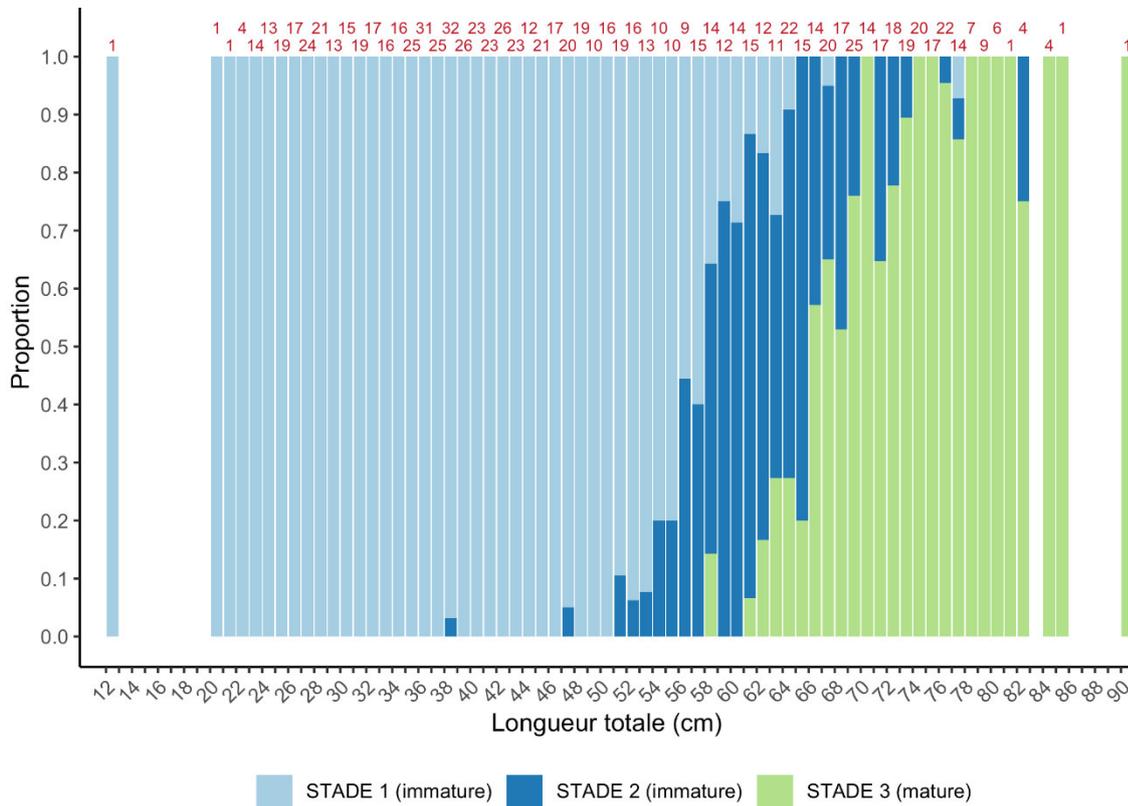
Dans les données de captures (Obsmer et campagnes via DATRAS), le stade de maturité n’est pas connu. Il a été estimé pour chaque individu en fonction de sa longueur totale. Les seuils retenus sont basés sur la L_{50} , qui est exprimée comme la longueur totale à laquelle 50% des individus sont considérés comme matures.

Sachant qu’il n’existe pas de L_{50} de référence récente en Manche-Est, il est possible de la calculer pour les mâles d’après les données recueillies par l’APECS sur la campagne CGFS (2019, 2020, 2021). Le stade de maturité de chaque individu a été déterminé par examen visuel et palpé des ptérygopodes (paire d’organes reproducteurs externes mâles présents chez les élaémobranches). Un des avantages de cette technique est qu’elle est rapide et non létale. La méthode utilisée est expliquée dans le rapport de l’atelier du CIEM sur la détermination de la maturité sexuelle des élaémobranches (WKMSSEL) (ICES, 2013). Elle se résume sous la forme de deux stades immatures (1 et 2) et d’un stade mature (3). Au total, les données de maturité de 1017 individus mâles ont pu être utilisées pour cette analyse préliminaire, dont 224 individus matures. Les gammes de tailles considérées vont de 12 à 90 cm, le plus petit mature et le plus grand immature mesurent respectivement 58,4 cm et 82,5 cm. La répartition des stades de maturité des individus est représentée dans la **Figure 3**.

L’estimation des tailles à maturité est effectuée en ajustant une ogive aux statuts de maturité binaires (immature / mature) des individus en fonction de leur longueur totale. Cette opération a été réalisée avec la fonction "Estimate_Len_Maturity" du package R "AquaticLifeHistory" (Smart *et al.*, 2016 ; Smart, 2019). Ce package a pour but d’aider à décrire les traits d’histoire de vie des espèces aquatiques en utilisant des techniques robustes. Il calcule notamment la L_{50} mais aussi la L_{95} , longueur totale à laquelle 95% des individus échantillonnés sont estimés matures, accompagnées de leur erreur standard. Sur la base de l’ogive de maturité ajustée, il fournit aussi une estimation de l’intervalle de confiance à 95%.

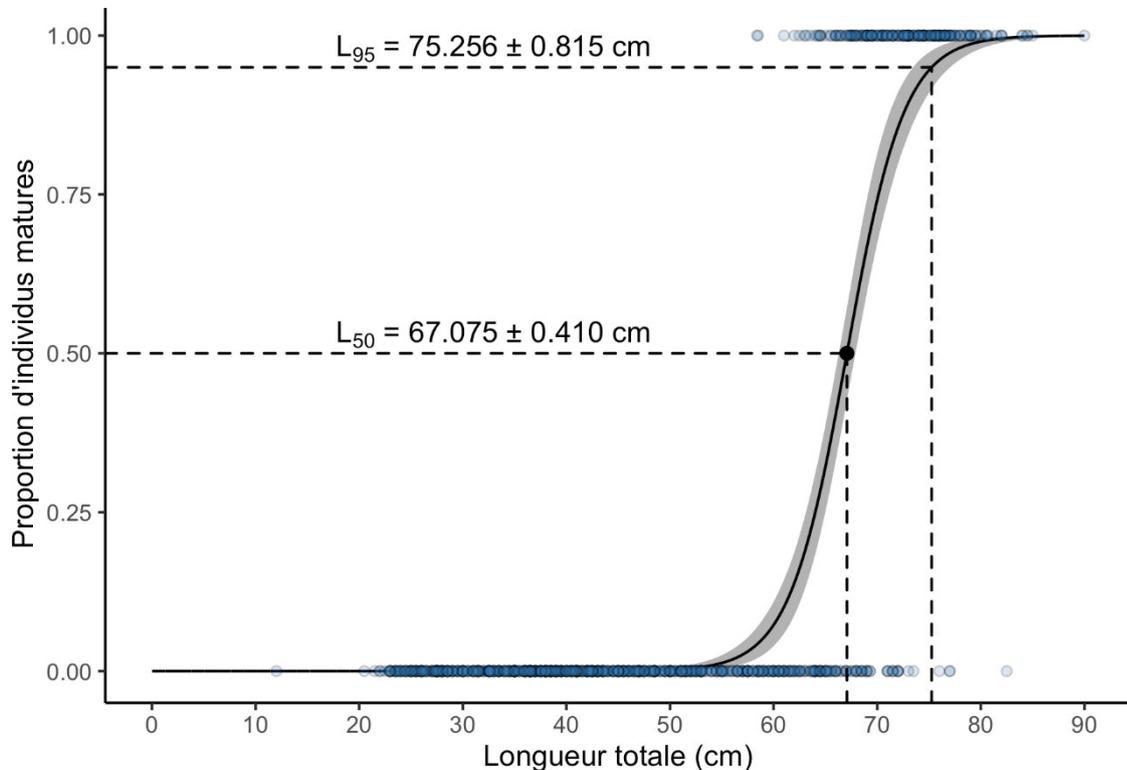
Les valeurs de L_{50} et L_{95} mâles obtenues sont de $67,08 \pm 0,41$ cm et de $75,26 \pm 0,82$ cm (**Figure 4**). Pour les femelles, les données de maturité n’ayant pas été recueillies sur CGFS, nous avons utilisé les résultats de travaux portant sur les tailles à maturité sexuelle des raies autour des îles britanniques (McCully *et al.*, 2012). En effet, sur la base d’une combinaison de données en mer du Nord et mer Celtique, leur valeur de L_{50} mâle est très similaire à la nôtre (**Tableau 1**). Pour les femelles, la valeur de L_{50} calculée dans leur étude était de 76,6 cm.

À des fins d’analyses, nous considérons donc comme matures tous les mâles de 67 cm et plus et toutes les femelles de 77 cm et plus. Bien qu’à ces deux tailles une partie des individus soit encore en cours d’acquisition de la maturité, ce parti pris méthodologique donne des groupes conséquents de mâles et de femelles matures pour les analyses.



Sources : Campagnes CGFS - Mesures individuelles 2019-2021 / APECS-Ifrermer SIH (20/09/2022)
Traitements : APECS (09/02/2023)

Figure 3 : Répartition des stades de maturité pour les raies bouclées mâles capturées sur CGFS (2019, 2020 et 2021) en division 7.d, le nombre d'individus par classe de taille est précisé en rouge.



Sources : Campagnes CGFS - Mesures individuelles 2019-2021 / APECS-Ifrermer SIH (20/09/2022)
Traitements : APECS (09/02/2023)

Figure 4 : L_{50} et L_{95} calculées pour les raies bouclées mâles capturées sur CGFS (2019, 2020 et 2021) en division 7.d, la distribution des individus (cercles bleus) et l'intervalle de confiance à 95% sur 5000 bootstraps (en gris) sont représentés.

II.2.3 Sélection et standardisation des données de captures

II.2.3.1 Obsmer

Seules les opérations de pêche dont l'ensemble des fractions (retenue et non retenue) qui ont été effectivement observées sont conservées pour les analyses (code de bancarisation catReg = ALL). Les cas des opérations de pêche où toutes les espèces d'une fraction n'ont pas été traitées (code de bancarisation sppReg = PAR) ont été retirés de la sélection, à l'exception de ceux où des raies bouclées ont été recensées afin de conserver le maximum de données.

Nous avons conservé uniquement les « engins de pêche et leurs espèces cibles associées » en capacité de capturer la raie bouclée. Cette sélection est à la fois basée sur l'étude de la distribution des captures par métier dans les données reçues et sur les échanges avec les organisations de producteurs partenaires du projet. Elle est aussi inspirée des choix opérés lors du projet RAIMOUEST (Leblanc *et al.*, 2014). Les engins de pêche et leurs espèces cibles associées retenus sont : les chaluts à perche (espèces démersales et mollusques marins), les filets maillants calés (espèces démersales et crustacés), les trémails (espèces démersales, crustacés et céphalopodes), les chaluts de fond à panneaux (espèces démersales, céphalopodes et petits pélagiques), les chaluts jumeaux à panneaux (espèces démersales), les sennes danoises (espèces démersales et céphalopodes) et la senne écossaise (céphalopodes).

L'ensemble des données de captures a été traité au nombre d'individus plutôt qu'au poids afin de pouvoir exploiter les données de mensurations et répondre ainsi aux questionnements écologiques de l'étude. Le choix a été fait de ne pas standardiser ces données en raison d'une proportion très importante de sous-échantillonnages dans les observations des fractions rejetées. En effet, dans le cas des captures de raies bouclées, le nombre d'individus sous-échantillonnés ne permettait pas en l'état de re-élever de manière fiable le nombre d'individus par opération sans introduire d'importants biais. Les résultats sont donc à interpréter avec précaution et les zones les plus informatives sont par conséquent celles présentant un grand nombre d'observations et de nombreuses captures.

Le **Tableau 3** résume les données Obsmer utilisées dans la suite des analyses.

Tableau 3 : Synthèse des données Obsmer conservées en division 7.d pour les analyses (opérations et captures).

Fraction traitée	Nombre d'opérations		Nombre d'individus	Prise de mesures		Sexage		
	Total	Avec captures de l'espèce		Mesurés	Non mesurés	Males	Femelles	Indeterminés
Totalité (ALL)	6097	2164	15307	14104	1203	5684	7167	2456

Sources : Obsmer - Division 7.d 2009-2021 / DGAMPA-Ifremer SIH (11/07/2022)
Traitements : APECS (09/02/2023)

II.2.3.2 Campagnes scientifiques

Les données des trois campagnes ont été téléchargées directement depuis DATRAS via le package R "icesDtras" (Millar *et al.*, 2022). Les positions des traits de chaluts conservés pour les analyses en division 7.d sont présentés en **Annexe 1**. Toutes les données de captures de raies bouclées ont été standardisées par opération comme le nombre d'individus capturés par heure chalutée.

Sur la base du **Tableau 4** qui présente les données disponibles et de la **Figure 5** qui illustre la répartition des classes de tailles choisies pour les analyses (en proportions par campagne), une première description de la structure et des spécificités de chaque campagne est précisée ci-dessous.

Pour IBTS, il est important de rappeler que l'intégration de la Manche-Est dans la campagne est récente (2007), il y a donc moins de données disponibles. Cela étant dit, on observe un pic d'individus entre 12 et 18 cm. Les individus de plus grande taille, dont ceux considérés comme matures, sont assez peu représentés.

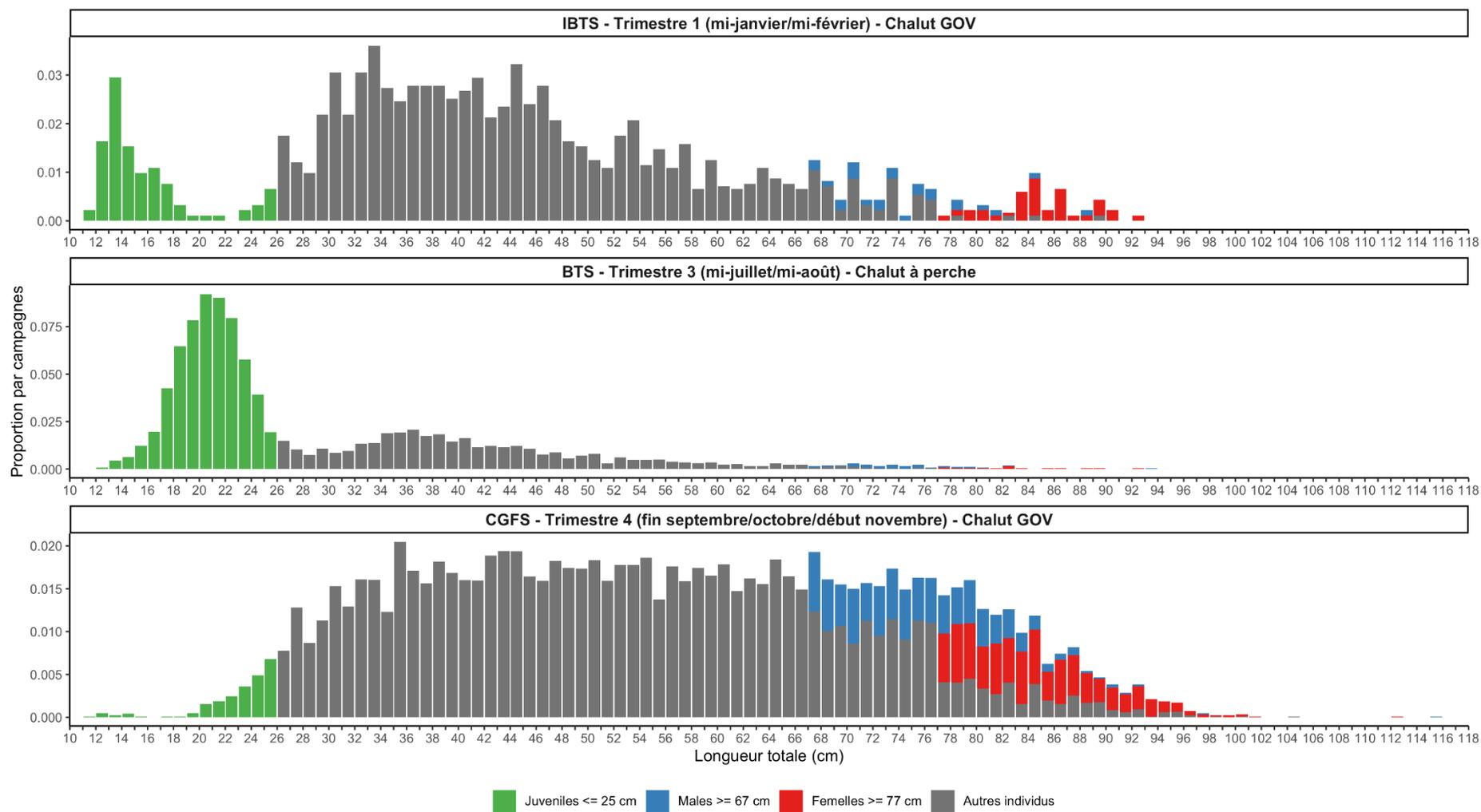
Pour BTS, la plupart des stations échantillonnées sont côtières et contrairement aux campagnes IBTS et CGFS, les captures sont réalisées au chalut à perche. L'engin est donc plus susceptible de capturer les petits individus moins mobiles. C'est pourquoi, la très grande majorité des individus capturés est de petite taille, avec un pic autour des 18 à 23 cm.

Enfin pour CGFS, la part d'individus capturés inférieure à 20 cm est très faible. En revanche, les données comptent une proportion importante d'individus matures.

Tableau 4 : Synthèse des données de campagnes en division 7.d conservées pour les analyses (traits et captures).

Campagnes Halieutiques	Nombre de traits		Nombre d'individus mesurés			
	Total	Avec captures de l'espèce	Total	Males	Femelles	Indeterminés
IBTS (International Bottom Trawl Survey)	242	118	916	335	397	184
BTS (Beam Trawl Survey)	2202	947	6283	3209	3073	1
CGFS (Channel Ground Fish Survey)	2678	1148	7694	2371	3161	2162

Sources : NS-IBTS (North Sea International Bottom Trawl Survey) 2007-2022 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
 BTS (Beam Trawl Survey) 1990-2021 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
 FR-CGFS (French Channel Ground Fish Survey) 1988-2021 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
Traitements : APECS (09/02/2023)



Sources : NS-IBTS (North Sea International Bottom Trawl Survey) 2007-2022 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
 BTS (Beam Trawl Survey) 1990-2021 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
 FR-CGFS (French Channel Ground Fish Survey) 1988-2021 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
 Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNHN SIG (15/07/2022)
 EEA trait de côte - Polygone / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2018)
Traitements : APECS (09/02/2023)

Figure 5 : Proportions des classes de tailles par campagne d'après les données d'abondance (nombre d'individus par heure chalutée) en division 7.d.

II.2.4 État et répartition des capsules collectées dans le chalut des campagnes CGFS

Toutes les capsules d'œufs de raies collectées par trait de chalut ont été triées par espèce d'après leur morphologie (APECS, 2012), mais aussi selon leur état général sur la base du protocole mis en place lors du suivi des échouages en baie de Douarnenez (APECS, en cours de publication). Les différents états recensés jouent un rôle important dans les analyses et sont précisés ci-dessous :

- Capsule dite « embryonnée », il y a la présence d'un embryon plus ou moins formé et/ou de vitellus à l'intérieur. La densité des capsules et les filaments présents à leur surface favorise leur tenue sur le fond directement sur le site de ponte (moins soumises à la dérive).
- Capsule dite « fraîche », elle est de couleur vert-olive ou marron-doré avec la cavité, les carènes latérales et les cornes qui sont transparentes à la lumière. Elle peut être intacte ou abîmée (partie manquante, mais plus de la moitié de la capsule doit être présente). Il est compliqué d'estimer précisément la durée pendant laquelle une capsule reste fraîche. Cependant, les observations réalisées par l'APECS pendant les suivis des échouages des capsules de raie bouclée en baie de Douarnenez (APECS, en cours de publication) ont permis de considérer que l'éclosion était récente. On peut ainsi supposer qu'elles n'ont pas eu le temps de trop dériver par rapport à leur site de ponte. Lorsque que moins de la moitié de la capsule est présente, on considère qu'il s'agit d'un morceau résiduel non dénombrable (pour éviter un double comptage).
- « Autres états », ils correspondent aux capsules opaques à la lumière, intactes ou très abimées ou seulement sous la forme de morceaux résiduels.

Les données obtenues par année et pour chaque état sont résumées dans le **Tableau 5**. À noter que les morceaux résiduels de capsules fraîches et les autres états ont été retirés des analyses car trop peu informatifs.

Tableau 5 : Synthèse des données de capsules d'œufs de raies bouclées collectées directement au sein du chalut au cours de CGFS (2019, 2020 et 2021).

Etat de la capsule	Années		
	2019	2020	2021
Embryonnées	0	5	4
Fraîches (intactes)	42	31	32
Fraîches (abimées)	69	59	50
Fraîches (morceaux résiduels)	14	18	5
Autres	29	71	15
Total	154	184	106

Sources : Campagnes CGFS - Capsules collectées 2019-2021 / APECS-Ifremer SIH (16/06/2022)
Traitements : APECS (09/03/2023)

II.2.5 Traitement des échouages des capsules d'œufs de raies bouclées sur le littoral

En l'absence de protocole dans le cadre du programme CapOeRa opportuniste, le nombre de collectes recensées par site (plage) a été quantifié afin de décrire à minima l'effort d'échantillonnage sur le littoral à l'échelle de la Manche. Les sites comportant moins de trois collectes n'ont pas été représentés et ne rentrent pas en compte pour les analyses. Enfin, le nombre moyen de capsules de raie bouclée collectées par plage a pu être calculé.

II.3 Résultats

II.3.1 Distribution spatiale de la raie bouclée en Manche-Est

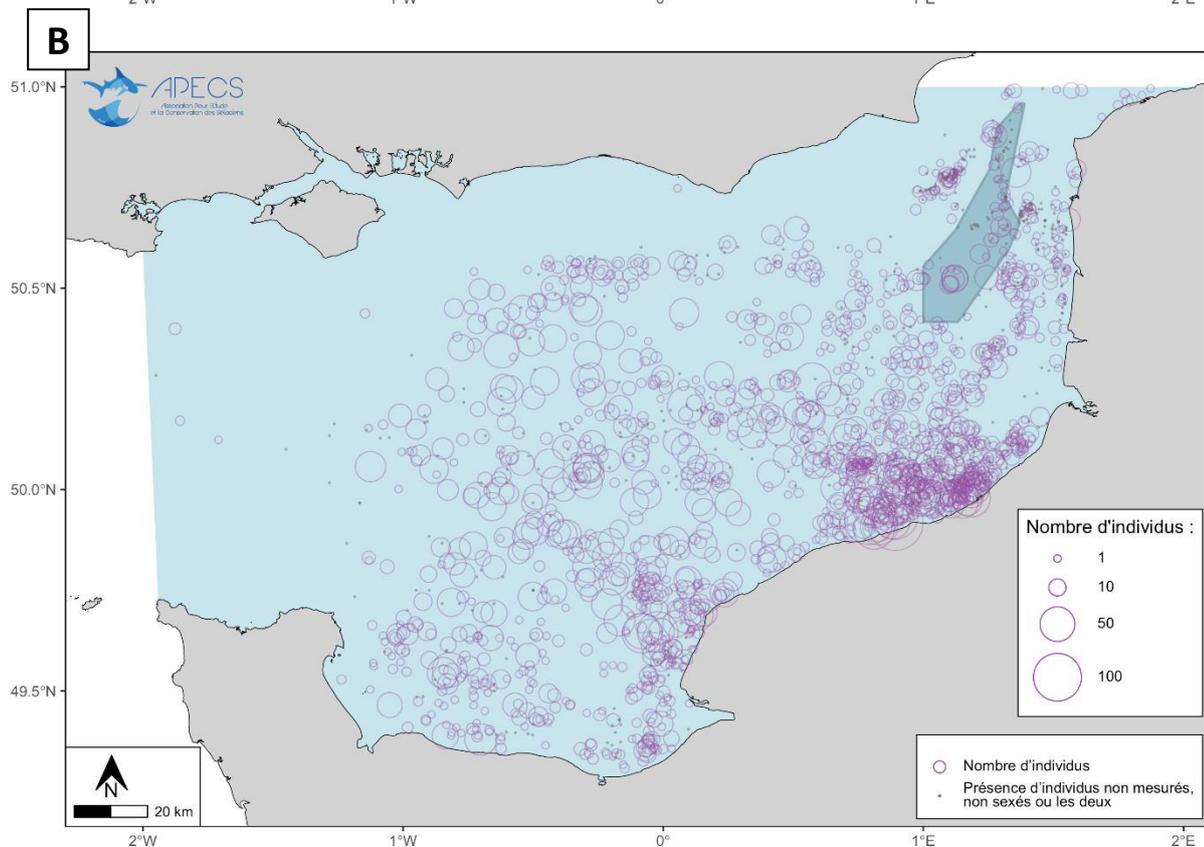
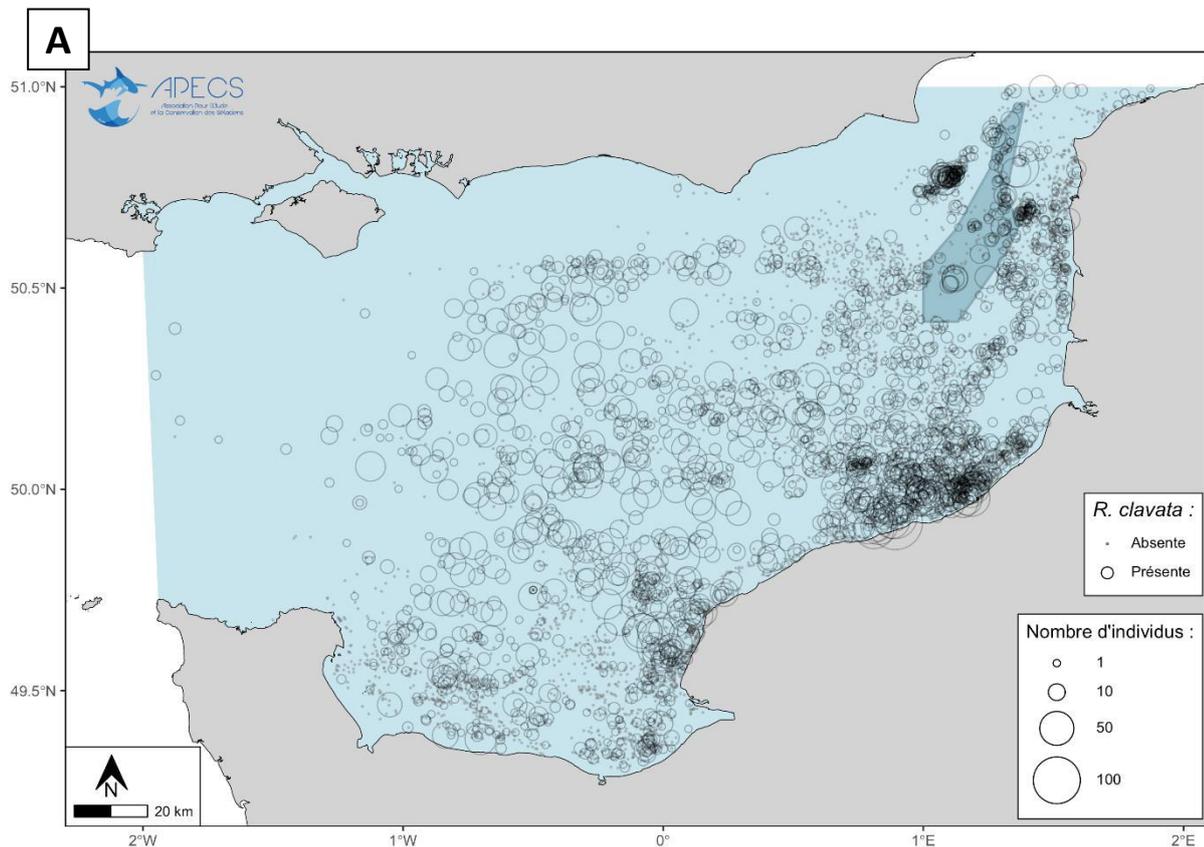
La raie bouclée est capturée partout où les pêcheurs professionnels observés dans le cadre du dispositif Obsmer exercent leurs activités (**Figure 6**), du centre de la Manche-Est aux zones plus côtières. Ce résultat est cohérent avec les données de campagnes scientifiques, en particulier celles issues de CGFS, campagne qui présente un grand nombre de traits répartis sur la majorité de la zone d'étude et sur de nombreuses années (**Figure 7**). A noter que pour les données Obsmer, le fait de retirer les individus non mesurés et non sexés des analyses (**Figure 6B**) n'a pas de conséquence majeure sur la distribution constatée des captures (**Figure 6A**). Il n'y a donc pas de perte dans leur représentativité.

Concernant la partie ouest de la Manche Est (au nord de la presqu'île du Cotentin), peu d'opérations de pêche Obsmer ont été observées et peu de stations sont échantillonnées dans les campagnes scientifiques. Il est donc difficile de conclure sur la distribution de l'espèce dans ce secteur.

II.3.2 Distribution spatiale des individus matures

Quel que soit le sexe, les individus matures (LT femelles ≥ 77 cm et LT mâles ≥ 67 cm) sont principalement capturés dans les eaux du large et plus spécialement dans la partie centrale de la Manche-Est, mais aussi le long du littoral de Seine-Maritime autour de Dieppe et du cap d'Antifer (**Figure 8**, **Figure 9**, **Figure 10** et **Figure 11**). Dans les données Obsmer, des individus sont recensés dans sur la partie ouest de la baie de Seine (**Figure 8** et **Figure 9**), alors qu'aucune capture n'est enregistrée devant l'embouchure de la Seine (tous jeux de données confondus). De plus, la zone côtière depuis le sud de la baie de Somme jusqu'au cap Gris-Nez ne présente quasiment pas de raies bouclées matures (**Figure 8**, **Figure 9**, **Figure 10** et **Figure 11**).

Aucune différence claire dans la répartition spatiale entre femelles et mâles matures n'est identifiable sur la base des cartes obtenues pour le dispositif Obsmer (**Figure 8** et **Figure 9**) ou pour les données de campagnes (**Figure 10** et **Figure 11**).



Sources : Obsmer - Division 7.d.2009-2021 / DGAMPA-Ifremer SIH (11/07/2022)
Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNHN SIG (15/07/2022)
EEA trait de côte - Polygone / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2018)
Traitements : APECS (09/02/2023)

Figure 6 : Nombre d'individus par opération de pêche Obsmer en division 7.d, A/ toutes les captures avec positions des opérations de pêche où l'espèce est absente, B/ toutes les captures de raies bouclées mesurées et sexées avec positions des opérations de pêche où il y a des individus non mesurés, non sexés ou les deux. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

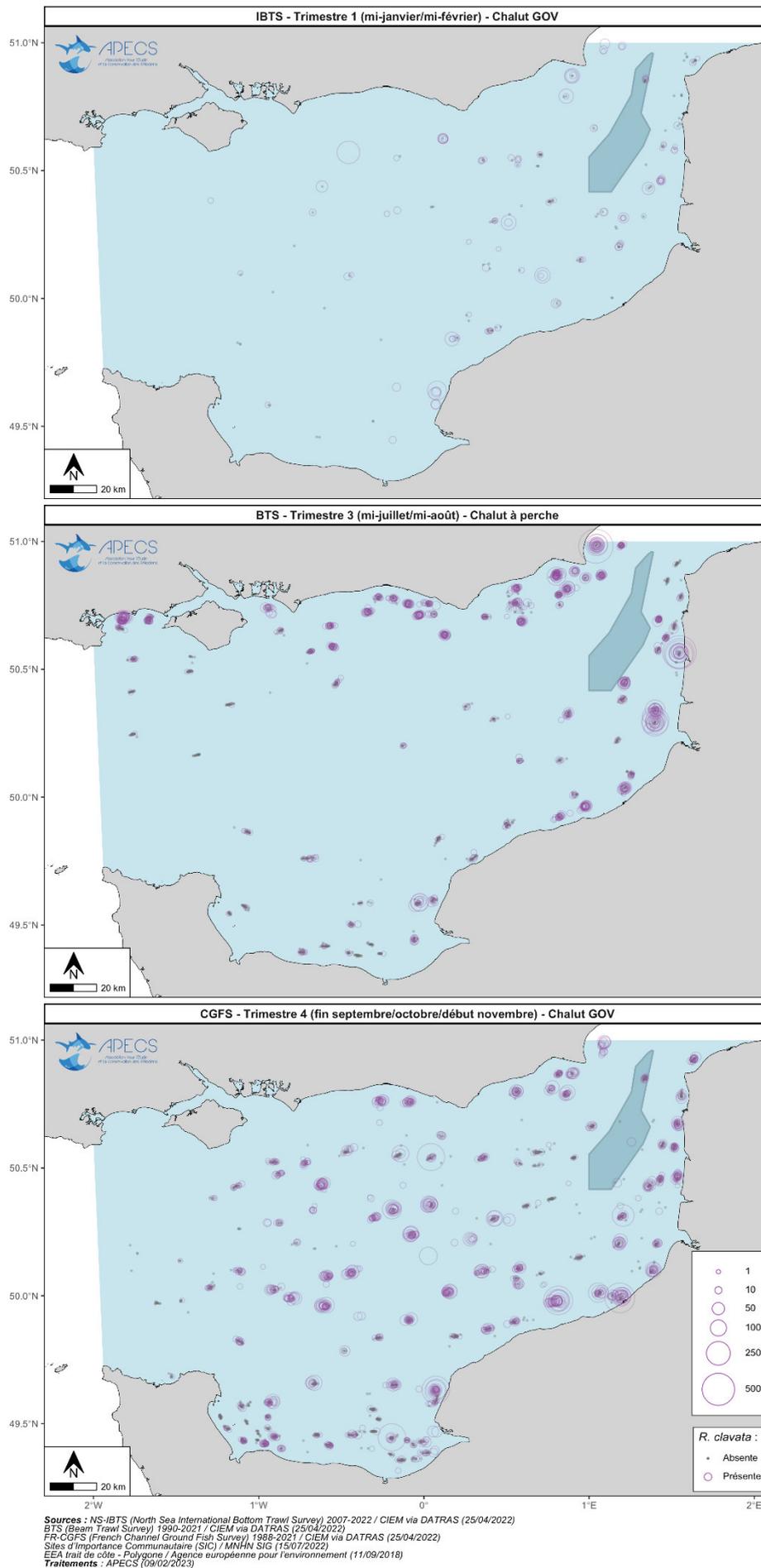
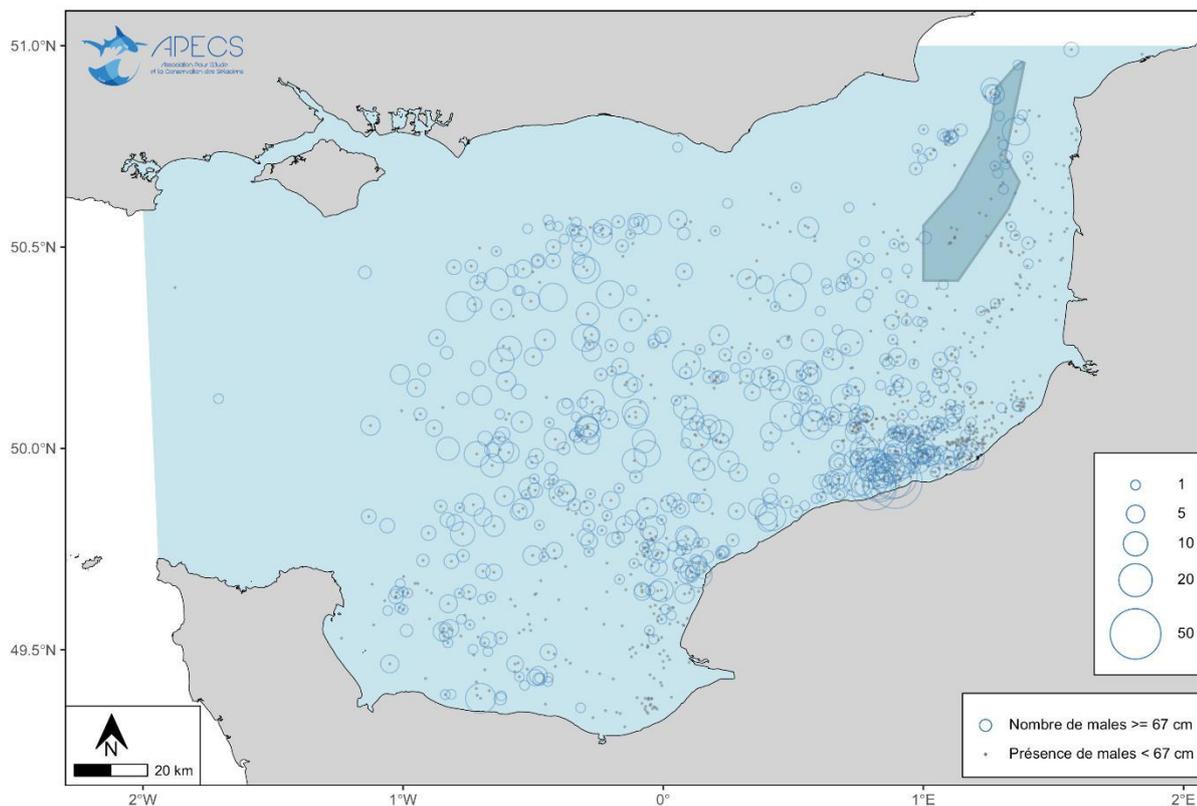


Figure 7 : Nombre d'individus par heure chalutée pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.



Sources : Obsmer - Division 7.d. 2009-2021 / DGAMPA-Iremer SIH (11/07/2022)
 Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNHN SIC (15/07/2022)
 EEA trait de côte - Polygone / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2018)
 Traitements : APECS (09/02/2023)

Figure 8 : Nombre de mâles matures ($LT \geq 67$ cm) par opération de pêche Obsmer en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

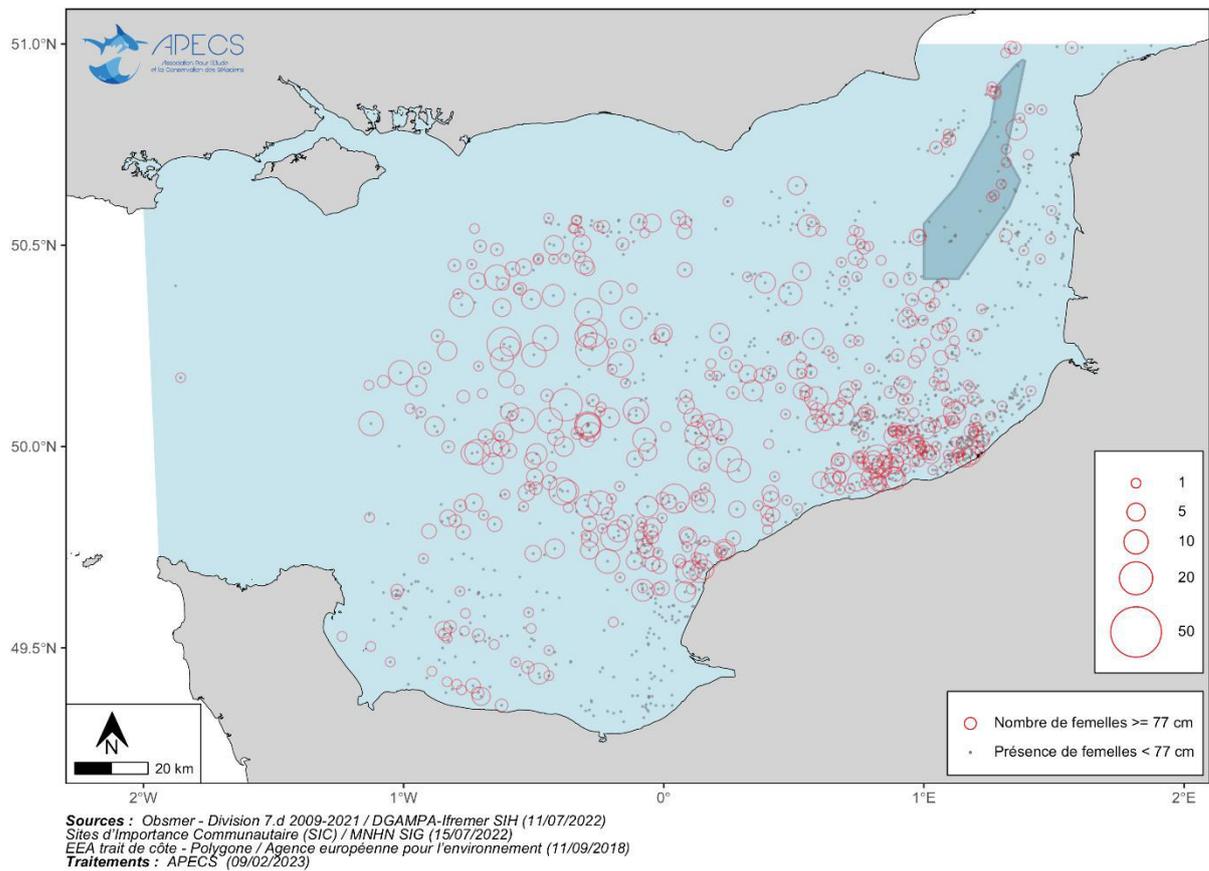


Figure 9 : Nombre de femelles matures (LT \geq 77 cm) par opération de pêche Obsmer en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

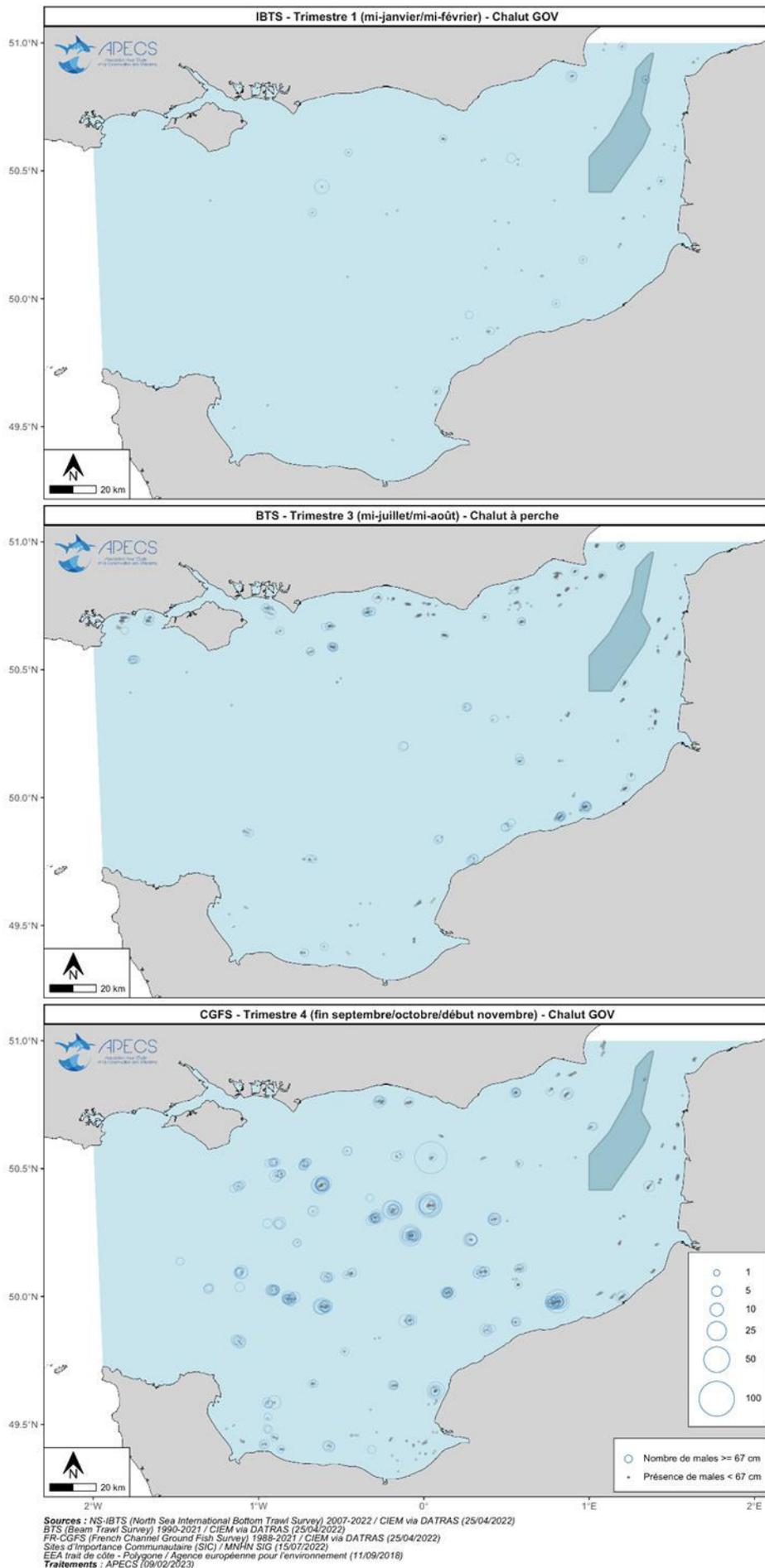


Figure 10 : Nombre de mâles matures par heure chalutée ($LT \geq 67$ cm) pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

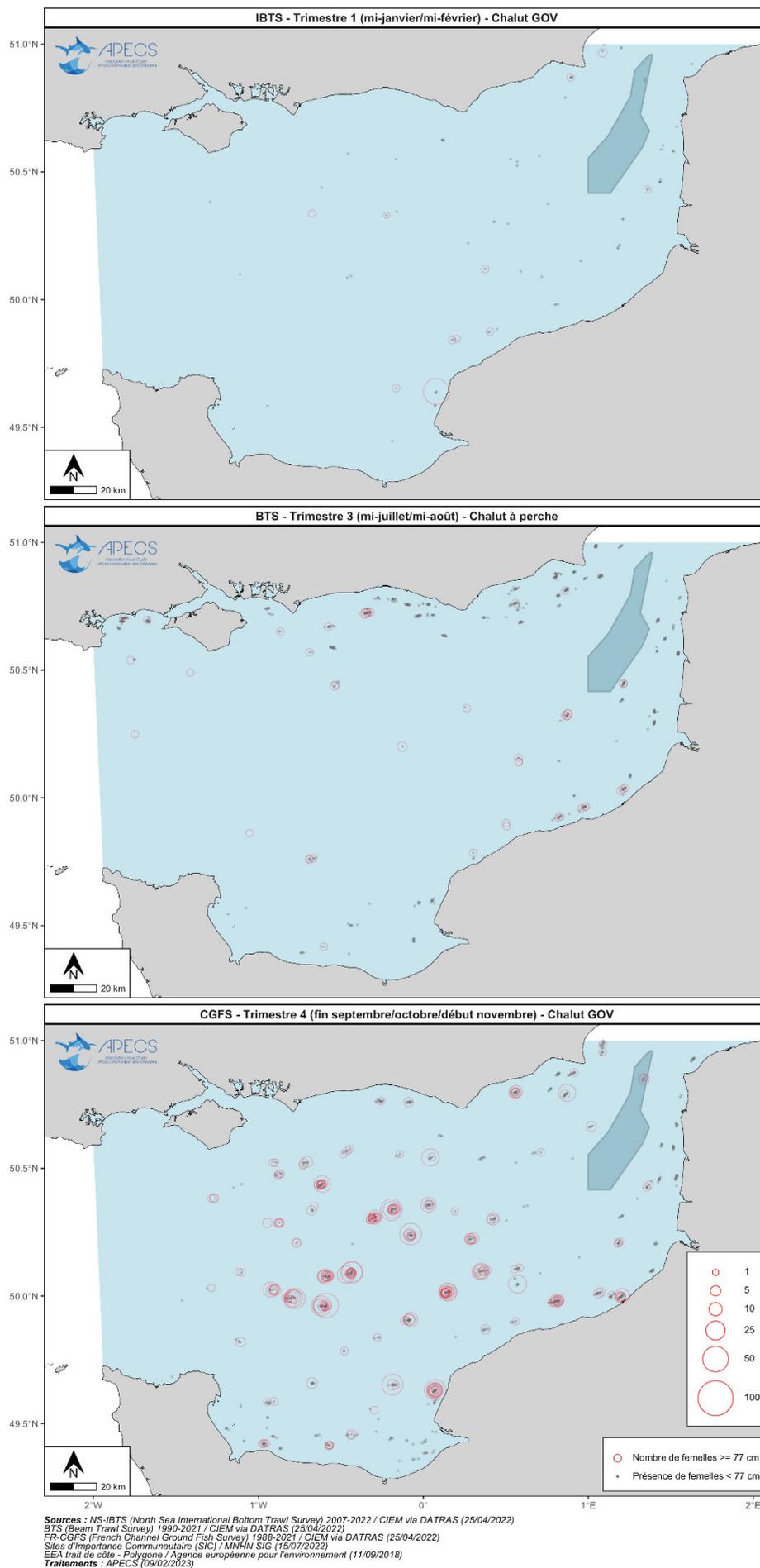


Figure 11 : Nombre de femelles matures par heure chalutée (LT ≥ 77 cm) pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

II.3.3 Distribution spatiale des capsules d'œufs de raies

II.3.3.1 Répartition des échouages de capsules sur le littoral français en Manche

Les capsules échouées doivent plutôt être considérées comme des indices de présence. Les résultats issus de ces données sont donc à interpréter avec prudence. Les zones présentant un nombre important de collectes par plage sont les plus à même de décrire avec justesse la dynamique des échouages de capsules de l'espèce. À l'échelle de la Manche, ces zones se retrouvent sur l'ensemble des côtes du golfe Normand-Breton, mais aussi le long du littoral de la baie de Somme jusqu'au cap Gris-Nez (**Figure 12A**). Cette dernière zone ressort particulièrement comme une zone d'échouages massifs, avec des nombres moyens de capsules collectées par plage (de 50 à plus de 100 capsules et 273 capsules au maximum) très largement supérieurs à ceux observés ailleurs (**Figure 12B**).

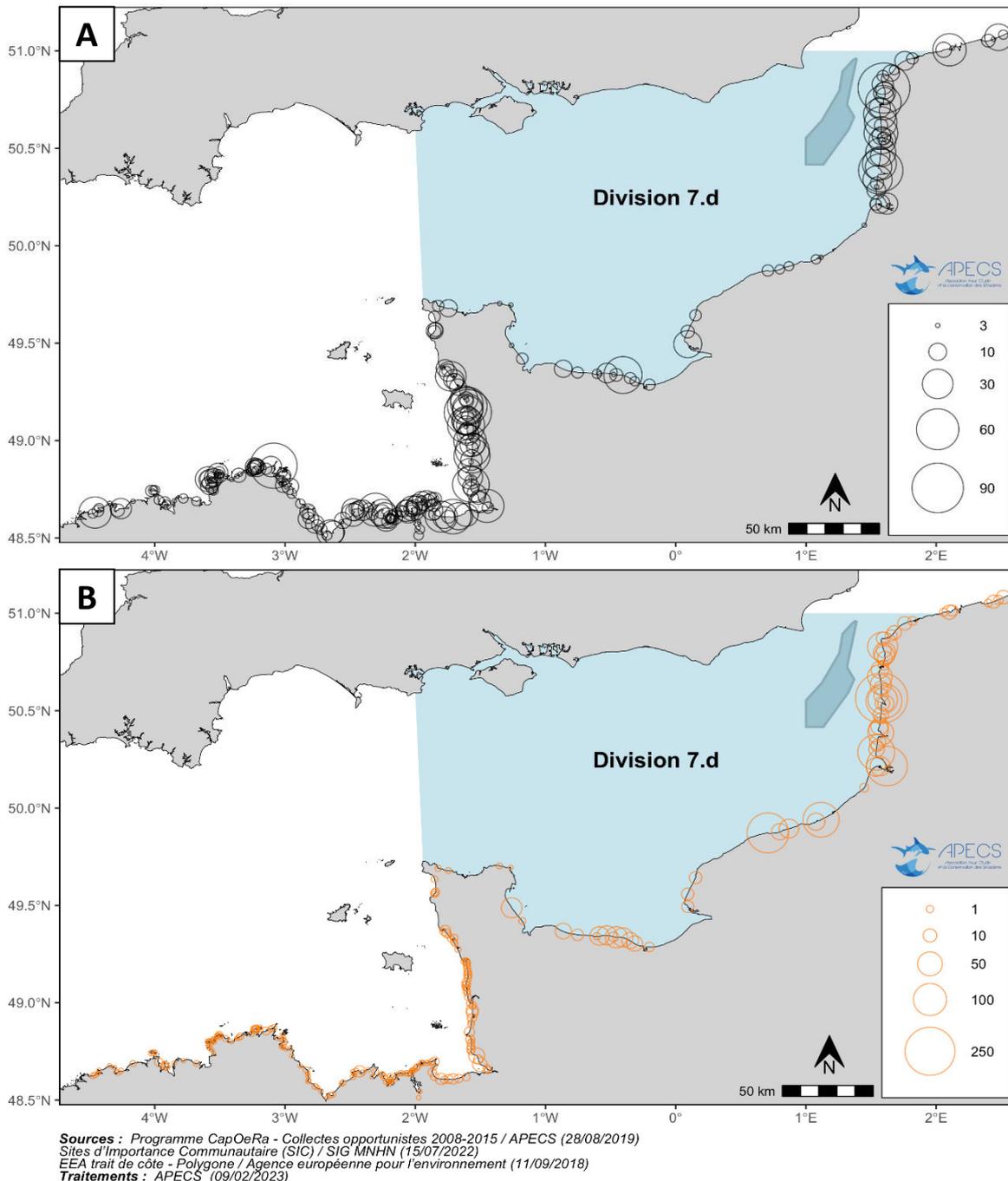


Figure 12 : Suivis des échouages de capsules d'œufs de raies bouclées dans le cadre du programme CapOeRa, A/ Nombre de collectes recensées par plage (3 au minimum) et B/ Nombre moyen de capsules collectées par plage. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

Bien que la zone autour de Dieppe présente moins de collectes qu’au nord de la zone d’étude, deux plages possèdent un nombre moyen de capsules collectées important (supérieur à 100).

II.3.3.2 Capsules collectées directement en mer

Lors de la campagne 2020, seules les stations françaises ont pu être échantillonnées, c’est pourquoi les données sont présentées par année dans la **Figure 13**.

Moins d’une dizaine de capsules embryonnées ont été collectées sur CGFS durant les campagnes 2019, 2020, et 2021 (**Tableau 5**). Cela étant, elles ont été relevées dans des traits aussi bien à la côte qu’au large (**Figure 13**). Concernant les capsules fraîches (intactes et abîmées, $n = 283$) et assimilées à la post-éclosion, on observe qu’elles ont été principalement collectées dans la partie orientale de la Manche-Est. Elles sont aussi bien dispersées en zone côtière qu’en pleine mer et sur une zone assez étendue. Cette dernière s’étend du nord du cap d’Antifer jusqu’à la baie d’Authie, y compris jusque dans les eaux centrales de cette partie de la Manche.

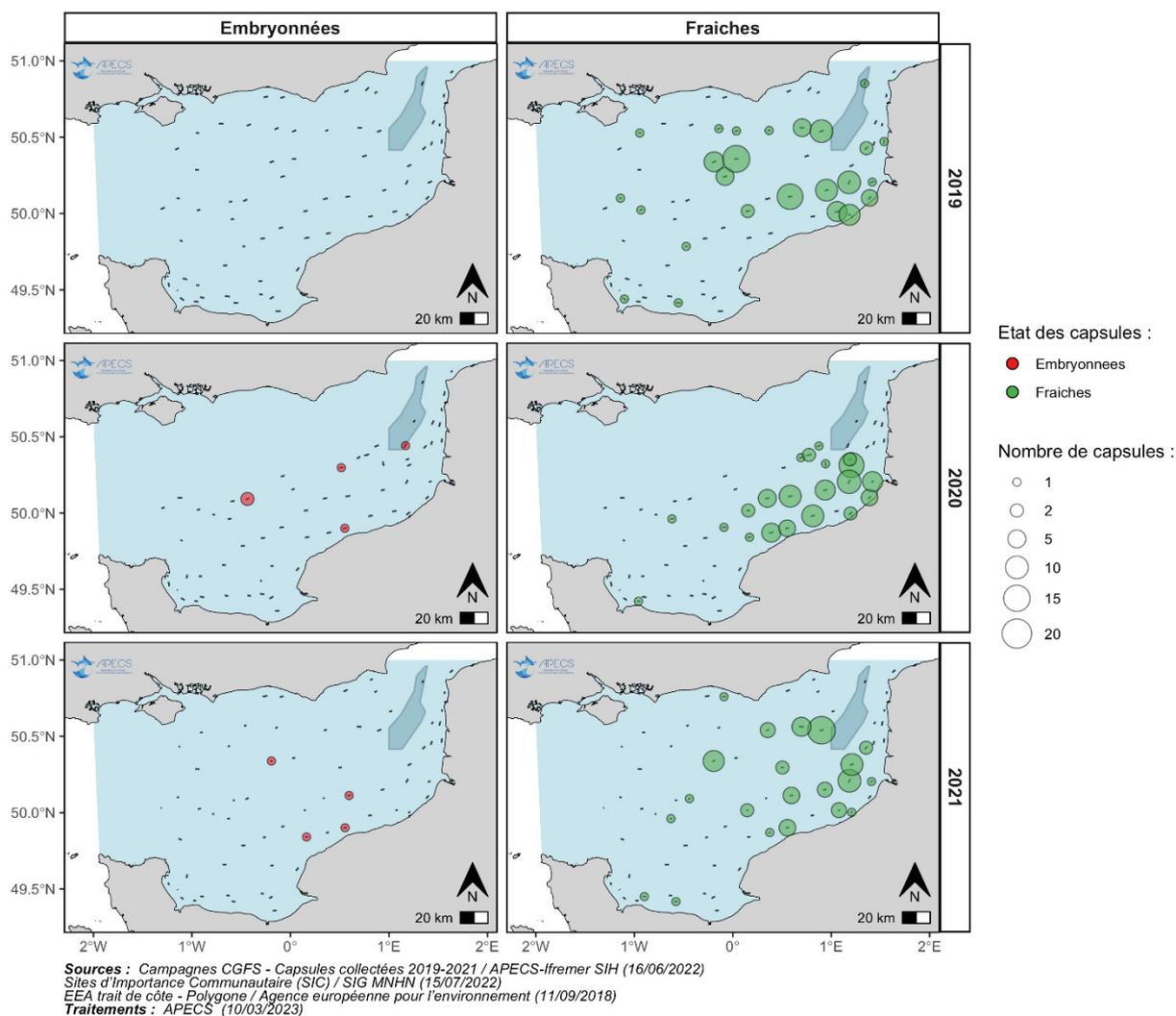


Figure 13 : Nombre de capsules d’œufs de raies bouclées collectées directement au sein du chalut pendant les campagnes CGFS (2019, 2020 et 2021), en rouge les capsules embryonnées et en vert les capsules fraîches (post-éclosion). Position des traits de chalut en gris, emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

II.3.4 Distribution spatiale des nouveau-nés

Afin de décrire la distribution des nouveau-nés et aider à l'identification des zones de ponte, l'ensemble des individus de moins de 14 cm de longueur recensés dans les jeux de données a été combiné sur une même carte (**Figure 14**). Il apparaît clairement que les captures de nouveau-nés sont des événements rares, dépassant rarement deux individus pour une même OP. L'est de la baie de Seine, en particulier entre Le Havre et le cap d'Antifer, ainsi que l'ouest du cap Dungeness ressortent visuellement avec des prises récurrentes localisées. Des captures de nouveau-nés plus éparses ont eu lieu dans la partie orientale de la Manche-Est, côté français, aussi bien à la côte que plus au large.

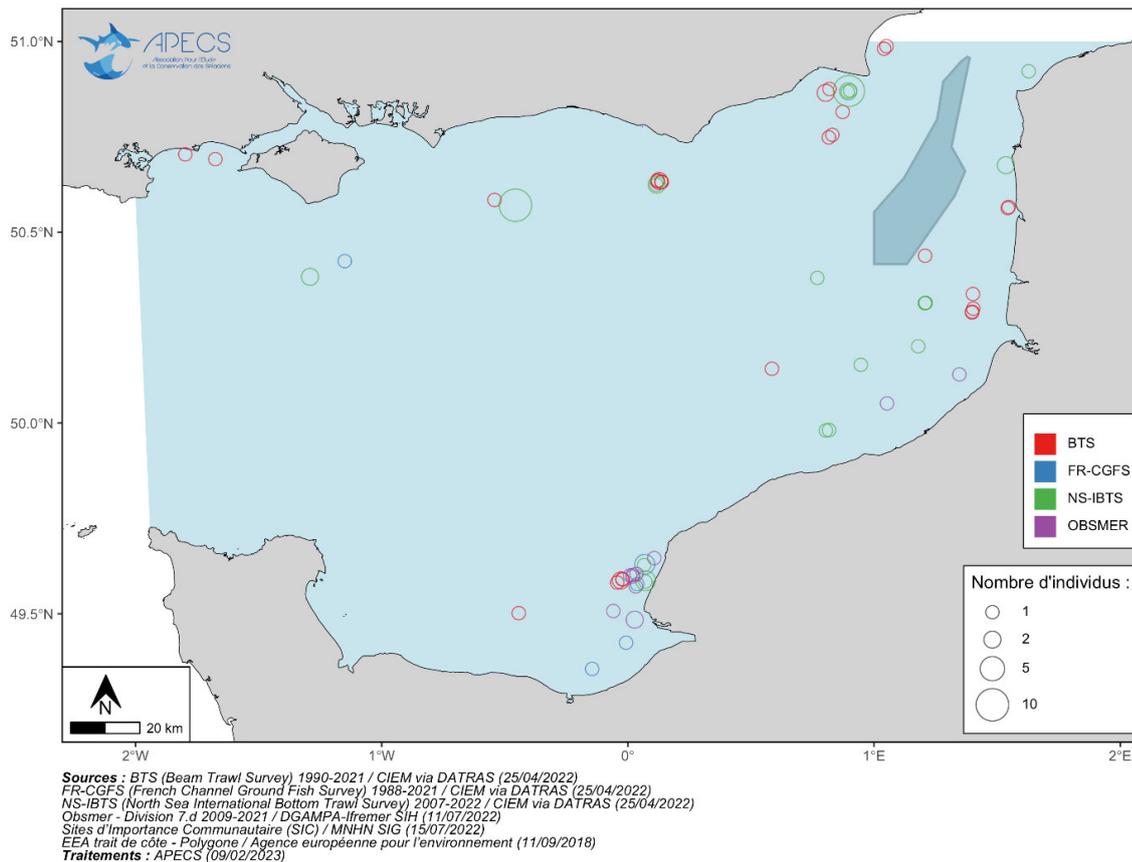


Figure 14 : Nombre de nouveau-nés (LT < 14 cm) recensés en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

II.3.5 Distribution spatiale des juvéniles

Dans le cadre de Obsmer, seules les données des métiers (engins et espèces cibles associées) capables de capturer des juvéniles de petite taille ont été représentées (**Figure 15**). Il s'agit des opérations de pêche aux chaluts de fond à panneaux (simples ou jumeaux) et aux filets trémails ciblant les espèces démersales avec des mailles de maximum 10 cm. Les deux cartes par métier issues de cette sélection mettent clairement en évidence la présence de juvéniles (LT ≤ 25 cm, nouveau-nés inclus) dans l'est de la baie de Seine, de l'extérieur de l'embouchure de la Seine jusqu'au cap d'Antifer. Le littoral au-dessus de la baie de Somme et le long des baies d'Authie et de Canche semble aussi une zone d'importance pour les raies bouclées juvéniles (**Figure 15**).

Les campagnes scientifiques confirment l'importance de la zone côtière de la baie de Somme au cap Griz-Nez et, dans une moindre mesure, l'est de la Baie de Seine (**Figure 16**). En complément, les données BTS montrent aussi la présence de juvéniles dans les baies anglaises à l'ouest de l'île de Wight et de part et d'autre des caps Beachy Head et Dungeness.

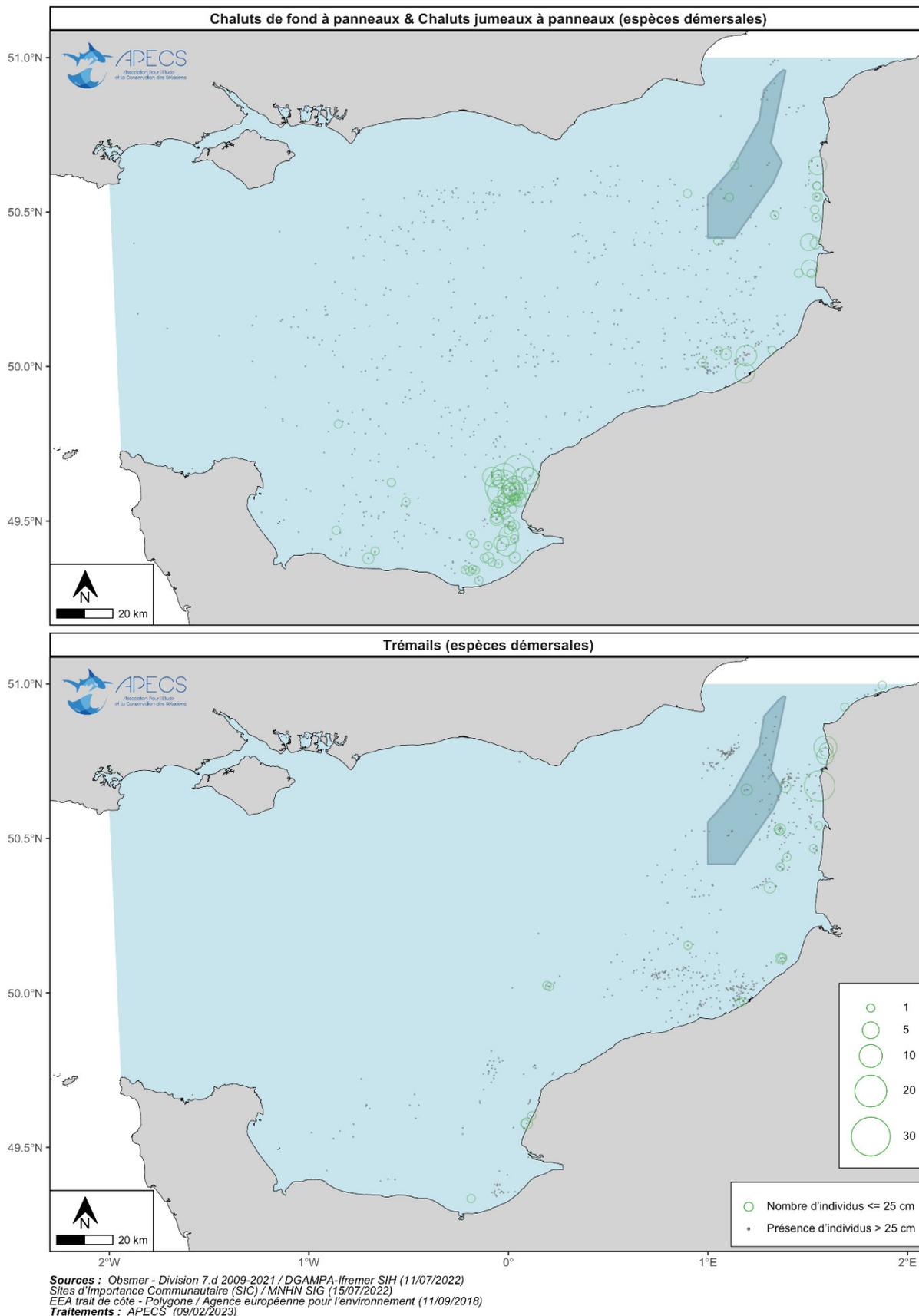
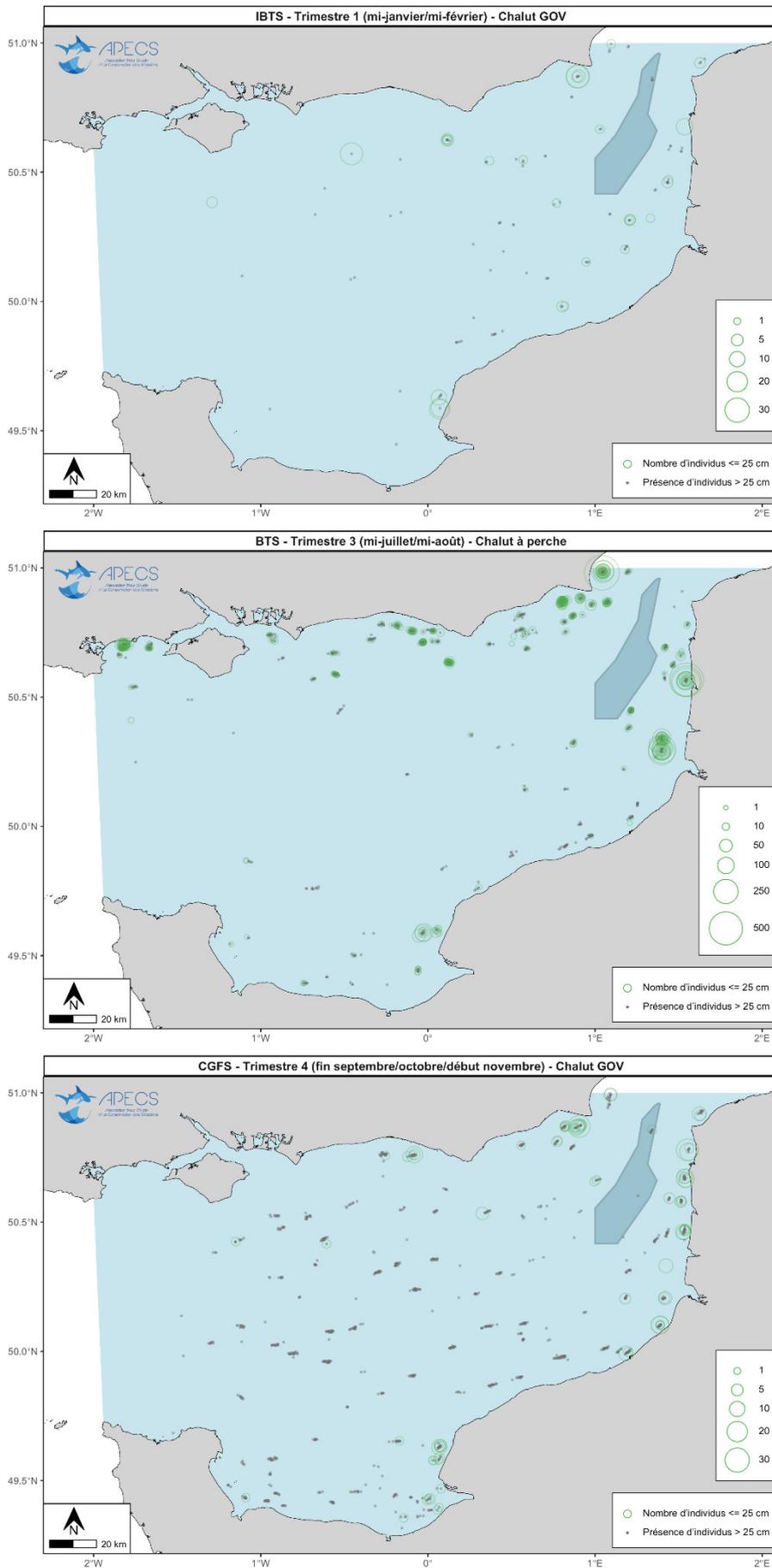


Figure 15 : Nombre de juvéniles (LT ≤ 25 cm) recensés en division 7.d dans les données Obsmer pour les opérations de pêche aux chaluts de fond à panneaux (simples ou jumeaux) et aux filets trémails ciblant les espèces démersales avec des mailles de maximum 10 cm (métiers et espèces cibles associées capables de capturer des individus de petite taille). Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.



Sources : NS-IBTS (North Sea International Bottom Trawl Survey) 2007-2022 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
 BTS (Beam Trawl Survey) 1990-2021 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
 FR-CGFS (French Channel Ground Fish Survey) 1968-2021 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
 Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNHN SIG (15/07/2022)
 EEA trail de côto - Polygone / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2018)
 Traitements : APECS (09/02/2023)

Figure 16 : Nombre de juvéniles par heure chalutée ($LT \leq 25$ cm) pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

II.4 Discussion

II.4.1 Spécificités de la zone d'étude et influence sur les résultats

La Manche-Est est une mer épicontinentale qui dépasse rarement les 50 mètres de profondeur. Elle possède un hydrodynamisme important causé par un régime marégraphique mégatidal (Brylinski *et al.*, 1991 ; Dauvin, 2019) et une géomorphologie marquée (presqu'île du Cotentin et détroit du Pas-de-Calais). Dans son ensemble, la colonne d'eau est très homogène verticalement, et l'écoulement horizontal se fait généralement d'ouest en est. De plus, la zone est influencée à la fois par les eaux atlantiques, mais aussi par les nombreux apports continentaux d'eau douce (Dauvin, 2019). Ces derniers issus de la Seine, de la Somme, de l'Authie et de la Canche, couplés au régime de marée, sont à l'origine de l'apparition d'une bande d'eau côtière permanente aux caractéristiques hydrologiques propres (Brylinski *et al.*, 1991). Appelée « fleuve côtier », elle dérive lentement vers le Nord de la Manche Orientale vers le détroit du Pas-de-Calais sur une bande de trois à cinq milles de large.

Parmi toutes les spécificités existantes et évoquées ici de manière non exhaustive, la zone d'étude présente des caractéristiques très particulières qu'il est important de garder à l'esprit. Il est possible que certains résultats observés en Manche-Est puissent différer de ceux obtenus dans des zones adjacentes ou même à plus large échelle.

II.4.2 Distribution générale

La prise en compte des données récentes issues du programme Obsmer et des campagnes halieutiques n'apporte pas de nouvelles connaissances. La distribution de l'espèce en Manche-Est apparait toujours comme très étendue (**Figure 6** et **Figure 7**). En ce qui concerne la partie ouest de la zone d'étude, il n'est pas possible de dire si l'espèce y est réellement moins présente ou s'il s'agit d'un biais lié au faible nombre de données disponibles. D'après les enquêtes réalisées auprès des professionnels de la pêche (Fabjanczyk *et al.*, 2015), l'espèce serait bien représentée dans les captures de raies. Depuis 2018, la campagne CGFS a été étendue à l'ensemble de la Manche. Dans ce cadre, plusieurs stations ont été définies au nord de la presqu'île du Cotentin ce qui devrait aider à mieux recenser les espèces dans ce secteur d'ici quelques années (Le Roy *et al.*, 1988).

Cette présence importante de l'espèce en Manche-Est serait due à des habitats et des conditions environnementales propices au développement de la raie bouclée (Martin *et al.*, 2012).

II.4.3 Zones d'importance pour les adultes matures

La distribution des individus matures est très étendue à l'échelle de la zone d'étude (**Figure 8**, **Figure 9**, **Figure 10** et **Figure 11**). Ils sont observés dans toute la partie centrale de la Manche-Est. Deux zones plus côtières ressortent aussi particulièrement, notamment dans les données Obsmer, autour de Dieppe et du cap d'Antifer. Il faut cependant garder à l'esprit qu'il s'agit de deux secteurs qui concentrent un grand nombre d'opérations de pêche observées ce qui pourrait avoir pour effet de surestimer leur importance. En l'état, on n'observe pas non plus de différence de distribution entre mâles et femelles matures, quel que soit la source de données, y compris dans les données Obsmer par trimestre (**Annexe 2** et **Annexe 3**) à la différence de Elliott *et al.* (2020). En raison de la proximité géographique permanente des mâles et des femelles, des accouplements pourraient donc avoir lieu partout où sont recensés des individus matures et toute l'année.

Dans une étude à plus fine échelle sur les pêcheries de raies du port de Peniche (côte centre du Portugal), les mâles prédominaient sur les sites éloignés de la côte (profondeurs > 100 m) tandis que les femelles étaient plus proches du rivage (Serra-Pereira *et al.*, 2014). En baie de Douarnenez et dans l'anse de Bertheaume (mer d'Iroise), Rousset (1990) a aussi décrit des différences de distribution par taille et par sexe. Par conséquent, il serait intéressant d'aborder l'analyse des données en regardant les proportions de captures de mâles et de femelles matures par OP. Seules les données CGFS pourraient être utilisées (données standardisées et nombreuses pour les classes de tailles considérées) afin d'identifier s'il existe une ségrégation à plus fine échelle. De plus, nous avons aussi reçu plusieurs témoignages issus à la fois du milieu scientifique (Le Roy, communication personnelle, 2020) ou directement de pêcheurs professionnels évoquant la prédominance d'un des deux sexes dans les captures de chaque OP.

Des comportements de migrations saisonnières ont été mis en évidence en mer du Nord (Hunter *et al.*, 2005a) et en mer d'Iroise (Rousset, 1990). Sur la base de la littérature, les auteurs associent ces déplacements à la reproduction, en particulier à l'accouplement et à la ponte pour la mer du Nord (Hunter *et al.*, 2005a). En raison des spécificités de la zone d'étude (voir partie II.4.1), il serait intéressant d'étudier précisément les déplacements de l'espèce pour savoir s'il existe des mouvements horizontaux propres à la Manche-Est ou bien similaires à ce qui est observé ailleurs.

II.4.4 Zones de pontes et période associée

Il est communément admis que l'espèce a plutôt tendance à pondre en zone côtière, mais finalement très peu de travaux ont étudié spécifiquement la question. Pourtant, les zones associées à la ponte font partie des habitats d'importance écologique pour les raies (ICES, 2021a).

Avec le suivi des échouages de capsules sur le littoral français (**Figure 12B**), l'activité de ponte apparaît comme importante en Manche-Est par rapport à la Manche-Ouest, et plus généralement à l'échelle de la France métropolitaine (APECS, en cours de publication). La côte qui s'étend le long de la baie de Somme jusqu'au cap Gris-Nez semble ressortir comme une zone d'échouages massifs. Bien que le secteur de Dieppe présente moins de collectes qu'au nord de la zone d'étude, probablement en raison des difficultés d'accès aux plages (présence de nombreuses falaises en continu). Deux sites possèdent un nombre moyen de capsules collectées important ce qui pourrait indiquer qu'il y ait également une activité de ponte plus active qu'ailleurs. La collecte de capsules le long des côtes anglaises de la division 7.d montre aussi un nombre important d'échouages sur tout le littoral (Gordon, 2016). Cependant, il ne s'agit que d'indices de présence de l'espèce. Les capsules sont probablement soumises à l'hydrodynamisme de la Manche-Est et par conséquent peuvent avoir plus ou moins dérivé de la position de leur site de ponte.

Lorsque l'on croise les données d'échouages de capsules avec celles des capsules collectées directement sur CGFS, on observe que ces secteurs coïncident, mais avec une distribution s'étendant aussi à plus large échelle. C'est notamment le cas dans la partie orientale de la Manche-Est, y compris dans les eaux moins côtières (**Figure 13**). Malgré le faible nombre de capsules embryonnées recensées ($n = 9$), les deux tiers étaient éloignées des côtes. Ainsi, il n'est pas possible d'exclure que la ponte puisse avoir lieu plus au large, d'autant que des capsules fraîches et des nouveau-nés y sont recensés ($LT < 14$ cm) (**Figure 14**). Il est possible aussi que les conditions présentes sur le fond en Manche-Est soient favorables à large échelle pour la ponte. Elles pourraient être liées à l'homogénéité des masses d'eau, les faibles profondeurs ou même les types de substrats présents. À noter que les résultats d'une enquête réalisée auprès de pêcheurs professionnels dans les eaux portugaises ont montré que ce sont des sites situés à plus de 100 m de profondeur avec des

sédiments meubles qui étaient principalement associés aux zones de ponte pour la raie bouclée (Serra-Pereira *et al.*, 2014).

En l'état, avec le peu de données de capsules collectées sur CGFS et de nouveau-nés recensés sur l'ensemble des jeux de données disponibles, il n'est pas possible d'identifier des sites de pontes, qu'ils soient côtiers ou bien plus au large.

Ce faible nombre de données pose aussi la question de leur représentativité, en particulier lorsque l'on s'intéresse à la période et au pic de ponte. En effet, d'après les travaux en Manche de Biton-Porsmoguer (2020) sur la base d'observations à bord de navires de pêche professionnelle, le pic d'éclosion aurait lieu en octobre. Par conséquent les données collectées à la même période sur CGFS, avec seulement neuf capsules embryonnées et sept nouveau-nés capturés, apparaissent comme incohérentes. Mais il est possible que l'utilisation d'un chalut GOV avec un bourrelet diabololo soit responsable de la mauvaise capturabilité des individus de très petite taille (Le Roy, communication personnelle, 04/10/2022). Le possible enfouissement des œufs dans le sédiment (Aquarium de Trégastel, communication personnelle, 2016) pourrait aussi expliquer pourquoi ils sont difficilement collectés par le chalut de CGFS. Il se pourrait aussi simplement que les traînes réalisées lors des campagnes CGFS (2019 à 2021) ne soient pas effectivement passées sur des zones de pontes actives. Les sites de ponte pourraient en effet être très localisés, comme cela a été observé pour la raie *Arctoraja parmifera* (anciennement *Bathyraja parmifera*) dont les sites de ponte identifiés ne dépassent pas les deux à trois km² (Hoff, 2008, 2010). Ou encore pour la raie *Beringraja rhina* (anciennement *Raja rhina*), où des observations in-situ au ROV ont montré des amas de capsules concentrés dans un canyon sous-marin au sud de la baie de Californie (Love *et al.*, 2008). Enfin, il n'est pas exclu que le pic d'éclosion ait lieu à un autre moment de l'année plutôt qu'en octobre, soit avant (présence de nouveau-nés sur BTS) ou même plus tard. Cette dernière hypothèse est cohérente avec les captures plus nombreuses de nouveaux nés (n = 44) dans les données IBTS, sur une série temporelle plus courte et un nombre de stations plus faible que pour CGFS. Les travaux de Beillois *et al.* (1979) en baie du Mont-Saint-Michel vont également dans ce sens avec, dans les relevés de fin d'année, les premiers nouveau-nés détectés à partir du mois de décembre.

Par conséquent, il apparaît important de déterminer plus précisément la durée et le pic de ponte pour la Manche-Est. En particulier, savoir si la période de ponte ne s'étendrait pas sur davantage de mois que ce qui a été décrit jusque-là, avec un pic plutôt centré sur la fin de l'été comme dans les eaux portugaises (Serra-Pereira *et al.*, 2011). En fonction de la zone géographique en Atlantique Nord-Est, la durée de la période de ponte et son pic varient (**Tableau 2**). Comme mentionné dans la synthèse des connaissances, la ponte peut être continue sur toute l'année (Serra-Pereira *et al.*, 2011) ou sur une période plus restreinte (Holden, 1975 ; Ryland & Ajayi, 1984 ; Brander & Palmer, 1985 ; Biton-Porsmoguer, 2020). Le pic est quant à lui plus ou moins marqué, au début ou à la fin de l'été.

II.4.5 Zones de regroupement de juvéniles

Les zones en Manche-Est où sont préférentiellement capturés les juvéniles (LT ≤ 25 cm) apparaissent clairement à la côte, mais concentrées sur certains secteurs (**Figure 15** et **Figure 16**). En particulier dans les baies anglaises, le long du littoral français des baies de Somme, d'Authie et de Canche, et dans l'est de la baie de Seine, ce qui est cohérent avec les travaux antérieurs disponibles (Carpentier *et al.*, 2009 ; Maxwell *et al.*, 2009 ; Martin *et al.*, 2012). Au même titre que Martin *et al.* (2012), on observe une ségrégation marquée entre la distribution des juvéniles et celle des individus matures. Elle est illustrée explicitement avec la superposition des données de campagnes dans la **Figure 17**.

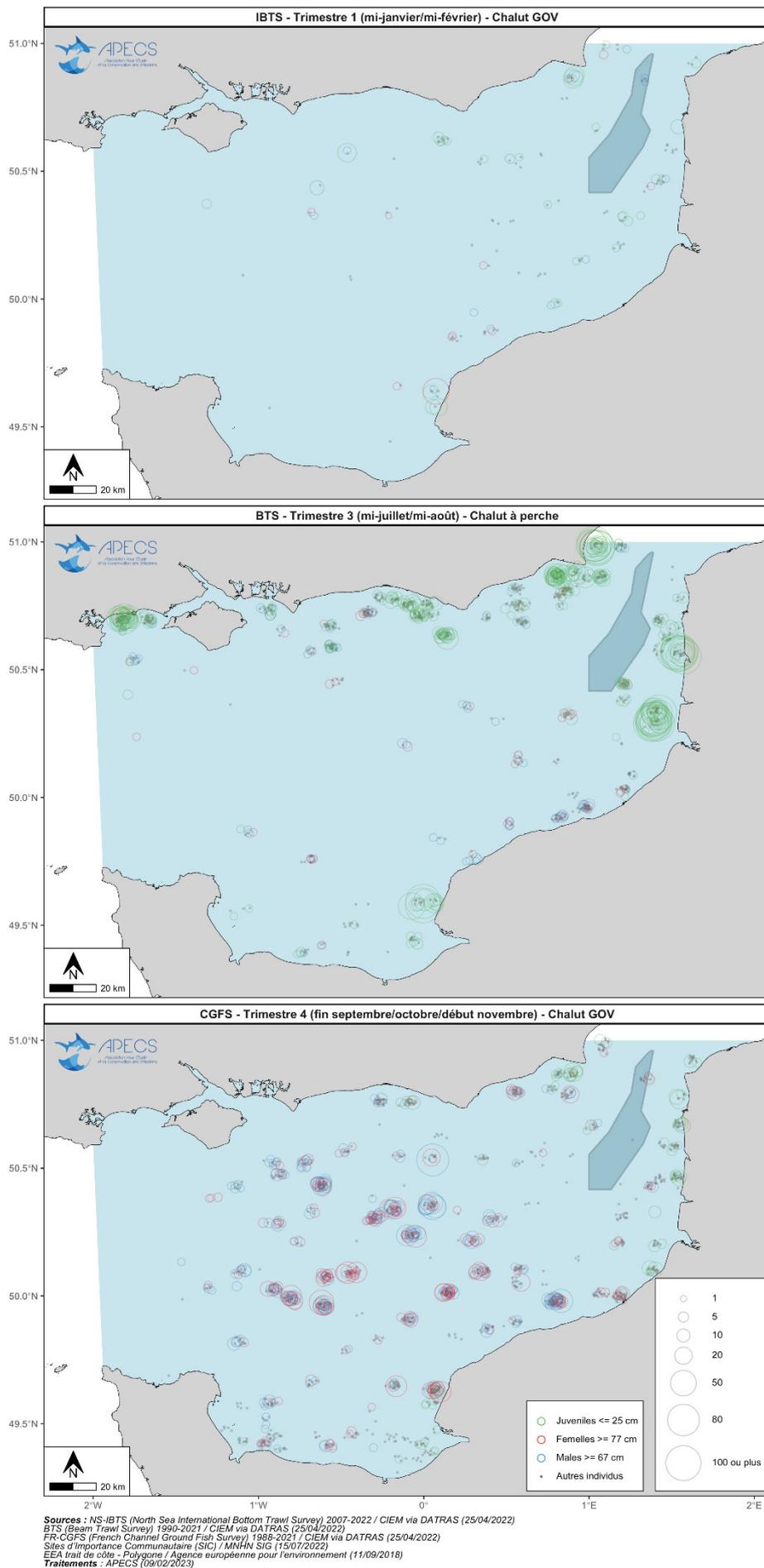


Figure 17 : Nombre de juvéniles (LT ≤ 25 cm) et d'individus matures (LT mâles ≥ 67 cm et LT femelles ≥ 77 cm) par heure chalutée pour les données de campagnes en division 7.d. Emprise de la division en bleu clair et site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais » en bleu-gris.

L'importance de l'est de la baie de Seine était jusque-là mise en évidence par les travaux de modélisation (Carpentier *et al.*, 2009 ; Martin *et al.*, 2012), sans ressortir clairement dans les données de campagnes (**Figure 16**). L'apport des données Obsmer permet de bien confirmer l'importance de la zone pour les juvéniles (Fabjanczyk *et al.*, 2015), avec un nombre de captures aux chaluts de fond à panneaux non négligeable (**Figure 15**). Par contre, les données analysées ici ne permettent pas de conclure sur l'importance de l'ouest de la baie de Seine et en particulier la baie des Veys, mise en évidence dans d'autres études (Beillois *et al.*, 1979 ; Martin *et al.*, 2012).

Pour conclure, les zones préférentielles où sont trouvés les juvéniles sont associées à des environnements connus pour présenter de faibles courants de marée et des sédiments meubles (Martin *et al.*, 2012). Mais on ne sait pas si ces zones correspondent aussi aux zones de pontes, ou si les nouveau-nés migrent vers ces zones plus propices à leur développement. Ce comportement de migration a été décrit explicitement pour la raie *Arctoraja parmifera* dans l'est de la mer de Béring (Hoff, 2008, 2010). Après éclosion, les nouveau-nés quittent les zones de pontes situées dans les eaux extérieures du plateau continental (100 à 200 m de profondeur) pour rejoindre les eaux moins profondes de l'intérieur du plateau (0 à 50 m). Bien que les capacités de nage des nouveau-nés de raie bouclée restent inconnues, les résultats de l'étude de Serra-Pereira *et al.* (2014) dans les eaux portugaises donnent des perspectives de réponse sur la base de données de captures et d'enquêtes issues de la pêche professionnelle. Ils ont notamment identifié que, pour la raie bouclée, la ponte avait plutôt lieu sur des sites au-delà de 100 m de profondeur, tandis que les juvéniles étaient retrouvés préférentiellement à la côte. Sur la base de leurs conclusions, les nouveau-nés dans cette zone géographique auraient la capacité de réaliser des migrations de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres pour rejoindre ces sites côtiers, identifiés comme des zones de nourriceries potentielles.

II.4.6 Présence de l'espèce au sein du site Natura 2000 « Ridens et dunes hydrauliques du détroit du Pas-de-Calais »

De manière générale, l'espèce est présente au sein du site Natura 2000 comme en témoignent les cartes des captures globales recensées par le dispositif Obsmer (**Figure 6**). Côté campagnes scientifiques, quelques captures sont recensées mais les données sont trop peu nombreuses pour être informatives en raison du peu de stations échantillonnées à l'intérieur du site (**Figure 7**).

Lorsque l'on regarde la distribution des juvéniles ($LT \leq 25$ cm), on constate qu'il y a peu de captures à l'intérieur de la zone Natura 2000 (**Figure 15**). Ainsi, elle ne ressort pas comme importante en l'état pour cette classe d'individus. D'après la modélisation de la distribution spatiale des juvéniles jusqu'à 2 ans de vie ($LT \leq 38$ cm), il se pourrait que le sud de la zone soit un peu plus favorable (Martin *et al.*, 2012). Dans les données Obsmer, lorsque l'on inclut aussi les juvéniles jusqu'à 2 ans de vie, on observe que les individus sont un peu plus dispersés vers le large, et qu'il y a plus de captures dans la zone Natura 2000 (**Annexe 4**).

Enfin, il y a quelques captures d'individus matures recensées dans les données Obsmer (**Figure 8** et **Figure 9**) mais il est difficile de conclure sur l'importance de la zone Natura 2000 pour ceux-ci. Martin *et al.* (2012) se sont aussi intéressés à modéliser la distribution spatiale des « sub-adultes », juvéniles supérieurs à 2 ans de vie, et des adultes ($LT \geq 38$ cm). La zone apparaît comme favorable, mais pas autant que celles plus centrales de la Manche-Est.

En conclusion, le site Natura 2000 semble bien abriter l'espèce, plutôt des individus immatures de plus d'un an de vie, sans pour autant qu'il apparaisse comme un secteur majeur par rapport aux distributions observées dans le reste de la zone d'étude.

II.4.7 Distribution de l'espèce par rapport aux résultats de l'étude IPREM

Le projet IPREM (Impact des engins de Pêche sur les fonds marins et la Résilience Écologique du Milieu) est un travail à l'initiative des professionnels de la pêche de Normandie et des Hauts-de-France ayant la volonté de s'orienter vers une pêche plus durable. Il a pour but de faire un état des lieux bibliographique de l'impact des engins de pêche traînants en contact avec le fond marin sur les communautés et habitats benthiques des eaux de la Manche (Liefmann *et al.*, 2022).

Dans le cadre de cette étude, nous avons fait le choix de comparer les distributions des juvéniles et des adultes matures avec les cartes d'intensité moyenne de pêche par an et par engin. Elle est exprimée en SAR.an⁻¹ (Swept Area Ratio par an), qui correspond à la surface balayée en un an divisée par la surface de chaque cellule de la grille. Le SAR représente le nombre de fois théorique où la cellule est totalement balayée en admettant que l'effort de pêche est homogène sur l'ensemble de sa surface. Les engins conservés pour la comparaison sont ceux identifiés comme pouvant impacter l'espèce, et correspondent au chalut à panneaux (**Figure 18**), à la senne (**Figure 19**) et au chalut à perche (**Figure 20**).

De manière globale, on observe une pression de pêche au chalut de fond à panneaux largement répartie dans la zone d'étude, sans pour autant qu'il soit possible d'en quantifier les effets réels sur l'espèce. En revanche, il semble y avoir une pression de pêche particulièrement forte au niveau de l'est de la baie de Seine, entre Le Havre et le cap d'Antifer, où sont trouvés à la fois des adultes matures mais aussi des juvéniles. Sachant que les individus de petite taille sont plus sensibles et vulnérables aux arts traînants, comme en témoignent les études traitant de la survie après capture (Ellis *et al.*, 2018 ; Van Bogaert *et al.*, 2020). Il pourrait donc y avoir des conséquences plus marquées de la pêcherie dans ce secteur, d'autant plus que ces juvéniles sont obligatoirement remis à l'eau (LT minimale de débarquement ≥ 45 cm).

Pour la senne, certaines zones dans la partie centrale de la Manche-Est, qui coïncident avec la présence d'adultes matures, montrent des intensités de pêche plus marquées. Pour le chalut à perche, aucune observation claire se détache lors de la comparaison des résultats des deux études.

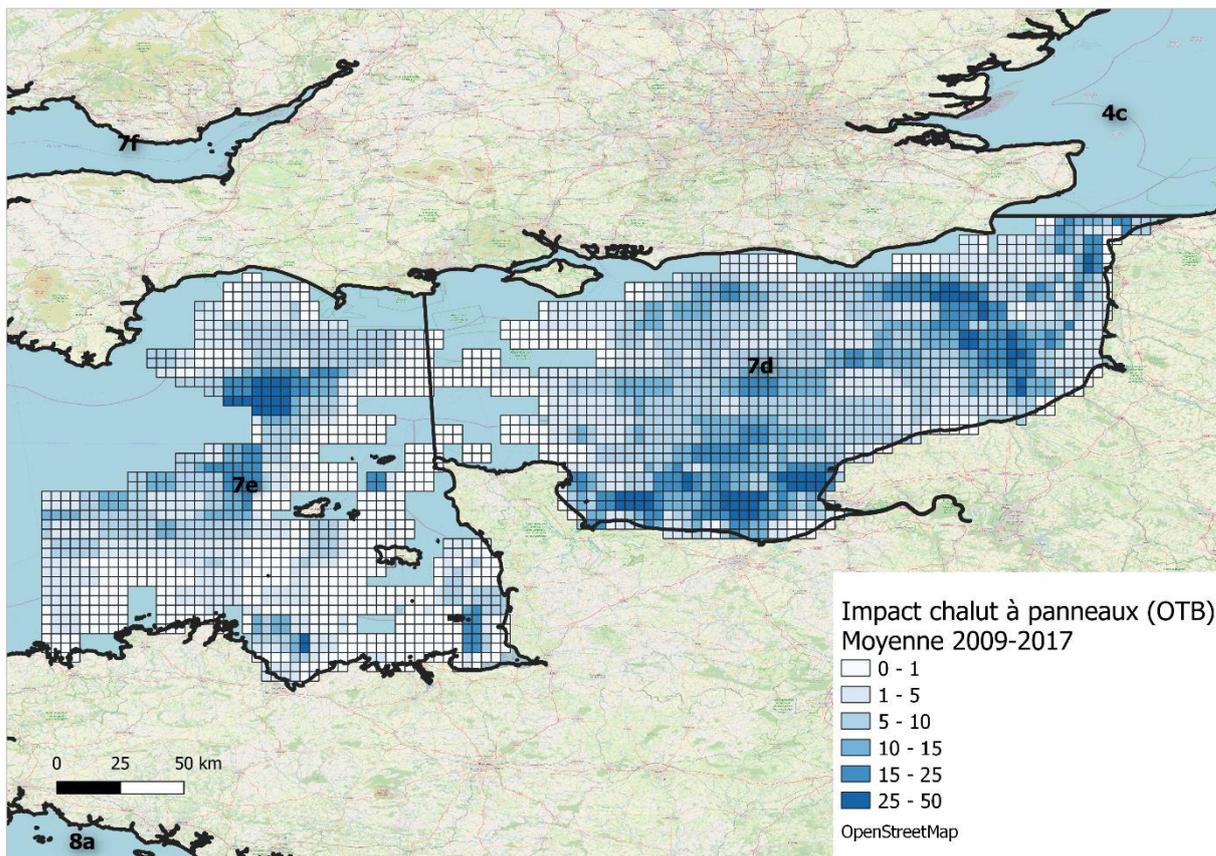


Figure 18 : Effort de pêche du chalut à panneaux - abrasion de surface - tiré du rapport IPREM (Liefmann *et al.*, 2022). Carte présentant l'effort de pêche de tous les navires européens en zones 7.e et 7.d. L'intensité moyenne (= effort moyen) de pêche est exprimée en SAR.an⁻¹. Données ICES 2019.

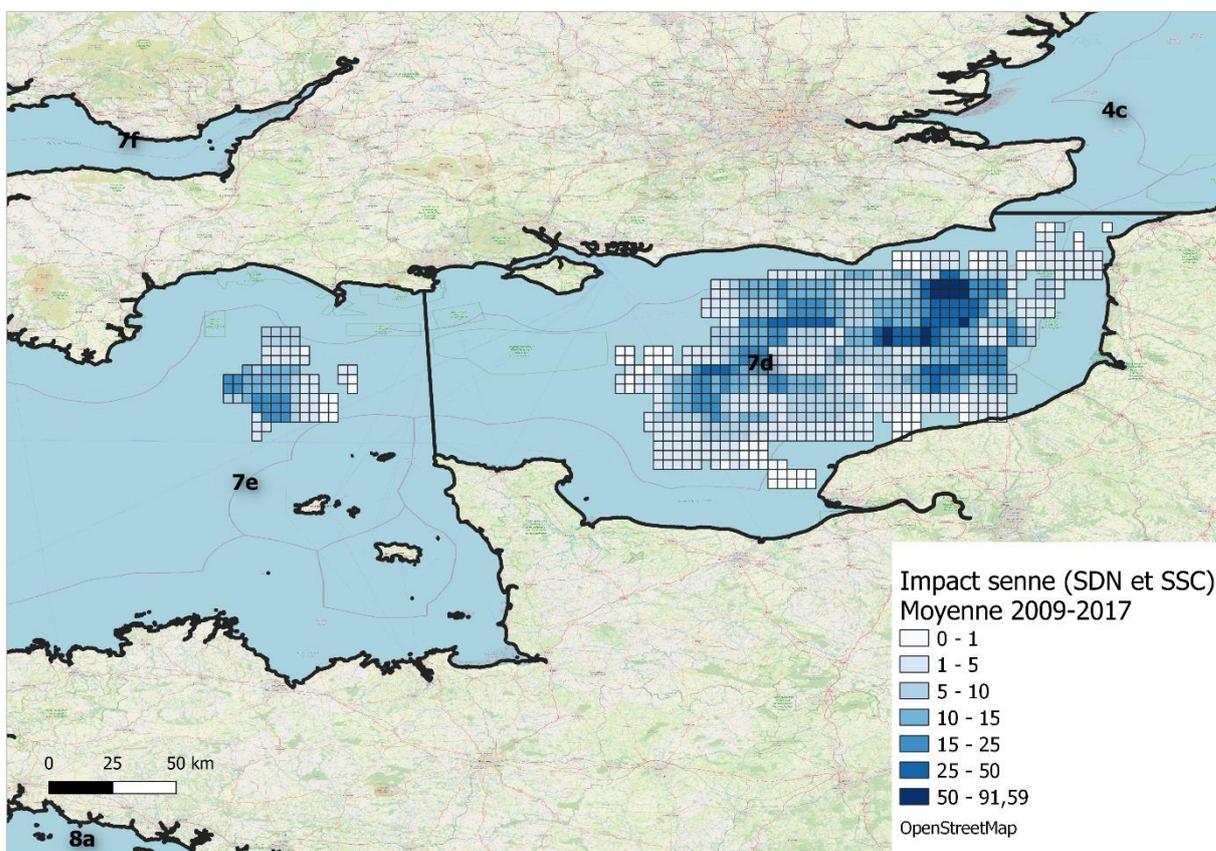


Figure 19 : Effort de pêche des sennes écossaises et danoises - abrasion de surface - tiré du rapport IPREM (Liefmann *et al.*, 2022). Carte présentant l'effort de pêche de tous les navires européens en zones 7.e et 7.d. L'intensité moyenne (= effort moyen) de pêche est exprimée en SAR.an⁻¹. Données ICES 2019.

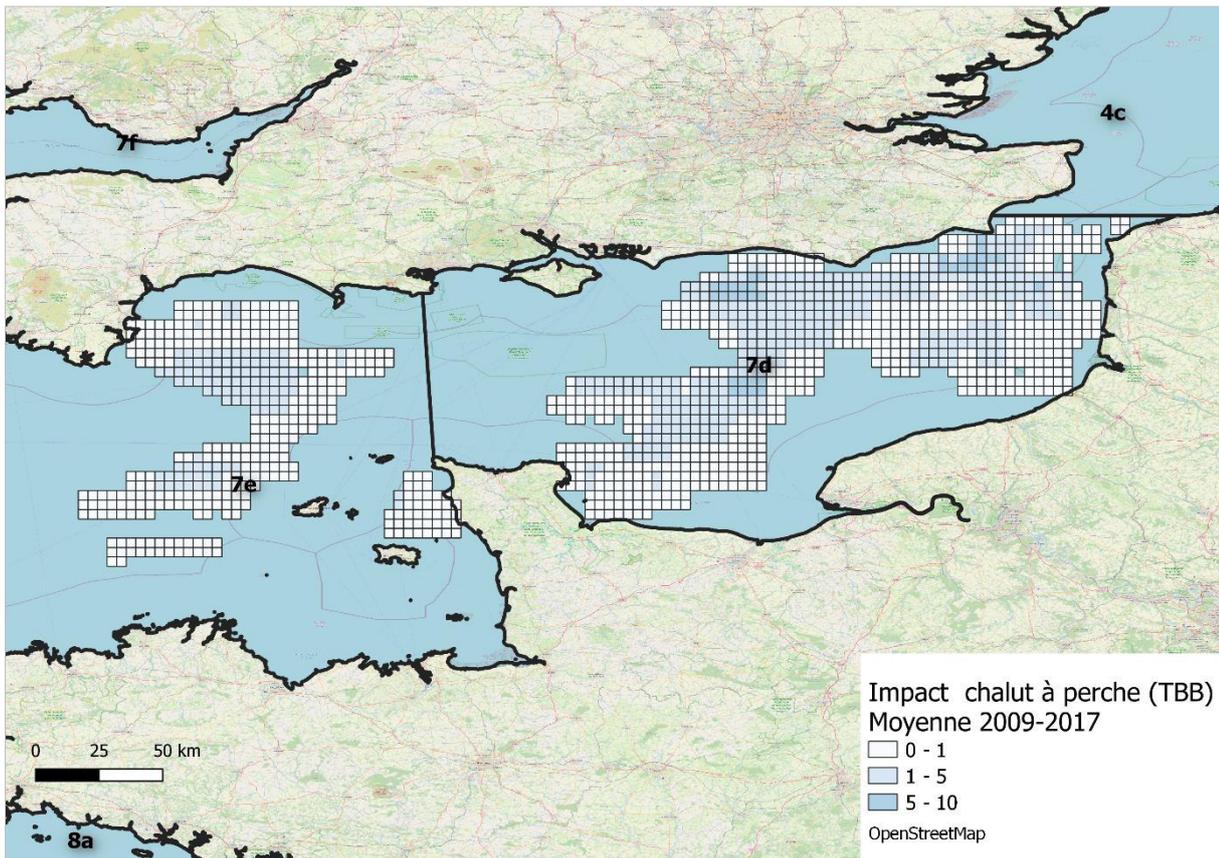


Figure 20 : Effort de pêche du chalut à perche - abrasion de surface - tiré du rapport IPREM (Liefmann *et al.*, 2022). Carte présentant l'effort de pêche de tous les navires européens en zones 7.e et 7.d. L'intensité moyenne (= effort moyen) de pêche est exprimée en SAR.an⁻¹. Données ICES 2019.

Conclusion et perspectives

Les informations et données disponibles sur la raie bouclée en Manche-Est ne permettent pas aujourd'hui de définir clairement les zones d'importance pour l'espèce. Il est donc difficile de réfléchir à des propositions de mesures visant à préserver des zones fonctionnelles pour contribuer à une gestion durable du stock.

Une première piste de réflexion pourrait cependant être explorée. Un secteur important en termes de présence de juvéniles a été mis en évidence dans la partie est de la baie de Seine, entre le Havre et le cap d'Antifer. Or il s'agit aussi d'un secteur d'intense activité de pêche au chalut de fond à panneaux selon les résultats du projet IPREM. Il pourrait être judicieux d'évaluer, à cet endroit, l'impact réel de cette activité de pêche sur les juvéniles de raie bouclée en raison de leur vulnérabilité plus importante. De manière plus générale, pour les secteurs où sont regroupés les juvéniles, il faudrait pouvoir confirmer leur présence à l'année avant de réfléchir à des mesures de gestion locales (manque de données sur la période hivernale).

Ce travail constitue à notre connaissance la première synthèse traitant spécifiquement de la question des zones de pontes de cette espèce. Le peu de données disponibles n'a pas permis d'identifier des zones particulières. Mais les analyses conduisent à s'interroger sur l'existence de telles zones pas uniquement en zone côtière comme cela est communément admis mais aussi plus au large. Seule la mise en place de protocoles spécifiques, voire de campagnes dédiées à la recherche de capsules et de nouveau-nés permettrait d'aller plus loin.

Pour pouvoir préciser les choses dans un avenir plus ou moins proche, il est important dans un premier temps de continuer à valoriser les campagnes existantes avec le recul et les limites identifiées dans cette étude. Afin d'obtenir plus de données sur les capsules in-situ, il faudrait continuer la collecte des capsules sur CGFS et la débiter sur IBTS. Une mesure qui pourrait aider à sa mise en place et à sa pérennisation serait de la mutualiser avec le protocole de tri du benthos. Plus encore, il apparaît pertinent de conduire aussi des collectes sur la campagne BTS qui a lieu lors de la période associée au pic de ponte mais avec un chalut à perche qui est identifié comme l'engin le plus adéquat pour collecter les capsules. Les membres du groupe de travail sur les campagnes de chalut à perche (WGBEAM) du CIEM encouragent d'ailleurs la mise en place de ce type de protocole (ICES, 2011). Ces données pourraient permettre d'identifier s'il existe des sites côtiers qui présentent des abondances importantes de capsules. La réalisation de traits de chalut supplémentaires lors de cette campagne, dans la partie centrale de la Manche-Est, permettrait de valider ou non l'existence de zones de ponte importantes plus au large.



Capsules d'œufs de raies bouclées collectées directement dans le chalut à perche lors du projet GenoPopTaille en 2017 (© A. Rohr – APECS).

Concernant l'échouage des capsules sur le littoral métropolitain, il serait intéressant de pouvoir relancer des collectes à intervalle de temps régulier, selon un protocole plus standardisé (à l'instar de

CapOeRa sentinelles¹). Un suivi précis des périodes d'échouages pourrait aider à préciser la dynamique temporelle de ponte.

Enfin, pour identifier clairement les zones de ponte et le pic d'éclosion, il faudrait mettre en place une campagne dédiée au chalut à perche. L'échantillonnage pourrait avoir lieu de septembre à janvier, à la fois en zone côtière mais aussi plus au large. Un choix devrait alors être fait sur la zone à privilégier en Manche-Est, et délimiter l'emprise de la surface à couvrir en fonction des moyens disponibles.

Plusieurs études ont décrit l'existence de déplacements horizontaux de l'espèce dans certaines zones géographiques, liés à la saison, ou potentiellement à l'accouplement et à la ponte. Afin d'identifier si de tels déplacements existent en Manche-Est, des actions de marquage pourraient être opérées. Le choix du type de marques à privilégier dépend directement du questionnement scientifique, de la faisabilité technique (taille des individus, caractéristiques de la zone d'étude) et des moyens disponibles. Il peut s'agir de marques conventionnelles (disques de Petersen, marques bouton, etc.) qui permettent de connaître le déplacement entre le point de marquage de l'individu et celui de sa recapture. Cette technique est facile à déployer et peu coûteuse mais les résultats restent très dépendants et influencés par l'activité de pêche (Bolle *et al.*, 2005). D'autres méthodes basées sur des marques électroniques (émetteur acoustique ou balise archive / DST) permettent de retracer ou d'estimer le parcours réel d'un individu. Elles ont pour avantage de produire des données indépendantes des pêcheries mais restent plus coûteuses et l'analyse des données récoltées est plus complexe.

Quelle que soit la méthode de marquage adoptée, il est nécessaire d'organiser des campagnes d'informations auprès des professionnels du secteur (pêcheurs, personnels en criées et en ateliers de mareyage) afin de les sensibiliser à la présence d'individus marqués et à la nécessité de les signaler. En Manche, il ne faut pas oublier de réaliser aussi ce travail aussi chez les Anglais.

Depuis 2019, l'APECS conduit des actions de marquage conventionnel en Manche sur la campagne CGFS (voir photo ci-contre). Cela pourrait être étendu à la campagne IBTS. Pour augmenter le nombre d'individus marqués, il serait aussi possible de s'appuyer sur les pêcheurs professionnels en initiant un programme de marquage en autonomie. Un kit pourrait être fourni à chaque pêcheur volontaire avec tout le matériel nécessaire, accompagné d'une formation pour illustrer clairement sa mise en œuvre. C'est ensuite au pêcheur de choisir lorsqu'il est raisonnable selon lui de marquer des raies bouclées, sachant que le modèle de marques utilisées impose d'être posé sur des individus pouvant être débarqués (LT > 50 cm). Ce type d'action est testé actuellement par l'APECS dans le cadre d'une collaboration avec le Parc Naturel Marin d'Iroise.

Des travaux de recherche sur certaines espèces de raies en mer du Nord et en Manche sont en cours actuellement. Il apparaît intéressant de pouvoir mutualiser des actions ou bien d'aider à leur déploiement dans notre zone d'étude. Une des pistes évoquées concrètement serait la pose de marques électroniques issues du programme « Bridging knowledge gaps for Sharks and Rays in the North Sea » (Comblent les manques de connaissances sur les requins et les raies en mer du Nord en français) porté par l'université de Wageningen aux Pays-Bas (Batsleer, communication personnelle, 02/11/2022). Un des axes du programme a pour objectif de décrire leur comportement, leur répartition et leurs schémas de migration afin de mieux comprendre leurs zones d'importance et leurs rôles écologiques.²

¹ Pour en apprendre plus sur les « Sentinelles CapOeRa » : <https://www.asso-apecs.org/actions/capoera-capsules-doeufs-de-raies/>

² Voir la page du programme (en anglais) : <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Research-Institutes/marine-research/show-marine/New-shark-and-ray-research-project.htm>



Raie bouclée marquée en 2022 par l'APECS sur la campagne CGFS en Manche-Est (© C. Verwaerde – APECS).

En Manche et en mer du Nord, les réseaux de récepteurs acoustiques se structurent et se développent rapidement ce qui rend les programmes de suivi acoustique d'espèces marines plus accessibles et réalisables. Deux projets sont en cours en Manche, le projet FISH INTEL porté par l'Université de Plymouth et le projet FISHOWF porté par France Energie Marine. Le premier vise à identifier et protéger les habitats utilisés par une sélection d'espèces halieutiques d'importance dans les eaux de la Manche. Le second cherche à identifier et évaluer les effets des parcs éoliens offshore et leurs raccordements sur les peuplements de poissons et notamment sur les espèces électrosensibles que sont les requins et les raies. Dans le cadre de FISHOWF, une dizaine de raies bouclées ont déjà été marquées en baie de Seine (parc éolien en mer de Courseulles-sur-Mer). Et un réseau de récepteurs acoustiques existe maintenant dans les zones côtières de part et d'autre de la Manche. Par conséquent, cette méthode pourrait représenter un moyen approprié pour suivre activement les déplacements de la raie bouclée à l'échelle de ces grandes zones. Le déploiement de récepteurs au large apporterait une plus-value certaine si une telle étude voyait le jour.

Au-delà de la division 7.d, la mise en évidence de déplacements à plus grande échelle pourrait aider à mieux définir la délimitation géographique des stocks de raies bouclées qui est un des axes de travail du FIP. Il s'agit d'une information primordiale pour une meilleure évaluation.

Enfin, si des actions d'acquisition de connaissances pouvaient être engagées dans un avenir proche dans le cadre du FIP raie bouclée, un travail de priorisation des différentes perspectives évoquées devra être conduit.

Bibliographie

- Ajayi, T. O. (1982). « Food and feeding habits of *Raja* species (Batoidei) in Carmarthen Bay, Bristol Channel ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 62(1), 215-223.
<https://doi.org/10.1017/S0025315400020233>
- APECS. (2012). « Programme CapOeRa. Capsules d'œufs de raies - Guide d'identification ».
- APECS. (en cours de publication). « Le programme CapOeRa. Mieux connaître et faire connaître les raies ovipares des côtes françaises - Bilan 2005-2017 » [Rapport]. Association Pour l'Etude et la Conservation des Sélaciens.
- Auber, A. (1992). « INTERNATIONAL BOTTOM TRAWL SURVEY (IBTS) ». <https://doi.org/10.18142/17>
- Ball, R. E., Serra-Pereira, B., Ellis, J., Genner, M. J., Iglésias, S., Johnson, A. F., Jones, C. S., Leslie, R., Lewis, J., Mariani, S., Menezes, G., Neat, F., Noble, L. R., Sims, D. W., & Griffiths, A. M. (2016). « Resolving taxonomic uncertainty in vulnerable elasmobranchs: are the Madeira skate (*Raja maderensis*) and the thornback ray (*Raja clavata*) distinct species? » *Conservation Genetics*, 17(3), 565-576.
<https://doi.org/10.1007/s10592-015-0806-1>
- Beillois, P., Desauvay, Y., Dorel, D., & Lemoine, M. (1979). « Nurseries littorales de la baie du Mont Saint Michel et du Contentin Est » (Rapport d'étude - Convention ISTPM-EDF E 2302; p. 120). Institut scientifique et technique des pêches maritimes. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00046/15768/>
- Biseau, A. (2022). « Résumé graphique des diagnostics et avis émis par le CIEM en 2022 » (p. 205). Ifremer. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00818/93011/>
- Biton-Porsmoguer, S. (2020). « Fisheries and ecology of the skates (Rajiformes: Rajidae) in the English Channel ». *Vie Milieu*, 8.
- Bolle, L. J., Hunter, E., Rijnsdorp, A. D., Pastoors, M. A., Metcalfe, J. D., & Reynolds, J. D. (2005). « Do tagging experiments tell the truth? Using electronic tags to evaluate conventional tagging data ». *ICES Journal of Marine Science*, 62(2), 236-246. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.11.010>
- Brander, K., & Palmer, D. (1985). « Growth rate of *Raja clavata* in the Northeast Irish Sea ». *ICES Journal of Marine Science*, 42(2), 125-128. <https://doi.org/10.1093/icesjms/42.2.125>
- Brylinski, J. M., Lagadeuc, Y., Gentilhomme, V., Dupont, J. P., Lafite, R., Dupeuble, P. A., Huault, M. F., & Auger, Y. (1991). « Le "fleuve côtier" : un phénomène hydrologique important en Manche orientale. Exemple du Pas-de-Calais ». *Oceanologica Acta*, Special issue. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00268/37874/>
- Carpentier, A., Coppin, F., Curet, L., Dauvin, J.-C., Delavenne, J., Dewarumez, J.-M., Dupuis, L., Foveau, A., Garcia, C., & Gardel, L. (2009). « Atlas des Habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale-CHARM II, Channel Habitat Atlas for marine Resource Management-CHARM II ».
- Chevolot, M., Ellis, J. R., Hoarau, G., Rijnsdorp, A. D., Stam, W. T., & Olsen, J. L. (2006). « Population structure of the thornback ray (*Raja clavata* L.) in British waters ». *Journal of Sea Research*, 56(4), 305-316.
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2006.05.005>
- Chevolot, M., Ellis, J. R., Rijnsdorp, A. D., Stam, W. T., & Olsen, J. L. (2007). « Multiple paternity analysis in the thornback ray *Raja clavata* L. » *Journal of Heredity*, 98(7), 712-715.
<https://doi.org/10.1093/jhered/esm077>
- Clark, R. S. (1922). « Rays and Skates (*Rajidae*) No. 1. - Egg-Capsules and Young ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 12(4), 578-643. <https://doi.org/10.1017/S002531540000967X>
- Daan, N., Johnson, B., Larsen, J. R., & Sparholt, H. (1993). « Analysis of the ray (*Raja spec.*) samples collected during the 1991 International Stomach Sampling Project ». *ICES, C.M.* 1993/0:15.
- Dauvin, J.-C. (2019). « The English Channel: La Manche ». In *World Seas: an Environmental Evaluation* (p. 153-188). Elsevier.
- De Souza, T. (1978). « Feeding and digestion in the Rajidae ». M. Sc. Thesis, University of Wales.
- Delpech, J. P., Mahe, K., Mehault, S., Rostiaux, É., Biais, G., Coppin, F., & Vaz, S. (2007). « Evaluation des ressources halieutiques par les campagnes scientifiques françaises - Façade Manche est et façade Loire-Gironde » [Rapport]. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6642/>

- Dorel, D. (1986). « Poissons de l'Atlantique Nord-Est - Relations Taille-Poids » (p. 183). Ifremer.
- Ebeling, E. (1988). « A brief survey of the feeding preferences of *Raja clavata* in Red Wharf Bay in the Irish Sea ». ICES, C.M. 1988/G:58.
- Ebert, D. A., & Stehmann, M. F. W. (2013). « Sharks, Batoids and Chimaeras of the North Atlantic ». Food and Agriculture Organization of the United Nations, 7.
- Elliott, S. A. M., Carpentier, A., Feunteun, E., & Trancart, T. (2020). « Distribution and life history trait models indicate vulnerability of skates ». *Progress in Oceanography*, 181, 10. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102256>
- Ellis, J. R. (2016). « *Raja clavata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T39399A103110667 ». Page web consultée le 14/06/2022 : <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T39399A103110667.en>
- Ellis, J. R., Burt, G., & Cox, L. (2008). « Programme 19: Thames ray tagging and survival » (Fisheries Science Partnership: 2007/08 Final Report; p. 54).
- Ellis, J. R., Burt, G. J., Grilli, G., Phillips, S. R. M., Catchpole, T. L., & Maxwell, D. L. (2018). « At-vessel mortality of skates (Rajidae) taken in coastal fisheries and evidence of longer-term survival ». *Journal of Fish Biology*, 18. <https://doi.org/doi:10.1111/jfb.13597>
- Ellis, J. R., Dulvy, N., Walls, R., & Serena, F. (2016). « *Raja clavata* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T39399A103111648 ». Page web consultée le 16/06/2022 : <https://www.iucnredlist.org/species/39399/103111648>
- Ellis, J. R., Pawson, M. G., & Shackley, S. E. (1996). « The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 76(1), 89-106. <https://doi.org/10.1017/S0025315400029039>
- Ellis, J. R., & Shackley, S. E. (1995). « Observations on egg-laying in the thornback ray ». *Journal of Fish Biology*, 46(5), 903-904. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1995.tb01613.x>
- Fabjanczyk, C., Gadenne, H., Leblanc, N., & Tétard, A. (2015). « Projet RAIMEST : Amélioration des connaissances sur les raies en Manche Est » (p. 79) [Rapport final].
- Farias, I., Figueiredo, I., Moura, T., Serrano Gordo, L., Neves, A., & Serra-Pereira, B. (2006). « Diet comparison of four ray species (*Raja clavata*, *Raja brachyura*, *Raja montagui* and *Leucoraja naevus*) caught along the Portuguese continental shelf ». *Aquatic Living Resources*, 19(2), 105-114. <https://doi.org/10.1051/alr:2006010>
- Fitzmaurice, P. (1974). « Size distribution and food of thornback rays (*Raja clavata* L.) caught on rod and line on the Mayo coast ».
- Fulton, T. W. (1893). « An experimental investigation of the migrations and rate of growth of the food fishes ». *Rep. Fish. Bd. Scot*, 11(3), 176-196.
- Gallagher, M. J., Nolan, C. P., & Jeal, F. (2005). « Age, growth and maturity of the commercial ray species from the Irish Sea ». *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 35, 47-66. <https://doi.org/10.2960/J.v35.m527>
- Gibson, R. N., & Ezzi, I. A. (1987). « Feeding relationships of a demersal fish assemblage on the west coast of Scotland ». *Journal of Fish Biology*, 31(1), 55-69. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1987.tb05214.x>
- Gordon, C. A. (2016). « The Great Eggcase Hunt: celebrating >100000 records ». The Shark Trust.
- Gordon, C. A., Hood, A. R., & Ellis, J. R. (2016). « Descriptions and revised key to the eggcases of the skates (Rajiformes: Rajidae) and catsharks (Carcharhiniformes: Scyliorhinidae) of the British Isles ». *Zootaxa*, 4150(3), 255. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4150.3.2>
- Hoff, G. R. (2008). « A nursery site of the Alaska skate (*Bathyraja parmifera*) in the eastern Bering Sea ». *Fishery Bulletin*, 106(3), 233-244.
- Hoff, G. R. (2010). « Identification of skate nursery habitat in the eastern Bering Sea ». *Marine Ecology Progress Series*, 403, 243-254. <https://doi.org/10.3354/meps08424>
- 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>
- Holden, M. J., Rout, D. W., & Humphreys, C. N. (1971). « The rate of egg laying by three species of ray ». 5.

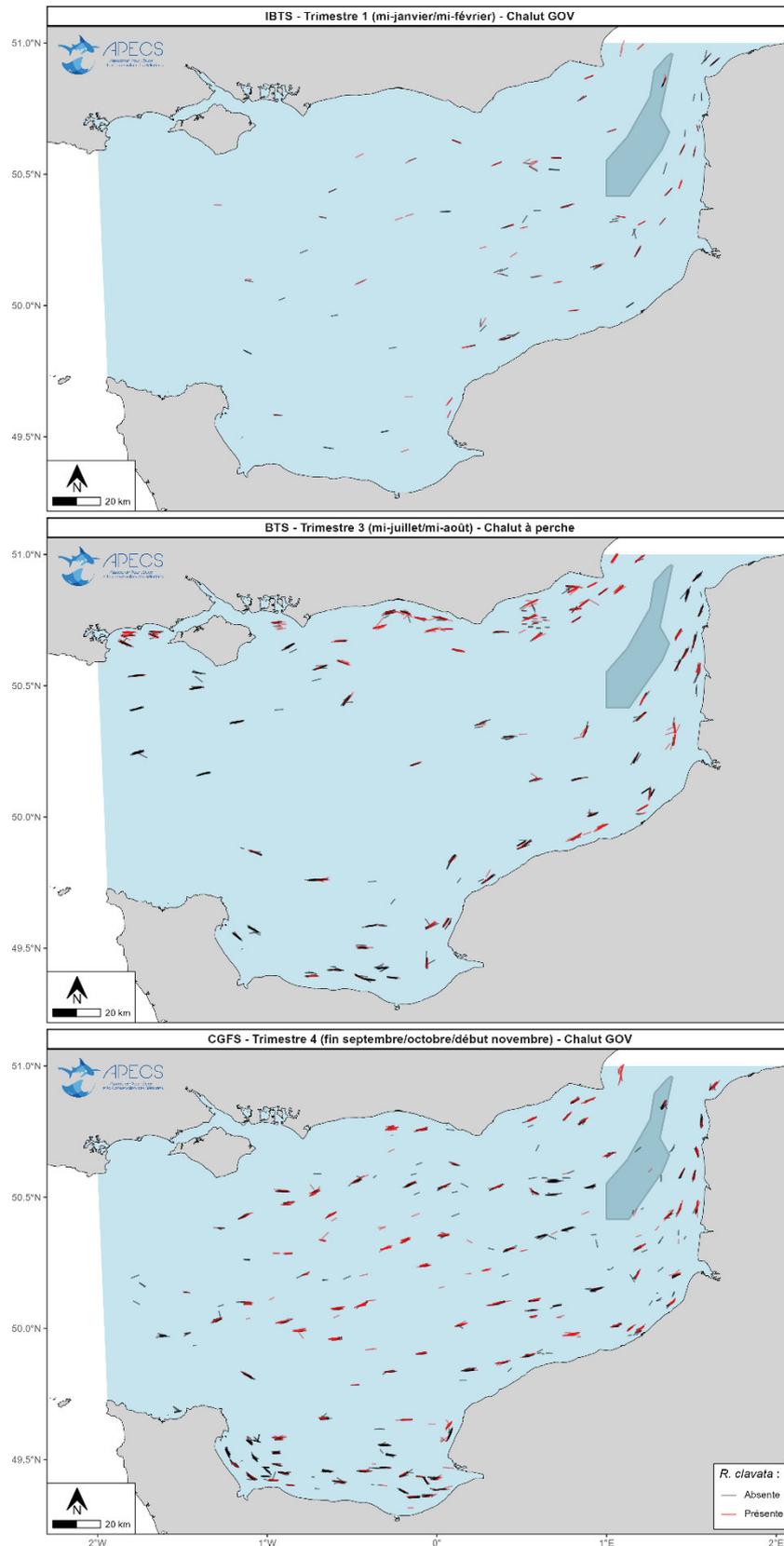
- Holden, M. J., & Tucker, R. N. (1974). « The food of *Raja clavata* Linnaeus 1758, *Raja montagui* Fowler 1910, *Raja naevus* Muller and Henle 1841 and *Raja brachyura* Lafont 1873 in British waters ». ICES Journal of Marine Science, 35(2), 189-193. <https://doi.org/10.1093/icesjms/35.2.189>
- Hunter, E., Berry, F., Buckley, A. A., Stewart, C., & Metcalfe, J. D. (2006). « Seasonal migration of thornback rays and implications for closure management: Ray migration and closure management ». Journal of Applied Ecology, 43(4), 710-720. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01194.x>
- Hunter, E., Buckley, A. A., Stewart, C., & Metcalfe, J. D. (2005a). « Migratory behaviour of the thornback ray, *Raja clavata*, in the southern North Sea ». Marine Biological Association of the United Kingdom. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85(5), 1095-1105.
- Hunter, E., Buckley, A. A., Stewart, C., & Metcalfe, J. D. (2005b). « Repeated seasonal migration by a thornback ray in the southern North Sea ». Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85(5), 1199-1200. <https://doi.org/10.1017/S0025315405012300>
- ICES. (2009). « Manual for the Offshore Beam Trawl Surveys, Revision 1.2, June 2009 » (p. 30) [Working Group on Beam Trawl Surveys]. International Council for the Exploration of the Sea. https://datras.ices.dk/Documents/Manuals/WGBEAM_Manual.pdf
- ICES. (2011). « Report of the Working Group on Beam Trawl Surveys (WGBEAM) » (p. 225) [CM 2011/SSGESST:14]. International Council for the Exploration of the Sea.
- ICES. (2013). « Report of the workshop on Sexual Maturity Staging of Elasmobranchs (WKMSSEL) » (Rapport CM 2012/ACOM:59; p. 66). International Council for the Exploration of the Sea.
- ICES. (2020a). « Working Group on Elasmobranch Fishes (WGEF) ». 2(77), 789. <https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.7470>
- ICES. (2020b). « Workshop to review and update OSPAR status assessments for stocks of listed shark, skates and rays in support of OSPAR (WKSTATUS) » (ICES Scientific Reports 2:71; p. 152). International Council for the Exploration of the Sea. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.7468>
- ICES. (2021a). « Working Group on Elasmobranch Fishes (WGEF) ». 3(59), 822. <https://doi.org/10.17895/ICES.PUB.8199>
- ICES. (2021b). « Thornback ray (*Raja clavata*) in Subarea 4 and in divisions 3.a and 7.d (North Sea, Skagerrak, Kattegat, and eastern English Channel) » (ICES Advice 2021 rjc. 27.3a47d; p. 5). International Council for the Exploration of the Sea. <https://doi.org/10.17895/ices.advice.7843>
- Kadri, H., Marouani, S., Bradai, M. N., & Bouaïn, A. (2014a). « Diet and feeding strategy of thornback ray, *Raja clavata* (Chondrichthyes: Rajidae) from the Gulf of Gabès (Tunisia-Central Mediterranean Sea) ». Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 94(7), 1509-1516. <https://doi.org/10.1017/S0025315414000587>
- Kadri, H., Marouani, S., Saïdi, B., Bradai, M. N., Bouaïn, A., & Morize, E. (2014b). « Age, growth, sexual maturity and reproduction of the thornback ray, *Raja clavata* (L.), of the Gulf of Gabès (south-central Mediterranean Sea) ». Marine Biology Research, 10(4), 416-425. <https://doi.org/10.1080/17451000.2013.797584>
- Keirse, G., Fitzmaurice, P., Green, P., & Clark, M. (2015). « Results and analysis from the tagging of thornback ray (*Raja clavata*) in Irish Waters (1970-2001) ». Central Fisheries Board and Marine Institut. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2860.4007>
- Koop, J. H. (2005). « Reproduction of captive *Raja* spp. in the Dolfinarium Harderwijk ». Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85(5), 1201-1202. <https://doi.org/10.1017/S0025315405012312>
- Le Goff, R., Drogou, M., Lebigre, C., Woillez, M., Cornou, A. S., Berthele, O., Delaunay, D., Martin, S., Le Ru, L., Barone, H., Bouche, L., Roy, A., Le Roy, D., Huet, J., Garren, F., Edin, L., Michelet, N., Denize, S., Nguyen, P., Nfis, F., Le Roy, E., Marhic, C., Mahe, K., & Weiss, J. (2022). « NourDem 2019-2021 » [Rapport final; Pdf]. Ifremer. <https://doi.org/10.13155/87408>
- Le Roy, D., Giraldo, C., Coppin, F., & Travers-Trolet, M. (1988). « CGFS : CHANNEL GROUND FISH SURVEY ». <https://doi.org/10.18142/11>
- Leblanc, N., Tetard, A., Legrand, V., Stéphan, E., & Macé, L. H. (2014). « RAIMOUEST : la pêche française de raies dans le golfe normand-breton » (p. 62).

- Liefmann, S., Dauvin, J.-C., Delahaye, M., Domingo, C., Evrard, M., Guyet-Grenet, V., Manner, A., Mouillard, R., Prévalet, S., Robin, J.-P., & Vigneau, J. (2022). « Effets des engins de pêche sur les fonds marins de Manche-Est et du golfe normand-breton ». Organisation des Pêcheurs Normands (OPN). <https://doi.org/10.13155/89603>
- Louisy, P. (2002). « Guide d'identification des poissons marins : Europe de l'ouest et Méditerranée ». Editions Eugen Ulmer.
- Love, M. S., Schroeder, D. M., Snook, L., York, A., & Cochrane, G. (2008). « All their eggs in one basket: a rocky reef nursery for the longnose skate (*Raja rhina* Jordan & Gilbert, 1880) in the southern California Bight ». *Fishery Bulletin*, 106(4), 471-475.
- Marques, V. M., & Ré, P. (1978). « Régime alimentaire de quelques Rajidae des côtes portugaises ». *Museu Bocage, Faculdade de Ciências, Lisboa*, 6(34), 8.
- Martin, C. S., Vaz, S., Ellis, J. R., Lauria, V., Coppin, F., & Carpentier, A. (2012). « Modelled distributions of ten demersal elasmobranchs of the eastern English Channel in relation to the environment ». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 418-419, 91-103. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2012.03.010>
- Maxwell, D. L., Stelzenmüller, V., Eastwood, P. D., & Rogers, S. I. (2009). « Modelling the spatial distribution of plaice (*Pleuronectes platessa*), sole (*Solea solea*) and thornback ray (*Raja clavata*) in UK waters for marine management and planning ». *Journal of Sea Research*, 61(4), 258-267. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2008.11.008>
- McCully, S. R., Burt, G. J., Silva, J. F., & Ellis, J. R. (2013). « Monitoring thornback ray movements and assessing stock levels » (Fishery Science Partnership, p. 33) [Programme 35]. Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science.
- McCully, S. R., Scott, F., & Ellis, J. R. (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(10), 1812-1822. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss150>
- Millar, C., Large, S., & Magnusson, A. (2022). « icesDatras: DATRAS Trawl Survey Database Web Services. R package version 1.4.0 ». <https://CRAN.R-project.org/package=icesDatras>
- Morato, T., Sola, E., Grós, M. P., & Menezes, G. (2003). « Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, northeastern Atlantic ». *Fishery Bulletin*, 101(3), 590-602.
- Nottage, A. S., & Perkins, E. J. (1983). « Growth and maturation of roker *Raja clavata* L. in the Solway Firth ». *Journal of Fish Biology*, 23(1), 43-48. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1983.tb02880.x>
- OSPAR Commission. (2010). « Background Document for Thornback ray (*Raja clavata*) ». OSPAR Commission. <https://www.ospar.org/about/publications>
- Pasolini, P., Ragazzini, C., Zaccaro, Z., Cariani, A., Ferrara, G., Gonzalez, E. G., Landi, M., Milano, I., Stagioni, M., Guarniero, I., & Tinti, F. (2011). « Quaternary geographical sibling speciation and population structuring in the Eastern Atlantic skates (suborder Rajoidea) *Raja clavata* and *R. straeleni* ». *Marine Biology*, 158(10), 2173-2186. <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1722-7>
- Quiniou, L., & Rabarison Andriamirado, G. (1979). « Variations du régime alimentaire de raies de la baie de Douarnenez (*Raja montagui* Fowler, 1910 ; *Raja brachyura* Lafont, 1873 ; *Raja clavata* L., 1758) ». *Cybiurn* 3 e série, 7, 27-39.
- R Core Team. (2022). « R: A language and environment for statistical computing » (4.2.2). R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rousset, J. (1990). « Population structure of thornback rays *Raja clavata* and their movements in the Bay of Douarnenez ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 70(2), 261-268.
- Ryland, J. S., & Ajayi, T. O. (1984). « Growth and population dynamics of three *Raja* species (Batoidei) in Carmarthen Bay, British Isles ». *ICES Journal of Marine Science*, 41(2), 111-120. <https://doi.org/10.1093/icesjms/41.2.111>
- Saglam, H., & Bascinar, N. S. (2008). « Feeding ecology of thornback ray (*Raja clavata* Linnaeus, 1758) on the Turkish coast of the south-eastern Black Sea ». *Marine Biology Research*, 4(6), 451-457. <https://doi.org/10.1080/17451000802233393>
- Šantić, M., Rađa, B., & Pallaoro, A. (2012). « Diet and feeding strategy of thornback ray *Raja clavata* ». *Journal of Fish Biology*, 81(3), 1070-1084. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03382.x>

- Serra-Pereira, B., Erzini, K., Maia, C., & Figueiredo, I. (2014). « Identification of Potential Essential Fish Habitats for Skates Based on Fishers' Knowledge ». *Environmental Management*, 53(5), 985-998. <https://doi.org/10.1007/s00267-014-0257-3>
- Serra-Pereira, B., Farias, I., Moura, T., Gordo, L. S., Santos, M., & Figueiredo, I. (2010). « Morphometric ratios of six commercially landed species of skate from the Portuguese continental shelf, and their utility for identification ». *ICES Journal of Marine Science*, 67(8), 1596-1603. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq056>
- Serra-Pereira, B., Figueiredo, I., & Gordo, L. S. (2011). « Maturation, fecundity, and spawning strategy of the thornback ray, *Raja clavata*: do reproductive characteristics vary regionally? » *Marine Biology*, 158(10), 2187-2197. <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1723-6>
- SIH Ifremer. (2022). « ObsMer ». Système d'informations halieutiques. Page web consultée le 28/11/2022 : <https://sih.ifremer.fr/Ressources/ObsMer>
- Smart, J. J. (2019). « AquaticLifeHistory: Fisheries life history analysis using contemporary methods ». <https://github.com/jonathansmart/AquaticLifeHistory>
- Smart, J. J., Chin, A., Tobin, A. J., & Simpfendorfer, C. A. (2016). « Multimodel approaches in shark and ray growth studies: strengths, weaknesses and the future ». *Fish and Fisheries*, 17(4), 955-971. <https://doi.org/10.1111/faf.12154>
- Stehmann, M. (1995). « A record of *Raja clavata*, the eastern Atlantic thornback skate, from the southern Madagascar Ridge at Walters Shoal (Elasmobranchii, Rajidae) ». *Journal of Ichthyology*, 35(5), 63-73.
- Stehmann, M., & Bürkel, D. L. (1984). « General remarks, explanation of terms mode of presentation for Rajidae ». In P. J. M. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. G. Nielsen, & E. Tortonese, *Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean* (Vol. 1, p. 163-196). UNESCO.
- Steven, G. A. (1934). « Observations on the growth of the claspers and cloaca in *Raja clavata* Linnaeus ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 19(2), 887-899. <https://doi.org/10.1017/S0025315400046841>
- Steven, G. A. (1936). « Migrations and growth of the thornback ray (*Raja clavata* L.) ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 20(3), 605-614.
- UICN France. (2013). « La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Requins, raies et chimères de France métropolitaine » (p. 12). MNHN. <https://uicn.fr/liste-rouge-requins-raies-chimeres/>
- Van Bogaert, N., Ampe, B., Uhlmann, S., & Torreele, E. (2020). « Discard survival estimates of commercially caught skates of the North Sea and English Channel - SUMARIS » [Final report]. ILVO.
- Walker, P. (1999). « Fleeting images: dynamics of North Sea ray populations ». University of Amsterdam.
- Walker, P., Howlett, G., & Millner, R. (1997). « Distribution, movement and stock structure of three ray species in the North Sea and eastern English Channel ». *ICES Journal of Marine Science*, 54(5), 797-808. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1997.0223>
- Whittamore, J. M., & McCarthy, I. D. (2005). « The population biology of the thornback ray, *Raja clavata* in Caernarfon bay, north Wales ». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(5), 1089-1094. <https://doi.org/10.1017/S0025315405012130>
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T., Miller, E., Bache, S., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D., Spinu, V., Takahashi, K., Vaughan, D., Wilke, C., Woo, K., & Yutani, H. (2019). « Welcome to the Tidyverse ». *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

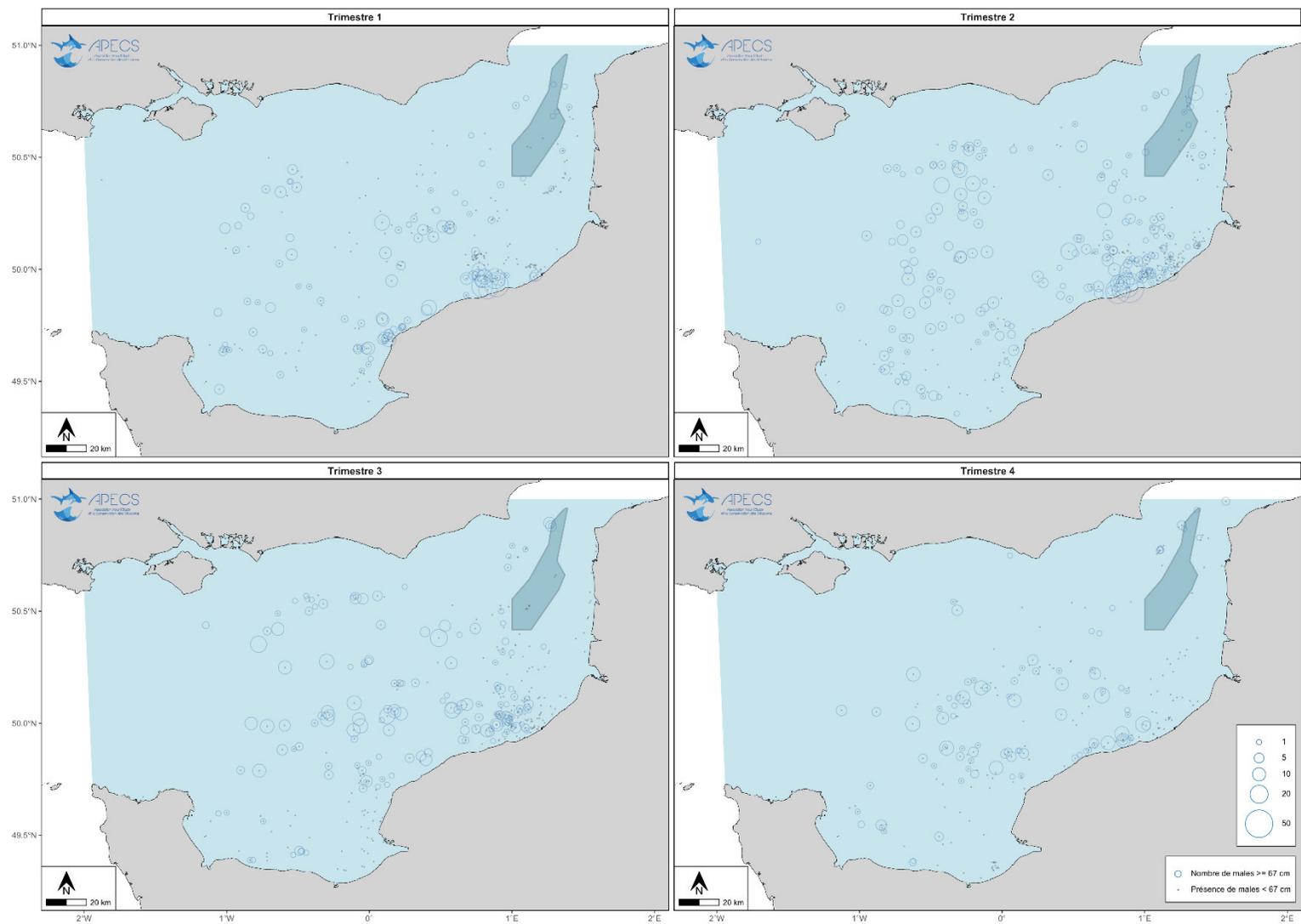
Annexes

Annexe 1 : Campagnes scientifiques – Positions des traits de chaluts conservés pour les analyses



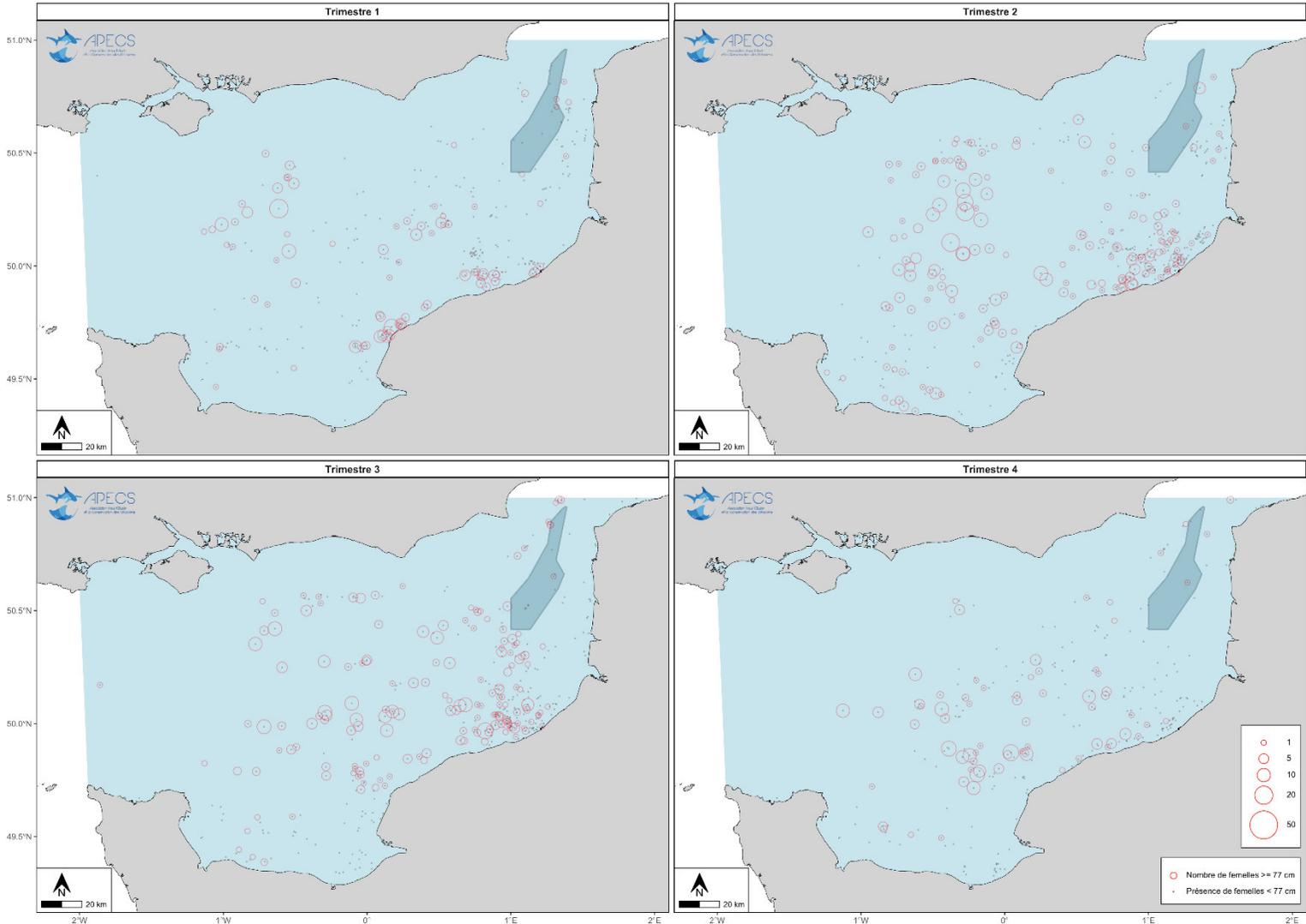
Sources : NS-IBTS (North Sea International Bottom Trawl Survey) 2007-2022 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
BTS (Beam Trawl Survey) 1990-2021 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
FR-CGFS (French Channel Ground Fish Survey) 1998-2021 / CIEM via DATRAS (25/04/2022)
Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNNN SIC (13/07/2022)
EEA trait de côte - Polygone / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2018)
Traitements : APECS (13/02/2023)

Annexe 2 : Dispositif Obsmer – Distributions des mâles matures par trimestre



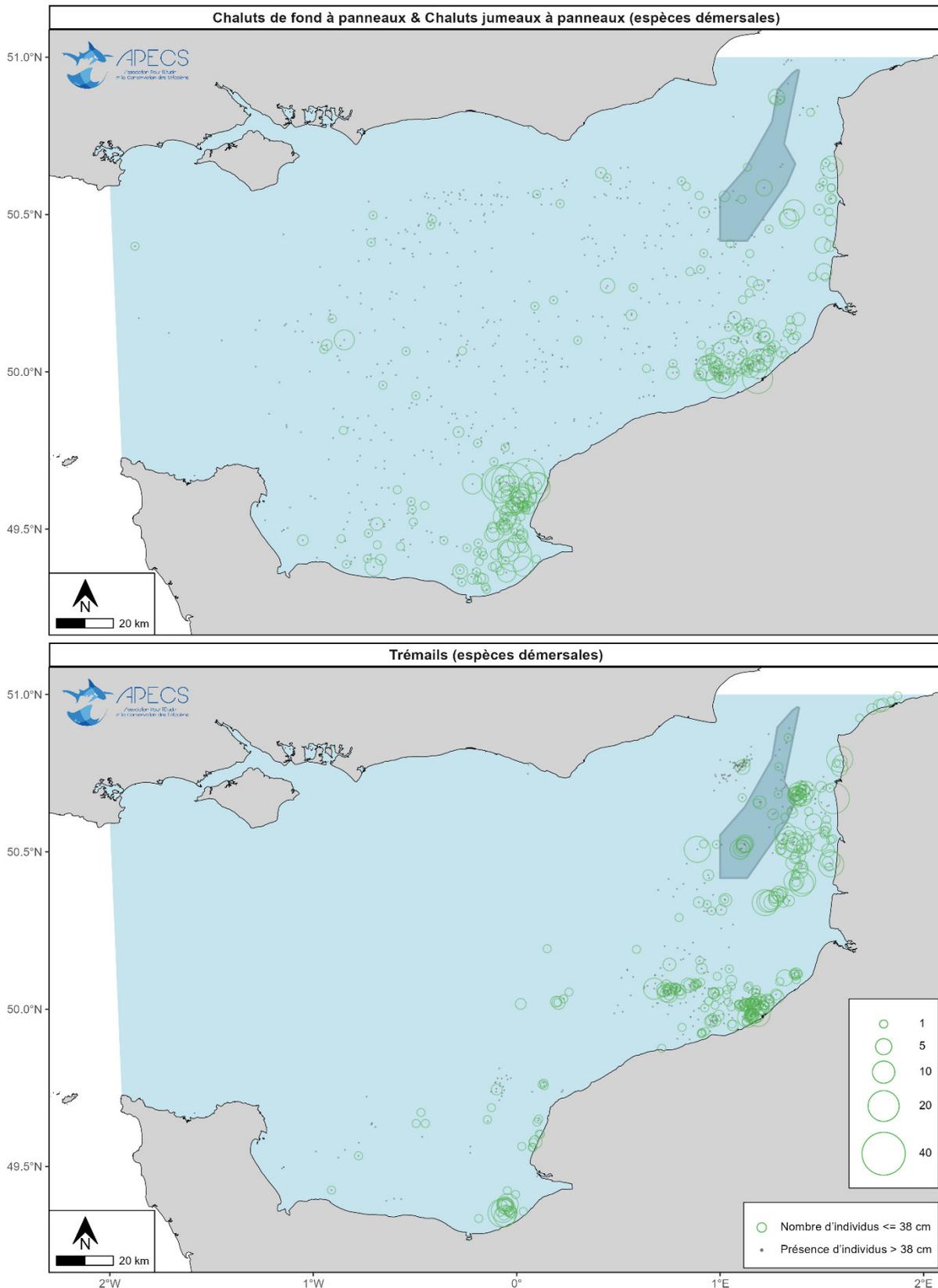
Sources : Obsmer - Division 7 d 2009-2021 / DGAMPA-Iremer SIH (11/07/2022)
 Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNHN SIG (15/07/2022)
 ECA trait de côte - Polygone / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2018)
 Traitements : APECS (03/02/2023)

Annexe 3 : Dispositif Obsmer – Distributions des femelles matures par trimestre



Sources : Obsmer - Division 7 d 2009-2021 / DGAMPA-Irromer SIIH (11/07/2022)
 Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNNN SIC (15/07/2023)
 EEA trait de cote - Polyspro / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2019)
 Traitements : APECS (09/02/2023)

Annexe 4 : Dispositif Obsmer – Distributions des juvéniles jusqu'à 2 ans de vie (LT ≤ 38 cm)



Sources : Obsmer - Division 7.d, 2009-2021 / DGAMPA-Iremer SIH (11/07/2022)
 Sites d'Importance Communautaire (SIC) / MNHN SIC (15/07/2022)
 EEA trait de côte - Polygone / Agence européenne pour l'environnement (11/09/2018)
Traitements : APECS (17/02/2023)

Vers une amélioration des connaissances sur les zones d'importance pour la raie bouclée *Raja clavata* en Manche-Est

FIP raie bouclée

Rapport final

Mars 2023

